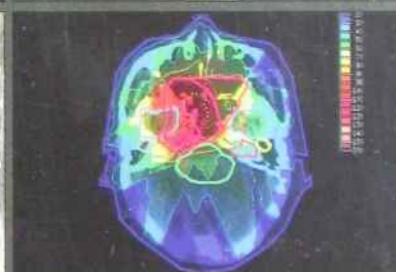
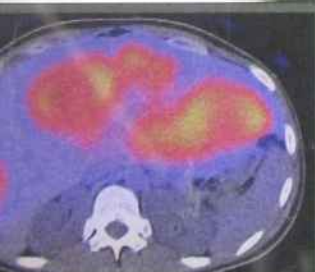


# РАДІОЛОГІЯ

Променева терапія | Променева діагностика



**NK**  
PUBLISHERS

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

О. В. Ковальський

Д. С. Мечев

В. П. Данилевич

# РАДІОЛОГІЯ

Променева терапія  
Променева діагностика

Підручник для студентів вищих медичних  
навчальних закладів IV рівня акредитації

Вінниця  
Нова Книга  
2013



УДК 615.849(075.8)  
ББК 53.6я73  
К 56

*Рекомендовано Міністерством охорони здоров'я України  
як підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації  
(протокол № 3 від 16.10.2012 р. засідання Комісії з медицини науково-методичної ради з питань освіти  
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України)*

#### **Авторський колектив:**

**О. В. Ковальський**, кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри променевої діагностики та променевої терапії Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова;  
**Д. С. Мечев**, заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри радіології НМАПО ім. П. Л. Шупика;  
**В. П. Данилевич**, асистент кафедри променевої діагностики та променевої терапії Вінницького НМУ ім. М. І. Пирогова.

#### **Рецензенти:**

**В. М. Рижик**, заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри радіології з курсом радіаційної медицини Івано-Франківського національного медичного університету;  
**О. А. Гончар**, доктор медичних наук, професор кафедри радіології НМАПО ім. П. Л. Шупика;  
**В. М. Соколов**, заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук професор кафедри онкології з курсом променевої діагностики та терапії Одеського національного медичного університету.

#### **Ковальський О. В.**

К 56      Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика : підручник для студ. вищ. мед. навч. заклад. / О. В. Ковальський, Д. С. Мечев, В. П. Данилевич. — Вінниця : Нова Книга, 2013. — 512 с. : іл.

ISBN 978-966-382-424-6

Підручник створений згідно з програмою навчальної дисципліни "Радіологія" (Київ, 2006) і відповідає принципам Європейської кредитно-модульної системи якісної підготовки лікарів.

У підручнику викладені сучасні досягнення медичної радіології, методи візуалізації в променевій діагностиці, принципи отримання діагностичних зображень, променева діагностика захворювань органів і систем, алгоритми променевих досліджень, тестові завдання і ситуаційні задачі. Для зручності студентів в одному виданні представлено основи і сучасний рівень променевої терапії.

Для студентів медичних вузів IV рівня акредитації, інтернів-радіологів та лікарів інших спеціальностей.

УДК 615.849(075.8)  
ББК 53.6я73

Медична радіологія включає променеву діагностику та променеву терапію.

Променева діагностика вивчає використання іонізуючих випромінювань, ультразвуку та магнітних полів для діагностики захворювань органів і систем.

Променева терапія вивчає використання іонізуючих випромінювань для лікування злоякісних пухлин та непухлинних захворювань.

Впровадження у навчальний процес освітньо-професійних програм підготовки фахівців, затверджених наказом МОН України від 16.04.2003 року за № 239 "Про затвердження складових галузевих стандартів вищої освіти з напрямку підготовки 1101 "Медицина" та навчального плану, розробленого на принципах Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS), затвердженого наказом МОЗ України від 31.01.2005 року № 52 "Про затвердження та введення навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "Спеціаліст" кваліфікації "Лікар" у вищих медичних навчальних закладах III-IV рівнів акредитації України" можливе за наявності відповідної навчальної літератури з медичної радіології для студентів.

В існуючій навчальній літературі матеріали щодо сучасних технологій, передбачених для вивчення студентами вищих медичних навчальних закладів згідно з програмою «Радіологія» (Київ, 2006), висвітлені не в повному обсязі.

Зміст даного підручника "Медична радіологія" для студентів медичних вузів відповідає принципам Європейської кредитно-модульної системи по якій зміні підготовки майбутніх лікарів згідно з програмою навчальної дисципліни "Радіологія" (Київ, 2006).

У підручнику викладені "Променева терапія" та "Променева діагностика". Порядок розташування навчального матеріалу у виданні пов'язаний з необхідністю вивчення студентами (на початковому етапі знайомства з "Радіологією") дозиметрії іонізуючих випромінювань, біологічної дії іонізуючих випромінювань, норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000) та "Основних санітарних правил роботи з джерелами іонізуючих випромінювань" (ОСПУ, 2005).

Структура підручника відповідає традиційній схемі і відображає логічний поділ розділів для проведення модульного контролю знань студентів.

У I частині "Загальні питання медичної радіології" викладені основи медичної радіології, дозиметрія іонізуючих випромінювань, біологічна дія іонізуючих випромінювань та організація радіологічної служби в Україні.

У II частині "Променева терапія" викладені принципи і методи променевої терапії та основи променевої терапії пухлинних і непухлинних захворювань.

У III частині "Методи візуалізації в променевій діагностиці" викладені принципи отримання діагностичних зображень відомими променевими методами досліджень.

У IV частині "Променева діагностика захворювань органів і систем" викладені основи променевої діагностики захворювань рентгенологічними, комп'ютерно-томографічними, магнітно-резонансними, ультразвуковими, радіонуклідними та інтервенційними методами.

У частині "Променеве дослідження органів і систем" у кожному розділі підручника наведені променева анатомія та вікові особливості органів і систем, діагностичні можливості методів променевої діагностики, алгоритми променевих досліджень, тестові завдання



з еталонами відповідей, контрольні питання та ситуаційні задачі для самоконтролю засвоєння матеріалу.

Вперше у вітчизняному підручнику поряд із променевими зображеннями патології органів подані зображення нормальних анатомічних ділянок організму тим же променевим методом дослідження; більшість ілюстративного матеріалу супроводжується орієнтовними протоколами опису з позначенням основних ознак захворювань, що значно полегшить студентам сприйняття навчального матеріалу.

Променева діагностика невідкладних станів викладена у відповідних розділах підручника. Перелік невідкладних станів включений у предметний покажчик.

У даний підручник включено розділ “Променева діагностика в стоматології”. В розділі висвітлені сучасні методики променевої діагностики зубів та щелеп, променева анатомія та променева діагностика захворювань, передбачених до вивчення програмою навчальної дисципліни “Радіологія (променева діагностика та променева терапія)” (Київ, 2011) для студентів стоматологічних факультетів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації.

Авторський колектив щиро вдячний завідувачу кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, доктору медичних наук, професору С. М. Шувалову за допомогу у підборі ілюстративного матеріалу до розділу “Променева діагностика в стоматології”.

Матеріал підручника викладений на 540 сторінках, містить 467 рисунків включно з рисунками кольорового додатку, 30 таблиць. Зміст підручника відповідає програмі навчальної дисципліни “Радіологія” (Київ, 2006), добре ілюстрований, копії рентгенограм подані у варіанті негативного зображення, яке інтерпретують радіологи та фахівці інших спеціальностей, а студентам це полегшить запам’ятовування навчального матеріалу. Об’єм нового матеріалу сягає більше 40 %. У підручник введено предметний та іменний покажчики.

Опанування навчального матеріалу даного підручника дозволить випускникам медичних ВНЗ виконати основну задачу стандартів вищої освіти (ОКХ і ОПП) — навчитися визначати показання та протипоказання до призначення променевої терапії злоякісних пухлин і непухлинних захворювань, знати методики променевої терапії злоякісних пухлин згідно з галузевим стандартом — “Протоколом надання медичної допомоги хворим на злоякісні новоутворення”, навчитись правильно вибирати з великої кількості променевих методів дослідження оптимальний метод для виявлення патології різних органів і систем та інтерпретувати отримані дані щодо клінічного діагнозу.

Автори-упорядники, крім особистого досвіду праці в радіології, використали дані літератури, нормативні документи, інструкції і не претендують на авторство наведеного матеріалу, оскільки більшість його узято із робіт, перерахованих у бібліографічному покажчику.

Автори-упорядники усвідомлюють, що в підручнику є деякі недоліки, частина питань висвітлена у скороченому варіанті, наприклад, “Радіологія дитячого віку” висвітлена стисло в межах програми. Ці недоліки читач може усунути за допомогою використання спеціальної літератури, список якої наведено в кінці книги.



ПЕРЕДМОВА .....	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	15

## ЧАСТИНА I

## Загальні питання медичної радіології

РОЗДІЛ 1. Загальні питання медичної радіології .....	18
Коротка історія розвитку медичної радіології.....	18
Елементи ядерної фізики в радіології .....	20
Квантова модель будови атома .....	20
Види радіоактивних перетворень.....	21
Види і властивості іонізуючих випромінювань .....	22
Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною .....	23
Взаємодія квантового випромінювання з речовиною.....	23
Взаємодія корпускулярного випромінювання з речовиною .....	24
Взаємодія нейтронів з речовиною .....	24
Взаємодія протонів з речовиною .....	24
Дозиметрія іонізуючих випромінювань .....	25
Дози іонізуючих випромінювань .....	25
Методи дозиметрії .....	27
Типи приладів для вимірювання дози і радіоактивності.....	29
Нормативні документи, що регламентують радіаційну безпеку населення.....	30
Норми радіаційної безпеки України (НРБУ -97, НРБУ -97/Д-2000) .....	30
Міжнародні документи, що регламентують радіаційну безпеку населення .....	32
Контрольні завдання .....	32
Питання для самоконтролю.....	32
Тестові завдання .....	33
РОЗДІЛ 2. Біологічна дія іонізуючих випромінювань .....	35
Стадії променевого ураження .....	35
Особливості біологічної дії іонізуючих випромінювань.....	36
Дія іонізуючих випромінювань на організм теплокровних тварин.....	37
Форми репродуктивної загибелі опромінених клітин .....	37
Природа радіаційної загибелі клітин.....	38
Післярадіаційне відновлення (репарація) клітин.....	38
Радіочутливість біологічних об'єктів.....	39
Контрольні завдання .....	39
Питання для самоконтролю.....	39
Тестові завдання .....	40

<b>РОЗДІЛ 3. Організація радіологічної служби в Україні</b> .....	41
Типи радіологічних відділень .....	41
Принципи та засоби захисту від дії іонізуючих випромінювань .....	43
Основні санітарні правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань (ОСПУ-2005) ....	43
Поводження з радіоактивними відходами .....	46
Контрольні завдання .....	46
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	46
<i>Тестові завдання</i> .....	46

## ЧАСТИНА II

### Променева терапія

<b>РОЗДІЛ 4. Принципи і методи променевої терапії</b> .....	49
Класифікація методів променевої терапії.....	49
Основні принципи променевої терапії.....	49
Джерела іонізуючих випромінювань, які використовуються для променевої терапії .....	50
Види і методи променевої терапії .....	51
Дози випромінювань, які використовують для лікування злоякісних захворювань .....	54
Способи підведення дози до патологічного осередку й режим опромінення.....	54
Променеві реакції і променеві пошкодження.....	55
Контрольні завдання .....	60
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	60
<i>Тестові завдання</i> .....	60
<b>РОЗДІЛ 5. Основи променевої терапії пухлинних і непухлинних захворювань</b> .....	62
Обґрунтування променевої терапії злоякісних пухлин.....	62
Обґрунтування використання променевої терапії при незлоякісних захворюваннях.....	63
Чинники, що впливають на ефективність променевої терапії .....	63
Стратегія курсу променевої терапії .....	64
Показання та протипоказання до призначення променевої терапії.....	65
Контрольні завдання .....	66
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	66
<i>Тестові завдання</i> .....	66
<b>РОЗДІЛ 6. Рентгенотерапія</b> .....	68
Влаштування рентгенотерапевтичного кабінету.....	68
Використання тубусів і фільтрів.....	68
Методи рентгенотерапії.....	69
Рентгенотерапія окремих злоякісних пухлин .....	70
Рентгенотерапія раку шкіри.....	71
Рентгенотерапія раку нижньої губи.....	71
Рентгенотерапія непухлинних захворювань .....	72
Рентгенотерапія кістково-суглобового (кісткового) панарицію .....	72
Рентгенотерапія бешихи .....	72



Рентгенотерапія парапроктиту і запальних процесів прямої кишки .....	73
Контрольні завдання .....	73
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	73
<i>Тестові завдання</i> .....	73

<b>РОЗДІЛ 7. Далекодистанційна променева терапія .....</b>	<b>75</b>
Структура кабінету дистанційної променевої терапії .....	75
Приклади далекодистанційної променевої терапії окремих злоякісних пухлин .....	76
Променева терапія раку легенів .....	76
Променева терапія раку грудної залози .....	77
Променева терапія раку шлунка .....	78
Променева терапія раку прямої кишки .....	79
Променева терапія джерелами високих енергій .....	80
Електронно-фотонна терапія .....	80
Нейтронна терапія .....	81
Протонна терапія .....	82
Стереотаксична радіохірургія .....	83
Контрольні завдання .....	85
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	85
<i>Тестові завдання</i> .....	85

<b>РОЗДІЛ 8. Контактна променева терапія (брахітерапія) .....</b>	<b>87</b>
Влаштування кабінету контактної променевої терапії .....	87
Методи контактної променевої терапії .....	87
Приклади використання контактної променевої терапії при лікуванні окремих злоякісних пухлин .....	90
Променева терапія раку стравоходу .....	90
Особливості дозування і фракціонування променевої терапії та зон опромінення .....	90
Променева терапія раку шийки матки .....	91
Радіонуклідна терапія раку щитоподібної залози .....	92
Радіонуклідна терапія тиреотоксикозу .....	93
Радіонуклідна терапія множинних метастазів у кістки .....	93
Контрольні завдання .....	94
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	94
<i>Тестові завдання</i> .....	94

### ЧАСТИНА III

#### Методи візуалізації в променевій діагностиці, принципи отримання діагностичних зображень

<b>РОЗДІЛ 9. Радіонуклідна діагностика .....</b>	<b>97</b>
Отримання РФП .....	97
Фармацевтичні вимоги до РФП .....	98
Метаболізм РФП .....	99
Прилади для радіонуклідних досліджень .....	100
Методи радіонуклідної діагностики .....	100



Радіонуклідні дослідження в цілому організмі ( <i>in vivo</i> ).....	100
Клінічна радіометрія.....	101
Радіографія.....	101
Сканування.....	101
Сцинтиграфія.....	102
Радіонуклідна комп'ютерна томографія.....	103
Авторадіографія.....	105
Радіонуклідні дослідження <i>in vitro</i> .....	105
Радіоімунологічний аналіз.....	105
Радіонуклідна діагностика в онкології.....	106
РФП для діагностики пухлин.....	107
Методики радіонуклідного дослідження в онкології.....	108
Радіонуклідні методи дослідження в онкології <i>in vivo</i> .....	108
Радіонуклідні методи дослідження в онкології <i>in vitro</i> .....	113
Контрольні завдання.....	114
Питання для самоконтролю.....	114
Тестові завдання.....	115

<b>РОЗДІЛ 10. Рентгенологічна діагностика, комп'ютерна томографія, спіральна комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, ультразвукова діагностика</b> .....	117
Рентгенологічний метод дослідження.....	117
Фізико-технічні основи рентгенології.....	117
Формування рентгенівського зображення.....	118
Фотолабораторний процес.....	120
Основи рентгенівської скіалогії.....	120
Методики рентгенологічного дослідження.....	122
Основні методики рентгенологічного дослідження.....	122
Додаткові методики дослідження.....	124
Ультразвукова діагностика.....	126
Фізичні основи ультразвукової діагностики.....	126
Режими ультразвукової візуалізації.....	126
Ультразвукова семіотика.....	128
Переваги та недоліки УЗД.....	128
Ультразвукові контрастні речовини.....	129
Рентгенівська комп'ютерна томографія.....	129
Фізико-технічні основи рентгенівської КТ.....	130
Переваги та недоліки КТ.....	132
Показання до КТ.....	132
Загальна КТ-семіотика.....	133
Інтервенційна радіологія.....	134
Рентгеноконтрастні речовини.....	135
Магнітно-резонансна томографія.....	136
Фізичні основи магнітно-резонансної томографії.....	136
Магнітно-резонансні контрастні засоби.....	138
Методи МРТ.....	139

Переваги та недоліки МРТ .....	140
Показання та протипоказання до проведення МРТ.....	140
Загальна МРТ-семіотика.....	140
Принципи променевої діагностики.....	140
Рівні променевої діагностики.....	141
Етапи променевого діагностичного дослідження.....	141
Контрольні завдання.....	142
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	142
<i>Тестові завдання</i> .....	142

## ЧАСТИНА IV

### Промєневе дослідження органів і систем

<b>РОЗДІЛ 11. Промєневе дослідження опорно-рухової системи</b> .....	146
Промєневі методи дослідження опорно-рухової системи.....	146
Промєневі методи дослідження м'яких тканин.....	149
Промєнева анатомія і фізіологія скелета.....	149
З'єднання кісток.....	154
Схема вивчення рентгенограм кісток і суглобів.....	155
Промєнева семіотика патології опорно-рухової системи.....	156
Симптоми патології суглобів.....	160
Промєневі синдроми патології опорно-рухової системи.....	161
Схема опису рентгенограми кісток та суглобів.....	161
Промєнева діагностика захворювань опорно-рухової системи.....	162
Природжені вади розвитку кісток.....	162
Вади розвитку верхніх кінцівок.....	163
Вади розвитку таза і нижніх кінцівок.....	163
Запальні захворювання опорно-рухової системи.....	165
Неспецифічні запальні захворювання скелета.....	165
Остеомієліт у дітей.....	166
Атипові форми остеомієліту.....	167
Специфічні запальні захворювання скелета.....	168
Сифілітичні ураження кісток.....	171
Остеоартропатії при колагенозах.....	173
Асептичні артрити-артрози.....	174
Пухлини опорно-рухової системи.....	174
Доброякісні пухлини кісток.....	175
Пухлиноподібні захворювання.....	177
Первинні злоякісні пухлини кісток.....	178
Мієломна хвороба.....	181
Вторинні (метастатичні) злоякісні пухлини.....	182
Промєнева діагностика травматичних пошкоджень опорно-рухової системи.....	183
Переломи кісток.....	183
Вивихи.....	188
Дегенеративно-дистрофічні ураження суглобів.....	192



Остеохондропатія.....	193
Дегенеративно-дистрофічні ураження хребта.....	193
Деформуюча остеодистрофія.....	196
Алгоритм променевого дослідження опорно-рухової системи.....	197
Контрольні завдання.....	197
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	197
<i>Тестові завдання</i> .....	198
<i>Ситуаційні задачі</i> .....	201
<b>РОЗДІЛ 12. Променева дослідження органів дихання.....</b>	<b>204</b>
Променеві методи дослідження органів дихання.....	204
Променева анатомія органів дихання.....	207
Порядок вивчення рентгенограми легень.....	215
Променеві симптоми і синдроми патології органів дихання.....	216
Симптоми патології органів дихання.....	216
Синдроми легеневої патології.....	218
Променева діагностика захворювань органів дихання.....	226
Променева діагностика аномалій і вад розвитку органів дихання.....	226
Променева діагностика неспецифічних запальних захворювань органів дихання.....	229
Променева діагностика туберкульозу органів дихання.....	234
Променева діагностика пухлин органів дихання.....	243
Променева діагностика невідкладних станів органів дихання.....	248
Алгоритм променевого дослідження органів дихання.....	252
Контрольні завдання.....	252
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	252
<i>Тестові завдання</i> .....	253
<i>Ситуаційні задачі</i> .....	255
<b>РОЗДІЛ 13. Променева дослідження серцево-судинної системи.....</b>	<b>258</b>
Променеві методи дослідження серцево-судинної системи.....	258
Неінвазивні методи.....	258
Променева анатомія серцево-судинної системи.....	261
Вікові особливості серця і крупних судин.....	266
Променева діагностика захворювань серцево-судинної системи.....	266
Набуті вади серця.....	266
Мітральні вади.....	266
Аортальні вади.....	269
Вроджені вади серця.....	271
Захворювання міокарда.....	275
Серце при гіпертонічній хворобі.....	280
Захворювання перикарда.....	280
Патологія судин.....	281
Алгоритм променевого дослідження серцево-судинної системи.....	283
Контрольні завдання.....	283
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	283



Тестові питання.....	284
Ситуаційні задачі.....	286

<b>РОЗДІЛ 14. Променеве дослідження травної системи.....</b>	<b>288</b>
Променеве дослідження слинних залоз.....	288
Променева анатомія слинних залоз.....	288
Променева діагностика захворювань слинних залоз.....	288
Радіонуклідне дослідження слинних залоз.....	290
Променеве дослідження глотки.....	291
Променева анатомія глотки.....	291
Променева діагностика захворювань глотки.....	291
Методи променевого дослідження органів травного каналу.....	292
Променеві ознаки захворювань травного каналу.....	295
Променеве дослідження стравоходу.....	295
Променева анатомія стравоходу.....	295
Променева діагностика окремих захворювань стравоходу.....	296
Вроджені вади розвитку стравоходу.....	296
Променеве дослідження шлунка.....	303
Променева анатомія шлунка.....	303
Променева діагностика окремих захворювань шлунка.....	303
Променеве дослідження тонкої кишки.....	313
Променева анатомія тонкої кишки.....	313
Методи дослідження тонкої кишки.....	313
Променева діагностика окремих захворювань тонкої кишки.....	314
Вади розвитку тонкої кишки.....	314
Променеве дослідження товстої кишки.....	317
Променева анатомія товстої кишки.....	317
Методи дослідження товстої кишки.....	317
Променева діагностика окремих захворювань товстої кишки.....	318
Вади розвитку товстої кишки.....	318
Променеве дослідження печінки.....	324
Променева анатомія печінки.....	324
Радіонуклідні методи дослідження печінки.....	327
Радіонуклідна гепатографія.....	327
Променева діагностика окремих захворювань печінки.....	329
Травми печінки.....	329
Дифузні зміни печінки.....	329
Вогнищеві ураження печінки.....	331
Променеве дослідження жовчовивідних шляхів.....	335
Методи дослідження та променева анатомія жовчовивідних шляхів.....	335
Променева діагностика окремих захворювань жовчовивідних шляхів.....	337
Променеве дослідження підшлункової залози.....	339
Методи дослідження та променева анатомія підшлункової залози.....	339
Променева діагностика окремих захворювань підшлункової залози.....	341
Гострий панкреатит.....	341

Алгоритм променевого дослідження травної системи .....	344
Контрольні завдання .....	344
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	344
<i>Тестові питання</i> .....	345
<i>Ситуаційні задачі</i> .....	348
<b>РОЗДІЛ 15. Променева дослідження сечовидільної системи .....</b>	<b>352</b>
Променеві методи дослідження сечовидільної системи .....	352
Комп'ютерна томографія .....	354
Радіонуклідні методи дослідження сечовидільної системи .....	355
Променева анатомія сечовидільної системи .....	357
Вікові особливості сечової системи .....	357
УЗД-анатомія сечовидільної системи .....	358
Променева діагностика окремих захворювань сечовидільної системи .....	359
Аномалії розвитку сечовидільної системи .....	359
Аномалії кількості нирок .....	360
Аномалії величини нирок .....	360
Аномалії ниркових судин .....	360
Аномалії положення нирок .....	361
Аномалії ниркової паренхіми .....	361
Запальні захворювання сечовидільної системи .....	365
Пієлонефрит .....	365
Абсцес нирки .....	366
Туберкульоз нирок .....	366
Стриктури уретри .....	366
Сечокам'яна хвороба .....	367
Гідронефроз .....	369
Кісти нирок .....	370
Пухлини нирок .....	371
Злоякісні пухлини нирок .....	372
Пухлина сечового міхура .....	373
Нефрогенна артеріальна гіпертензія .....	374
Травматичні пошкодження нирок .....	374
Алгоритм променевого дослідження сечовидільної системи .....	374
Контрольні завдання .....	376
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	376
<i>Тестові питання</i> .....	376
<i>Ситуаційні задачі</i> .....	379
<b>РОЗДІЛ 16. Променева дослідження статевої системи і грудних залоз .....</b>	<b>382</b>
Променеві методи дослідження статевої системи .....	382
Радіонуклідні методи дослідження статевої системи .....	383
Гістеросальпінгосцинтиграфія .....	383
Променева анатомія статевої системи .....	384
Променева анатомія чоловічих статевих органів .....	384



Променева анатомія жіночих статевих органів .....	385
Променева діагностика окремих захворювань статевої системи .....	386
Променева діагностика захворювань чоловічої статевої системи .....	386
Променева діагностика захворювань передміхурової залози .....	386
Променева діагностика захворювань яєчок .....	388
Променева діагностика захворювань жіночих статевих органів .....	390
Променева діагностика захворювань матки .....	390
Доброякісні пухлини .....	390
Злоякісні пухлини матки .....	390
Променева діагностика захворювань придатків матки .....	392
Променева дослідження вагітності .....	393
Патологія вагітності .....	397
Аномалії розвитку плода .....	397
Променева дослідження грудної залози .....	399
Променева анатомія грудної залози .....	399
Променеві методи дослідження грудної залози .....	400
Променева діагностика захворювань грудної залози .....	402
Запальні процеси грудної залози .....	402
Незапальні процеси грудної залози .....	403
Пухлини грудної залози .....	404
Алгоритм променевого дослідження статевої системи .....	407
Контрольні завдання .....	407
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	407
<i>Тестові питання</i> .....	408
<i>Ситуаційні задачі</i> .....	409
<b>РОЗДІЛ 17. Променева дослідження ЦНС</b> .....	411
Променеві методи дослідження ЦНС .....	411
Радіонуклідні методи дослідження нервової системи .....	412
Променева анатомія ЦНС .....	415
Вікові особливості будови черепа .....	415
Вікові особливості будови хребта .....	416
Променеві ознаки захворювань ЦНС .....	422
Аномалії і вади розвитку черепа та мозку .....	422
Варіанти, аномалії і вади розвитку хребта .....	424
Черепномозкові та спинномозкові травми .....	426
Внутрішньочерепні гематоми .....	426
Спинномозкові травми .....	428
Сирингомієлія .....	429
Запальні захворювання головного мозку .....	429
Васкулярні захворювання мозку .....	430
Об'ємні внутрішньочерепні утворення .....	432
Алгоритм променевого дослідження ЦНС .....	435
Контрольні завдання .....	435
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	435



Тестові питання.....	435
Ситуаційні задачі.....	437
<b>РОЗДІЛ 18. Променеве дослідження ендокринних залоз.....</b>	<b>440</b>
Променеве дослідження щитоподібної залози.....	440
Променева анатомія і фізіологія щитоподібної залози.....	440
Променеві методи дослідження щитоподібної залози.....	441
Радіонуклідні дослідження щитоподібної залози.....	441
Променева діагностика захворювань щитоподібної залози.....	444
Аномалії та вади розвитку щитоподібної залози.....	444
Ендемічний зоб.....	445
Кісти щитоподібної залози.....	446
Запальні захворювання щитоподібної залози.....	447
Пухлини щитоподібної залози.....	448
Алгоритм променевого дослідження щитоподібної залози.....	449
Променеве дослідження прищитоподібних залоз.....	449
Контрольні завдання.....	450
Питання для самоконтролю.....	450
Тестові питання.....	450
<b>РОЗДІЛ 19. Променеве дослідження в стоматології.....</b>	<b>453</b>
Променеві методи дослідження в стоматології.....	453
Основні методи рентгенологічного дослідження зубів і щелеп.....	453
Променева анатомія зубів та щелеп.....	457
Вікові особливості будови зубів та щелеп.....	457
Променева діагностика захворювань зубів та щелеп.....	458
Запальні захворювання зубів та щелеп.....	458
Неепітеліальні кісти.....	462
Епітеліальні кісти.....	462
Пухлини щелепи.....	463
Доброякісні одонтогенні пухлини.....	463
Доброякісні неодонтогенні пухлини.....	465
Травматичні пошкодження черепно-лицевої ділянки.....	469
Контрольні завдання.....	469
Питання для самоконтролю.....	469
Тестові завдання.....	470
<b>ВІДПОВІДІ НА СИТУАЦІЙНІ ЗАДАЧІ.....</b>	<b>472</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>474</b>
<b>ДОДАТОК.....</b>	<b>476</b>
<b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....</b>	<b>501</b>
<b>ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК.....</b>	<b>511</b>

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АКТГ	адренкортикотропний гормон
АСЛ	альбумін сироватки крові людини
AtMC	антитиреоїдні антитіла до мікросомальної фракції
АТТГ	антитиреоїдні антитіла до тиреоглобуліну
АФП	альфа-фетопротеїн
Бк	бекерель
БР	бенгальський рожевий
в/в	внутрішньовенно
ВДШ	відстань “джерело–шкіра”
ВПГТ	внутрішньопорожнинна гамма-терапія
ВТГТ	внутрішньотканинна гамма-терапія
ГДД	граничнодопустима доза
Гр	грей
ГССГ	гістросальпінгосцинтиграфія
ДГТ	дистанційна гамма-терапія
ДМСА	димеркаптосукцинацетат
ДНК	дезоксирибонуклеїнова кислота
ДТПА	диетилентриамінопентоацетат
еВ	електрон-вольт
ЕУ	екскреторна урографія
ШКТ	шлунково-кишковий тракт
Зв	зіверт
зТ <sub>4</sub>	загальний тироксин
ІДА	імінодіоцтова кислота
ІМ	інфаркт міокарда
ІРМА	імунорадіометричний аналіз
кВ	кіловольт
кг	кілограм
КДК	кольорове доплерівське картування (режим ультразвукового дослідження)
м <sup>2</sup>	квадратний метр
Кі	кюрі
КТ	(рентгенівська) комп’ютерна томографія
мА	міліампер
МБТ	мікобактерія туберкульозу
МОЗ	Міністерство охорони здоров’я
мкг	мікрограм
мм	міліметр
МРТ	магнітно-резонансна томографія
НРБУ	норми радіаційної безпеки України
ОГП	органи грудної порожнини
ОСПУ	основні санітарні правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань в Україні
ОФЕКТ	однофотонна емісійна комп’ютерна томографія



ПМ	пухлинний маркер
ПСА	простатспецифічний антиген
ПХТ	поліхіміотерапія
ПЕТ	позитронна емісійна томографія
РАВ	радіоактивні відходи
РД	рентгенологічна діагностика
РЕА	раково-ембріональний антиген
РЕС	ретикулоендотеліальна система
РІА	радіоімунологічний аналіз
РНД	радіонуклідна діагностика
РВД	разова вогнищева доза
РФП	радіофармакологічний препарат
РХПГ	ретроградна холангіопанкреатографія
СД	смертельна доза
СА	пов'язані з раковими антигенами моноклональні антитіла
СДКТ	спіральна динамічна КТ з контрастуванням
СКТ	спіральна рентгенівська комп'ютерна томографія
см	сантиметр
СВД	сумарна вогнищева доза
СШД	сумарна шкірна доза
СТГ	соматотропний гормон
вТ <sub>4</sub>	вільний тироксин
ТАУЗД	трансабдомінальне УЗД
ТВУЗД	трансвагінальне УЗД
ТГ	тиреоглобулін
ТРУЗД	трансректальне УЗД
ТРФП	туморотропний РФП
ТСГ	тироксинзв'язуючий глобулін
ТТГ	тиреотропний гормон
Т <sub>3</sub>	трийодтиронін
Т <sub>4</sub>	тироксин (тетрайодтиронін)
УЗД	ультразвукова діагностика (ультразвукове дослідження)
ФЕП	фотоелектронний помножувач
ХГТ	хоріонічний гонадотропін
ЦНС	центральна нервова система
ЧМС	чашково-мискова система
ШОЕ	швидкість осідання еритроцитів
ШПП	шар половинного послаблення променів
НУ	одиниці Гаунсфілда

## Загальні питання медичної радіології

Розділ 1. Основи медичної радіології

Розділ 2. Біологічна дія іонізуючих випромінювань

Розділ 3. Організація радіологічної служби в Україні



*Медична радіологія* (від латинських термінів *radius* — промінь та *logos* — наука) — медична наукова дисципліна, що включає променеву діагностику та променеву терапію.

*Променева діагностика* вивчає теорію та практику використання іонізуючих випромінювань, ультразвуку та магнітних полів для діагностики захворювань органів і систем.

*Променева терапія* вивчає використання іонізуючих випромінювань для лікування злоякісних пухлин та непухлинних захворювань.

В кінці ХХ століття всі методи діагностики і лікування захворювань, які базуються на використанні іонізуючих випромінювань, ультразвукових коливань, магнітних полів ядер атомів, учені об'єднали в одну наукову спеціальність — радіологію.

## Коротка історія розвитку медичної радіології

Медична радіологія почала розвиватися з часу відкриття Вільгельмом Конрадом Рентгеном 8 листопада 1895 р. нового роду променів. Рентген працював керівником фізичного інституту і кафедри фізики Вюрцбурзького університету. Він вивчав катодні промені, що виникають при проходженні електричного струму високої напруги через вакуумну скляну трубку (катодну трубку). Під час роботи катодної трубки Рентген виявив у темряві свічення платино-синеродистого барію, розташованого поряд з трубкою. Свічення зникало при вимкненні струму і з'являлося при подачі струму високої напруги на катодну трубку.

Рентген зрозумів, що в процесі роботи катодної трубки, крім катодного випромінювання, виникає ще інше, невидиме випромінювання, яке викликає свічення платино-синеродистого барію. На протязі короткого часу Рентген дослідив і описав властивості нового роду променів, які він назвав *Х-променями*, виконав знімок руки своєї дружини і 28 грудня 1895 р. сповістив у пресі про відкриття Х-променів.

23 січня 1896 р. на засіданні природознавчого товариства у Вюрцбурзі В. К. Рентген зробив доповідь про своє відкриття і виконав знімок руки голови товариства Келлікеру, який запропонував на честь Рентгена назвати Х-промені рентгенівськими променями.

9 березня 1896 р. і в травні 1897 р. В. Рентген опублікував у європейських журналах результати досліджень Х-променів.

10 грудня 1901 року всесвітньо відомому вченому В. Рентгену було присуджено Нобелівську премію з фізики за визначний вклад у розвиток науки.

Видатний український фізик Іван Павлович Пулюй народився в 1845 році в містечку Гримайлові на Тернопільщині. Після закінчення Тернопільської гімназії навчався на фізико-математичному відділенні Віденського університету, підвищував професійні знання, як і В. Рентген, під керівництвом професора Августа Кундта у Страсбурзькому університеті.

І. Пулюй раніше від В. Рентгена почав вивчати фізичні явища в газорозрядних трубках і з 1880 р. друкував статті, присвячені катодним променям; він довів, що катодні промені — це потік електронів. У 1881 р. І. Пулюй виготовив катодну



Вільгельм Конрад Рентген  
1845–1923



Іван Павлович Пулюй  
1845–1918



Антуан Анрі Беккерель  
1852–1908

трубку, яка випромінювала X-промені. Ця трубка була удостоєна Срібної медалі на міжнародній виставці в Парижі і стала відома як “лампа Пулюя”.

І. Пулюй вперше у світі виконав знімок зламанної руки 13-річного хлопчика, а на серії виконаних ним рентгенограм органів людини визначались ознаки патологічних процесів. В. Рентгену були відомі досягнення І. Пулюя у вивченні катодних променів, але І. Пулюй не поспішав сповістити громадськості результати своїх робіт і лише 13 лютого та 5 березня 1896 року (значно пізніше В. Рентгена) опублікував у пресі дані про своє відкриття.

Із 1884 р. на протязі 32 років І. Пулюй очолював створену ним кафедру фізики Німецької вищої школи в Празі. За період своєї багаторічної праці він опублікував біля 50 робіт.

Враховуючи вклад І. Пулюя у відкриття та вивчення X-променів, його слід вважати засновником науки про рентгенівські промені в жодному разі не меншою мірою, ніж В. Рентгена, ім'я якого широко відображено в сучасній медичній термінології та спеціальній літературі, а ім'я І. Пулюя маловідоме.

На вшанування пам'яті видатного українського фізика Тернопільському державному технічному університету та одній із вулиць м. Києва присвоєно ім'я Івана Пулюя.

Відкриття рентгенівських променів стало поштовхом до другої визначної наукової події — відкриття в 1896 р. професором фізики Паризького музею природознавчої історії Антуаном Анрі Беккерелем явища природної радіоактивності.

Анрі Беккерель був відомим ученим в галузі люмінесценції. Він вивчав індуковане сонячними променями свічення різних мінералів і виявив здатність солей урану викликати засвічування фотопластинки, загорнутої у чорний папір (подібно рентгенівським променям). Цим експериментом А. Беккерель виявив проникаюче випромінювання солей урану. Так було здійснено відкриття явища природної радіоактивності. **Радіоактивність** — це властивість ядер деяких хімічних елементів до мимовільного ділення, що супроводжується виникненням іонізуючих випромінювань.

Після численних експериментів А. Беккерель встановив, що джерелом випромінювання є сам уран. У 1907 р. Е. Резерфорд визначив, що уран випромінює альфа- і бета-частинки.

10 грудня 1903 р. Анрі Беккерель був нагороджений Нобелівською премією за відкриття явища природної радіоактивності.

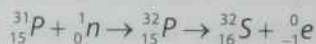
Після відкриття А. Беккереля відома польська вчена — професор Сорбонського університету в Парижі Марія Склодовська-Кюрі спільно зі



своїм чоловіком, талановитим французьким дослідником П'єром Кюрі виділили з уранової руди хімічні елементи полоній і радій (від лат. "променистий"). У наш час відомо біля 40 природних радіоактивних елементів, які зустрічаються в природі у складі так званих сімейств  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{Ac}$ ,  $^{232}\text{Np}$ ,  $^{237}\text{Th}$  і ін. Термін "радіоактивність" ввела Марія Кюрі.

У 1903 р. П'єр і Марія Кюрі були нагороджені Нобелівською премією за роботи з фізики, а в 1911 р. Марія Кюрі була нагороджена другою Нобелівською премією за роботи з радіаційної хімії. До цього часу жодна жінка не була двічі удостоєна Нобелівської премії.

У 1934 р. друге покоління Кюрі, дочка Марії і П'єра Кюрі — Ірен із чоловіком Ф. Жоліо-Кюрі відкрили штучні радіоактивні речовини (нукліди, або *ізотопи*: *ізос* — той же, *топос* — місце) — різновиди хімічного елемента в періодичній системі Д. І. Менделєєва з однаковим числом протонів в ядрі атома, але з різною кількістю нейтронів у ньому; вони мають ті ж позначення і порядковий номер, але різні масові числа. *Штучні радіоактивні речовини* (радіонукліди) отримують в ядерних реакторах шляхом опромінення нейтронами стабільних хімічних елементів, або опромінюють стабільні хімічні елементи елементарними частинками в прискорювачах елементарних частинок. Ядра радіонуклідів розпадаються, що супроводжується виникненням іонізуючих випромінювань, наприклад:



Радіоактивність, зумовлена природними радіоактивними речовинами, називається *природною*, а радіоактивність, зумовлена штучними радіоактивними речовинами, називається *штучною*.

У 1935 році подружжя Ірен Кюрі і Фредерік Жоліо-Кюрі отримали Нобелівську премію за відкриття штучної радіоактивності.

У 1940 році Флеров Г. М. та Петржак К. О. відкрили явище мимовільного поділу ядер урану на великі фрагменти, яке супроводжується вивільненням двох-трьох нейтронів, що здатні ви-

кликати наступні поділи інших ядер урану. Це відкриття стало основою для здійснення ланцюгової реакції. В 1942 році Енріко Фермі в Чикаго (США) вперше створив діючий атомний реактор. У процесі роботи реактора отримували сировину для виготовлення атомних бомб, і в 1945 році вперше в історії енергія атомного ядра була використана на шкоду людству — на японські міста Хіросіму і Нагасакі американськими військовими були скинуті атомні бомби, в результаті чого загинуло близько 300 тисяч чоловік.

Використання атомної зброї стало поштовхом до активного розвитку *радіобіології* — науки, що вивчає вплив іонізуючого випромінювання на живі організми. Радіобіологія включає: радіаційну гігієну, радіаційну біохімію, радіаційну генетику, радіаційну цитологію, радіаційну імунологію, радіаційну екологію, космічну радіобіологію, радіобіологію пухлин, профілактику та лікування променевих уражень.

Сучасна ядерна фізика, променева терапія та променева діагностика базуються на великих відкриттях В. Рентгена, І. Пулюя, А. Беккереля, Марії і П'єра Кюрі, Ірен та Фредеріка Жоліо-Кюрі.

## Елементи ядерної фізики в радіології

### Квантова модель будови атома

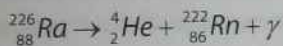
В основі сучасної теорії будови атома лежать наступні положення:

1. Електрон має подвійну (корпускулярно-хвильову) природу, володіє масою спокою ( $9,109534 \times 10^{-31}\text{кг}$ ) та зарядом; електрон, що рухається, виявляє властивості хвилі.
2. Для електрона неможливо водночас точно виміряти координати та швидкість.
3. Електрон може знаходитися в будь-якій ділянці навколяядерного простору. Простір навколо ядра, де імовірність знаходження електрона достатньо велика, називають орбіталлю.

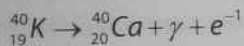
4. Ядра атомів складаються з протонів та нейтронів (загальна назва — нуклони). Число протонів у ядрі дорівнює порядковому номеру хімічного елемента в періодичній системі Д. І. Менделєєва, а сума кількості протонів та нейтронів відповідає масовому числу елемента.

## Види радіоактивних перетворень

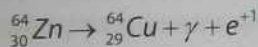
1. **Альфа-розпад** — викид з ядер природних радіоактивних елементів альфа-частинок ( ${}^4_2\text{He}$ ) — ядер атомів гелію:



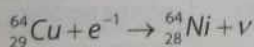
2. **Електронний бета-розпад** — викид з природних або штучних радіоактивних елементів електронів:



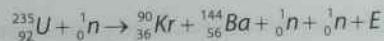
3. **Позитронний бета-розпад** — викид з ядра деяких штучних радіонуклідів позитронів:



4. **К-захват** (захоплення орбітального електрона ядром) — ядерний протон захоплює електрон з найближче розташованої до ядра К-орбіталі і перетворюється на нейтрон. Порядковий номер елемента зменшується на одиницю. На звільнене на К-орбіталі місце переміщується електрон з іншої орбіталі, в результаті вивільняється квант характеристичного випромінювання:

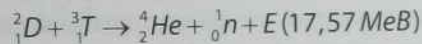


5. **Мимовільний поділ ядер** властивий радіоактивним елементам з великим атомним номером ( ${}^{235}\text{U}$ ,  ${}^{239}\text{Pu}$  та ін.) при захопленні їх ядрами повільних нейтронів. Одні і ті ж ядра в результаті поділу утворюють різноманітні пари уламків, які є ядрами нових елементів:



Поділ ядер супроводжується виділенням ядерної енергії. Нейтрони, що виникають при поділі ядра, викликають поділ інших ядер. Така реакція стає ланцюговою. Умови для керування ланцюговою реакцією створюються в атомних реакторах. При наростанні ланцюгової реакції протягом короткого проміжку часу виникає ядерний вибух.

6. **Термоядерні реакції (синтез ядер)** виникають при температурах, які досягають кількох мільйонів градусів. У цих умовах ядра легких елементів об'єднуються і утворюють ядра важчих елементів:



**Закон постійності радіоактивного розпаду:** у рівні проміжки часу відбувається ядерне перетворення рівних частин активних атомів радіоактивної речовини:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

де  $N_0$  — кількість активних атомів у початковий момент часу ( $t=0$ );  $N_t$  — кількість радіоактивних атомів, які залишилися через час  $t$ ;  $\lambda$  — постійна розпаду, визначається частиною атомів, які розпадаються за одиницю часу.

Частина ядер атомів, які розпадаються, для кожного радіонукліда є величиною постійною і називається *константою розпаду* ( $\lambda$ ):

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

де  $T_{1/2}$  — *період напіврозпаду* — час, протягом якого розпадається половина активних ядер атомів даної радіоактивної речовини. Радіоактивні речовини з періодом напіврозпаду більше 15 діб вважають *довгоживучими*, менше 15 діб — *короткоживучими*.



**Активність радіоактивної речовини** — число ядерних перетворень за одиницю часу. Одиниця активності — *бекерель (Бк)* — одне перетворення за одну секунду;  $МБк = 10^6 Бк$ . Позасистемна одиниця активності — *кюри (Ки)*.  $1 Ки = 3,7 \times 10^{10} Бк$ , похідні Ки: мілікюри ( $мКи = 3,7 \times 10^7 Бк$ ); мікрокюри ( $мкКи = 3,7 \times 10^4 Бк$ ).

## Види і властивості іонізуючих випромінювань

**Іонізуючі випромінювання** — це випромінювання, які при взаємодії з речовиною викликають збудження атомів і молекул речовини та призводять до виникнення протилежно заряджених іонів.

### Види іонізуючих випромінювань

- ▶ **корпускулярні:** альфа-випромінювання (потік ядер атомів гелію), бета-випромінювання (потік електронів або позитронів), протонне випромінювання (потік протонів), нейтронне випромінювання (потік нейтронів);
- ▶ **квантові або фотонні:** гамма-випромінювання (електромагнітне випромінювання, яке виникає під час перетворення радіоактивних ядер або під час взаємодії швидких заряджених частинок з речовиною), рентгєнівське (гальмівне випромінювання) і космічне випромінювання.

### Властивості випромінювань

1. **Проникаюча властивість** — це властивість проникати крізь оптично непрозорі матеріали (проникаюча здатність оберненопропорційна щільності середовища).
2. **Іонізуюча властивість** — це властивість розщеплювати молекули на позитивно і негативно заряджені іони, наприклад:  
 $H_2O = H^+ + OH^-$ .
3. **Фотохімічна властивість** — це властивість викликати фотоліз  $AgBr$  на  $Ag^+ + Br^-$  (засвічування фотографічних матеріалів).
4. **Сцинтиляційна (люмінесцентна) властивість** — властивість викликати сцинтиляції, свічення деяких хімічних речовин (люмінофорів).
5. **Біологічна властивість** — це властивість викликати функціональні, анатомічні і метаболичні зміни на різних рівнях організації живої матерії.
6. **Кумулятивна властивість** — це властивість накопичувати в організмі негативні ефекти опромінювань, що надалі може викликати небажані віддалені наслідки (злаякісні пухлини, природжені аномалії розвитку, генні мутації, скорочення тривалості життя).
7. Іонізуючі випромінювання **не сприймаються органами чуття** — вони невидимі, не мають запаху і смаку, тому в момент опромінювання організм не відчуває дії іонізуючої радіації.

Таблиця 1.1. Фізичні властивості і проникаюча здатність деяких видів іонізуючих випромінювань

Вид випромінювання	Енергія випромінювання МеВ	Швидкість поширення у вакуумі, км/с	Довжина пробігу в повітрі	Довжина пробігу в тканинах	Іонізуюча здатність (щільність іонізації на одиницю шляху пробігу в повітрі)
Альфа	1–10	20 000	до 20 см	до 50 мкм	10 000–20 000 пар/мм
Бета	0,1–2	270 000	до 15 м	до 1 см	5–10 пар/мм
Гамма	0,1–20	300 000	сотні метрів	Десятки см	1 пара/см
Нейтрони	0,5–10	0,001–1 000 000	сотні метрів	см, метри	Сотні, десятки тисяч пар/мм

8. **Теплова властивість** — ядерні перетворення супроводжуються виділенням теплової енергії.

Фізичні властивості деяких видів іонізуючих випромінювань — див. табл. 1.1.

## Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною

Первинними механізмами взаємодії іонізуючих випромінювань з речовиною є збудження атома або його іонізація в результаті передачі енергії випромінювання електрону атома.

Збудження атомів виникає в тих випадках, коли під впливом не дуже великої енергії випромінювання електрон на короткий час залишає свою орбіталь, а повертаючись на початковий рівень, викликає виникнення низькоенергетичного кванта випромінювання.

Іонізація речовини виникає при відриві електрона від атома в результаті впливу іонізуючого опромінення енергією, здатною відірвати електрон (20–35 eV). Атом, що втратив електрон, стає позитивно зарядженим іоном. Втрачений атомом електрон приєднується до іншого атома і утворює негативно заряджений іон. Так утворюється пара іонів.

Залежно від величини лінійної передачі енергії (ЛПЕ) всі іонізуючі випромінювання ділять на рідкоіонізуючі та щільноіонізуючі. До **рідкоіонізуючих випромінювань** відносять всі види випромінювань з ЛПЕ менше 10 кеВ/мкм (бета- і квантові випромінювання), а до **щільноіонізуючих випромінювань** — з ЛПЕ більше 10 кеВ/мкм — нейтрони, протони, ядра важких хімічних елементів.

Різні види випромінювань викликають іонізацію середовища по-різному.

**Первинноіонізуючі випромінювання** передають свою енергію середовищу безпосередньо іонізуючими зарядженими частинками (альфа, бета, протони, важкі іони, пі-мезони) шляхом відриву від атомів і молекул середовища електронів в результаті взаємодії їх електричних зарядів.

**Вторинноіонізуючі випромінювання** — квантові випромінювання (рентгенівське і гамма-випромінювання) і нейтрони.

## Взаємодія квантового випромінювання з речовиною

При взаємодії квантового випромінювання з речовиною виникають наступні ефекти:

1. **Фотоелектричний ефект** (фотоелектр) відбувається в результаті передачі всієї енергії кванта орбітальному електрону, який вибивається з орбіталі атома речовини і називається фотоелектроном. Атом, який втратив електрон, перетворюється на позитивно заряджений іон, а фотоелектрон викликає іонізацію середовища як безпосередньо іонізуюча частинка.

В кінці шляху пробігу фотоелектрон втрачає енергію, приєднується до нейтрального атома середовища і перетворює його на негативно заряджений іон. Фотоелектр виникає при енергії кванта 0,1–0,3 МеВ. **Ефект Комптона** (комптонівське розсіювання) полягає в передачі частини енергії гамма-кванта електрону середовища і зміні свого попереднього напрямку, внаслідок чого електрон рухається у напрямку, зміненому під впливом енергії гамма-кванта. Такий електрон називається електроном віддачі і може іонізувати середовище.

2. Ефект Комптона виникає при енергії гамма-кванта близько 1 МеВ.

3. **Утворення електронно-позитронних пар** виникає в результаті зіткнення фотона (з енергією більше 1 МеВ) з полем ядра речовини, при цьому утворюється пара “позитрон — електрон”, яка викликає іонізацію середовища. При анігіляції електронно-позитронної пари в ядрі атома виникає гамма-фотон з енергією 1,02 МеВ.

Фотони з енергією більше 2,2 МеВ можуть вибити з ядра атома нейтрон або протон, внаслідок чого утворюються радіонукліди. Це явище називається **ядерним фотоелектом**.



## Взаємодія корпускулярного випромінювання з речовиною

При взаємодії бета-частинок із речовиною виникає збудження й іонізація атомів в результаті *непружних*<sup>1</sup> зіткнень з орбітальними електронами. При взаємодії бета-частинок з ядром атома речовини виникає ядерна реакція з виділенням нейтронів, бета-частинок та ін.

При взаємодії бета-частинок з речовиною виникають *пружні*<sup>2</sup> і *непружні* взаємодії, внаслідок чого виникає іонізація, збудження ядер атомів та *гальмівне випромінювання*<sup>3</sup>.

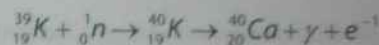
## Взаємодія нейтронів з речовиною

Особливості взаємодії нейтронів з речовиною залежать від їх енергії.

За енергією розрізняють:

- ▶ повільні нейтрони: а) ультрахолодні —  $10^{-7}$  еВ; б) холодні — до  $5 \times 10^{-3}$  еВ; в) теплові — до 0,5 еВ; г) надтеплові — до 10 еВ;
- ▶ резонансні нейтрони — 0,5 кеВ;
- ▶ проміжні нейтрони — 0,2 МеВ;
- ▶ швидкі нейтрони — до 20 МеВ;
- ▶ дуже швидкі нейтрони — до 300 МеВ;
- ▶ надшвидкі (релятивістські) нейтрони — понад 300 МеВ.

Повільні нейтрони захоплюються ядрами середовища, внаслідок чого може виникати наведена радіоактивність, наприклад:



Резонансні нейтрони захоплюються тільки важкими ядрами.

Для проміжних і швидких нейтронів типові пружне розсіювання і ядерні реакції. При пружному розсіюванні нейтрони виштовхують ядра речовини, а потік ядер призводить до іонізації середовища (непряма іонізація нейтронами). Ці ядра називаються ядрами віддачі.

Для швидких нейтронів характерне як пружне, так і непружне розсіювання. При цьому випромінюються протони, бета-частинки, нейтрони та ін., які здатні іонізувати середовище (непряма іонізація нейтронами).

Дуже швидкі і релятивістські нейтрони викликають реакцію “сколювання” при зіткненні з великими ядрами, внаслідок чого утворюється потік пі-мезонів, декількох відламків ядра і гамма-квантів.

## Взаємодія протонів з речовиною

**Крива Брегга.** При проникненні протонів високих енергій углуб речовини наростає кількість їх взаємодій з атомами і молекулами тканин. При цьому швидкість частинок зменшується, відповідно підвищується вірогідність нових взаємодій, і частота іонізацій збільшується. Із збільшенням пробігу питома іонізація зростає, досягає максимуму (пік Брегга), а далі різко зменшується до нуля. При цьому поглинута доза в тканинах може складати 100 % від експозиційної дози.

Залежність локалізації максимуму іонізації від енергії протонного випромінювання: із збільшенням енергії випромінювання протонів збільшується глибина розташування піку Брегга (рис. 1.1). Ця особливість розподілу поглинутої енергії протонів у тканинах використовується в онкології при проведенні дистанційної променевої терапії глибоко розташованих злоякісних пухлин.

<sup>1</sup> Непружне розсіювання заряджених частинок — це взаємодія заряджених частинок з електромагнітним полем атомів, внаслідок якого частинки втрачають енергію на вбивання електронів з атомних електронних оболонок (це супроводжується іонізацією або збудженням ядер атомів), внаслідок чого електрон переходить на найвіддаленіший від ядра атома енергетичний рівень.

<sup>2</sup> Пружне розсіювання заряджених частинок — це взаємодія заряджених частинок з позитивно зарядженими ядрами атомів за законом Кулона, внаслідок чого частинка може змінювати напрямок свого подальшого руху щодо початкового напрямку, але не втрачає запас своєї кінетичної енергії.

<sup>3</sup> Гальмівне випромінювання генерується зарядженими частинками, які зазнають розсіювання і гальмування в електричному полі (найчастіше в електростатичному полі ядер атомів).



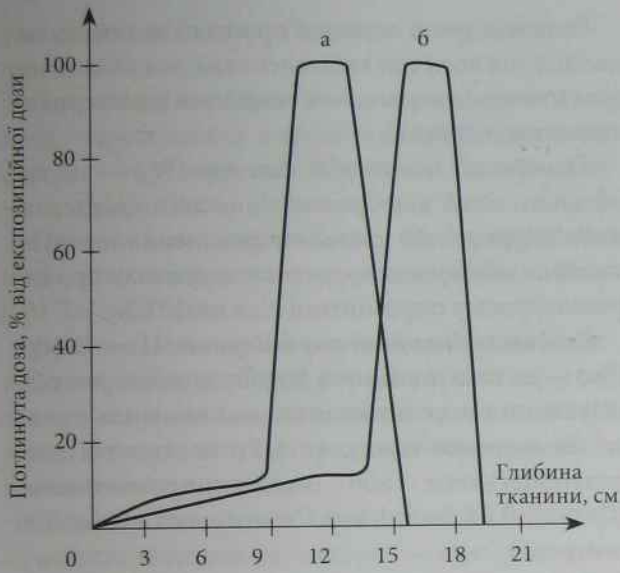


Рис. 1.1. Крива Брегга для протонного випромінювання:

крива "а" — локалізація максимуму іонізації в тканині при енергії протонів 160 MeV; крива "б" — локалізація максимуму іонізації в тканині при енергії протонів 190 MeV

## Дозиметрія іонізуючих випромінювань

**Дозиметрія** — визначення науковими методами кількості, рівня і розподілу випромінювань від джерела іонізуючого випромінювання.

Завдання клінічної дозиметрії:

- ▶ виявлення джерела випромінювань, визначення виду, кількості й енергії випромінювань;
- ▶ визначення кількості енергії випромінювання, переданої об'єкту опромінення, і ступінь його дії.

## Дози іонізуючих випромінювань

Дозою іонізуючих випромінювань називається енергія, передана випромінюванням елементарному об'єму або масі опромінюваної речовини.

**Експозиційна доза** (фотонного — рентгеновського і гамма-випромінювань) — це кількісна

характеристика квантового випромінювання, що базується на його здатності іонізувати повітря. За одиницю експозиційної дози в системі СІ прийнята така доза, яка в 1 кг сухого повітря утворює іони, що несуть заряд 1 Кл кожного знака, — Кл/кг. Позасистемна одиниця експозиційної дози — рентген (Р). При опроміненні 1 см<sup>3</sup> сухого повітря дозою, рівною 1 Р, за стандартних фізичних умов утворюється  $2,08 \times 10^9$  пар іонів. Похідні рентгена:  $0,001\text{Р} = 1\text{ мР}$ ;  $0,000001\text{ Р} = 1\text{ мкР}$ . **Потужність експозиційної дози** фотонного випромінювання ( $P_0$ ) — експозиційна доза за одиницю часу — 1 Кл/кг/с = 1 А/кг. Позасистемна одиниця — Р/год, мР/с тощо.

**Поглинута доза випромінювання** (Д) — енергія випромінювання, поглинута одиницею маси опромінюваного середовища. У системі СІ одиницею поглинутої дози є грей (Гр), що дорівнює 1 Дж/кг. Позасистемна одиниця поглинутої дози — рад (назва походить від терміну "радіаційна адсорбована доза"). Її величина дорівнює 100 ерг енергії іонізуючого випромінювання, поглинутої 1 г речовини.  $1\text{ Гр} = 100\text{ рад}$ ,  $1\text{ рад} = 0,01\text{ Гр}$ .

**Потужність поглинутої дози** іонізуючого випромінювання (Р) — поглинута доза за одиницю часу; грей/с, рад/с.

**Інтегральна поглинута доза** — середня енергія іонізуючого випромінювання, поглинута певною масою тканини патологічного осередку, опроміненого органа, частини або всього тіла (грей/кг, рад/кг).

**Індивідуальна доза опромінення** — це сума еквівалентних доз опромінення, які людина отримує за певний період її життя.

Доза еквівалентна (НТ) в органі або в тканині Т — величина, яка визначається як добуток поглинутої дози ДТ в окремому органі або тканині Т на радіаційний визначальний фактор  $W_R$ .

$$HT = DT \times W_R$$

**Радіаційний зважуючий фактор** ( $W_R$ ) — коефіцієнт, який враховує біологічну ефективність різних видів іонізуючих випромінювань у зв'язку

з різною величиною лінійної передачі енергії (ЛПЕ). Значення радіаційних визначальних факторів ( $W_R$ ) табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Значення радіаційних зважувачих факторів ( $W_R$ )

Види випромінювання	$W_R$
Фотони — рентгенівські і гамма-промені, всі енергії	1
Бета-промені, мюони, всі енергії	1
Протони (< 10 МеВ)	10
Нейтрони (2–10 МеВ)	10
Альфа-промені, важкі ядра віддачі	20

Відносна біологічна ефективність іонізуючих випромінювань — це показник, за допомогою якого визначають, у скільки разів біологічна дія даного випромінювання (наприклад, альфа-, бета-випромінювання, нейтронного випромінювання) більша (чи менша) від біологічної дії стандартного випромінювання (жорстких рентгенівських чи гамма-променів) на той же біологічний об'єкт.

Лінійна передача енергії (ЛПЕ) — це відношення повної енергії dE, яка передана речовині зарядженою частинкою в результаті зіткнень на шляху dL, до довжини цього шляху:

$$ЛПЕ = \frac{dE}{dL}$$

Таблиця 1.3. Значення тканинних зважувачих факторів

№	Тканина чи орган	$W_t$	№	Тканина чи орган	$W_t$
1	Гонади	0,20	8	Печінка	0,05
2	Кістковий червоний мозок	0,12	9	Стравохід	0,05
3	Товста кишка	0,12	10	Щитоподібна залоза	0,05
4	Легені	0,12	11	Шкіра	0,01
5	Шлунок	0,12	12	Поверхня кістки	0,01
6	Сечовий міхур	0,05	13	Інші органи	0,05
7	Грудна залоза	0,05			

Розподіл доз в окремих органах і тканинах залежить від величин еквівалентних доз і значення тканинних визначальних чинників для окремих тканин або органів.

Тканинний зважувачий фактор ( $W_t$ ) — це коефіцієнт, який відображає відносний стохастичний (вірогідний) ризик опромінення окремої тканини або органа до загального ризику при нерівномірному опроміненні тіла табл. 1.3.

Еквівалентна доза опромінення (H) — Зіверт (Зв) — це така поглинута доза будь-якого виду іонізуючого випромінювання, яка викликає такий же біологічний ефект, як 1 Гр поглинутої дози рентгенівського або гамма-випромінювання (Дж/кг); 0,01 Зв = 1 бер (біологічний еквівалент рентгена).

Ефективна доза опромінення (E) — сума добутоків еквівалентних доз (HT) в окремих органах і тканинах на відповідні тканинні зважені чинники ( $W_t$ ). Одиниця вимірювання — зіверт (Зв). Ефективна доза дозволяє визначити вірогідний сумарний ризик від опромінення різних ділянок тіла в різних поглинутих дозах. Значення ефективних доз підсумовується для кожної людини протягом життя, і ця сумарна величина є показником накопиченої дози опромінення.

Коллективна ефективна доза (S) — сума індивідуальних ефективних доз опромінення певної групи населення за певний проміжок часу або сума добутоків середньогрупових ефективних доз на число осіб у відповідних групах, які



утворюють колектив. Одиниця вимірювання — людино-Зв.

**Популяційна доза** — сумарна ефективна доза опромінення населення країни від усіх джерел опромінення. Одиниця вимірювання — зіверт (Зв).

**Потужність ефективної дози опромінення** — ефективна доза за одиницю часу — 1 Зв/с; 0,01 Зв/с = 1 бер/с.

**Ефективний період напіврозпаду і напіввиведення радіонукліда** ( $T_{\text{еф}}$ ) — час, протягом якого активність радіонукліда в організмі зменшується удвічі в результаті його радіоактивного розпаду і біологічного виведення.

Співвідношення між одиницями в системі СІ та позасистемними одиницями — див. табл. 1.4.

## Методи дозиметрії

Розрізняють фізичні, хімічні та біологічні методи дозиметрії: іонізаційний, сцинтиляційний (люмінесцентний), напівпровідниковий, термолюмінесцентний, нейтронно-активаційний, калориметричний, фотографічний, хімічний, біологічний і розрахунковий (математичний).

**Іонізаційний метод дозиметрії** здійснюється за допомогою іонізаційної камери і базується на оцінці ступеня іонізації середовища, через яке проходить випромінювання. Чим більша потужність дози, тим більше виникає іонів, тим більший іонізаційний струм. Вимірюючи величину іонізаційного струму, отримують уявлення про потужність дози іонізуючого випромінювання.

Таблиця 1.4. Основні фізичні одиниці, що використовуються в медичній радіології

Фізична величина	Одиниця, її найменування, позначення (міжнародне, українське)		Співвідношення між одиницями	
	позасистемна	в системі СІ	позасистемною та в системі СІ	в системі СІ та позасистемними
Активність нукліда в радіоактивному джерелі	кюри (Ci, Ki)	бекерель (Bq, Bk)	1 Ki = $3,7 \times 10^{10}$ Bk	1 Bk = $2,7 \times 10^{-11}$ Ki
Експозиційна доза випромінювання	рентген (R, P)	кулон на кілограм (C/kg, Кл/кг)	1 P = $2,58 \times 10^{-4}$ Кл/кг	1 Кл/кг = 3876 P
Потужність експозиційної дози	рентген за секунду (R/s, P/c)	ампер на кілограм (A/Kg, A/кг)	1 P/c = $2,58 \times 10^{-4}$ A/кг	1 A/кг = 3876 P/c
Поглинута доза випромінювання	(rad, рад)	грей (Gy, Гр)	1 рад = 0,01 Гр	1 Гр = 100 рад
Потужність поглинutoї дози випромінювання	рад за секунду (rad/s, рад/с)	грей за секунду (Gy/s, Гр/с)	1 рад/с = 0,01 Гр/с	1 Гр/с = 100 рад/с
Інтегральна доза випромінювання	рад-грам (rad-g, рад-г)	джоуль (J, Дж)	1 рад/г = $10^{-5}$ Дж	1 Дж = $10^5$ рад/г
Ефективна доза випромінювання	бер (rem, бер)	зіверт (Sv, Зв)	1 бер = 0,01 Зв	1 Зв = 100 бер
Потужність ефективної дози випромінювання	бер за секунду (rem/s, бер/с)	зіверт за секунду (Sv/s, Зв/с)	1 бер/с = 0,01 Зв/с	1 Зв/с = 100 бер/с



Схема будови і принцип роботи іонізаційного дозиметра наведені на рис. 1.2.

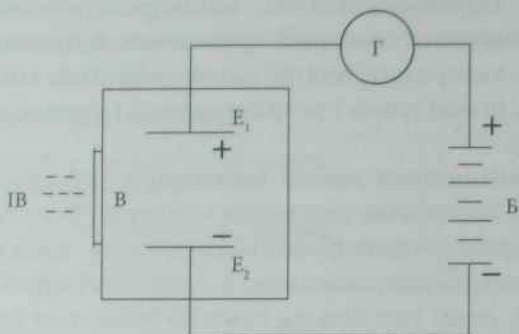


Рис. 1.2. Схема і принцип роботи іонізаційного дозиметра:

( $E_1$  і  $E_2$  — електроди; Б — батарея; ІВ — іонізуюче випромінювання; В — вікно в іонізаційній камері; Г — гальванометр)

**Сцинтиляційний метод дозиметрії** полягає у вимірюванні інтенсивності світлових спалахів в люмінофорах (йодид калію, йодид натрію, йодид цезію, антрацен, стильбен та ін.) під час проходження через них рентгенівського або гамма-випромінювання. Схема будови люмінесцентного дозиметра рис. 1.3.

**Напівпровідниковий метод дозиметрії** — під час опромінення в напівпровідникових детекто-

рах виникає струм, за величиною якого можна визначити потужність дози випромінювання, яка діє на детектор.

**Термолюмінесцентний (фотолюмінесцентний, радіолюмінесцентний) метод дозиметрії** базується на здатності кристалічних люмінофорів (наприклад, літій фторид, активований сріблом) накопичувати поглинуту енергію випромінювання. При нагріванні кристалів у певному режимі відбувається термолюмінесцентний "спалах" світла, інтенсивність якого залежить від дози випромінювання, яку поглинув люмінофор.

**Нейтронно-активаційний метод дозиметрії** — визначення наведеної радіоактивності в результаті впливу потоків нейтронів.

**Фотографічний метод дозиметрії** базується на здатності іонізуючого випромінювання викликати фотоліз галоїдного срібла, що міститься у фотоплівці. В процесі проявлення плівки галоїдне срібло відновлюється до металічного срібла і в емульсійному шарі плівки набуває чорного кольору.

**Хімічний метод дозиметрії** базується на здатності іонізуючих випромінювань викликати в хімічних сполуках дисоціацію багатоатомних молекул з утворенням нових хімічних сполук. При цьому змінюється прозорість або колір розчинів, випадає осад або виділяється газ. Кількісна оцінка цих змін дозволяє визначити дозу випроміню-

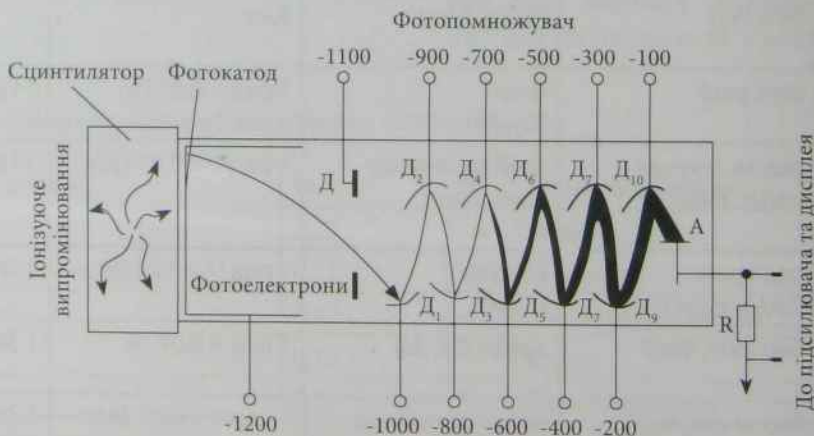


Рис. 1.3. Схема люмінесцентного дозиметра

вання, використовуючи вимірювальну систему, проградуйовану з використанням еталонного джерела випромінювання.

**Калориметричний (тепловий) метод дозиметрії** базується на вимірюванні кількості тепла, яке виділяється в детекторі при поглинанні ним іонізуючих випромінювань (використовується рідко у зв'язку з його низькою чутливістю).

**Розрахунковий (математичний) метод дозиметрії** передбачає використання таблиць і нормограм для розрахунку індивідуальних поглинутих доз при різних варіантах опромінення людини.

**Біологічні методи дозиметрії** базуються на дослідженні біоматеріалів (хромосомний аналіз лімфоцитів периферичної крові та пунктату кісткового мозку, електронний парамагнітний резонанс емалі зубів, екстрагованих за медичними показаннями) і обліку променевої реакції організму. Даний метод дозиметрії використовується в клінічній практиці.

### Типи приладів для вимірювання дози і радіоактивності

**Дозиметри** — індивідуальні (ІДК, ДК-02, ПЦД-М885 (рис. 1.4), ТЛД, ДКГ-21, АСІДК-21 та ін.) пошукові (СРП 68-01, СРП 03Т, ДРГ-01Т, ДРГ-3 01Т1), дозиметри контролю захисту (ДРГ-05М (рис. 1.5), ДРГ 3-02 та ін.), дозиметри контролю забруднення (БЛПС-01), лабораторні (РКС-01, МКС-0,5 та ін.) і клінічні (VJ-18, VJ-23). Їх використовують для визначення потужності доз.

**Радіометри** використовують для визначення активності зразка, об'єктів зовнішнього середовища, рівнів радіоактивного забруднення поверхонь та *in vitro*-діагностики. Принципову блок-схему будови радіометра див. на рис. 1.6.

Існують **портативні радіометри** (КРА, КРБ-1 рис. 1.8) і **лабораторні радіометри** (РУГ 91 для визначення активності  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{40}\text{K}$ , РУГ 91м "Адамі" для визначення  $^{226}\text{Ra}$  і  $^{237}\text{Th}$ ), **колодязні радіометри, спектрометри** (СЕГ-01, СЕГ-05, SNIP 204G рис. 1.7), **лічильники випромінювання людини** — СВЛ (спектрометр випромінювання людини), СВТЛ (спектрометр випромінювання усього тіла людини) і клінічні радіометри.

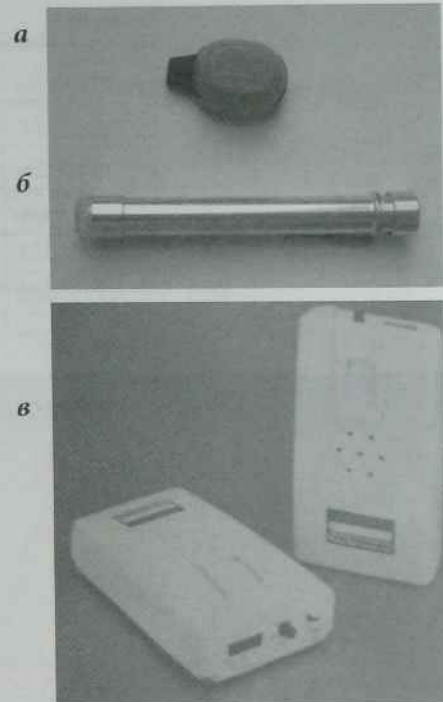


Рис. 1.4. Індивідуальні дозиметри:

а) ІДК, б) ДК-02, в) ПЦД-М885



Рис. 1.5. Дозиметр контролю захисту ДРГ-05М

ни — СВЛ (спектрометр випромінювання людини), СВТЛ (спектрометр випромінювання усього тіла людини) і клінічні радіометри.



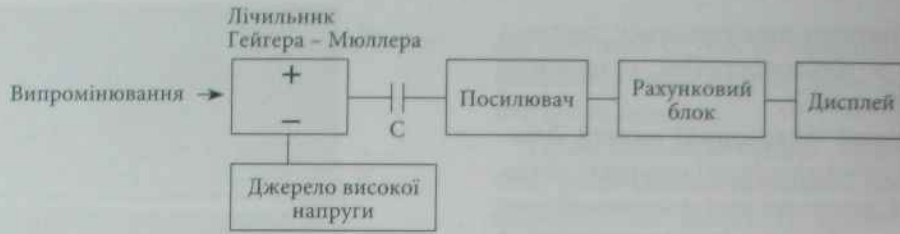


Рис. 1.6. Принципова блок-схема будови радіометра



Рис. 1.7. Лабораторний гамма-спектрометр СНІП-204: зовнішній вигляд апарата

## Нормативні документи, що регламентують радіаційну безпеку населення

### Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000)

Це — основні державні документи, які встановлюють гігієнічні норми протирадіаційного захисту людини.

Протирадіаційний захист населення базується на наступних **принципах радіаційної безпеки**:

- ▶ **принцип виправданості** — практична діяльність, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо користь від неї не перевищує шкоду,

яку опромінення наносить людині або суспільству;

- ▶ **принцип неперевищення** — рівні кумулятивних ефективних доз опромінення в результаті промислової діяльності не повинні перевищувати встановлені ліміти доз (табл. 1.5);
- ▶ **принцип оптимізації** — індивідуальні дози і кількість опромінених осіб повинні бути настільки мінімальними, наскільки це може бути досягнуто з урахуванням соціальних і економічних чинників.

НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000 встановлено наступні **категорії осіб, які піддаються опроміненню**:

- ▶ **категорія А** (персонал) — особи, які безпосередньо працюють з джерелами іонізуючих випромінювань;
- ▶ **категорія Б** (персонал) — особи, які безпосередньо не працюють з джерелами іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням робочих місць у приміщеннях з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення;
- ▶ **категорія В** — все населення країни.

Ліміти доз опромінення категорій осіб, які підлягають опроміненню, — див. табл. 1.5.

**Перша група регламентів** встановлена для контролю практичної діяльності з метою обмеження професійного опромінення в умовах нормальної експлуатації індустриальних джерел іонізуючих випромінювань. Це — ліміти доз, похідні рівні, допустимі рівні (ДУ) і контрольні рівні. Числові значення лімітів доз (табл. 1.5) встановлені на рівнях, які виключають можливість ви-

Таблиця 1.5. *Ліміти доз опромінення (мЗв/рік)*

Ліміти доз	Категорії осіб, які опромінюються		
	А <sup>а) б)</sup>	Б <sup>а)</sup>	В <sup>а)</sup>
ЛД <sub>е</sub> (ліміт ефективної дози)	мЗв/рік		
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення	20 <sup>б)</sup>	2	1
ЛД <sub>lens</sub> (для кришталика ока)	150	15	15
ЛД <sub>skin</sub> (для шкіри)	500	50	50
ЛД <sub>extrim</sub> (для кистей та стоп)	500	50	—

Примітка: а) розподіл дози опромінення протягом календарного року не регламентується; б) для жінок репродуктивного віку (до 45 років) і вагітних діють відповідні обмеження. НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000 включають 4 групи радіаційно-гігієнічних регламентованих величин.

никнення детерміністичних ефектів опромінення від впливу суми ефективних доз усіх джерел випромінювань.

**Друга група регламентів** встановлена з метою обмеження медичного опромінення людини у медичній практиці; до цієї групи входять рекомендовані граничні рівні. При проведенні рентгенологічних і радіонуклідних досліджень виділяють наступні **категорії пацієнтів**.

**Категорія АД:** хворі з онкологічними захворюваннями або підозрою на них; хворі, обстеження яких проводиться з метою діагностики вродженої серцево-судинної патології, зокрема судинних периферичних мальформацій; хворі, яким проводять інтервенційні втручання; особи, досліджувані в ургентному порядку (зокрема при травмах) за життєвими показаннями. Граничнодопустима доза (ГДД) опромінення складає 100 мЗв/рік.

**Категорія БД:** хворі, яким проводять дослідження за клінічними показаннями при соматичних (неонкологічних) захворюваннях з метою уточнення діагнозу і (або) вибору тактики лікування. ГДД — 20 мЗв/рік.

**Категорія ВД:** особи з груп ризику, зокрема установ зі шкідливими чинниками, а також особи, що приймаються на роботу у вказані заклади і що проходять професійний відбір; хворі, зняті з обліку після радикального лікування онкологічних захворювань при періодичних обстеженнях. ГДД — 2 мЗв/рік.

**Категорія ГД:** особи, що проходять усі види профілактичного обстеження, за винятком осіб, віднесених до категорії ВД; особи, яких обстежують в рамках медичних програм. ГДД — 1 мЗв/рік.

**Третя група регламентів** — регламенти відносно дози опромінення населення, що була попереджена в результаті втручання, в умовах радіаційної аварії. До цієї групи входять рівні втручання і рівні дії.

**Четверта група регламентів** — регламенти відносно дози опромінення населення, що була попереджена в результаті втручання, від техногенно посиленних природних джерел (природні джерела іонізуючого випромінювання, які в результаті господарської і виробничої діяльності людини були сконцентровані або була збільшена їх доступність, внаслідок чого утворилося додаткове до природного радіаційного фону опромінення). До цієї групи входять рівні втручання і рівні дії.

#### **Граничнодопустимі дози опромінення в аварійних ситуаціях**

Коли аварійні роботи здійснюються з метою порятунку життя людей, дози опромінення осіб аварійного персоналу не повинні перевищувати значень регламентованих НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000: еквівалентна доза будь-якого органа (разом з рівномірним опроміненням всього тіла) не повинна перевищувати 500 мЗв. Пла-



нове підвищення опромінення персоналу в дозах понад 100 мЗв допускається з дозволу МОЗ України — один раз протягом усієї трудової діяльності.

## Міжнародні документи, що регламентують радіаційну безпеку населення

У світі протирадіаційний захист населення базується на наступних документах "Ionising Radiation Protection Policy":

- ▶ Revised legislation: The Radioactive Material (Road Transport) Regulations 2002

- ▶ Inclusion of Best Practicable Means, required by Environment Agency under Radioactive Substances Act 1993
- ▶ New Legislation: High Activity Sealed Radioactive Sources and Orphan Sources Regulations 2005
- ▶ Section on Protection of Patients rewritten to follow ionizing radiation (Medical Exposure) Regulations 2000, Schedule 1, employer's Procedures

а також на міжнародних нормах радіаційної безпеки — Ionizing Radiations Regulations 1999 (IRR-99) (табл. 1.6).

Таблиця 1.6. *Граничнодопустимі дози згідно з IRR-99 (Нормування впливу іонізуючого випромінювання, 1999)*

Граничні дози	Категорії осіб		
	старші 18 років	молодші 18 років	інші
Граничні дози для всього тіла (мЗв)	20	6	1
Граничні дози для окремих органів і тканин людини (мЗв)	500	150	50
Граничні дози для кришталика ока (мЗв)	150	15	15

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Історія відкриття радіоактивності, основні етапи розвитку радіології.
2. Дати визначення поняття "радіоактивність". Одиниці вимірювання радіоактивності.
3. Перерахуйте види радіоактивних перетворень.
4. Природа і властивості іонізуючих випромінювань: альфа-випромінювання, бета-випромінювання, гамма-випромінювання, рентгенівського, нейтронного і протонного випромінювань.
5. Експозиційна, поглинута, еквівалентна й інтегральна дози іонізуючих випромінювань. Одиниці доз — позасистемні та в системі СИ. Методи визначення доз. Типи дозиметрів.

6. Характеристика іонізаційного і сцинтиляційного методів визначення дози.
7. Принцип фотографічного методу дозиметрії.
8. Біологічні і розрахункові методи визначення доз.
9. Методи визначення радіоактивності. Типи радіометрів.
10. Основні нормативні документи, які регламентують роботу радіологічних відділень (НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000, ОСПУ-2005).
11. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною.
12. Граничнодопустимі дози (ГДД) опромінення різних категорій населення.
13. Які категорії пацієнтів виділяють при проведенні рентгенологічних і радіонуклідних досліджень? Вкажіть ГДД для кожної категорії пацієнтів.

## Тестові завдання

1. Що являє собою альфа-випромінювання?
  - а) потік ядер водню;
  - б) \*потік ядер атомів гелію;
  - в) потік ядер вуглецю;
  - г) протони.
2. Що являє собою бета-випромінювання?
  - а) протони;
  - б) нейтрони;
  - в) \*електрони;
  - г) електромагнітні хвилі.
3. Що являє собою гамма-випромінювання?
  - а) потік ядер водню;
  - б) потік ядер гелію;
  - в) потік ядер вуглецю;
  - г) електрони;
  - д) \*електромагнітні хвилі.
4. Проникаюча здатність бета-випромінювання у м'яку біологічну тканину дорівнює:
  - а) 1м;
  - б) 10 см;
  - в) \*10 мм;
  - г) 10 мкм.
5. Проникаюча здатність альфа-випромінювання у м'яку біологічну тканину дорівнює:
  - а) 10м;
  - б) 1м;
  - в) 10 см;
  - г) 10 мм;
  - д) \*10 мкм.
6. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?
  - а) бекерель/кв. метр (Бк/кв.м);
  - б) людино/зіверт/рік (Люд/Зв/рік);
  - в) \*кулон/кілограм/секунда (Кл/кг/сек);
  - г) грей/секунда (Гр/сек).
7. В яких одиницях вимірюється поглинута доза іонізуючого випромінювання?
  - а) бекерель (Бк);
  - б) зіверт (Зв);
  - в) \*грей (Гр);
  - г) рентген (Р).
8. В яких одиницях вимірюється ефективна доза іонізуючого випромінювання?
  - а) бекерель (Бк);
  - б) \*зіверт (Зв);
  - в) грей (Гр);
  - г) рад (рад);
  - д) рентген (Р).
9. В яких одиницях вимірюється радіоактивність?
  - а) \*бекерель (Бк);
  - б) зіверт (Зв);
  - в) рентген (Р);
  - г) кулон/кілограм (Кл/кг);
  - д) грей/секунду (Гр/с).
10. Згідно з Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97) граничнодопустима річна ефективна доза опромінення (ліміт ефективної дози) для осіб категорії "В" становить:
  - а) \*1 мЗв;
  - б) 2 мЗв;
  - в) 5 мЗв;
  - г) 20 мЗв;
  - д) 50 мЗв.
11. Співробітники радіологічних відділень постійно працюють безпосередньо з закритими джерелами іонізуючих випромінювань. При виконанні радіо-процедур вони дотримуються наступних принципів захисту: часом, відстанню та екранами. Який ліміт ефективної дози за рік для цієї категорії працівників?
  - а) \*20 мЗв;
  - б) 1 мЗв;
  - в) 150 мЗв;
  - г) 500 мЗв;
  - д) 2 мЗв.
12. При якому виді радіоактивного розпаду випромінюються позитрони?
  - а) при  $\alpha$ -розпаді;
  - б) \*при  $\beta$ -розпаді;



- в) при  $\gamma$ -розпаді;
- г) при діленні ядер.

132. Які види випромінювання вимірюються експозиційною дозою?

- а) гамма- і нейтронне випромінювання;
- б) альфа-, бета- і гамма-випромінювання;
- в) альфа-, бета-, нейтронне випромінювання;
- г) \*рентгенівське і гамма-випромінювання;
- д) всі наведені вище види випромінювань.

14. До якої категорії належать особи, які безпосередньо не працюють із джерелами іонізуючих випромінювань, але за розташуванням своїх робочих місць на об'єктах з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення?

- а) "А";
- б) \*"Б";
- в) "В";
- г) "Г";
- д) "Д".

15. До якої категорії належать особи, які постійно або тимчасово безпосередньо працюють із джерелами іонізуючих випромінювань?

- а) \*"А";
- б) "Б";
- в) "В";
- г) "Г";
- д) "Д".

### Стадії променевого ураження

Біологічна дія іонізуючих випромінювань полягає у здатності іонізуючих випромінювань викликати функціональні, анатомічні і метаболічні зміни на всіх рівнях організації біологічних об'єктів.

Стадії променевого ураження — див. табл. 2.1.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань зумовлена енергією, яка передається випромінюванням різним тканинам і органам.

В основі біологічної дії іонізуючих випромінювань лежать такі процеси:

- ▶ поглинання енергії випромінювань біологічним субстратом;
- ▶ іонізація і збудження атомів і молекул, радіоліз води, утворення вільних радикалів  $H^+$  і  $OH$ ,  $H_2O_2$ , розвиток первинних радіаційно-хімічних реакцій і пошкодження високомолекулярних сполук.

Первинна дія випромінювань може бути прямою і непрямую. При **прямій дії іонізуючих випромінювань** відбуваються збудження й іонізація дуже незначної частини молекул речовини тканин і органів організму. Вільні радикали, що утворилися, взаємодіють з навколишніми інтакт-

Таблиця 2.1. Стадії променевого ураження

Час	Етап ушкодження	Рівень біологічної організації
$10^{-12}$ с	Фізична взаємодія, поглинання енергії, іонізація і збудження молекул	Молекулярний
$10^{-9}$ – $10^{-3}$ с	Первинні радіохімічні реакції, утворення радикалів. Зміна молекул, порушення біохімії клітин	Субклітинний
Секунди – хвилини	Ушкодження клітин: порушення структур, які забезпечують функцію і спадковість клітин	Клітинний
Хвилини – години	Порушення морфології клітин і їх загибель	Тканинний, органний
Хвилини – місяці	Ушкодження цілісного організму: порушення функції органів і систем, морфологічні зміни в органах і системах, загибель організму	На рівні організму
Все життя індивідуума	Віддалені соматичні ефекти (зниження опірності організму, скорочення тривалості життя, розвиток раку або лейкозу, дистрофічні зміни в тканинах)	
Невизначено тривалий час	Генетичні наслідки опромінення	Популяційний



ними атомами і молекулами (молекулами органічних речовин, розчинених у воді: білків, нуклеопротейдів, ліпідів, ферментів тощо), внаслідок чого відбувається їх розщеплення з утворенням вільних радикалів, які взаємодіють з неопроміненими молекулами і зумовлюють **непряму дію іонізуючих випромінювань**, тобто зміни молекул виникають не від отриманої енергії іонізуючого випромінювання, а від енергії змінених молекул.

Основним субстратом окисно-відновних реакцій, викликаних вільними радикалами, є біоліпіди і нуклеопротейди. В результаті радіаційного впливу порушується структура тканин і клітин.

Іонізація атомів і молекул призводить до зміни структури молекул, до порушення біохімічних процесів в органах і тканинах, розладу тканинного дихання, зміни дії ферментних систем, порушення синтезу білків і т.п.

Іонізуючі випромінювання викликають патологічні зміни в живому організмі. Реакції організму на опромінення різноманітні і визначаються як діючим чинником — випромінюванням, так і властивостями самого організму.

Ступінь променевого ураження залежить від парціального тиску кисню в тканинах — чим нижчий парціальний тиск кисню, тим менше виражені прояви променевого ураження (так званий “кисневий ефект”). В умовах гіпоксії радіочутливість організму може знижуватися у 2–3 рази.

## Особливості біологічної дії іонізуючих випромінювань

1. Біологічний ефект залежить від величини поглинутої дози і потужності дози випромінювань — при наростанні дози і її потужності посилюється біологічний ефект. Патологічні зміни виникають на всіх рівнях інтеграції організму.
2. Ефект опромінення пов'язаний з розподілом дози в часі, тобто зі швидкістю поглинання енергії. Поділ однієї і тієї ж сумарної дози на

окремі фракції веде до зменшення ступеня променевого ураження. Процеси відновлення починаються негайно після опромінення і здатні частково компенсувати причинені пошкодження.

3. Ступінь і форма променевого ураження визначаються розподілом енергії випромінювання в організмі. Найбільший ефект викликає опромінення всього організму, тобто загальне опромінення. Менш виражені зміни викликає вплив тієї ж дози на окремі частини організму — локальне (місцеве) опромінення, при цьому має значення, які частини організму опромінюються. Найбільш виражені негативні наслідки викликає опромінення ділянки живота, а найменш виражені — опромінення кінцівок.
4. Біологічна дія залежить від виду випромінювання (розділ 1. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною).
5. Всі види іонізуючих випромінювань викликають збудження, або іонізацію атомів і молекул біологічних систем. Проте при опроміненні об'єктів різними видами іонізуючих випромінювань у рівних дозах виникають кількісно, а іноді і якісно різні біологічні ефекти. Тому було введено поняття відносної біологічної ефективності (ВБЕ) іонізуючих випромінювань (розділ 1 “Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною”).
6. Наявність прихованого періоду дії радіації. **Прихованим періодом** називається проміжок часу від завершення періоду первинних реакцій до появи клінічних змін. Тривалість прихованого періоду обернено пропорційна поглинутій дозі. Чим більша доза, тим коротший прихований період. Необхідно мати на увазі, що прихований період є клінічним поняттям, тому що реакція на опромінення розвивається безперервно.
7. Властивість кумуляції (накопичення). У тканинах поступово накопичуються зміни, які викликаються окремими опроміненнями, що в результаті призводить до значних пошкоджень.

У формуванні біологічного ефекту особливу роль відіграють функції систем, які інтегрують діяльність організму (нервова, ендокринна і гуморальна).

Нервові рецептори підпадають під вплив токсичних продуктів, що призводить до порушення процесів нервової регуляції, а виникнення ланцюгових реакцій, що самоприскорюються в опромінену організм, зумовлює подальший розвиток етапів променевого ураження з характерною періодичністю розвитку патологічного процесу.

Підсумовуючи вищенаведені особливості біологічної дії іонізуючих випромінювань, можна зробити два наступні висновки:

- ▶ перше — взаємодія іонізуючих випромінювань з живою речовиною відбувається згідно з законами фізики, супроводжується збудженням та іонізацією атомів і молекул, а також первинними радіохімічними процесами (реакціями). Але це лише первинна дія радіації;
- ▶ друге — іонізація атомів і молекул є лише пусковим механізмом для вторинних процесів, які розвиваються в живому організмі у відповідності до біологічних законів. Тому ефективність біологічної дії іонізуючих випромінювань оцінюють за важкістю вторинних пошкоджень.

## Дія іонізуючих випромінювань на організм теплокровних тварин

В результаті опромінення у клітині можна зареєструвати безліч найрізноманітніших реакцій — затримку поділу клітини, пригнічення синтезу ДНК, пошкодження мембран та ін. Ступінь прояву цих реакцій залежить від того, на якій стадії життєвого циклу клітина була опромінена.

Відомо, що синтез ДНК в клітині відбувається в інтерфазі, яку поділяють на 3 періоди — період синтезу ДНК (S-період), передсинтетичний ( $G_1$ ) і післясинтетичний ( $G_2$ ) періоди ( $G$  — від англ. *gap* — інтервал), четвертий період — мітоз (M).

Фази мітотичного циклу можуть мати різну тривалість і розташовуються таким чином:  $M < G_2 < S < G_1$ . Найкоротший період — мітоз, який завершується протягом 30–60 хвилин.

Деякі променеві реакції легко переносяться клітиною, тому що відбувається пошкодження структур, які швидко відновлюються. Найбільш універсальною реакцією є тимчасова затримка (пригнічення) клітинного поділу (*радіаційне блокування мітозів*). Для більшості культур клітин затримка поділу відповідає приблизно 1 годині на кожен 1 Гр. Тривалість часу затримки поділу залежить також від стадії клітинного циклу, в якій перебувають клітини у момент опромінення; затримка поділу клітин найтриваліша, якщо клітина під час радіаційного впливу перебувала у стадії синтезу ДНК або в синтетичній стадії, а найкоротший час затримки мітозу — при опроміненні клітини у стадії мітозу. Реакцію затримки поділу слід відрізняти від повного пригнічення мітозу, що відбувається в результаті впливу великих доз іонізуючого випромінювання, коли клітина значний час продовжує жити, але незворотно втрачає здатність до клонування.

## Форми репродуктивної загибелі опромінених клітин

Після опромінення клітини можуть або вижити, або загинути. Клітинами, що вижили, вважають клітини, що зберегли здатність до необмеженого розмноження, тобто до клонування.

Розрізняють наступні форми загибелі опромінених клітин:

**Репродуктивна загибель опромінених клітин** — це втрата здатності клітин до проліферації в результаті опромінення. Ця форма променевої інактивації клітин найбільш поширена в природі.

**Репродуктивна загибель нащадків опромінених клітин** відбувається внаслідок утворення так званих гігантських клітин (в результаті злиття двох сусідніх “сестринських” клітин). Такі клітини здатні до 2–3 ділень, після чого гинуть.



*Інтерфазна загибель опромінених клітин* відбувається до вступу в мітоз. При дозах опромінення 10 і більше Гр загибель окремих клітин може відбутися “під променем” чи незабаром після опромінення в результаті пікнозу або фрагментації хроматину.

## Природа радіаційної загибелі клітин

Радіочутливість ядра клітини приблизно на шість порядків вища, ніж радіочутливість протоплазми, тому основною причиною репродуктивної загибелі клітин є нижчеперераховані пошкодження генетичного апарату клітини:

- ▶ *хромосомні перебудови*, або *аберації хромосом* (фрагментація хромосом, формування хромосомних містків, дицентриків, кільцевих хромосом, поява внутрішньохромосомних і міжхромосомних обмінів та інші); деякі аберації, наприклад містки, механічно перешкоджають діленню клітини; обмін всередині хромосом і між хромосомами призводить до нерівномірного ділення хромосом, до втрати генетичного матеріалу, що викликає загибель клітини внаслідок нестачі метаболітів, синтез яких кодувався ДНК втраченої частини хромосоми;
- ▶ опромінення викликає різноманітні *перетворення молекули ДНК*: розриви молекули, утворення лужно-лабільних зв'язків, втрату основ і зміну їх складу, зміни нуклеотидних послідовностей, зшивання “ДНК – ДНК” і “ДНК – білок”, порушення комплексів ДНК з іншими молекулами; розрізняють поодинокі розриви ДНК, коли зв'язок між окремими атомами порушується в одній з ниток двониткової молекули ДНК, і подвійні, коли відбувається розрив відразу двох ланцюгів молекули ДНК, що призводить до розпаду молекули.

При будь-якому розриві порушується процес зчитування інформації з молекули ДНК і про-

сторова структура хроматину. Поодинокі розриви не призводять до руйнування молекули ДНК, тому що розірвана нитка міцно утримується водневими, гідрофобними та іншими видами зв'язків і протилежною ниткою ДНК. Крім того, структура досить добре відновлюється завдяки потужній системі репарації. Поодинокі розриви самі по собі не є причиною загибелі клітин. Із збільшенням дози опромінення збільшується вірогідність переходу поодиноких розривів у подвійні. *Рідкоіонізуючі* випромінювання (гамма-, рентгенівське, електронне) на 20–100 поодиноких розривів призводять до виникнення одного подвійного. *Щільноіонізуючі* випромінювання призводять до виникнення набагато більшого числа подвійних розривів ДНК і аберацій хромосом безпосередньо після опромінення.

Порушення структури основ в молекулі ДНК, частіше тиміну, збільшує кількість генних мутацій, призводить до утворення з'єднань між ДНК і білками нуклеопротеїнового комплексу.

Віддалені наслідки опромінення виникають внаслідок зміни епігеномної спадковості клітини, носіями якої є цитоплазматичні органели.

## Післярадіаційне відновлення (репарація) клітин

Більшість радіаційних пошкоджень відновлюються. Такі пошкодження називають потенційними: вони репарують (тоді клітина виживає) або реалізуються (тоді клітина гине).

За часом здійснення розрізняють дореплікативну, постреплікативну і реплікативну репарації.

*Дореплікативна репарація* (до етапу подвоєння ДНК) може відбуватися шляхом з'єднання розривів, а також за допомогою видалення (ексцизії) пошкоджених основ. У з'єднанні одиничних розривів беруть участь ферменти: лігаза, ендонуклеаза, екзонуклеаза, ДНК-лігаза, які забезпечують лігазну репарацію.

*Постреплікативна репарація* — це процес, при якому клітина зберігає життєздатність, не-

зважаючи на наявність дефектів ДНК. Реплікативна репарація (відновлення ДНК в процесі її реплікації) — здійснюється шляхом видалення (ексцизії) в процесі реплікації пошкоджень у зоні точки росту ланцюга або шляхом елонгації, минаючи пошкодження.

## Радіочутливість біологічних об'єктів

**Радіочутливість** — це чутливість біологічних об'єктів до ушкоджуючої дії іонізуючих випромінювань. Ступінь радіочутливості залежить від індивідуальної радіочутливості до іонізуючого випромінювання і загальної реактивності організму під час опромінення. Індивідуальна радіочутливість залежить: від віку (у дітей значно вища, ніж у дорослих і осіб похилого віку), від генетичної конституції, від стану здоров'я (хворі зазвичай більш радіочутливі, ніж здорові), від харчування (повноцінне і збалансоване харчування знижує радіочутливість), від гормонального статусу (порушення гормонального статусу підвищує радіочутливість), від статі (особи жіночої статі менш радіочутливі, ніж особи чоловічої статі), від кількості кисню в атмосфері під час опромінення біологічних об'єктів ("кисневий ефект" — підвищення радіочутливості при зростанні парціального тиску кисню в атмосфері), від температури (охолодження тіла нижче нормальної температури супроводжується зниженням радіочутливості).

Існують видові відмінності радіочутливості ссавців. Смертельна доза для людини при загальному опроміненні без лікування складає 6 Гр і більше, для собак — 6 Гр, морських свинок — 5 Гр, щурів — 8 Гр, птахів — 8–10 Гр, кроликів — 12 Гр.

Радіочутливість одноклітинних організмів: амеб — 1000 Гр, бактерій — сотні тисяч Гр (наприклад, *Micrococcus radiodurens* живе і розмножується в каналах працюючого атомного реактора).

У 1906 р. І. Бергоньє і Л. Трібондо встановили, що радіочутливість тканин прямо пропорційна

проліферативній активності і обернено пропорційна ступеню диференціації клітин. Тому найбільш радіочутливими є кровотворна тканина, лімфоїдна тканина, статеві залози, кришталик ока й ін.

Залежно від радіочутливості існує 3 групи критичних органів або тканин:

- ▶ I група — все тіло, гонади, червоний кістковий мозок і лімфоїдна тканина;
- ▶ II група — щитоподібна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, травний канал, легені, м'язи, кришталик ока і органи, які не відносяться до I і III груп;
- ▶ III група — шкіра, кісткова тканина, кисті, передпліччя, гомілки і стопи.

**Радіоуразуваність** — це інтегральна характеристика, що визначає імовірність загибелі біологічного об'єкта після дії певної дози іонізуючих випромінювань. У радіобіології для характеристики радіоуразуваності використовують значення величини смертельної дози (СД), яка викликає загибель певної кількості біологічних об'єктів протягом певного часу; наприклад, СД 50/30 — це така доза іонізуючих випромінювань, яка викликає загибель 50 % біологічних об'єктів протягом 30 днів.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Суть біологічної дії іонізуючих випромінювань.
2. Пряма і непряма дія іонізуючих випромінювань на живі організми.
3. Видові, індивідуальні та вікові особливості радіочутливості.
4. Мутагенна дія іонізуючих випромінювань.
5. Вплив зовнішніх умов на радіочутливість організмів.
6. Суть поняття "радіочутливість".
7. Перерахуйте органи (тканини), що за радіочутливістю відносяться до першої групи критичних органів.
8. Суть поняття "радіоуразуваність".



**Тестові завдання**

1. Хто відкрив X-промені?
  - а) \*Рентген;
  - б) Келлікер;
  - в) Кундт;
  - г) Беккерель.
2. Метод дозиметрії, який базується на вимірюванні дози випромінювання за силою струму, що виникає при дії іонізуючого випромінювання, називається:
  - а) термолюмінесцентний;
  - б) нейтронно-активаційний;
  - в) фотографічний;
  - г) \*напівпровідниковий.
3. Для визначення потужності дози використовують:
  - а) манометри;
  - б) радіометри;
  - в) хронометри;
  - г) \*дозиметри.
4. Довжина пробігу для альфа-випромінювання у тканинах становить:
  - а) \*до 50 мкм;
  - б) до 1 см;
  - в) 5–10 см;
  - г) 1 м.
5. Щільність іонізації на одиницю шляху пробігу в повітрі вища у:
  - а) \*альфа-випромінювання;
  - б) позитронного випромінювання;
  - в) електронного випромінювання;
  - г) гамма-випромінювання.
6. Процеси відновлення після опромінення, що здатні частково компенсувати виниклі порушення, починаються:
  - а) \*негайно;
  - б) через кілька годин;
  - в) через кілька днів;
  - г) через кілька місяців.
7. Найбільш універсальною реакцією клітини на опромінення є:
  - а) \*тимчасове пригнічення клітинного поділу;
  - б) повне руйнування ядра;
  - в) фрагментація мітохондріального апарату;
  - г) стимулювання апоптозу.
8. Повне пригнічення мітозу відбувається в результаті впливу великих доз іонізуючого випромінювання, при цьому:
  - а) \*клітина значний час продовжує жити, але незворотно втрачає здатність до клонування;
  - б) клітина миттєво гине;
  - в) відбувається утворення багатоядерних клітин;
  - г) клітина продовжує жити та нетривало зберігає здатність до клонування.
9. До другої групи критичних органів належать:
  - а) гонади;
  - б) кісткова тканина;
  - в) червоний кістковий мозок;
  - г) \*нічого з перерахованого.
10. Інтегральна характеристика, що визначає вірогідність загибелі біологічного об'єкта після дії певної дози іонізуючих випромінювань називається:
  - а) радіочутливістю;
  - б) радіомодифікацією;
  - в) радіосенсибілізацією;
  - г) \*радіоуражуваністю.

### Типи радіологічних відділень

У лікувальних установах, науково-дослідних інститутах МОЗ України функціонують відділення, кабінети УЗД, РНД, РД, МРТ-діагностики і променевої терапії.

Оснащення відділень і кабінетів, призначених для роботи з джерелами іонізуючих випромінювань, здійснюється відповідно до наказу МОЗ України № 340 від 28.11.1997 і ОСПУ-2005.

**Відділення ультразвукової діагностики** оснащені сучасними УЗ-апаратами з доплерівськими системами і можливістю отримання тривимірного і чотиривимірного зображень (3D, 4D).

**Відділення рентгенологічної діагностики** включає комплекс кабінетів, зокрема кабінети рентгенівської комп'ютерної томографії і спіральної рентгенівської комп'ютерної томографії (СКТ) для дослідження органів і систем організму (скелета, серця, ОГП, травного тракту, сечовидільної системи й ін.). Рентгенкабінет складається з наступних функціональних приміщень: процедурної (24 м<sup>2</sup> на одне робоче місце), пультової (10 м<sup>2</sup>), фотолабораторії (10 м<sup>2</sup>), кімнати для приготування суспензії барію (8 м<sup>2</sup>) і кімнати лікаря. Архів відділення зберігається в окремо виділеному приміщенні. В останній час відділення променевої діагностики комплектуються магнітно-резонансними діагностичними системами та СКТ-МРТ. **Відділення (лабораторія) радіонуклідної діагностики** призначене для проведення досліджень з використанням радіонуклідів.

Лабораторії радіонуклідної діагностики розташовуються в окремих будівлях і складаються з наступних основних функціональних приміщень:

- ▶ сховище радіонуклідів площею 8–10 м<sup>2</sup> з роздільним зберіганням і автоматичною подачею препаратів механічним способом. Сховище повинно бути оснащено примусовою припливно-витяжною вентиляцією з 5–10-кратним обміном повітря за годину;
- ▶ фасувальна для радіофармпрепаратів (РФП) площею 18–20 м<sup>2</sup>, обладнана витяжною шафою (рис. 3.1);
- ▶ мийна площею 10 м<sup>2</sup> для миття посуду, контейнерів, інструментів;
- ▶ процедурна площею 18–20 м<sup>2</sup> для введення радіофармпрепаратів пацієнтам;



Рис. 3.1. Витяжна шафа для роботи з РФП



- ▶ кабінет радіометрії площею 20–25 м<sup>2</sup> для вимірювання радіоактивності всього тіла або його частин;
- ▶ кабінет радіографії площею 25–30 м<sup>2</sup> для вивчення динаміки швидкоплинних фізіологічних процесів (визначення швидкості кровообігу, функціонального стану серця, нирок, печінки й ін.);
- ▶ кабінет для сцинтиграфії площею 20 м<sup>2</sup>;
- ▶ кабінет для однофотонної емісійної комп'ютерної томографії (ОФЕКТ) площею 30 м<sup>2</sup>;
- ▶ кабінет для позитронної емісійної томографії (ПЕТ) площею 30 м<sup>2</sup>;
- ▶ кабінет для визначення активності біологічних середовищ площею 25–30 м<sup>2</sup>;
- ▶ палати для активних хворих площею 20 м<sup>2</sup> (на 2 ліжка);
- ▶ кабінет для прийому амбулаторних хворих площею 20 м<sup>2</sup>;
- ▶ санвузли — окремі для персоналу і хворих;
- ▶ санпропускники — окремі для персоналу і хворих, обладнані душовими установками.

Всі маніпуляції з РФП проводять у витяжній шафі. Тверді радіоактивні відходи зберігають у захисних контейнерах протягом 10 періодів напіврозпаду радіонуклідів, рідкі — у відстійнику.

Крім того, у відділенні повинні бути приміщення тимчасового зберігання фізіологічних виділень хворих, кімната для обробки суден, кімната для зберігання спецодягу, білизни і приміщення для зберігання захисних контейнерів з радіоактивними відходами.

У лабораторії здійснюється постійний дозиметричний і радіометричний контроль дотримання умов безпеки робіт з радіонуклідами згідно з ОСПУ-2005.

При проведенні радіодіагностичних досліджень необхідно прагнути до максимального зменшення активності використовуваного РФП при збереженні необхідної діагностичної інформації (при цьому не можна вводити РФП з активністю, яка зумовить променеве навантаження, що перевищує ГДД для даної категорії пацієнтів).

Порядок роботи в радіонуклідній діагностичній лабораторії:

- ▶ лабораторія повинна бути опломбована;
- ▶ персонал зобов'язаний працювати у спеціальному одязі;
- ▶ всі маніпуляції з РФП виконують у витяжній шафі;
- ▶ після роботи проводять вологе прибирання приміщення;
- ▶ категорично забороняється виносити радіонукліди за межі лабораторії;
- ▶ у лабораторії забороняється вживати їжу, пити і палити;
- ▶ персонал зобов'язаний здійснювати індивідуальний дозиметричний контроль;
- ▶ персонал зобов'язаний проходити періодичні диспансерні огляди.

**Відділення променевої терапії відкритими джерелами іонізуючих випромінювань** часто об'єднані з відділеннями радіонуклідної діагностики (змішані або комплексні відділення), в їх структурі передбачена наявність палат для "активних" хворих.

**Відділення дистанційної променевої терапії закритими джерелами іонізуючих випромінювань** включають кабінети: дистанційної гамма-терапії, рентгенотерапії, терапії випромінюваннями високих енергій з використанням лінійних і циклічних прискорювачів (циклотронів, синхрофазотронів). Кожен кабінет складається з наступних приміщень: апаратної (процедурної), пультової, кабінету лікаря.

**Відділення контактної променевої терапії закритими джерелами іонізуючих випромінювань** складається із наступних функціональних приміщень: сховища джерел іонізуючих випромінювань, фасувальної, радіоманіпуляційної, палат для "активних" хворих, палат для "неактивних" хворих та інших приміщень. З метою зменшення професійного опромінення персоналу відділення контактну променеву терапію здійснюють за допомогою шлангових гамма-терапевтичних апаратів (типу АГАТ-В). Даний апарат забезпечує автоматизоване підведення джерела випромінювання до патологіч-

ного осередку і його видалення з вогнища без безпосередньої участі персоналу (метод "Afterloading"), що виключає опромінення персоналу.

**Змішані (комплексні) відділення.** У відділеннях змішаного типу здійснюють радіонуклідні дослідження і променевою терапію відкритими і закритими радіоактивними препаратами. Протягом курсу променевої терапії пацієнти перебувають у палатах для "активних" хворих.

## Принципи та засоби захисту від дії іонізуючих випромінювань

**Принципи захисту від дії іонізуючих випромінювань**

**Захист кількостю** — зменшення потужності джерел до мінімальних величин на робочому місці. Доза і активність перебувають у прямо пропорційній залежності (чим менша активність джерела випромінювання — тим менша доза опромінення);

**Захист часом** — скорочення часу контакту з джерелом випромінювання. Час і доза знаходяться в прямо пропорційній залежності (чим менший час контакту з джерелом випромінювання — тим менша доза опромінення).

**Захист відстанню** — збільшення відстані між людиною і джерелом випромінювання. Відстань і доза знаходяться в обернено пропорційній залежності (чим більша відстань від джерела випромінювання — тим менша доза опромінення).

**Захист екраном** — базується на екрануванні джерел іонізуючого випромінювання матеріалами високої щільності (бетон, свинець, залізо тощо).

**Засоби захисту від дії іонізуючих випромінювань**

**Індивідуальні:** спецодяг, спецвзуття, засоби захисту органів дихання, ізолюючі костюми, додаткові захисні пристрої.

**Колективні:** стіни, герметизація виробничого обладнання, вентиляція тощо.

## Основні санітарні правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань (ОСПУ-2005)

Організація робіт з джерелами іонізуючих випромінювань здійснюється відповідно до вимог ОСПУ (2005). Наводимо основні положення ОСПУ щодо організації робіт з джерелами іонізуючих випромінювань.

Дозволом МОЗ України на право проведення робіт з джерелами іонізуючих випромінювань є санітарний паспорт, який видає територіальний орган Держсанепідслужби. У санітарному паспорті для всіх робіт вказується їх характер, обмежувальні умови і засоби забезпечення протирадіаційного захисту персоналу і населення.

Робота з джерелами іонізуючих випромінювань повинна проводитися у відповідності до інструкцій з радіаційної безпеки, в яких вказується:

- ▶ порядок проведення робіт, порядок обліку, зберігання, видачі і транспортування радіонуклідних джерел іонізуючих випромінювань, збору і видалення радіоактивних відходів;
- ▶ засоби індивідуального захисту;
- ▶ засоби радіаційної безпеки при роботі з джерелами іонізуючих випромінювань;
- ▶ заходи щодо попередження, виявлення і ліквідації радіаційних аварій;
- ▶ організація проведення радіаційного контролю.

**Порядок допуску до роботи з джерелами іонізуючих випромінювань і заходи радіаційного захисту персоналу категорії А:**

- ▶ до роботи з джерелами іонізуючих випромінювань допускаються особи не молодше 18 років;
- ▶ персонал повинен проходити перший обов'язковий медичний огляд при прийомі на роботу і періодичні медичні огляди (не рідше 1 разу на рік). До роботи допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, перелік яких затверджений МОЗ України;



- ▶ якщо у працівника при періодичному медичному огляді виявлено захворювання, що є в переліку медичних протипоказань щодо допуску до роботи з джерелами іонізуючих випромінювань, адміністрація підприємства повинна забезпечити працівникові прийнятну альтернативну роботу поза сферою впливу іонізуючих випромінювань.

До заходів радіаційного захисту осіб, що працюють з джерелами іонізуючих випромінювань, відносять також:

- ▶ психологічний захист персоналу — усунення психологічного напруження, пов'язаного з роботою з джерелами іонізуючих випромінювань;
- ▶ скорочений робочий день;
- ▶ право на ранній вихід на пенсію;
- ▶ забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням працівників, які працюють в особливо шкідливих умовах;
- ▶ обмеження опромінення жінок репродуктивного віку:
  - ▶ доза опромінення на ділянку таза не повинна перевищувати 10 мЗв за будь-які 2 місяці;
  - ▶ звільнення від роботи з джерелами іонізуючих випромінювань з моменту офіційного повідомлення адміністрації підприємства про вагітність і на період грудного вигодовування дитини.

#### Обов'язки персоналу категорії А:

- ▶ дотримуватися норм, правил і стандартів з радіаційної безпеки;
- ▶ дотримуватися вимог інструкцій з експлуатації приладів, захисного обладнання, індивідуального захисту і спецодегу;
- ▶ дотримуватися правил охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії;
- ▶ виключити будь-які дії, не передбачені посадовими інструкціями, інструкціями з техніки безпеки й іншими нормативними документами.

#### Вимоги до організації і проведення робіт з відкритими джерелами іонізуючих випромінювань

При роботі з відкритими радіонуклідними джерелами передбачається комплекс заходів безпеки, направлених на запобігання забруднення повітря робочої зони, поверхонь у виробничих приміщеннях і розташованого в них обладнання, шкірних покривів і спецодегу персоналу, а також об'єктів навколишнього середовища.

При роботі з відкритими радіонуклідними джерелами обов'язково використовують засоби індивідуального захисту: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спецодегу, спецвзуття і додаткові засоби — дистанційні ручні захвати, захисні рукавички, фартухи, спідниці.

Залежно від величини мінімально значущої активності на робочому місці, радіонукліди ділять на 4 групи:

- ▶ **група А** — радіонукліди з мінімально значущою активністю на робочому місці 1 кБк;
- ▶ **група Б** — радіонукліди з мінімально значущою активністю на робочому місці 10 кБк;
- ▶ **група В** — радіонукліди з мінімально значущою активністю на робочому місці 100 кБк;
- ▶ **група Г** — радіонукліди з мінімально значущою активністю на робочому місці 1000 кБк.
- ▶ Роботи з використанням відкритих джерел ділять на 3 класи (табл. 3.1).

Класом робіт визначаються вимоги до розміщення і влаштування приміщень, в яких проводяться роботи з відкритими джерелами випромінювань.

**Роботи III класу** проводяться в окремих приміщеннях, з яких виділяють приміщення для зберігання і розфасовки радіоактивних речовин, обладнані спеціальною вентиляцією і душовою кімнатою. Всі роботи, пов'язані з можливим забрудненням радіонуклідами, повинні виконуватися у витяжній шафі.

Таблиця. 3.1. Класи робіт в умовах дії іонізуючих випромінювань

Група радіаційної небезпеки радіонуклідів	Мінімально значуща активність (МЗА), кБк	Активність на робочому місці, кБк		
		клас робіт		
		I	II	III
A	1	10 <sup>5</sup> і більше	Від 100 до 10 <sup>5</sup>	Від 1 до 100
B	10	10 <sup>6</sup> і більше	Від 10 <sup>3</sup> до 10 <sup>6</sup>	Від 10 до 10 <sup>3</sup>
B	100	10 <sup>7</sup> і більше	Від 10 <sup>4</sup> до 10 <sup>7</sup>	Від 100 до 10 <sup>4</sup>
Г	10 <sup>3</sup> (і більше)	10 <sup>8</sup> і більше	Від 10 <sup>5</sup> до 10 <sup>8</sup>	Від 10 <sup>3</sup> до 10 <sup>5</sup>

**Роботи II класу** проводяться в приміщеннях, розташованих в окремій частині будівлі, ізольованій від інших приміщень. Планування виробничих приміщень повинно бути однозональним або двозональним. Двональне планування забезпечує розподіл приміщень періодичного обслуговування персоналом (перша зона) від приміщень постійного перебування персоналу протягом усієї робочої зміни (друга зона). Лабораторія повинна бути забезпечена витяжними шафами або боксами і обладнана санітарним шлюзом, санпропускником або душовою і пунктом радіаційного контролю.

**Роботи I класу** повинні проводитися в окремій будівлі або в ізольованій частині будівлі з окремим входом через санпропускник. Виробничі приміщення розділяють на 3 зони: перша зона — приміщення, які не обслуговуються (у них розміщені основні джерела випромінювань), друга зона — приміщення періодичного обслуговування персоналом, третя зона — приміщення постійного перебування персоналу протягом усієї зміни (операторські, пульти управління тощо). Робочі приміщення повинні бути обладнані герметичними боксами, камерами, санітарним шлюзом, санпропускником, засобами пилогазоочищення і пунктом радіаційного контролю.

Виробничі операції з радіоактивними речовинами повинні виконуватися за допомогою дистанційних засобів або рукавичок, герметично вмонтованих у стінку боксу або камери. Кількість радіоактивної речовини на робочому

місці повинна бути мінімальною і не перевищувати встановлених ОСПУ-2005 значень сумарної активності радіонуклідів відповідного класу.

При роботі з відкритими радіоактивними речовинами лабораторія повинна бути забезпечена засобами ліквідації аварійних забруднень (спеціальні розчини, пасти, порошки, інвентар для прибирання приміщень, додаткові індивідуальні засоби захисту).

#### Вимоги до організації і проведення робіт із закритими джерелами іонізуючих випромінювань

Пристрій, в якому розміщено радіоактивне джерело, повинен бути герметичним і стійким до механічних, хімічних, температурних та інших впливів.

У неробочому стані всі радіонуклідні джерела повинні знаходитися в захисних пристроях (сейфах, контейнерах тощо) і зберігатися у сховищах.

Всі маніпуляції із закритими радіонуклідними джерелами необхідно проводити з використанням дистанційних інструментів, а при роботі з радіонуклідними джерелами активністю 7,4 ГБк і більше — застосовувати спеціальні маніпулятори з дистанційним керуванням. Потужність ефективної дози на відстані 1 м від поверхні захисних блоків із закритими радіонуклідними джерелами не повинна перевищувати для гамма-терапевтичних апаратів 5,9 мкЗв/год.



## Поводження з радіоактивними відходами

**Радіоактивні відходи (РАВ)** — матеріальні об'єкти і субстанції, радіоактивне забруднення яких перевищує допустимі рівні у відповідності до нормативів, за умови, що використання цих об'єктів і субстанцій у подальшому не передбачається.

Залежно від фізичного стану РАВ, їх поділяють на тверді, рідкі і газоподібні.

Збір РАВ здійснюють в установах у місцях їх утворення. Тверді і рідкі РАВ зберігають у спеціальних контейнерах. Забороняється неконтрольований викид рідких РАВ у побутову каналізацію і навколишнє середовище. Допускається викид рідких РАВ у побутову каналізацію при одночасному дотриманні вимог ОСПУ-2005. Якщо вміст окремих радіонуклідів у відходах перевищує концентрацію, допустиму до викиду в каналізацію, їх збирають у спеціальні ємності і перевозять, як і тверді РАВ, спеціально обладнаним транспортом у спеціалізовані організації з переробки і захоронення РАВ. **Знешкодження радіоактивних відходів** можна виконати наступними способами:

- ▶ витримати до “повного” розпаду (10 періодів напіврозпаду);
- ▶ розвести водою або повітрям до гранично-допустимої концентрації;
- ▶ захоронити в спеціальних могильниках (високоактивні довгоживучі РАВ).

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть типи радіологічних відділень.
2. Перечисліть основні приміщення радіонуклідної лабораторії.
3. Перечисліть порядок роботи з РФП. Перечисліть принципи захисту від дії іонізуючих випромінювань.
4. Перечисліть вимоги до організації і проведення роботи із закритими джерелами іонізуючих випромінювань.

5. Перечисліть способи знешкодження радіоактивних відходів.

### Тестові завдання

1. Лабораторії радіонуклідної діагностики розташовуються:
  - а) \* в окремих будівлях;
  - б) на першому поверсі поліклінік;
  - в) на першому поверсі стаціонарів;
  - г) за межами міста.
2. У структурі відділення променевої терапії відкритими джерелами іонізуючих випромінювань має бути передбачена наявність:
  - а) \*палат для “активних” хворих;
  - б) операційної;
  - в) стерилізаційної кімнати;
  - г) кімнати для дезінфекційних розчинів.
3. До принципів захисту від дії іонізуючих випромінювань належать:
  - а) захист кількістю;
  - б) захист відстанню;
  - в) захист часом;
  - г) \*все вищезазначене.
4. Засоби захисту від дії іонізуючих випромінювань:
  - а) колективні;
  - б) індивідуальні;
  - в) \*відповіді а) і б).
5. До роботи з джерелом іонізуючих випромінювань допускаються особи не молодші:
  - а) 15 років;
  - б) \*18 років;
  - в) 20 років;
  - г) 25 років.
6. Персонал категорії А повинен проходити перший обов'язковий медичний огляд:
  - а) \*при прийомі на роботу;
  - б) через місяць після прийому на роботу;
  - в) протягом першого тижня роботи;
  - г) протягом року.

7. Персонал категорії А повинен проходити періодичні медичні огляди:
- \*не рідше 1 разу на рік;
  - не рідше 2 разів на рік;
  - не рідше 1 разу в квартал;
  - не рідше 1 разу в 2 роки.
8. При роботі з радіонуклідними джерелами активність 7,4 ГБк і більше необхідно:
- \*застосовувати спеціальні маніпулятори з дистанційним керуванням;
  - працювати в захисних рукавичках;
  - користуватися спеціальними респіраторами;
  - щомісяця контролювати показники крові.
9. Матеріальні об'єкти і субстанції, радіоактивне забруднення яких перевищує допустимі рівні у відповідності до нормативів, за умови, що використання цих об'єктів і субстанцій у подальшому не передбачається, називаються:
- \*радіоактивними відходами;
  - радіоактивними речовинами;
  - радіофармацевтичними препаратами;
  - нуклеотидами.
10. Серед радіоактивних відходів залежно від їх фізичного стану виділяють:
- тверді;
  - рідкі;
  - газоподібні;
  - \*все вищезазначене.
11. Неконтрольований викид рідких радіоактивних речовин у побутову каналізацію і навколишнє середовище:
- \*забороняється;
  - дозволяється з дозволу СЕС;
  - дозволяється;
  - проводиться згідно з затвердженим графіком.
12. Знешкодження радіоактивних відходів можна виконати:
- шляхом витримання до "повного" розпаду (10 періодів напіврозпаду);
  - шляхом розведення водою або повітрям до граничнодопустимої концентрації;
  - шляхом захоронення у спеціальних могильниках;
  - \*все вищезазначене.



## Променева терапія

Розділ 4. Принципи і методи променевої терапії

Розділ 5. Основи променевої терапії пухлинних і непухлинних захворювань

Розділ 6. Рентгенотерапія

Розділ 7. Далекодистанційна променева терапія

Розділ 8. Контактна променева терапія

**Променева терапія** — це розділ медичної радіології, який вивчає застосування іонізуючих випромінювань для лікування пухлинних та непухлинних захворювань.

Променеву терапію пухлинних і непухлинних захворювань проводять в радіологічних відділеннях онкологічних диспансерів і науково-дослідних інститутів. Для лікування злоякісних пухлин променева терапія застосовується майже у 80 % хворих у поєднанні з хірургічним або хіміотерапевтичними методами лікування і майже у 40 % хворих — проводиться як самостійний радикальний метод лікування.

## Класифікація методів променевої терапії

Із 70-х років минулого сторіччя цей розділ медичної радіології був поділений на дві складові: радіотерапія та радіохірургія.

### *Класифікація методів радіотерапії*

1. Далекодистанційний (відстань “джерело — шкіра” /ВДШ/ в межах від 30 см до 2 м):
  - ▶ рентгенотерапія (поверхнева, напівглибока, глибока);
  - ▶ гамма-терапія (статична, динамічна);
  - ▶ опромінення джерелами високої енергії (з використанням лінійних або циклічних прискорювачів).
2. Близькодистанційний (ВДШ в межах від 1,5 до 30 см) — рентгенотерапія
3. Контактний (ВДШ складає 0 см):
  - ▶ аплікаційний;

- ▶ внутрішньотканинний;
- ▶ внутрішньопорожнинний;
- ▶ інкорпорованими радіонуклідами.

**Сучасна радіотерапія пухлин** — це високо-ефективний, науково обґрунтований метод протипухлинної дії, що інтегрує досягнення експериментальної та клінічної онкології, радіобіології, фізики та реалізує можливості радіотерапевтичної апаратури останнього покоління.

**Радіохірургія** — термін, уперше введений у 1968 році шведським радіохірургом Л. Лекселом. Він означає: “Руйнування вибраної зони — мішені (пухлини), використовуючи високоточну доставку одиночної високої дози радіації”. У радіохірургії застосовуються: гамма-ніж Лексела, модифіковані лінійні прискорювачі, фотонний кіберніж.

## Основні принципи променевої терапії

### **Основні принципи променевої терапії злоякісних пухлин**

1. Своєчасне застосування променевої терапії в ранніх стадіях захворювання.
2. Вибір найбільш раціональної методики опромінення.
3. Підведення до пухлини оптимальної дози в оптимальні терміни при одночасному збереженні життєздатності навколишніх здорових тканин і зниженні загальної інтегральної поглинутої організмом дози.



4. Одночасний променевий вплив на первинну пухлину і на регіонарні шляхи метастазування.
5. Комплексність лікування хворого: використання разом із променевою терапією засобів, які підвищують загальну і місцеву реактивність організму.

### Основні принципи променевої терапії непухлинних захворювань

1. Променева лікування непухлинних захворювань застосовують тільки за наявності обґрунтованих до нього показань.
2. Променева терапія є методом вибору і застосовується, як правило, тоді, коли не був досягнутий позитивний ефект від уже застосованих лікувальних заходів, а ймовірність соматичних, генетичних і променевих уражень повністю виключається.
3. Променева лікування непухлинних захворювань не повинне застосовуватися у дітей, підлітків і вагітних жінок.
4. Основною методикою опромінення є безпосередній вплив на патологічно змінені органи і тканини.
5. Променева терапія повинна проводитися з використанням методів, які мінімізують опромінення життєво важливих органів та здорових тканин.

## Джерела іонізуючих випромінювань, які використовуються для променевої терапії

**Радіонуклідні джерела іонізуючих випромінювань** — це джерела випромінювань безперервної дії, в яких міститься радіоактивна речовина. Залежно від технологічного призначення розрізняють закриті і відкриті джерела іонізуючих випромінювань.

**Закрите джерело іонізуючого випромінювання** — це радіонуклідне джерело іонізуючого випроміню-

вання, конструкція якого виключає потрапляння радіоактивної речовини (яка міститься в ньому) у зовнішнє середовище (наприклад: радіоактивні голки, намистини, гамма-терапевтичні апарати для статичного і динамічного опромінення).

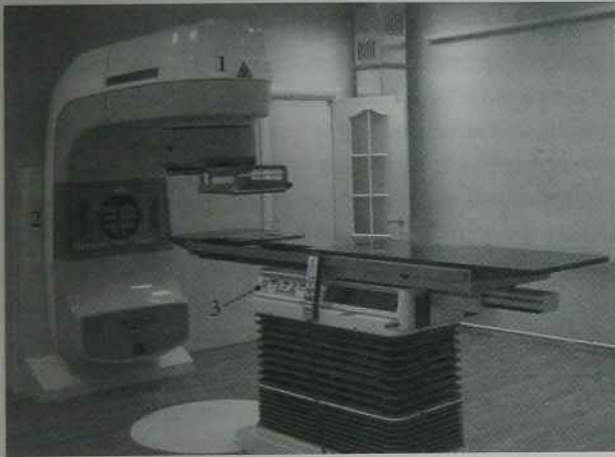
**Відкрите джерело іонізуючого випромінювання** — це радіонуклідне джерело випромінювання, при використанні якого можливе потрапляння радіоактивної речовини у зовнішнє середовище (розчини і суспензії РФП).

**Нерадіонуклідні джерела іонізуючих випромінювань** — це технічні пристрої, які не містять у собі радіоактивних речовин, але за певних умов здатні генерувати іонізуюче випромінювання за рахунок прискорення і гальмування заряджених частинок. Це генератори рентгенівського випромінювання (рентгенівські апарати для близькодистанційної і далекодистанційної рентгенотерапії), генератори гальмівного і корпускулярного випромінювань високих енергій (лінійні прискорювачі електронів, бетатрони, мікротрони, синхрофазотрони, синхроциклотрони й ін.).

Залежно від просторового розташування джерела випромінювання по відношенню до тіла хворого здійснюють **зовнішнє опромінення** — з боку шкіри або **внутрішнє опромінення** — джерело випромінювання розташовується у тілі хворого. Для променевої терапії використовують закриті ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{252}\text{Cf}$ ,  $^{192}\text{Ir}$  та ін.) і відкриті ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{99}\text{Sr}$ -хлорид,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{198}\text{Au}$  та ін.) джерела.

Для зовнішнього опромінення використовують закриті джерела випромінювань (найчастіше  $^{60}\text{Co}$ ) в гамма-терапевтичних та хірургічних апаратах (АГАТ-Р, АГАТ-С, РОКУС, Астро-20, ТЕРАГАМ, ТЕРАТРОН, COBALT 60-F, гамма-ніж) і електрофізичні установки (рентгенотерапевтичні апарати, лінійні прискорювачі, кіберніж та ін.).

Гамма-установка складається з радіаційної головки, штатива і столу для розміщення хворого (рис. 4.1). В радіаційній головці (рис. 4.2) в захисному свинцевому корпусі розташоване джерело  $^{60}\text{Co}$  активністю 150–250 ТБк (в залежності від типу апарата), з періодом напіврозпаду 5,3 роки. Вихід пучка випромінювання можливий тільки через вікно в корпусі головки, яке закривається



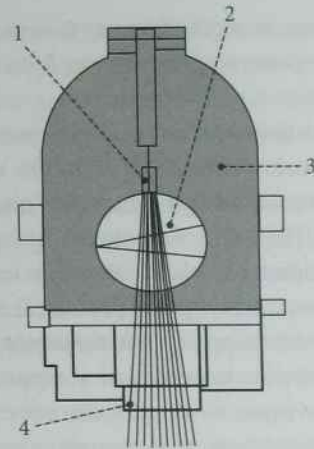
**Рис. 4.1.** Гамма-терапевтичний апарат  
ТЕРАГАМ

- 1 — радіаційна головка;  
2 — штатив; 3 — стіл

затулкою із вольфраму. Спеціальна конструкція апаратів дозволяє здійснювати статичне і рухоме опромінення.

Електрофізичні установки: генератори рентгєнівських випромінювань (рентгенотерапевтичні установки (розділ 6), генератори гальмівного випромінювання високих енергій, лінійні прискорювачі електронів (розділ 7), генератори корпускулярних випромінювань високих енергій (бетатрони, лінійні прискорювачі електронів, синхрофазотрони, синхроциклотрони, циклотрони).

Ядерні реактори малих розмірів і циклотрони дозволяють отримати потік нейтронів, придатний для проведення нейтронотерапії. Для зовнішнього опромінення використовують повільні нейтрони з енергією 10–25 кеВ. Для отримання терапевтичного ефекту необхідно попередньо наситити тканини, які підлягають опроміненню, елементами, що легко захоплюють нейтрони, наприклад,  $^{10}\text{B}$  (борнейтронзахватна терапія). При ядерній реакції, що відбувається в результаті захопту нейтронів атомами бору, випускаються альфа-частинки, які створюють високу щільність іонізації. Це дає можливість підвести до пухлини високу дозу опромінення.



**Рис. 4.2.** Схема радіаційної головки гамма-терапевтичного апарата:

- 1 — джерело іонізуючого випромінювання  $^{60}\text{Co}$ , 2 — вольфрамова затулка,  
3 — свинцевий корпус, 4 — діафрагма

Для внутрішнього опромінення використовують відкриті і закриті джерела іонізуючих випромінювань (розділ 8).

## Види і методи променевої терапії

В основу класифікації видів променевої терапії покладено їх поділ по виду іонізуючих випромінювань: *рентгенотерапія, гамма-терапія, бета-терапія, мєгавольтна терапія, протонна, нейтронна* терапія.

### Методи променевої терапії

**I. Рентгенотерапія** — метод лікування непухлинних захворювань, в якому джерелом випромінювання є рентгєнівська трубка.

Вирізняють:

- ▶ *поверхневу* — при розташуванні патологічного вогнища на глибині до 1 см від поверхні шкіри;
- ▶ *напівглибоку* — при розташуванні патологічного вогнища на глибині до 3 см від поверхні шкіри;



- ▶ *глибоку* — при розташуванні патологічного вогнища на глибині до 5 см від поверхні шкіри.

## II. Дистанційні методи опромінення:

- ▶ *близькодистанційні методи опромінення* здійснюються при відстані “джерело – шкіра” (ВДШ) від 1,5 см до 30 см;
- ▶ *далекодистанційні методи опромінення* здійснюються при ВДШ від 30 см до 2 м.

### 2.1. Дистанційна гамма-терапія

Залежно від розподілу дози у просторі дистанційну гамма-терапію поділяють на статичну (однопільне, двопільне та багатопільне опромінення) та динамічну (ротаційне, маятниковоподібне, секторне, тангенційне та конвергентне опромінення).

*Статичну дистанційну гамма-терапію* проводять відкритими полями (однопільне, двопільне, багатопільне опромінювання). При статичному опроміненні джерело випромінювання протягом усього часу лікування залишається у фіксованому положенні по відношенню до хворого.

Для забезпечення рівномірності розподілу дози при опроміненні об'єктів складної форми використовують спеціальні компенсатори з тканиноеквівалентних матеріалів (вода, парафін тощо).

Для формування поля опромінення необхідної форми використовують спеціальні пристрої: ґратчасті діафрагми, свинцеві клиновидні фільтри, захисні блоки і коліматори.

*Динамічна дистанційна гамма-терапія.* Рухоме опромінення характеризується переміщен-

ням джерела випромінювання відносно хворого під час опромінення (рис. 4.3 а, б). Існує ротаційна, маятникова (секторна), тангенційна (ексцентрична), ротаційно-конвергентна гамма-терапія з керованою швидкістю (рис. 4.3 в, г, д).

Переваги рухомого опромінення перед статичним: велика точність центрації пучка променів, значне зниження і рівномірний розподіл променевого навантаження на шкіру, що дозволяє підвести вищі дози до патологічного осередку.

### 2.2. Терапія гальмівним випромінюванням високої енергії та швидкими електронами:

- ▶ статична;
- ▶ рухома;
- ▶ конформна променева терапія на оснащених комп'ютерами апаратах з використанням тривимірного або чотиривимірного планування (рентгенівські, КТ-, МРТ-симулятори) променевої терапії та високотехнологічної методики променевої терапії з модульованою інтенсивністю доз (IMRT).

## III. Контактні методи опромінення (брахітерапія)

Залежно від розташування опромінюваного вогнища застосовують:

1. Внутрішньопорожнинний метод.
2. Внутрішньотканинний метод.
3. Аплікаційний метод.
4. Метод вибіркового накопичення радіонуклідів (радіонуклідна терапія — лікування інкорпорованими радіоактивними препаратами).

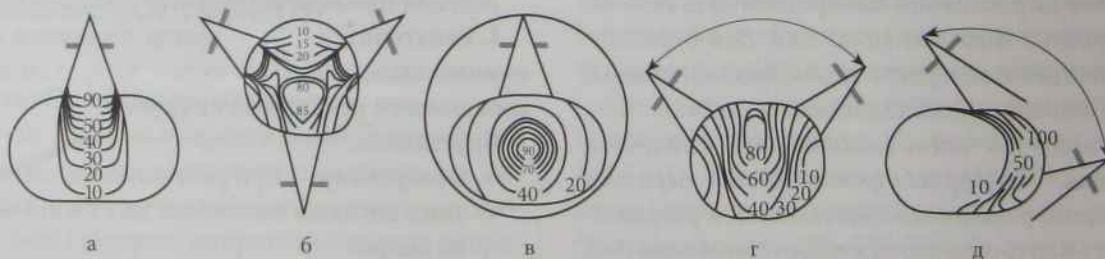


Рис. 4.3. Схеми статичного і динамічного дистанційного опромінення:

а) однопільне; б) багатопільне; в) ротаційне; г) секторне; д) тангенційне

#### IV. Радіохірургічний метод

Радіохірургія — термін, уперше введений у 1968 році шведським нейрохірургом Л. Лекселом. Цей термін означає: “руйнування вибраної зони мозку одиночною високою дозою радіації крізь череп”. Зараз цей метод використовується не тільки в нейрохірургії, а й при лікуванні багатьох інших новоутворень.

Всі наведені методи лікування злоякісних пухлин можуть використовуватися як:

- ▶ **самостійний метод** — дистанційна або контактна терапія;
- ▶ **поєднаний метод променевої терапії** — поєднання дистанційного і контактного методів опромінення;
- ▶ **комбінований метод лікування** злоякісних пухлин включає променеву терапію і хірургічне лікування, при якому можуть виконуватися передопераційне, субопераційне і післяопераційне опромінення.

*Передопераційне опромінення* спрямоване на:

- ▶ профілактику рецидивів та метастазів пухлини;
- ▶ девіталізацію найбільш радіочутливих пухлинних клітин;
- ▶ зменшення перифокального запалення;
- ▶ стимуляцію розвитку сполучної тканини та інкапсуляцію комплексів ракових клітин;
- ▶ зменшення об'єму пухлини, що дає змогу виконати оперативне втручання.

*Субопераційне опромінення* здійснюється під час оперативного втручання з метою:

- ▶ опромінення ложа видаленої пухлини;
- ▶ попередження імплантаційних метастазів.

*Післяопераційне опромінення* здійснюється після оперативного втручання з метою:

- ▶ девіталізації залишкових пухлинних клітин;
- ▶ профілактики рецидивів та метастазів пухлин;
- ▶ руйнування регіонарних метастазів;
- ▶ стимуляції розвитку сполучної тканини та інкапсуляції залишкових ракових пухлин.

- ▶ **комплексний метод лікування** злоякісних пухлин передбачає використання в лікуванні разом з променевими методами терапії гормонотерапії та хіміотерапії.

Залежно від мети лікування розрізняють **радикальну програму** променевої терапії (досягнення повної резорбції пухлини і вилікування хворого), **паліативну програму** променевої терапії (гальмування росту пухлини, подовження життя хворого) і **симптоматичну програму** променевої терапії (усунення окремих симптомів, наприклад, болю, компресійного синдрому тощо).

*Радикальна програма* променевої терапії передбачає повне знищення пухлинних елементів у зоні первинного вогнища та спрямована на повне вилікування хворого. Опромінюють первинне вогнище і зони регіонарного метастазування. Залежно від локалізації пухлини та її радіочутливості визначають метод променевої терапії, режим опромінення і дозове навантаження. Сумарна доза на ділянку первинної пухлини, як правило, складає 60–75 Гр, на зони метастазування — 45–50 Гр.

*Паліативну програму* променевої терапії проводять хворим з поширеним пухлинним процесом, при якому неможливо досягти повного і стійкого вилікування. В результаті променевого лікування настає лише часткова регресія пухлини, знижується інтоксикація, зникає больовий синдром і частково відновлюється функція ураженого пухлиною органа, що забезпечує продовження життя хворого. При паліативній променевій терапії використовують сумарні дози 40–55 Гр.

*Симптоматичну програму* променевої терапії застосовують для усунення найважчих симптомів пухлинного захворювання (компресії жовчних проток, сечоводів, крупних вен, обтурації просвіту стравоходу, больового синдрому, попередження патологічних переломів кісток тощо).



## Дози випромінювань, які використовують для лікування злоякісних захворювань

Розрізняють наступні поняття:

- ▶ **разова осередкова доза (РОД)** — доза, яка підводиться до патологічного осередку за один сеанс опромінення;
- ▶ **сумарна осередкова доза (СОД)** — доза, яка підводиться до патологічного осередку за весь курс лікування;
- ▶ **разова шкірна доза (РШД)** — доза, яка підводиться на шкірне поле за один сеанс опромінення;
- ▶ **сумарна шкірна (поверхнева) доза (СШД)** — доза, яка підводиться на шкірне поле за весь курс лікування.

Для лікування злоякісних захворювань використовують такі джерела іонізуючих випромінювань, які передають оптимальну терапевтичну дозу на необхідну глибину для повного руйнування пухлини з максимальним збереженням навколишніх здорових тканин.

Залежно від гістологічної структури пухлини, радіочутливості (розділ 5), її розмірів і глибини розташування використовують наступні сумарні осередкові дози (СОД) на курс лікування:

- ▶ для руйнування епітеліальних пухлин — СОД 50–70 Гр;
- ▶ для руйнування аденокарцином — СОД 70–80 Гр;
- ▶ для руйнування сарком м'язового та остеогенного походження і меланом — СОД 80–90 Гр.

Для попередження променевого пошкодження тканин сумарні дози опромінення ділять на окремі частини — фракції.

## Способи підведення дози до патологічного осередку й режим опромінення

1. **Одноразове опромінення** — заплановану дозу підводять до пухлини за один сеанс опромінення (передопераційне і субопераційне опромінення).
2. **Фракційне опромінення** здійснюють:
  - ▶ **дрібними фракціями** — РОД 2–2,5 Гр, щоденно, 5–6 сеансів на тиждень, тривалість курсу опромінення 4–6 тижнів, СОД 60–70 Гр;
  - ▶ **середніми фракціями** — РОД 3,5–4 Гр, 2–3 сеанси на тиждень (тижнева доза не повинна перевищувати 10 Гр), СОД 50–60 Гр;
  - ▶ **крупними фракціями** — РОД 8–10 Гр за сеанс з інтервалом від кількох днів до тижня (використовують частіше в занедбаних випадках з паліативною метою).
3. **Інтенсивно-концентроване опромінення** — РОД 5 Гр і більше протягом 5–6 днів щодня, при досягненні СОД 30–40 Гр здійснюють хірургічне втручання.
4. **Розщеплений курс променевої терапії** — проводиться дрібним і середнім фракціонуванням дози для підвищення толерантності нормальних тканин; при появі променевої реакції після підведення половини призначеної дози тимчасово на (2–4 тижні) переривають опромінення, а потім продовжують його. Розщеплений курс покращує результат і не супроводжується вираженими променевими реакціями нормальних тканин. В результаті загибелі пухлинних клітин і поліпшення кровообігу в пухлині відбувається реоксигенація клітин, які перебували в стані гіпоксії і аноксії. Реоксигенація пухлини сприяє підвищенню її радіочутливості під час наступного курсу після перерви опромінення.
5. **Денне розщеплення дози, або гіперфракціонування**, при якому добова доза (наприклад, 2 Гр чи 3 Гр) розділяється на дві фракції з інтервалом 4–6 годин (тобто хворий отримує 1 Гр + 1 Гр, або 1,5 Гр + 1,5 Гр). Це дозволяє зменшити променеве навантаження на здо-

рові тканини та збільшити вогнищеву дозу опромінення.

6. *Безперервне опромінення* — здійснюється інкорпорованими РФП для лікування множинних метастазів у кістки ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ), раку щитоподібної залози ( $^{131}\text{I}$ ) й ін.

## Променеві реакції і променеві пошкодження

Іонізуючі випромінювання викликають пошкодження біологічних об'єктів. Ці пошкодження в одних випадках організм компенсує, в інших випадках виникають симптоми місцевого чи загального променевого пошкодження. У зв'язку з невеликою різницею в радіочутливості злоякісних пухлин і оточуючих здорових тканин не завжди можна уникнути переопромінення оточуючих здорових тканин, що може призвести до променевих пошкоджень. У клініці розрізняють променеві реакції та променеві пошкодження.

*Променевими реакціями* називають оборотні зміни в тканинах, які минають через 2–3 тижні після опромінення без спеціального лікування.

*Променевими пошкодженнями* називають глибокі, часто необоротні, органічні і функціональні зміни органів і тканин, які потребують спеціального лікування.

### Місцеві променеві реакції

*Променева еритема* виникає після гамма-опромінення шкірного поля дрібними фракціями: РОД 2 Гр до СОД 30–35 Гр. Еритема характеризується стійким почервонінням шкіри, набряком, болісністю. Еритема зникає через 2–4 тижні після припинення опромінення.

*Сухий радіодерміт* виникає при гамма-опроміненні шкірного поля дрібними фракціями: РОД 2 Гр до СОД 40–50 Гр. Об'єктивно: наростає еритема і набряк, припиняється поділ клітин епідермісу і волосяних фолікулів, виникає епіляція і десквамація поверхневих клітин, відшаровується епідерміс, шкіра стає сухою, пігментованою.

*Ексудативний (вологий) радіодерміт* — виникає при гамма-опроміненні шкірного поля дрібними фракціями до СОД 50–60 Гр. Епідерміс злущений, по краях десквамованої поверхні з'являється смужка нового епітелію, яка поступово за 2–3 тижні розповсюджується до центру ураженої ділянки шкіри. Шкіра в ділянці ураження тривало лущиться, суха, нерівномірно пігментується, у віддалені терміни відбувається атрофія епідермісу і епіляція.

Променеві реакції слизових оболонок (мукозити, радіоепітеліти) розвиваються після опромінення порожнистих органів.

*Радіоепітеліт* — це прогресуючий дистрофічний процес, який перебігає в кілька стадій. *Перша стадія* характеризується незначною гіперемією з набряком слизової оболонки. При збільшенні дози настає зроговіння епітелію; слизова оболонка бліда. При *другій стадії* (стадії вогнищевого радіоепітеліту) настає десквамація епітелію, відторгнення окремих його ділянок з виникненням поодиноких ерозій. У *третьій стадії* (стадії зливного радіоепітеліту) виникає поширене відторгнення зроговілого епітелію, злиття окремих ерозій. Радіоепітеліт завершується епітелізацією опроміненої ділянки слизової оболонки.

З метою профілактики променевих реакцій шкіри, поля опромінення рекомендують змащувати індиферентними жирами (емульсією алое, обліпиховою олією, бальзамом Шостаковського). *Суворо заборонено змащувати шкіру мазями, які містять солі металів (цинкова мазь, паста Лассара та ін.) для профілактики виникнення променевих опіків шкіри (додатковий вплив на шкіру характеристичного випромінювання атомів металу мазей, яке виникає під час сеансу променевої терапії).*

Ранні променеві реакції органів і систем поступово (через 3–5 тижнів) нормалізуються.

### Ранні загальні променеві реакції

В процесі променевої терапії при опроміненні значних об'ємів тканин грудної порожнини, живота, малого таза можуть спостерігатися функціональні порушення з боку центральної нервової системи, системи кровотворення, травного каналу



й інших органів. Порушення можуть проявлятися головним болем, сонливістю, поліурією, вазомоторною лабільністю, пітливістю, дратівливістю. Розлади функції серцево-судинної системи частіше спостерігають у хворих з органічними змінами в серці і судинах, при безпосередньому опроміненні ділянки серця, голови, шиї або живота. Зміни носять функціональний характер і проявляються тахікардією, аритмією, іноді появою систолічного шуму. Розлади функції травного каналу можуть проявлятися зниженням або втратою апетиту, нудотою, блюванням, тенезмами, рідкими випороженнями. Загальна променева реакція супроводжується також змінами морфологічного складу крові: лейкопенією, лімфопенією, тромбоцитопенією, еритроцитопенією, подовженням часу кровотечі та підвищенням проникності капілярів.

Для профілактики загальної променевої реакції хворому з першого дня опромінення призначають збалансоване повноцінне вітамінізоване харчування і загальнозміцнююче та імуномодуюче лікування. Залежно від складу периферичної крові проводять переливання препаратів крові — еритроцитарної, лейкоцитарної чи тромбоцитарної маси — та призначають гемостимулюючі засоби.

### Променеві пошкодження

**Ранні променеві пошкодження** можуть розвиватися під час опромінення або на протязі трьох місяців після опромінення при перевищенні толерантних рівнів опромінення тканин (табл. 4.4). Ранні променеві пошкодження характерні для більш радіочутливих та добре регенеруючих структур тканин, тому такі пошкодження швидко відновлюються.

**Променевий некроз шкіри (променевий опік шкіри)** самостійно не загоюється, може малігнізуватися. Для профілактики пошкоджень шкіри при дрібному і середньому фракціонуванні враховують поняття про толерантну шкірну дозу. **Толерантна шкірна доза** — це сумарна максимальна шкірна доза іонізуючого випромінювання, при перевищенні якої виникають променеві пошкодження шкіри.

Величини толерантної шкірної дози обов'язково враховують при складанні плану променевого лікування хворих.

**Пізнні променеві пошкодження** розвиваються пізніше трьох місяців (іноді через кілька років) після опромінення дозами, які перевищують толерантні рівні опромінення тканин. До пізніх променевих пошкоджень відносяться місцеві (променевий фіброз, індуративний набряк, променева виразка, променевий рак; променеві ураження внутрішніх органів — променевий фіброз, променевий некроз, променева виразка) і загальні променеві пошкодження (стійкі морфологічні зміни крові, ЦНС, травного каналу, ендокринних залоз, хронічна променева хвороба).

Променеві ураження тканин потребують хірургічного лікування, гормонотерапії тощо. Тому для профілактики променевих уражень тканин і органів необхідно суворо дотримуватися методик і стандартів променевої терапії.

### Дозиметрична і топографічна підготовка

Різні джерела і методи променевої терапії дозволяють опромінювати в необхідній терапевтичній дозі патологічні процеси, що відбуваються на різній глибині. Проникаюча здатність іонізуючих випромінювань у тіло людини залежить від виду і енергії випромінювань. При дистанційному опроміненні вид і енергію випромінювання обирають з таким розрахунком, щоб забезпечити пошкодження глибоко розташованого патологічного осередку при мінімальній дозі опромінення навколишніх тканин. Відношення дози на заданій глибині до дози в шкірі називають **відносною**, або **процентною глибинною дозою**. Розподіл енергії різних видів випромінювань у тканинах наведено на рис. 4.4.

Розподіл глибинної енергії різних видів випромінювань представлений у вигляді кривих, у кожній точці яких один і той же відсоток шкірної дози. Лінії, які сполучають точки з однаковим відсотком глибинних доз, називають **ізодозними кривими**. Ізодозні криві, нанесені на прозору плівку (**ізодозні лінійки**), використовують на практиці для визначення поглинутих глибинних доз в організмі людини.



Рис. 4.4. Розподіл енергії різних видів випромінювань у тканинах

На виготовленому схематичному перерізі тіла хворого, з нанесеним на ньому місцем розташування патологічного осередку, променевий терапевт разом із фізиком-дозиметристом планують програму опромінення, визначають об'єм зони опромінення. Оптимальний об'єм опромінення вибирають індивідуально для кожного хворого. Необхідно обрати найбільш раціональний розподіл дозного поля, при якому б доза рівномірно розподілялася в осередку ураження і на шляхи регіонарного лімфовідтоку. Потім обирають вид випромінювання і метод опромінення, розміри і форму полів опромінення, напрямок пучків променів і наносять їх на топографо-анатомічний ескіз. Топографо-анатомічний ескіз зараз виконують на поперечному КТ- або МРТ-зрізі (рис. 4.5 а) на рівні центру пухлини. Після нанесення полів опромінення, через центри намічених полів проводять перпендикулярні лінії, які перехрещуються в центрі пухлини (рис. 4.5 б). У напрямку центрального пучка променів прикладають ізодозні лінійки (рис. 4.4), визначають процентну глибинну дозу у вогнищі ураження з кожного поля опромінення. Кількість полів опромінення визначають з урахуванням рівня толерантності опромінюваних тканин (таб. 4.4 — Рудерман А. І., Вайнберг М. Ш., Жолківер Д. І., 1977.)

При складанні плану променевого лікування використовують одну з відомих типових найбільш раціональних схем фракціонування, роз-

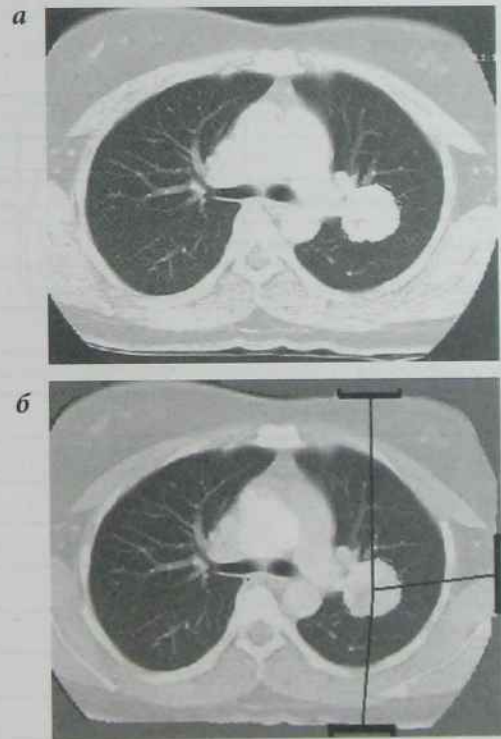


Рис. 4.5. КТ грудної порожнини на рівні пухлини (а), розмітка полів опромінення на КТ-зрізі того ж пацієнта (б)

роблених у клінічній практиці. Схему фракціонування підбирають так, щоб сумарна поглинута доза була достатньою для руйнування пухлини і одночасно була збережена репараційна здат-



ність нормальних клітин. Ступінь ураження нормальних тканин залежить від режиму фракціонування, ритму опромінення, розмірів полів опромінення, виду опромінення, числа фракцій, часу лікування в днях.

Величина дози опромінення, яку підводять до пухлини з кожного поля опромінення, обмежується толерантністю нормальних тканин. *Толерантна доза* — це гранична доза іонізуючого випромінювання, яка не призводить до незворотних змін тканин.

Великий досвід радіологів оснований на використанні “класичного” фракціонування разовою дозою

2 Гр гамма-випромінювання щоденно по 5 фракцій за тиждень. Для цього режиму фракціонування встановлені толерантні дози гамма-випромінювання для різних органів і тканин (табл. 4.4). Перевищення толерантних доз може призвести до ураження нормальних тканин (судин, сполучної тканини), до зниження їх регенераторної здатності, що може негативно вплинути на перебіг захворювання.

На прикладі хворого зі злоякісною гліомою головного мозку наведені конкретні етапи конформної топометричної передпроменевої підготовки.

I етап — аналіз даних МРТ- (рис. 4.6, а), КТ- чи ОФЕКТ-зображень у трьох взаємно перпенди-

Таблиця 4.4. Толерантний рівень опромінення для різних органів і тканин людини

Орган, тканина	Толерантна доза (Гр) гамма-випромінювання при “класичному” фракціонуванні (РОД 2 Гр 5 разів за тиждень)
Шкіра	60–65
Слизові оболонки	30
Головний мозок: малий об’єм (до 100 см <sup>3</sup> )	66
Основа мозку, довгастий мозок	26
Спинний мозок, ділянка завдовжки до 20 см	57
Кістка	81
М’язи у дорослих	90
Серце, аорта	43
Легеня одна	30
Стравохід	60
Шлунок	35
Тонкий кишечник	35
Товстий кишечник, пряма кишка	52
Печінка, малий об’єм (до 200 см <sup>3</sup> )	50
Нирки	40–50
Сечовий міхур	60
Кровотворна тканина	9
Селезінка	5,5
Лімфатичні вузли	48
Яєчка	3
Вульва	25–30
Піхва	80

кулярних площинах з метою оцінки локалізації патологічного осередку, його розмірів, величини перитуморозного набряку, наявності розпаду пухлини чи наявності кіст, стану оточуючих здорових тканин мозку;

II етап — зняття контуру на рівні центру патологічного осередку та побудова анатомо-топометричної карти опромінення, на яку виносяться м'якотканинні та кісткові структури черепа, головний мозок, сама пухлина, зона її субклінічного розповсюдження та критичні структури (рис. 4.6, б);

III етап — за допомогою плануючої системи (наприклад — "Гаммаплан") проводиться розрахунок розмірів полів опромінення та ізодоз-

ного розподілу. Модифіковане просторове опромінення, зважаючи на відсутність чітких меж патологічного осередку, передбачає включення в об'єм мішені практично всього головного мозку з двох бокових зустрічних полів. При цьому виконується розрахунок разових і сумарних осередкових доз у патологічному вогнищі, критичних органах, суміжних тканинах та на шкірі полів опромінення (рис. 4.6, в).

IV етап — побудова індивідуальної комп'ютерної анатомо-топометричної карти опромінення хворого, яка передбачає зіставлення МРТ- (чи КТ- або ОФЕКТ-) зображення та даних дозиметричних і топометричних розрахунків плануючих систем (рис. 4.6, г).

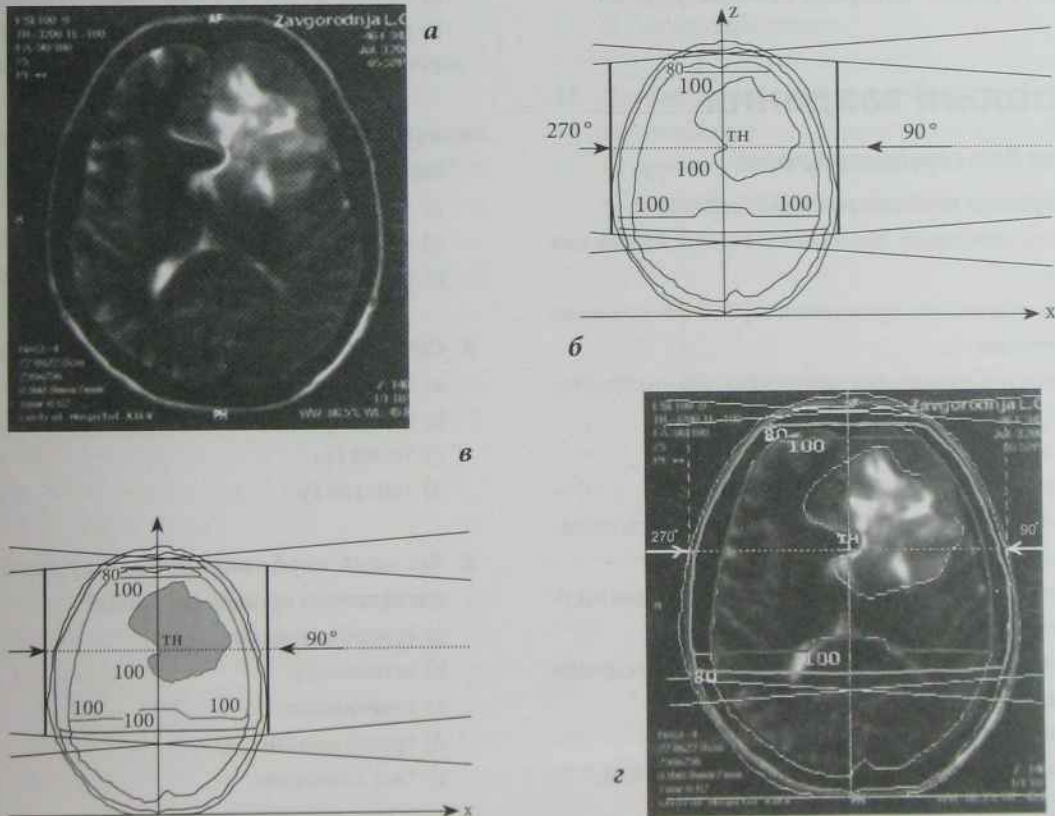


Рис. 4.6. Етапи топометричної підготовки:

- а) аналіз МРТ-зображення хворого з пухлиною головного мозку;
- б) зняття контуру та побудова анатомо-топометричної карти;
- в) винос на карту пухлини та зони її субклінічного розповсюдження;
- г) побудова індивідуальної комп'ютерної анатомо-топометричної карти



Починаючи з 90-х років минулого сторіччя в клінічну практику вводяться методики тривимірного (3D) та чотиривимірного (4D) планування. Тривимірне планування (кольорова вкладка: рис. 1) враховує три просторові розміри пухлини та її зв'язок з суміжними органами, що визначається при КТ- чи МРТ-дослідженні (можливо ОФЕКТ та ПЕТ). Чотиривимірне планування додатково враховує місце розташування пухлини в режимі реального часу, що, наприклад застосовується в радіохірургічній установці "кіберніж". Ці інноваційні досягнення дозволили створити новий напрямок променевої терапії — конформну радіотерапію. Конформна променева терапія — це можливість формування полів опромінення, що максимально відповідає формі, об'єму та локалізації пухлини (кольорова вкладка: рис. 2).

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Класифікація методів променевої терапії.
2. Основні принципи променевої терапії злоякісних пухлин.
3. Основні принципи променевої терапії непухлинних захворювань.
4. Джерела іонізуючих випромінювань, які використовують у медичній практиці.
5. Види променевої терапії.
6. Класифікація методів променевої терапії.
7. Завдання передопераційних, субопераційних, післяопераційних курсів радіотерапії.
8. Дози випромінювань, які використовують для лікування злоякісних захворювань.
9. Способи підведення дози до патологічного осередку і режим опромінення.
10. Променеві реакції шкіри.
11. Пізні променеві пошкодження органів і тканин.
12. Передпроменева підготовка радіотерапії.
13. Як проводиться визначення глибинних вогнищевих доз?
14. Толерантні рівні опромінення органів і тканин та їх практичне значення.
15. Конформна променева терапія.

### Тестові завдання

1. До основних принципів променевої терапії непухлинних захворювань відносяться:
  - a) \*безпосередній вплив на патологічно змінені органи і тканини;
  - b) своєчасність застосування променевої терапії;
  - c) вибір найбільш раціональної методики опромінення.
2. До дистанційних методів опромінення не відносяться:
  - a) \*внутрішньопорожнинний метод;
  - b) терапія швидкими електронами;
  - c) дистанційна гамма-терапія.
3. Радикальна програма променевої терапії передбачає:
  - a) \*повне вилікування хворого;
  - b) зменшення больового синдрому;
  - c) тимчасове припинення злоякісного росту.
4. Яку програму променевої терапії ви виберете при лікуванні раку шийки матки II ст.?
  - a) \*радикальну;
  - b) симптоматичну;
  - c) паліативну.
5. СОД для руйнування епітеліальних пухлин дорівнює:
  - a) \*50–70 Гр;
  - b) 80–90 Гр;
  - c) 70–80 Гр;
  - d) 100–120 Гр.
6. Які зміни морфологічного складу крові характерні для загальної променевої реакції?
  - a) еритроцитопенія;
  - b) лейкопенія;
  - c) лімфопенія;
  - d) тромбоцитопенія;
  - e) \*все зазначене.
7. При лікуванні непухлинних захворювань променева терапія направлена на досягнення ефекту:
  - a) \*протизапального;
  - b) некрозу;
  - c) гіалінозу, склерозу.

8. У завдання передпроменевого періоду курсу променевої терапії входить:
- а) \*визначення топографо-анатомічних взаємовідношень пухлини;
  - б) застосування додаткових непроменивих методів лікування;
  - в) диспансерний нагляд за пацієнтом.
9. Розподіл поглинутої енергії випромінювання в опромінюваній тканині характеризує:
- а) шкірна доза;
  - б) \*ізодозні криві;
  - в) осередкова доза.
10. При лікуванні злоякісних пухлин променевої терапії намагається:
- а) \*збільшити радіотерапевтичний інтервал;
  - б) зменшити радіотерапевтичний інтервал;
  - в) радіотерапевтичний інтервал не має значення.
11. Чому дорівнює толерантна шкірна доза для гамма-випромінювання при дрібному фракціонуванні?
- а) \*60–65Гр;
  - б) 30–35 Гр;
  - в) 10–25 Гр.
12. До дистанційних методів опромінення не відноситься:
- а) \*внутрішньотканинний метод;
  - б) терапія прискореними нейтронами;
  - в) рентгенотерапія.
13. Радіохірургічний метод променевої терапії використовується при лікуванні:
- а) тиреотоксикозу;
  - б) \*метастатичних уражень;
  - в) асциту.
14. Передпроменева діагностична підготовка здійснюється на:
- а) КТ;
  - б) МРТ;
  - в) ПЕТ;
  - г) \*на всіх зазначених.
15. Найважливіше в передпроменевій підготовці хворих:
- а) \*топометрична і дозиметрична підготовка;
  - б) профілактичне обстеження;
  - в) корекція лікування медикаментозними засобами.



## Обґрунтування променевої терапії злоякісних пухлин

Променева терапія базується на біологічній дії іонізуючих випромінювань (розділ 1). В результаті променевого впливу в пухлині спостерігається пригнічення клітинного поділу. Дози, близькі до 0,1 Гр, викликають зникнення нормальних мітотичних фігур. Із збільшенням дози все більше число клітин втрачає здатність до розмноження. Кількість аномальних мітозів у клітинах пухлини зростає, а клітини, які продовжують розмножуватися, після ряду поділів гинуть в результаті впливу хромосомних аберацій і генних мутацій, пов'язаних з пошкодженням ДНК. У кровоносних судинах пухлини виникає ендофлебіт і проліферуючий ендартеріїт. Облітерація дрібних судин порушує живлення пухлини, що посилює в ній дистрофічні зміни, сприяє загибелі пухлини із заміщенням її сполучною тканиною. Фахівці з променевої терапії прагнуть до якнайповнішого руйнування пухлинних елементів при найменшому пошкодженні навколишніх здорових тканин. Це стає можливим у зв'язку з тим, що в цілісному організмі при одній і тій же поглинутій дозі пошкодження пухлинної тканини зазвичай відбувається швидше і виражене більшою мірою при низькій диференціації пухлинних клітин і їх вищій *радіочутливості* (поява фізіологічної реакції на опромінення) порівняно з навколишніми нормальними клітинами, діяльністю нервової системи і наявністю чинників антибластичного захисту здорових тканин.

*Радіотерапевтичний інтервал* — різниця ступеня пошкодження і відновлення пухлинних

та здорових тканин при рівних поглинутих ними дозах. Чим більший цей інтервал, тим ефективніша променева терапія пухлини та менше пошкодження нормальних навколишніх тканин.

Залежно від радіочутливості клітин пухлини, ступеня їх диференціації, необхідну сумарну дозу опромінення ділять на окремі порції (фракції): пухлину опромінюють багато разів, малими (2–3 Гр), середніми (5–6 Гр) або великими (8–12 Гр) фракціями.

Для підвищення ефективності променевої терапії злоякісних пухлин та зниження негативного впливу іонізуючого випромінювання на оточуючі здорові тканини використовують *радіомодифікатори*. Радіомодифікатори, які використовують з метою підвищення радіочутливості пухлинних клітин (насичення пухлин киснем, гіпертермія, магнітотерапія, фармпрепарати та хіміопрепарати — 5-фторурацил, фторофур, метотрексат, кселода, темодал — називають *радіосенсибілізаторами*. Радіомодифікатори, які знижують радіочутливість нормальних тканин, називають радіопротекторами, наприклад: фармпрепарати (цистамін, меркамін, серотонін), зниження парціального тиску в тканинах (гіпоксія) та гіпотермія. Радіомодифікатори, які знижують радіочутливість нормальних тканин: фармпрепарати (меркамін, цистамін, серотонін), зниження парціального тиску кисню в тканинах (гіпоксія) та гіпотермія, називають *радіопротекторами*.

У 1938 році *Петерсон* на основі вивчення радіочутливості пухлин розробив класифікацію радіочутливості:

1. *Радіочутливі пухлини* — лімфосаркома, лімфогрануломатоз, ретикулосаркома, ба-

зальноклітинний рак, семінома, тимома, пухлина Юінга й ін.

2. **Помірно радіочутливі** — плоскоклітинний рак з різним ступенем диференціації.
3. **Помірно радіорезистентні** — аденокарцинома.
4. **Радіорезистентні пухлини** — нейрофібросаркома, остеогенна саркома, фіброхондросаркома, шкірна меланома й ін.

Радіочутливість пухлин залежить від їх гістологічної будови, ступеня диференціації клітинних елементів, фази мітотичного циклу (у фазу мітозу пухлинні клітини найбільш радіочутливі), співвідношення стромы і паренхіми (пухлини, багаті стромою, менш чутливі до впливу радіації внаслідок їх поганої оксигенації), кровопостачання (пухлини з достатнім кровопостачанням більш радіочутливі внаслідок більшої величини парціального тиску кисню в них за рахунок “кисневого ефекту”), локалізації, величини пухлини (дрібні пухлини більш чутливі, ніж великі), темпу росту (пухлини з швидким ростом більш радіочутливі, ніж пухлини з низьким темпом росту) і характеру росту (екзофітні пухлини більш радіочутливі, ніж ендофітні). Успіх променевої терапії злоякісних пухлин залежить від методики опромінення і величини дози. Існує оптимальна доза опромінення в межах від 60 до 120 Гр, яку визначають залежно від гістологічної будови, локалізації пухлини та інших чинників.

## Обґрунтування використання променевої терапії при незлоякісних захворюваннях

При опроміненні ділянки, ураженої незлоякісним процесом, відбувається зменшення набряку тканин, поліпшується функція клітин тканин, покращується мікроциркуляція. У перші години після опромінення виникає розширення капіля-

рів, підвищення проникності судинної стінки, наростання ексудації, міграція в тканині елементів крові з подальшим їх розпадом і утворенням біологічно активних сполук. Лімфатичні капіляри розширюються, що сприяє посиленню відтоку із запального вогнища, знижується внутрішньотканинний тиск і зменшується біль. Підвищується фагоцитарна активність лейкоцитів, ацидоз змінюється алкалозом і зменшується больовий синдром. Після короткочасного розширення судин зменшується гіперемія і набряк.

## Чинники, що впливають на ефективність променевої терапії

Радіобіологи і фахівці променевої терапії прагнуть до якнайповнішого руйнування пухлинних елементів при найменшому пошкодженні навколишніх здорових тканин. Застосування променевої терапії при злоякісних пухлинах базується на пошкодженні іонізуючою радіацією ракових клітин. Ефективність променевої терапії залежить від ряду нижчеперерахованих чинників.

### Значення об'єму опромінюваних тканин

Відомо, що величина опромінюваного об'єму тканин визначає ступінь біологічної реакції.

При визначенні дози, ритму опромінення і об'єму патологічного осередку необхідно враховувати стадію захворювання, анатомічні особливості опромінюваної ділянки і шляхів регіонарного лімфовідтоку. При визначенні об'єму опромінюваних тканин враховують локалізацію, гістологічну будову, характер росту, поширеність злоякісної пухлини, загальний стан хворого та інші чинники, які впливають на вибір методики і ефективність променевої терапії. При призначенні променевої терапії необхідно оцінити величину ризику, важкість ракового процесу і визначити, що являє більшу небезпеку — пасивність терапевтичних заходів чи дуже активне лікування. При виборі методики



лікування необхідно вибрати такий метод опромінення, при якому здорові тканини, поза опромінюваним об'ємом, отримали б найменшу дозу. Нарешті, потрібно прагнути точно визначити дозу, які отримують інші ділянки опромінюваного організму.

### Залежність терапевтичного ефекту від виду випромінювання

Біологічна ефективність залежить від щільності іонізації, або кількості пар іонів, які утворюються в одиниці шляху пробігу фотона або частинки; щільноіонізуючі випромінювання викликають більший біологічний ефект, ніж рідкоіонізуючі випромінювання, внаслідок меншої залежності ефекту ураження від вмісту кисню та меншого післяпроменевого відновлення від сублетальних пошкоджень (розділ 2).

**Значення часу і фракціонування опромінення**  
Зменшення потужності дози при фракціонованому опроміненні зберігає непошкодженою строму і сприяє ураженню клітин пухлини.

Фракціонування і протрагування (збільшення часу опромінення при зменшеній потужності дози) збільшує вірогідність опромінення клітин пухлини на стадіях, чутливих до іонізуючого випромінювання. На стадії мітозу клітина найбільш чутлива до опромінення.

## Стратегія курсу променевої терапії

**Курс променевої терапії** — це період променевого лікування, протягом якого хворий отримує сумарну осередкову дозу. Складання плану променевої терапії здійснюють три фахівці (променевої терапевт, медичний фізик і рентгенолог) для кожного пацієнта індивідуально відповідно до існуючої стратегії курсу променевої терапії.

Курс променевої терапії складається з 3-х періодів: передпроменевого, променевого і післяпроменевого.

### Передпроменевий період:

1. Детальне обстеження хворого (клінічні, лабораторні, УЗД, рентгенологічні, КТ, МРТ й інші дослідження).
2. Визначення гістологічної форми захворювання (морфологічна або гістологічна верифікація).
3. Визначення показань до променевого лікування.
4. Виключення протипоказань до променевого лікування.
5. Вибір виду і методу променевої терапії і додаткових непроменевих лікувальних заходів.
6. Визначення топографо-анатомічних взаємовідношень пухлини із навколишніми здоровими органами і тканинами (топометрична підготовка хворого).
7. Вибір оптимальної разової і сумарної доз опромінення.
8. Вибір оптимального режиму опромінення (одноразове, фракціоноване, безперервне).
9. Технологія опромінення.
10. Підготовка шкіри до опромінення, психологічна підготовка хворого.

### Променевий період:

1. Проведення опромінення.  
Лікування злоякісних пухлин усіх локалізацій здійснюється згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»"
2. Застосування додаткових методів лікування (радіомодифікуюча й супровідна терапія).
3. Догляд за хворими, при необхідності — корекція плану лікування.
4. Спостереження за можливими місцевими променевими реакціями.

### Післяпроменевий період:

1. Спостереження за станом хворих.
2. Оцінка ефективності лікування.
3. Спостереження за можливими місцевими променевими реакціями та пошкодженнями.

4. Диспансерне спостереження за хворим 2 рази на рік. Якщо через 10 років не виникає рецидив, пацієнта знімають з онкологічного реєстру.

9. Психічні хвороби (при яких неможливий контакт з пацієнтом та підвищена рухова активність).

#### **Відносні протипоказання:**

1. Відсутність чіткого патоморфологічного діагнозу.
2. Гострі інфекційні або загострення хронічних інфекційних захворювань.
3. Ранні променеві реакції, які виникають під час курсу променевого лікування (після їх ліквідації променева терапія продовжується).
4. Зниження показників периферичної крові під час проведення променевої терапії до  $Hb < 70$  г/л,  $L < 3 \times 10^9$ /л,  $Thr < 150 \times 10^9$ /л. При нормалізації цих показників можливе продовження курсу променевої терапії.
5. Дитячий вік, період вагітності і лактації (можливе призначення променевої терапії при злоякісних захворюваннях).

## **Показання та протипоказання до призначення променевої терапії**

Загальні показання до призначення променевої терапії базуються на розгорнутому діагнозі, підтвердженому морфологічною верифікацією та визначеною стадією захворювання.

### **Загальні показання до призначення променевої терапії злоякісних пухлин**

1. Злоякісні пухлини.
2. Метастатичні ураження.
3. Деякі рецидивуючі доброякісні пухлини (наприклад, пухлини головного мозку).
4. Гемобластози: хвороба Ходжкіна, неходжкінські злоякісні лімфоми, множинна мієлома.

### **Протипоказання до проведення променевої терапії злоякісних пухлин**

#### **Абсолютні протипоказання:**

1. Декомпенсація функції серцево-судинної системи, печінки та нирок.
2. Декомпенсовані форми діабету.
3. Виражена інтоксикація, підвищення температури тіла вище  $38^\circ\text{C}$
4. Наявність анемії ( $Hb < 70$  г/л), лейкопенії (лейкоцити  $< 3 \times 10^9$ /л), тромбоцитопенії (тромбоцити  $< 150 \times 10^9$ /л).
5. Ракова кахексія, розпад пухлини з кровотечею, множинні віддалені метастази.
6. Перенесений інфаркт міокарда (менше 5–6 місяців від часу настання ІМ).
7. Активна форма туберкульозу.
8. Загальний стан за шкалою Карновського менше 30 %.

### **Показання до призначення рентгентерапії пухлинних і непухлинних захворювань**

1. Базальноклітинний рак шкіри.
2. Захворювання нервової системи — радикуліти, неврити, поліневрити, розсіяний склероз, сирингомієлія, післяампутаційний больовий синдром та ін.
3. Запальні захворювання — карбункули, фурункули, мастити, гідраденіти, повільногранулюючі рани, остеомієліт, тромбофлебіт, парапроктит та ін.
4. Дегенеративно-дистрофічні та обмінні процеси — артрози, спондильози, остеохондрози, осифікуючі бурсити, перитендиніти, п'яткові шпори та ін.
5. Захворювання шкіри — дерматози, немікробна екзема, нейродерміт та ін.
6. Післяопераційні ускладнення: анастомозити, нориці, каузалгії та ін.

### **Протипоказання до призначення променевої терапії непухлинних захворювань**

#### **Абсолютні протипоказання:**

1. Важкий стан хворого.



2. Декомпенсовані стани серцево-судинної і дихальної систем, печінки і нирок.
3. Анемія (Hb < 70 г/л), лейкопенія (лейкоцитів <  $3 \times 10^9/\text{л}$ ), тромбоцитопенія (тромбоцитів <  $150 \times 10^9/\text{л}$ ).
4. Променева хвороба і променеві ураження (перенесені у минулому).
5. Дитячий вік.
6. Вагітність.

**Відносні протипоказання:**

1. Гострі септичні та інфекційні захворювання.
2. Виражені поширені шкірні захворювання і запальні процеси шкіри.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Показання до проведення променевої терапії злоякісних пухлин.
2. Протипоказання до проведення променевої терапії злоякісних пухлин.
3. Протипоказання до проведення рентгенотерапії непухлинних захворювань.
4. Обґрунтування променевої терапії злоякісних пухлин.
5. Радіомодифікатори, їх використання в променевій терапії.
6. Класифікація радіочутливості пухлин за Петерсоном.
7. Чинники, що впливають на радіочутливість пухлин.
8. Обґрунтування використання променевої терапії при незлоякісних захворюваннях.
9. Чинники, що впливають на ефективність променевої терапії.
10. Залежність терапевтичного ефекту лікування пухлин від виду випромінювання.
11. Значення часу і фракціонування опромінення при лікуванні пухлин.
12. Стратегія курсу променевої терапії.

- б) 100–120 Гр;
- в) 70–80 Гр;
- г) 50–70 Гр.

2. Розщеплений курс променевої терапії проводиться:
  - а) \*для підвищення толерантності нормальних тканин;
  - б) у занедбаних випадках з паліативною метою;
  - в) перед- та субопераційне опромінення.
3. Величина толерантної шкірної дози для рентгенівського та гамма-випромінювань:
  - а) \*рентгенівського менша, ніж гамма-випромінювання;
  - б) рентгенівського більша, ніж гамма-випромінювання;
  - в) не відрізняється.
4. У складанні плану променевого лікування онкохворих беруть участь спеціалісти:
  - а) \*променевий терапевт;
  - б) хіміотерапевт;
  - в) дільничний терапевт.
5. Післяпроменевий період курсу променевої терапії передбачає:
  - а) \*оцінку ефективності результатів лікування;
  - б) детальне обстеження хворого;
  - в) морфологічну верифікацію пухлини.
6. До факторів, які вибірково підсилюють радіаційне ураження клітин, відносяться:
  - а) \*радіосенсибілізатори;
  - б) радіопротектори;
  - в) радіотерапевтичний інтервал.
7. До помірно радіорезистентних пухлин відноситься:
  - а) \*аденокарцинома;
  - б) плоскоклітинний рак;
  - в) лімфосаркома;
  - г) нейрофібросаркома.
8. Яке захворювання є протипоказанням до призначення рентгенотерапії?
  - а) \*променева хвороба;

### Тестові завдання

1. СОД для руйнування сполучнотканинних сарком дорівнює:
  - а) \*80–90 Гр;

- б) анастомозит;  
в) остеохондроз.
9. Який принцип променевої терапії необхідно виконувати, призначаючи променеве лікування онкохворим?
- а) \*застосування променевої терапії на ранніх стадіях захворювання;  
б) променева терапія є методом вибору;  
в) повністю виключена ймовірність соматичних уражень.
10. До дистанційних методів опромінення відносяться:
- а) терапія прискореними протонами;  
б) терапія гальмівним випромінюванням високої енергії;  
в) \*всі вищеназвані.
11. При виборі сумарної осередкової дози (СОД) беруть до уваги:
- а) \*гістологічну структуру пухлини;  
б) стан джерела випромінювання;  
в) психоемоційний стан хворого.



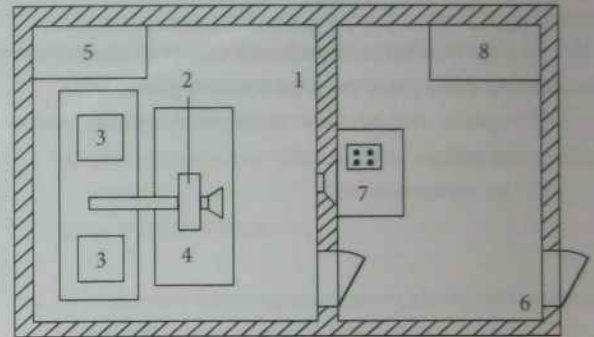
**Рентгенотерапія** — це вид променевої терапії, при якому використовується рентгенівське випромінювання з лікувальною метою. Рентгенотерапію здійснюють у рентгенотерапевтичному кабінеті відділення променевої терапії лікувально-профілактичної установи (онкологічного диспансеру, онкологічного центру), клініки, науково-дослідного інституту тощо.

## Влаштування рентгенотерапевтичного кабінету

До складу рентгенотерапевтичного відділення входять рентгенотерапевтичні кабінети для проведення телекостанційної, близькостанційної і рентгенотерапії променями Буккі.

Рентгенотерапевтичний кабінет — це сукупність приміщень, апаратів і допоміжного обладнання для виконання рентгенотерапевтичних процедур. Схема влаштування рентгенотерапевтичного кабінету — див. рис. 6.1. Кабінет рентгенотерапії повинен бути обладнаний відповідно до діючих санітарних норм — ОСПУ-2005 і НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000. Рентгенотерапевтичні кабінети оснащують апаратами РУМ-7, РУМ-17 (рис. 6.2, 6.3).

Рентгенотерапевтичний апарат складається з рентгенівської трубки, генератора електричного струму, штатива і столу для укладки хворого.



**Рис. 6.1.** Схема влаштування рентгенотерапевтичного кабінету.

1 — процедурна (апаратна); 2 — рентгенівська трубка; 3 — генератор електричного струму; 4 — стіл для укладки пацієнта; 5 — стіл для тубусів і фільтрів; 6 — кімната управління апаратом (пультова); 7 — пульт управління рентгенотерапевтичним апаратом; 8 — стіл лікаря

## Використання тубусів і фільтрів

Рентгенівська трубка генерує неоднорідні за своєю проникаючою здатністю рентгенівські промені — довгохвильові кванти, так зване “м’яке” випромінювання, яке не проникає в глибину тканин, але викликає біологічний ефект (променево пошкодження) в поверхневих шарах тканин організму. Короткохвильове рентгенівське випромінювання має значно більшу енергію, проникає глибоко в тканини організму і тому використовується для проведення рентгенотерапії. З метою отримання

однорідного робочого пучка короткохвильового рентгенівського випромінювання використовують мідні та алюмінієві фільтри. У відповідності до електричної напруги, при якій генеруються рентгенівські промені, необхідно використовувати фільтри різної товщини: при напрузі 120–150 кВ використовують алюмінієві фільтри товщиною 3–5 мм, а при напрузі 160–230 кВ — мідні товщиною 0,5–2 мм. При проходженні рентгенівських променів через мідний фільтр виникає характеристичне довгохвильове випромінювання, яке викликає променеве пошкодження шкіри. Тому для усунення впливу на шкіру характеристичного випромінювання мідного фільтра після нього обов'язково встановлюють алюмінієвий фільтр товщиною 1 мм, який поглинає характеристичне випромінювання міді (характеристичне випромінювання алюмінію незначне).

Для обмеження площі поля опромінення і забезпечення постійної відстані “джерело — шкіра” (ВДШ) використовують тубуси (рис. 6.2, б) різної форми і розмірів.

#### Дозиметрична характеристика пучка рентгенівського випромінювання

При рентгенівському опроміненні шкірного поля максимум поглинутої дози знаходиться

на поверхні шкіри, в глибині тканин доза безперервно знижується (рис. 4.4 — рентгенівське випромінювання) за рахунок поглинання і розсіювання енергії випромінювання молекулами і атомами тканини. Таким чином, із збільшенням глибини зменшується величина поглинутої дози; так, на глибину 7 см досягає всього 50 % енергії рентгенівського випромінювання ( $E = 230$  кВ) від шкірної дози.

## Методи рентгенотерапії

**Далекодистанційна рентгенотерапія** проводиться за допомогою апарата РУМ-17 (рис. 6.2). Змінюючи напругу на рентгенівській трубці, можна генерувати випромінювання різної проникаючої здатності.

Залежно від глибини розташування патологічного осередку по відношенню до поверхні шкіри дистанційну рентгенотерапію за допомогою апарата РУМ-17 поділяють на:

- **поверхневу** (використовують для опромінення осередку ураження на глибині до 1 см від поверхні шкіри). Технічні умови: напруга 100–120 кВ, сила струму 5–10 мА, фільтр алюмінієвий 3 мм, ВДШ 30 см;

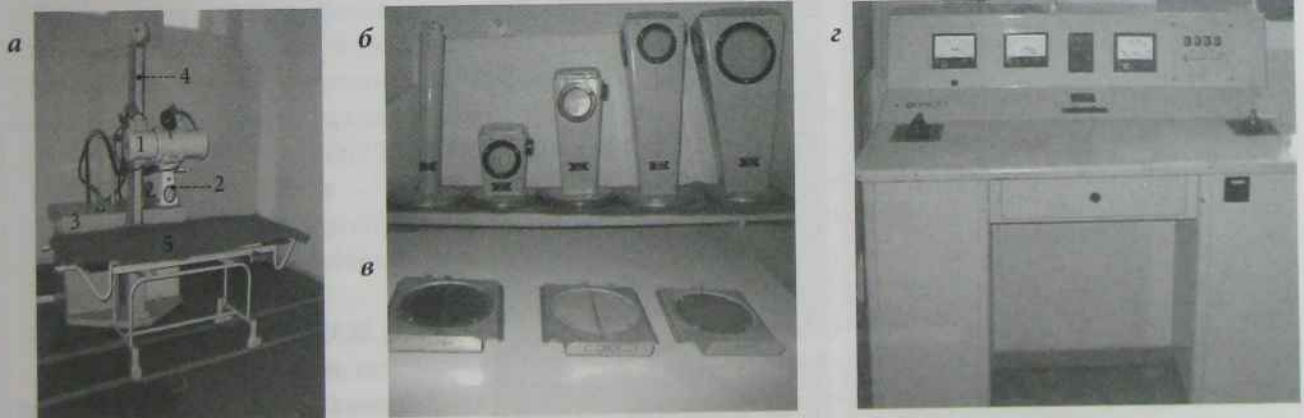


Рис. 6.2. Рентгенотерапевтичний апарат для далекодистанційної рентгенотерапії РУМ-17.

а) зовнішній вигляд апарата: 1 — рентгенівська трубка; 2 — тубус; 3 — генератор електричного струму; 4 — штатив; 5 — стіл для укладання пацієнта; б) тубуси; в) фільтри; г) пульт управління апарата



- ▶ **напівглибоку** (використовують для опромінення осередку ураження на глибині до 3 см від поверхні шкіри). Технічні умови: напруга 140–160 кВ, сила струму 10 мА, фільтр 0,5 мм міді + 3 мм алюмінію, ВДШ 40 см;
- ▶ **глибоку** (використовують для опромінення осередку ураження на глибині до 5 см від поверхні шкіри). Технічні умови: напруга 200–230 кВ, сила струму 10 мА, фільтр 1 мм міді + 5 мм алюмінію, ВДШ 50 см.

**Близькодистанційну (близькофокусну) рентгенотерапію** використовують при локалізації патологічного осередку на глибині до 1 см від поверхні шкіри. Для отримання режиму близькодистанційної рентгенотерапії за допомогою апарату РУМ-7 (рис. 6.3, а) необхідно створити наступні технічні умови: напруга 60 кВ, сила струму 5–10 мА, ВДШ 7,5 см. При близькодистанційній променевої терапії використовують алюмінієві фільтри 0,1–3 мм і тубуси (рис. 6.3, б, в) різної форми і величини.

До близькодистанційної рентгенотерапії відносять також **терапію ультрам'якими рентге-**

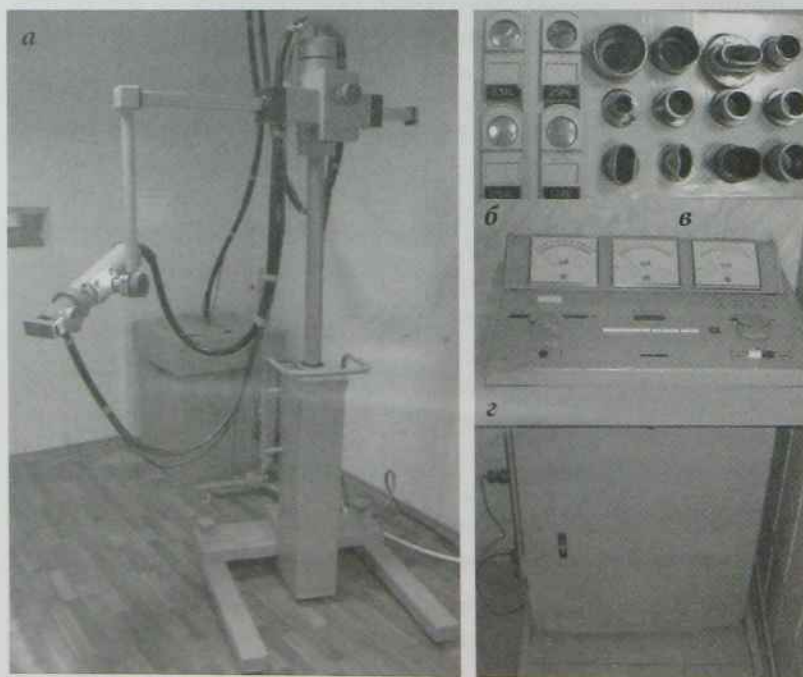
**нівськими променями — променями Буккі**, які генерують при напрузі 10–25 кВ. Проникаюча здатність променів Буккі у шкірі та слизових оболонках не перевищує 1,5 мм. Їх використовують для лікування поверхнево розташованих запальних процесів, наприклад, при екземі і дерматитах калитки та ділянки соска грудної залози, при блефаритах і т.п.

Розрахунок глибинних і вогнищевих доз — див. розділ 4. Для розрахунку доз використовують ізодозні лінійки (рис. 4.4), комплекти яких додають до рентгенотерапевтичних апаратів.

## Рентгенотерапія окремих злоякісних пухлин

Показання до застосування рентгенотерапії злоякісних пухлин: меланома шкіри, рак шкіри і губи І та ІІ стадії і ін.

Обґрунтування використання рентгенотерапії при злоякісних пухлинах — див. розділ 4.



**Рис. 6.3.** Рентгенотерапевтичний апарат для проведення близькофокусної рентгенотерапії типу ТА-02:

- а) зовнішній вигляд апарата;
- б) фільтри;
- в) тубуси;
- г) пульт управління апаратом

## Рентгенотерапія раку шкіри

Гістологічні форми — плоскоклітинний зроговілий, плоскоклітинний незроговілий та базальноклітинний рак (базаліома).

### Класифікація раку шкіри за системою TNM:

T — первинна пухлина, N — метастази в регіонарні лімфатичні вузли, M — віддалені метастази.

T<sub>0</sub> — первинна пухлина не визначається;

T<sub>is</sub> — карцинома *in situ*;

T<sub>1</sub> — пухлина до 2 см в діаметрі, розташована поверхнево;

T<sub>2</sub> — пухлина від 2 до 5 см у діаметрі або незначна інфільтрація дерми;

T<sub>3</sub> — пухлина більше 5 см у діаметрі або глибока інфільтрація дерми;

T<sub>4</sub> — пухлина уражує хрящ, м'язи або кістки;

N<sub>0</sub> — регіонарні лімфатичні вузли не уражені;

N<sub>1</sub> — регіонарні лімфатичні вузли уражені;

M<sub>0</sub> — віддалені метастази не виявляються;

M<sub>1</sub> — є віддалені метастази.

### Стадії раку шкіри

0 стадія — T<sub>is</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub>;

I стадія — T<sub>1</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub>;

II стадія — T<sub>2-3</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub>;

III стадія — T<sub>4</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub> або T<sub>1-4</sub>N<sub>1</sub>M<sub>0</sub>;

IV стадія — T<sub>1-4</sub>N<sub>1-3</sub>M<sub>1</sub>

Схеми стандартного лікування хворих згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю "Онкологія".

Стадія I (T<sub>1</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub>) та стадія II (T<sub>2-3</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub>)

1. Хірургічне лікування — широке висічення пухлини без/з пластикою дефекту шкіри.

2. Рентгенотерапія самостійна: сумарна осередкова доза 65–75 Гр.

Стадія III (T<sub>4</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub>, T<sub>1-4</sub>N<sub>1</sub>M<sub>0</sub>)

1. Хірургічне лікування — широке висічення пухлини без/з пластикою дефекту шкіри та лімфаденектомією.

Стадія IV (T<sub>1-4</sub>N<sub>0-1</sub>M<sub>1</sub>)

1. Хірургічне лікування первинного вогнища та віддалених метастазів.

2. Паліативна рентгенотерапія:

a) первинного вогнища сумарною осередковою дозою — 60–75 Гр;

b) метастатичного ураження сумарною осередковою дозою — 30–40 Гр.

### Особливості дозування та фракціонування рентгенотерапії і зон опромінення.

#### Самостійна рентгенотерапія

Разова осередкова доза 3,5–4,0 Гр до сумарної осередкової дози 65–75 Гр (близькофокусна рентгенотерапія).

Більш ефективною є електронотерапія (розділ 8. "Променева терапія джерелами високих енергій"). При неоперабельних метастазах у лімфатичні вузли застосовують електронотерапію на лінійному прискорювачі з енергією електронів 15–25 МеВ РОД 6 Гр до СОД 60 Гр. Але базаліоми шкіри — пухлини з відносно доброякісним розвитком — краще лікуються рентгенотерапевтичним методом.

Віддалені результати променевого лікування раку шкіри: п'ятирічне виживання при I стадії — 97,9 %, при II стадії — 82,2 %, при III і IV стадіях — 34 %.

## Рентгенотерапія раку нижньої губи

### Класифікація раку губи за системою TNM:

T<sub>0</sub> — пухлина не визначається;

T<sub>is</sub> — внутрішньоєпітеліальна пухлина;

T<sub>1</sub> — пухлина діаметром до 2 см поверхнева;

T<sub>2</sub> — пухлина діаметром до 2 см з незначною інфільтрацією тканин;

T<sub>3</sub> — пухлина діаметром більше 2 см з глибокою інфільтрацією незалежно від її величини;

T<sub>4</sub> — пухлина розповсюджується на кістку;

N<sub>0</sub> — лімфатичні вузли не пальпуються;

N<sub>1</sub> — пальпуються рухомі лімфатичні вузли на боці ураження;

N<sub>2</sub> — пальпуються рухомі лімфовузли на протилежному боці або з обох боків;

N<sub>3</sub> — пальпуються нерухомі лімфатичні вузли;

M<sub>0</sub> — метастазів немає;

M<sub>1</sub> — є віддалені метастази.



**Стадії раку губи**0 стадія —  $T_{is}N_0M_0$ ;I стадія —  $T_{1-2}N_0M_0$ ;II стадія —  $T_{3-4}N_0M_0$ ;III стадія —  $T_{1-4}N_1M_0$ ;IV стадія —  $T_{1-4}N_{2-3}M_0$  або  $T_{1-4}N_{1-3}M_1$ .

Схеми стандартного лікування хворих на рак губи, ротової порожнини та глотки згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю "Онкологія"

Стадія I-II ( $T_{1-2}N_0M_0$ )

1. Рентгенотерапія.

2. Хірургічне лікування.

Стадія III ( $T_3N_0M_0$ ,  $T_{1-3}N_1M_0$ )

1. Хіміотерапія.

2. Рентгенотерапія.

3. Хірургічне лікування.

Стадія IV ( $T_4N_{0-1}M_0$ ,  $T_{1-4}N_{2-3}M_{0-1}$ )

1. Хіміотерапія.

2. Рентгенотерапія.

3. Хірургічне лікування (при резектабельних пухлинах).

Особливості лікування та фракціонування рентгенотерапії у хворих на рак губи й ротової порожнини: разова осередкова доза 2,0–2,5 Гр, сумарна осередкова доза за 2 етапи — 60 Гр.

Стійке одужання при рентгенотерапії раку нижньої губи першої стадії спостерігається у 90 %, при другій стадії — у 80–84 % випадків. З появою метастазів відсоток вдалого лікування значно знижується і тривалість життя хворого скорочується.

## Рентгенотерапія непухлинних захворювань

Показання для лікування непухлинних захворювань і обґрунтування використання рентгенотерапії "Загальні показання до призначення рентгенотерапії" (розділ 5).

### Дози і ритм рентгенотерапії при незлоякісних захворюваннях:

- при гострих запальних захворюваннях РОД складає 0,25–0,5 Гр, СОД 1–1,5 Гр;
- при підгострих запальних захворюваннях РОД 0,5 Гр, СОД 1,5–2 Гр;
- при хронічних запальних захворюваннях РОД 1 Гр, СОД 5–6 Гр;
- при дегенеративно-дистрофічних захворюваннях РОД 1 Гр, СОД 3–5 Гр.

Ритм опромінення: опромінення при гострих запальних процесах у фазі інфільтрації проводять з інтервалом 3–5 діб, при хронічному запаленні та при дегенеративно-дистрофічних захворюваннях кістково-суглобової системи опромінення проводять з інтервалом 1–2 доби, при загостренні хронічного процесу інтервали збільшують до 3 діб без зміни величини разової дози.

## Рентгенотерапія кістково-суглобового (кісткового) панарицію

Мета: зняти перифокальне запалення м'яких тканин та обмежити ділянку деструкції.

Використовують напівглибоку далекодистанційну рентгенотерапію РОД 0,25–0,3 Гр, СОД 2,5–3 Гр, поле опромінення 6 × 8 см.

## Рентгенотерапія бешихи

При неускладненій формі бешихи застосовують поверхневу далекодистанційну рентгенотерапію РОД 0,2 Гр, СОД 1,5–2 Гр.

При ускладненій формі бешихи залежно від глибини ураження підшкірної жирової клітковини застосовують напівглибоку далекодистанційну рентгенотерапію РОД 0,2–0,3 Гр, СОД 2–3 Гр або глибоку далекодистанційну рентгенотерапію РОД 0,3 Гр, СОД 4 Гр.

## Рентгенотерапія парапроктиту і запальних процесів прямої кишки

Мета: обмеження вогнища інфільтрації, прискорення одужання.

При гострому парапроктиті застосовують глибоку далекодистанційну рентгенотерапію РОД 0,25–0,3 Гр, СОД 1,5–2 Гр, поле 6 × 8 см (8 × 10 см).

При хронічному парапроктиті застосовують глибоку далекодистанційну рентгенотерапію РОД 0,4–0,5 Гр, СОД 5–6 Гр, поле 6 × 8 см (8 × 10 см).

Променеві реакції і променеві пошкодження при проведенні рентгенотерапії — див. розділ 4.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Структура рентгенотерапевтичного відділення.
2. Влаштування рентгенотерапевтичного апарата.
3. Призначення тубусів і фільтрів.
4. Дозиметрична характеристика рентгенівського випромінювання.
5. Застосування далекодистанційної рентгенотерапії.
6. Застосування променів Буккі.
7. Рентгенотерапія раку шкіри II стадії.
8. Рентгенотерапія бешихи.

### Тестові завдання

1. При призначенні рентгенотерапії при кістковому панариції необхідно:
  - а) здійснювати опромінення при появі перших ознак захворювання;
  - б) обережно застосовувати у дітей;
  - в) обережно застосовувати у вагітних;
  - г) \*опромінювати лише зону ураження.
2. Поверхнева далекодистанційна променева терапія використовується при локалізації вогнища ураження на глибині до:
  - а) \*10 мм;
  - б) 15 мм;

- в) 25 мм;
- г) 35 мм.

3. Мінімальна СОД рентгенівського випромінювання, при якій можливе виникнення променевого опіку шкіри, становить:
  - а) 30–35 Гр;
  - б) 45–50 Гр;
  - в) \*60–65 Гр.
4. Промені Буккі відносяться до:
  - а) \*рентгенівських променів;
  - б) бета-променів;
  - в) гамма-променів.
5. Близькодистанційна рентгенотерапія показана при лікуванні:
  - а) \*раку шкіри I–II ст.;
  - б) раку гортані;
  - в) раку тонкої кишки.
6. Чи може рентгенотерапія використовуватися у онкохворих для лікування непухлинних захворювань?
  - а) \*так;
  - в) ні.
7. При якому захворюванні використовуються “м’які” рентгенівські промені?
  - а) \*бешиха, ураження лише шкіри;
  - б) парапроктит;
  - в) кістковий панарицій;
  - г) бешиха з ураженням підшкірної жирової клітковини.
8. Сумарна доза опромінення при променевій терапії дегенеративно-дистрофічних захворювань складає:
  - а) \*3–5 Гр;
  - б) 0,3–0,6 Гр;
  - в) 7–10 Гр.
9. Загострення після першого сеансу променевої терапії є підставою для припинення променевого лікування непухлинних захворювань:
  - а) \*ні;
  - б) так.



10. При рентгенотерапії максимум поглинутої дози знаходиться:
- а) \*на поверхні шкіри;
  - б) на глибині 0,5 см;
  - в) на глибині 1,5 см.
11. При глибокій далекодістанційній рентгенотерапії використовують фільтр:
- а) \*1мм Cu + 5 мм Al
  - б) 0,5 мм Cu + 3 мм Al
  - в) 3 мм Al.
12. При опроміненні вогнищ хронічного запалення сумарна доза складає:
- а) 2,5–3 Гр;
  - б) \*0,3–0,6 Гр;
  - в) 7–10 Гр.
13. Проникаюча здатність променів Буккі у шкірі та слизових оболонках дорівнює:
- а) \*1,5 мм;
  - б) 5 мм;
  - в) 10 мм;
  - г) 15 мм.
14. При опроміненні осередків гострого запалення сумарна доза складає:
- а) \*1–1,5 Гр;
  - б) 2,5–3 Гр;
  - в) 7–10 Гр.
15. Глибоку рентгенотерапію використовують для опромінення ураження на глибині:
- а) до 1 см від поверхні шкіри;
  - б) до 3 см від поверхні шкіри;
  - в) \*до 5 см від поверхні шкіри.
16. Напівглибоку рентгенотерапію використовують при опроміненні ураження на глибині:
- а) більше 5 см від поверхні шкіри;
  - б) до 1 см від поверхні шкіри;
  - в) \*до 3 см від поверхні шкіри.

### Структура кабінету дистанційної променевої терапії

Далекодистанційну променевоу терапію виконують за допомогою гамма-терапевтичних апаратів АГАТ-Р, АГАТ-С, РОКУС (рис. 4.1), генераторів гальмівного випромінювання високих енергій і генераторів корпускулярних випромінювань високих енергій (синхрофазотрони, синхроциклотрони тощо).

У гамма-терапевтичних кабінетах і кабінетах терапії джерелами високих енергій використовують високі енергії іонізуючих випромінювань, тому вказані кабінети розташовують в окремих одноповерхових будівлях, що дозволяє забезпечити стаціонарний захист екрануванням від дії іонізуючих випромінювань.

Кабінети променевої терапії джерелами високих енергій повинні бути обладнані у відповідності до вимог ОСПУ-2005 і НРБУ-97, НРБУ-97/Д-2000. Схему влаштування кабінету променевої терапії джерелами високих енергій наведено на рис. 7.1.

Шлях до процедурної гамма-терапевтичного кабінету повинен проходити через лабіринт, який перешкоджає потраплянню прямого випромінювання від апарата до пультової з метою протирадіаційного захисту персоналу. При проведенні променевої терапії укладка хворого (переміщення джерела на необхідну ВДШ, центрація пучка випромінювання) є радіаційно небезпечною маніпуляцією у зв'язку з високим радіаційним фоном у процедурній. Під час сеансу опро-

мінення спостереження за хворим проводиться за допомогою телевізійної системи.

#### Дозиметрична характеристика гамма-випромінювання

При проходженні пучка гамма-променів з енергією 1,25 МеВ максимум дози у тканинах знаходиться на глибині 5 мм від поверхні тіла. У зв'язку з цим при далекодистанційній гамма-терапії опромінена шкіра зазнає меншого променевого навантаження порівняно з дистанційною рентгенотерапією, тому толерантність шкіри при дрібному фракціонуванні гамма-випромінювання підвищується до 55–60 Гр.

Для характеристики розподілу випромінювання в опромінену об'ємі використовують ізодозні лінійки (рис. 4.4).

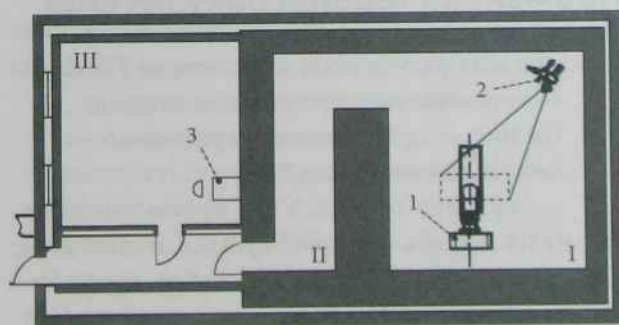


Рис. 7.1. Схема влаштування гамма-терапевтичного кабінету (I — процедурна; II — лабіринт; III — пультова):

- 1 — гамма-терапевтичний апарат;
- 2 — телевізійна система спостереження;
- 3 — пульт управління



План лікування злоякісних новоутворень складають згідно зі стратегією курсу променевої терапії (розділ 5).

У передпроменевому періоді після детального обстеження хворого визначають гістологічну будову пухлини. За наявності злоякісної пухлини визначають показання і виключають протипоказання для променевої терапії, після чого визначають вид і метод променевої терапії. Залежно від гістологічної будови, розмірів пухлини, стадії її розвитку, глибини розташування визначають оптимальні РОД і СОД (розділ 4).

У променевому періоді проводять опромінення хворого, при необхідності застосовують додаткові методи лікування.

У післяпроменевому періоді оцінюють результати лікування і проводять періодичний диспансерний контроль.

## Приклади далекодистанційної променевої терапії окремих злоякісних пухлин

### Променева терапія раку легенів

Класифікація раку легенів за системою TNM:

- $T_0$  — первинна пухлина не визначається;
- $T_{is}$  (*in situ*) — преінвазивна карцинома;
- $T_1$  — пухлина не більша 3 см;
- $T_2$  — пухлина більша 3 см, проростає вісцеральну плевру або супроводжується ателектазом;
- $T_3$  — пухлина будь-якого розміру проростає грудну стінку, діафрагму, медіастинальну плевру, перикард, можливий супутній ателектаз або обструктивна пневмонія;
- $T_4$  — пухлина будь-якого розміру розповсюджується на навколишні органи, може супроводжуватися злоякісним плевритом;
- $N_0$  — відсутні ознаки метастазування в регіонарні лімфатичні вузли;

$N_1$  — ураження лімфатичних вузлів легенів на боці патологічного процесу;

$N_2$  — ураження лімфатичних вузлів середостіння на боці патологічного процесу або біфуркаційних лімфатичних вузлів;

$N_3$  — ураження лімфатичних вузлів середостіння або кореня легенів на протилежному боці або надключичних лімфовузлів;

$M_0$  — віддалені метастази відсутні;

$M_1$  — є віддалені метастази.

#### Класифікація раку легенів по стадіях:

0 стадія —  $T_{is}N_0M_0$ ;

I стадія —  $T_{1-2}N_0M_0$ ;

II стадія —  $T_{1-2}N_1M_0$ ;

III стадія —  $T_3N_{0-2}M_0$ ;

IV стадія —  $T_{1-4}N_{0-3}M_1$

Обсяг і терміни стандартного лікування хворих на рак легені (недрібноклітинний) згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю "Онкологія"

Стадія I ( $T_{1-2}N_0M_0$ )

1. Хірургічне лікування.
2. Хіміопроменева лікування.
3. Хіміотерапія 4–6 курсів.
4. Променева лікування.

Стадія II ( $T_{1-2}N_1M_0$ )

1. Хірургічне лікування.
2. Хіміопроменева лікування.
3. Хіміотерапія 4–6 курсів.
4. Променева лікування.

Стадія IIIA ( $T_3N_{0-2}M_0$ ,  $T_{1-3}N_2M_0$ )

1. Комплексне:
  - a) неоад'ювантна поліхіміотерапія — 2–3 курси;
  - b) хірургічне лікування (включаючи комбіновані операції).
2. Хіміопроменева лікування.
3. Хіміотерапія 4–6 курсів.
4. Променева лікування.

Стадія IIIB, IV ( $T_4N_{0-3}M_0$ ,  $T_{1-4}N_3M_0$ ,  $T_{1-4}N_{0-3}M_1$ )

1. Хіміопроменева лікування.
2. Хіміотерапія 4–6 курсів.
3. Променева лікування.

4. Комплексне (окремі випадки операбельних хворих):

- a) неoad'ювантна поліхіміотерапія — 2–3 курси;
- b) хірургічне лікування (розширені і комбіновані операції).

\* (пп. 2,3,4 — застосовуються для пацієнтів, які відмовились від оперативного втручання або мають протипоказання до операції).

Обсяг і терміни стандартного лікування хворих на рак легенів (дрібноклітинний) згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»".

Локалізована форма хвороби — стадія I–IIIb ( $T_{1-4}N_{0-3}M_0$ ):

1. Хіміопроменева терапія: хіміотерапія 4–6 курсів та променева терапія.
2. Комплексне (I–II стадії): неoad'ювантна ПХТ, хірургічне лікування та післяопераційна хіміотерапія — не менше 4 курсів.

Розповсюджена форма хвороби стадія IV ( $T_{1-4}N_{0-3}M_1$ )

1. Хіміотерапія.
2. Променева терапія.

#### Особливості дозування та фракціонування променевої терапії та зон опромінення

Післяопераційна променева терапія після паліативних операцій: РОД — 2 Гр, СОД — 50 Гр.

Самостійна променева терапія:

*Недрібноклітинний рак легень*

I етап: РОД — 2 Гр, СОД — 40–44 Гр;

II етап: РОД — 2 Гр, СОД — 74 Гр — за два етапи.

*Дрібноклітинний рак легень*

РОД — 1,5–2 Гр, СОД — 60 Гр (2 рази на добу через 3–4 години; після підведення 30 Гр опромінення проводиться зменшеним полем РОД — 2 Гр, 1 раз на добу).

Після опромінення первинного осередку проводиться опромінення головного мозку:

- ▶ при відсутності метастазів: РОД — 2 Гр, СОД — 30 Гр.
- ▶ при метастазах у головний мозок: РОД — 3 Гр до СОД — 30 Гр на весь головний мо-

зок та локально РОД — 2 Гр до СОД — 50 Гр (з урахуванням попередніх фракцій)

## Променева терапія раку грудної залози

Класифікація раку грудної залози за системою TNM:

$T_0$  — пухлина не визначається;

$T_{is}$  (*in situ*) — внутрішньоєпітеліальний рак;

$T_1$  — діаметр пухлини до 2 см, шкіра не уражена, пухлина не фіксована до грудної стінки, сосок не втягнутий;

$T_2$  — діаметр пухлини від 2 до 5 см, її рухливість обмежена, пухлина частково фіксована до шкіри, може спостерігатися втягування соска;

$T_3$  — діаметр пухлини більше 5 см, пухлина фіксована до шкіри (симптом "апельсинової кірки"), фіксація пухлини до грудного м'яза;

$T_4$  — пухлини будь-якого діаметра з фіксацією до грудної стінки, симптом "апельсинової кірки".

$N_0$  — регіонарні лімфатичні вузли не уражені;

$N_1$  — пальпуються рухомі пахвові лімфатичні вузли на боці ураження;

$N_2$  — пальпуються нерухомі пахвові лімфатичні вузли на боці ураження;

$N_3$  — ураження надключичних і(або) підключичних лімфатичних вузлів на боці ураження, іноді набряк руки;

$M_0$  — немає віддалених метастазів;

$M$  — є віддалені метастази.

Класифікація раку грудної залози по стадіях:

0 стадія —  $T_{is}N_0M_0$ ;  $T_2N_0M_0$ ;

I стадія —  $T_1N_0M_0$ ;  $T_2N_0M_0$ ;

II стадія —  $T_1N_1M_0$ ;  $T_2N_1M_0$ ;

III стадія —  $T_1N_2M_0$ ;  $T_4N_3M_0$ ;

IV стадія —  $T_{0-4}N_{0-4}M_1$ .

Обсяг і терміни стандартного лікування хворих на рак грудної залози згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»".



Стадія I ( $T_1N_0M_0$ )

Комплексне лікування: а) органозберігаюча операція; б) післяопераційна променева терапія на парастернальну, надпідключичну зони і на грудну залозу; в) ад'ювантна хіміотерапія; г) гормонотерапія при гормоночутливих пухлинах.

Стадія II ( $T_1N_1M_0$ ;  $T_2N_0M_0$ )

Комплексне лікування: а) одноразова чи п'ятиразова передопераційна крупнофракційна променева терапія на грудну залозу; б) органозберігаюча операція; в) післяопераційна променева терапія; г) ад'ювантна хіміотерапія та гормонотерапія при гормоночутливих пухлинах.

Стадія III ( $T_{1-2}N_2M_0$ ;  $T_3N_{1-2}M_0$ )

Комплексне лікування: а) неоад'ювантна поліхіміотерапія; б) хірургічне лікування; в) післяопераційна променева терапія; г) ад'ювантна хіміотерапія та гормонотерапія при гормоночутливих пухлинах.

## Стадія IV

Комплексне лікування: а) системна поліхіміотерапія або ендолімфатична чи селективна внутрішньоартеріальна поліхіміотерапія; б) паліативна променева терапія; в) хірургічне лікування при загрозі розпаду пухлини; г) лікування радіофармпрепаратами при кісткових метастазах за показаннями; д) гормонотерапія при гормоночутливих пухлинах.

### Особливості дозування та фракціонування променевої терапії та зон опромінення

Доопераційна променева терапія:

- ▶ грудна залоза (РОД 2 Гр, СОД 45–50 Гр);
- ▶ парастернальна та надключичні ділянки (РОД 2 Гр, СОД 45 Гр).

Післяопераційна променева терапія після радикальних операцій:

- ▶ ложе пухлини (після органозберігаючої операції) (РОД 2 Гр, СОД 50 Гр);
- ▶ опромінення післяопераційного рубця після мастектомії (РОД 2 Гр, СОД 40 Гр); пахова ділянка (РОД 2 Гр, СОД 40 Гр);
- ▶ парастернальна та надключичні ділянки (РОД 2 Гр, СОД 45 Гр).

Післяопераційна променева терапія після паліативних операцій:

- ▶ паліативна променева терапія РОД = 2–2,5 Гр, СОД = 40–60 Гр на рубець;
- ▶ на шляхи лімфовідтоку, а також на кісткові ураження РОД — 4 Гр СОД — 24 Гр (або РОД — 2 Гр, СОД — 30 Гр).

### Самостійна променева терапія

При протипоказаннях до операції променева терапія за радикальною програмою:

- ▶ I етап РОД = 2–2,5 Гр СОД = 40–45 Гр на грудну залозу і шляхи лімфовідтоку;
- ▶ II етап РОД = 2–2,5 Гр СОД = 45–60 Гр на грудну залозу з урахуванням першого етапу.

Променева терапія у схемах хіміопроменевого лікування

При протипоказаннях до операції променева терапія за радикальною програмою:

- ▶ I етап РОД = 2–2,5 Гр СОД = 35–40 Гр на грудну залозу і шляхи лімфовідтоку 25–30 Гр. Двотижнева перерва для проведення першого курсу ПХТ;
- ▶ II етап РОД = 2–2,5 Гр СОД = 60–65 Гр на пухлину з урахуванням першого етапу із зменшенням поля опромінення. На зони регіонарного метастазування 45–50 Гр.

Останніми роками для лікування раку грудної залози використовують мегавольтну терапію (терапію гальмівним випромінюванням високих енергій і швидкими електронами). При лікуванні швидкими електронами необхідну вогнищеву дозу можна підвести з мінімального числа полів опромінення.

## Променева терапія раку шлунка

Класифікація раку шлунка за системою TNM:

$T_{is}$  — преінвазивна карцинома (*carcinoma in situ*);

$T_1$  — пухлина обмежена слизовою оболонкою і підслизовим шаром;

$T_2$  — пухлина з глибокою інфільтрацією займає менше половини одного відділу шлунка;

$T_3$  — глибоко проникаюча пухлина, яка займає більше половини відділу шлунка, але не більше одного відділу шлунка;

$T_4$  — глибоко проникаюча пухлина займає більше ніж один відділ шлунка або розповсюджується на сусідні структури;

$N_0$  — відсутні регіонарні метастази;

$N_1$  — є ураження лімфатичних вузлів, розташованих на відстані менше 3 см від первинної пухлини;

$N_2$  — уражені лімфатичні вузли, які розташовані уздовж лівої шлункової, черевної і загальної печінкової артерій;

$N_3$  — є ураження парааортальних печінково-дуоденальних та інших внутрішньочеревних лімфатичних вузлів;

$M_0$  — віддалені метастази відсутні;

$M_1$  — є віддалені метастази.

Класифікація раку шлунка по стадіях:

Стадія 0 —  $T_{is} N_0 M_0$ ;

Стадія IA —  $T_1 N_0 M_0$  або  $T_1 N_1 M_0$ ;

Стадія IB —  $T_2 N_0 M_0$  або  $T_1 N_2 M_0$  або  $T_2 N_1 M_0$ ;

Стадія II —  $T_3 N_0 M_0$  або  $T_2 N_2 M_0$  або  $T_3 N_1 M_0$ ;

Стадія III A —  $T_4 N_0 M_0$ ;

Стадія III B —  $T_3 N_2 M_0$ ;

Стадія IV —  $T_4 N_{1-2} M_0$  або  $T_{1-4} N_3 M_0$  або  $T_{1-4}$ ,

$N_{0-2}, M_1$ .

Схеми стандартного лікування хворих на рак шлунка згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. «Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»».

0 ( $T_{is} N_0 M_0$ ), IA ( $T_1 N_0 M_0$ ) — хірургічне

IB ( $T_1 N_1 M_0$ ), ( $T_2 N_0 M_0$ ) — IIIB ( $T_3 N_2 M_0$ ), ( $T_4 N_1 M_0$ ) — а) хірургічне, б) ад'ювантна хіміотерапія

IV ( $T_4 N_2 M_0$ ), (T і N будь-яке,  $M_1$ ) паліативне та симптоматичне хірургічне лікування, паліативне променево та хіміотерапевтичне лікування.

### Особливості дозування і фракціонування променевої терапії та зон опромінення

Доопераційна променево терапія (використовується найчастіше)

РОД — 2 Гр, СОД — 30–40 Гр.

Післяопераційна променево терапія після радикальних операцій

РОД — 2 Гр, СОД — 40–50 Гр.

Післяопераційна променево терапія після паліативних операцій

РОД — 2 Гр, СОД — 40 Гр.

*Самостійна променево терапія*

При кардіоезофагеальному раку: РОД — 2 Гр, СОД — 60–65 Гр. Виконується у 2 етапи.

Променево терапія в схемах хіміопротроменового лікування:

РОД — 2 Гр, СОД — 40–50 Гр.

## Променево терапія раку прямої кишки

**Класифікація раку прямої кишки за системою TNM**

$T_1$  — пухлина інфільтрує слизову оболонку і підслизовий шар прямої кишки;

$T_2$  — пухлина інфільтрує м'язовий шар, без обмеження рухливості стінки кишки;

$T_3$  — пухлина проростає всі шари стінки кишки з інфільтрацією або без інфільтрації параректальної клітковини;

$T_4$  — пухлина проростає навколишні органи і тканини;

$N_0$  — немає ураження регіонарних лімфатичних вузлів;

$N_1$  — метастази в 1–3 регіонарних лімфатичних вузлах;

$N_2$  — метастази в 4 і більше регіонарних лімфатичних вузлах;

$M_0$  — немає віддалених метастазів;

$M_1$  — є віддалені метастази.

**Класифікація раку прямої кишки по стадіях**

0 стадія —  $T_{is} N_0 M_0$

I стадія —  $T_{1-2} N_0 M_0$

II стадія —  $T_{3-4} N_0 M_0$

III стадія —  $T_{0-4} N_{1-2} M_0$

IV стадія —  $T_{0-4} N_{0-4} M_1$

Схеми стандартного лікування хворих на рак прямої кишки

0 ( $T_{is} N_0 M_0$ ), I ( $T_1 N_0 M_0$ ), II ( $T_{2-3} N_0 M_0$ )

1) а) хірургічне лікування;



б) ад'ювантна розщеплена променева терапія — СОД 25–30 Гр;

2) хірургічне лікування

ША ( $T_{1-3}N_1M_0$ ), ( $T_4N_0M_0$ ), ШБ ( $T_4N_1M_0$ ), ( $T_{1-4}N_2M_0$ )

а) неоад'ювантна променева терапія;

б) хірургічне лікування;

в) ад'ювантна хіміопротонна терапія

IV (Т і N будь-яке,  $M_1$ ) — паліативне та симптоматичне хірургічне лікування, паліативне променеве та хіміотерапевтичне лікування.

Особливості дозування та фракціонування променевої терапії та зон опромінення згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. «Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»».

Доопераційна променева терапія

1. СОД — 20–25 Гр, РОД — 5 Гр

2. СОД — 40–60 Гр, РОД — 2–2,5 Гр виконується у 2 етапи

Післяопераційна променева терапія після радикальних операцій

СОД — 30–50 Гр, РОД — 2–2,5 Гр

Післяопераційна променева терапія після паліативних операцій

СОД — 40 Гр, РОД — 2–2,5 Гр

Самостійна променева терапія

СОД — 60–70 Гр, РОД — 2–2,5 Гр виконується у 2 етапи



Рис. 7.2. Лінійний прискорювач електронів: зовнішній вигляд

## Променева терапія джерелами високих енергій

Застосування щільноіонізуючого випромінювання електронами, фотонами, нейтронами, протонами є найбільш перспективним і оптимальним методом лікування хворих з важкими радіорезистентними формами злоякісних пухлин (поширені пухлини голови і шиї, саркоми м'яких тканин, рецидивуючі і метастатичні пухлини, пухлини головного мозку та ін.).

### Електронно-фотонна терапія

Електронно-фотонна терапія здійснюється дистанційно з використанням лінійних прискорювачів електронів (рис. 7.2), бетатронів, що генерують електрони та гальмівне випромінювання з енергією в діапазоні від 1 до 45 МеВ. Дозиметричну характеристику електронного випромінювання див. на рис. 4.4. Дозу, необхідну для опромінення, підбирають залежно від глибини розташування пухлини. На практиці виділяють низькоенергетичні лінійні прискорювачі (6 МеВ) та високоенергетичні (18–25 МеВ).

Сучасний лінійний прискорювач — це поєднання лінійного прискорювача та багатоплюсткового (багатопластинчатого) коліматора (рис. 7.3).

Застосування лінійних прискорювачів удвічі знижує кількість рецидивів новоутворень і променевих реакцій порівняно з опроміненням на кобальтових пристроях.

Впроваджені у клінічну практику нові технології радіотерапії, наприклад, IGRT (Image Guided Radiation Therapy — відображення об'єкта, що опромінюється в режимі реального часу), IMRT (система реалізації опромінення з модуляцією інтенсивності) та PVI (Portal Vision Imager — система портальної візуалізації), дозволяють візуально контролювати точність опромінення в режимі реального часу в процесі проведення кожного сеансу лікування за допомогою поєднаного з ліній-

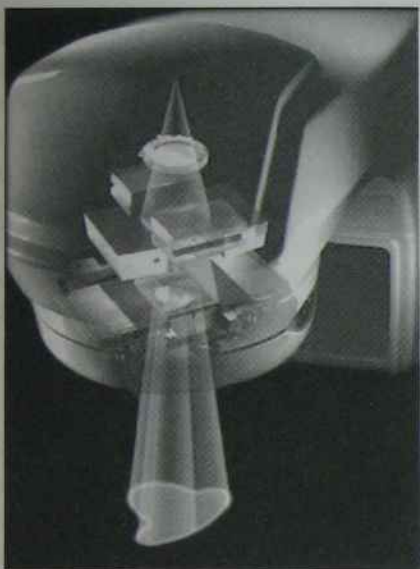


Рис. 7.3. Багатопластинчатий коліматор фірми "Varian"

ним прискорювачем кіловольтного джерела випромінювання. Важливо зазначити, що можливості клінічного використання лінійного прискорювача з багатопелюстковим коліматором (ширина пелюстки менше 0,5 см) значно ширші, ніж гамма- і кіберножа. За допомогою цього апарата можна сформувати розміри полів опромінення від  $5 \times 5$  мм до  $40 \times 40$  см, що значно розширює діапазон його застосування в онкології: можливість лікувати вогнища будь-яких розмірів.

Від початку XXI століття загально визнана традиційна фракціонована гамма-терапія  $^{60}\text{Co}$  поступово заміщується електронно-фотонною терапією на лінійних прискорювачах різних типів та гальмівним опроміненням різних енергій.

Електронна терапія показана як при поверхнево розташованих (раку шкіри, слизової оболонки порожнини рота, статевого члена, вульви, рецидивах раку грудної залози, злоякісних лімфомах шкіри, метастазах раку в поверхневій лімфатичній вузлі), так і глибоко розташованих (раку легенів, головного мозку, стравоходу, нирок та ін.) злоякісних новоутворень. Використовують традиційне фракціонування РОД 2 Гр до СОД 50–60 Гр за два етапи.

## Нейтронна терапія

*Нейтронна терапія* — вид корпускулярної променевої терапії, яка здійснюється за допомогою нейтронного випромінювання. При взаємодії нейтронного випромінювання з речовиною переважають процеси, що призводять до іонізації з високою лінійною передачею енергії, тому його називають також щільноіонізуючим (розділ 2. Особливості взаємодії нейтронного випромінювання з речовиною).

Для нейтронної терапії використовують *нейтронні генератори*, з виведеним нейтронним пучком для опромінення, та *нейтронгенеруючі РФП*. Середня енергія нейтронів у вільному просторі дорівнює 10,2 МеВ, на глибині 5 см — 7,8 МеВ. Глибина половинного ослаблення дози в тканинах дорівнює 9,5 см.

При нейтронній терапії використовують дистанційне, внутрішньопорожнинне і внутрішньотканинне опромінення.

Дистанційну нейтронну терапію проводять за допомогою циклотронів. Застосовують нейтронні пучки з енергією 6–15 МеВ при потужності дози 0,1 Гр/хвилину на відстані 1 м. При дистанційному опроміненні швидкими нейтронами просторовий розподіл енергії в тілі пацієнта див. рис. 4.4. Особливостями біологічної дії нейтронного випромінювання є незначна залежність ефекту лікування від стадії клітинного циклу та парціального тиску кисню в опромінюваних тканинах. Це сприяє руйнуванню злоякісних пухлин, радіорезистентність яких зумовлена клітинами, що повільно діляться, та клітинами, що знаходяться в стані гіпоксії. РОД при нейтронній терапії складає 0,8–1,8 Гр, СОД — 15–25 Гр.

*Методика лікування.* Лікування злоякісних пухлин проводять курсами фотонно-нейтронної терапії, що складаються з етапу опромінення на гамма-терапевтичних апаратах ("Рокус-М", "АГАТ-Р") або на медичних лінійних прискорювачах електронів у поєднанні з нейтронною терапією, яку проводять через 10–14 днів після фотонної або електронної терапії. Етап нейтронного опромінення проводиться в режимі мульт-



тифракціонування РОД 0,3 Гр 2 рази на день до СОД 2,4 Гр (відносна біологічна ефективність відповідає 14,6 Гр гамма-випромінювання). Внесок нейтронного опромінення в сумарну дозу фотонно-нейтронної терапії складає 15–20 %. Перевагою нейтронного опромінення є відсутність залежності біологічного ефекту від концентрації кисню в опромінюваних тканинах. Тому нейтронотерапію використовують при радіорезистентних пухлинах і рецидивах злоякісних пухлин після фотонного променевого лікування.

*Результати лікування:* у 60 % хворих спостерігається повна резорбція пухлини, резорбція понад 50 % пухлини спостерігається у 20,9 % хворих, резорбція менше 50 % — у 10,1 % хворих; у 4 % хворих ефект відсутній. Результати променевого лікування хворих традиційними методами в 1,5 рази менш ефективні.

До дистанційного опромінення відноситься **борнейтронзахватна терапія**. Терапевтичний ефект виникає в результаті захвату теплових чи проміжних нейтронів (з енергією менше 200 кеВ) ядрами попередньо накопичених у пухлині елементів (наприклад,  $^{10}\text{B}$ ), що захоплюють нейтрони і розпадаються з випусканням  $\alpha$ -частинок, які створюють високу щільність іонізації. Це дозволяє підвести до пухлини значну дозу опромінення.

Внутрішньопорожнинну і внутрішньотканинну нейтронну терапію (брахітерапію) можна проводити за допомогою джерела змішаного нейтронного і гамма-випромінювання —  $^{252}\text{Cf}$  (у хворих на рак шийки матки, рак язика і рак слизової оболонки порожнини рота).

## Протонна терапія

*Протонна терапія* – вид корпускулярної променевої терапії, що базується на використанні протонів високих енергій (50–1000 MeV), прискорених на синхрофазотронах і синхроциклотронах (рис. 7.4). Протонна терапія використовується для опромінення чітко відмежованих патологічних вогнищ, а також для опромінення глибоко розташованих пухлин, коли в зону опромінення

потрапляє великий об'єм здорових тканин. Протонна терапія використовується для опромінення невеликих за об'ємом внутрішньочерепних пухлин (напр., аденоми гіпофіза), пухлин ока й ін. Пухлину опромінюють одночасно з багатьох позицій джерела, завдяки чому у вогнищі створюється значна доза випромінювання (до 100 Гр).

Протонна терапія використовується також для лікування раку шийки матки, носоглотки, передміхурової залози та ін.

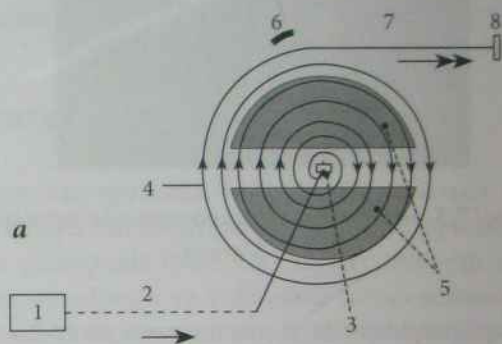


Рис. 7.4. Циклічний прискорювач протонів:

а) схема прискорювальної камери протонів у синхроциклотроні (1 — джерело протонів, 2 — пучок протонів, 3 — інжектор, 4 — прискорювальна камера, 5 — прискорюючі магніти, 6 — відхиляючий магніт, 7 — прискорений пучок протонів, 8 — об'єкт опромінення. Напрямок руху протонів — стрілка, напрямок руху прискорених протонів — подвійна стрілка); б) укладка хворого для проведення протонної терапії

**Пі-мезонна терапія** базується на використанні пі-мезонів (негативних ядерних частинок), які характеризуються високою біологічною ефективністю на одиницю дози.

## Стереотаксична радіохірургія

Стереотаксична радіохірургія — руйнування ділянки ураження (пухлини) завдяки високо-точній доставці одиночної високої дози опромінення. У радіохірургії застосовуються декілька видів апаратів: модифіковані лінійні прискорювачі типу “Trilogy” (рис. 7.5), гамма-ніж Лексела (рис. 7.6), фотонний кіберніж (рис. 7.8)

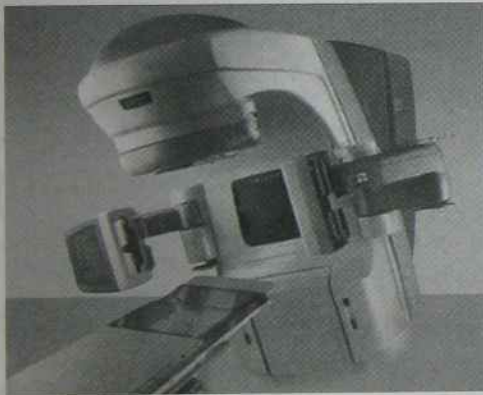


Рис. 7.5. Лінійний прискорювач “Trilogy” фірми “Varian”

### Переваги методу:

- ▶ відсутність необхідності застосування інвазивної (відкритої) хірургії;
- ▶ відсутність необхідності в загальному наркозі;
- ▶ пацієнт може бути виписаний в день проведеного лікування;
- ▶ дозволяє в більшості випадків уникнути променевого пошкодження здорової тканини поза межами пухлини.

**Гамма-ніж Лексела** (рис. 7.6): в основу апарата покладений метод стереотаксичного наведен-

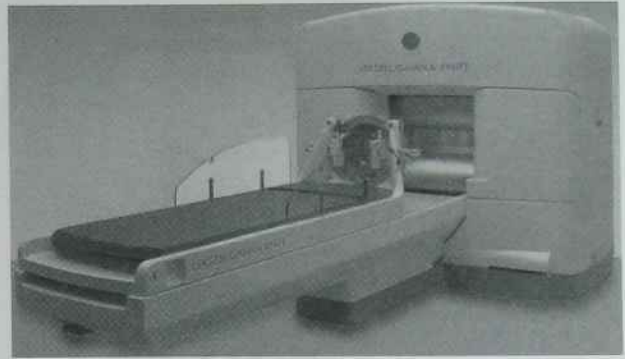


Рис. 7.6. Гамма-ніж, зовнішній вигляд апарата

ня випромінювання на опромінюваний об’єкт, що проводиться 201 джерелом радіоактивного кобальту ( $Co^{60}$ ) за допомогою стереотаксичної рамки, закріпленої над зоною опромінення, і системою лінз. Випромінювання окремо від кожного джерела фокусується в одній точці (ізоцентрі), де воно створює сумарну дозу, достатню для того, щоб отримати бажаний біологічний ефект у патологічному осередку, не зачіпаючи оточуючі неушкоджені мозкові тканини (рис. 7.7). Перевагою методу є відсутність ризику анестезіологічних, хірургічних післяопераційних та променевих ускладнень. Тривалість лікування становить від 40 хвилин до 3–4 годин залежно від кількості вогнищ ураження, об’єму пухлини, її гістологічної форми і ступеня злоякісності. Погрішності або неточності при опромінюванні гамма-ножем не перевищують 0,15 мм.

### Показання:

1. Первинні пухлини головного мозку розміром до 3 см (злоякісні та деякі доброякісні);
2. Множинні метастатичні ураження головного мозку;
3. Артеріо-венозні мальформації головного мозку.

**Кіберніж** (Cyberknife — рис. 7.8) був винайдений професором нейрохірургії та радіаційної онкології Стенфордського університету Джоном Адлером (John R. Adler) у 1992 р. Перший пацієнт пролікований у 1994 р. Два головних принципи застосовані в конструкції кіберножа: це генерація



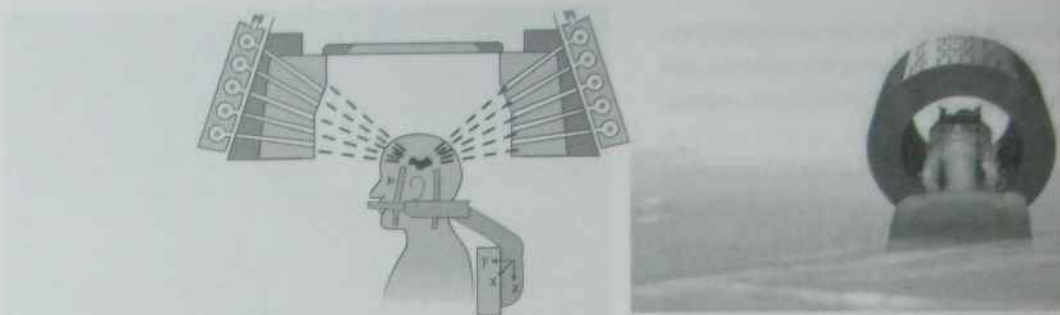


Рис. 7.7. Схематичне зображення гамма-ножа Лексела



Рис. 7.8. Система Cyberknife G4

електромагнітного випромінювання за допомогою лінійного прискорювача електронів (енергія фотонів 6 МЕВ) та роботизований маніпулятор, який дозволяє підводити іонізуюче випромінювання до будь-якої частини тіла людини з різних напрямків. Кількість напрямків, з яких маніпулятор спрямовує лінійний прискорювач, сягає 1400. У практиці планування стереотаксичної променевої терапії та радіохірургії достатньо зазвичай 100–300 напрямків. Великий діапазон рухливості роботизованого маніпулятора забезпечується трьома лінійними напрямками руху (згори — до низу, вправо — вліво, вперед — назад) та трьома ротаційними напрямками (*roll, pitch, yaw*), тобто він має 6 ступенів свободи руху. Процедурний стіл (*Robo-Coach*), на якому розміщується хворий, також має 6 ступенів свободи руху. При цьому маніпулятор лінійного прискорювача може з ви-

сокою точністю (до частки міліметра) направляти опромінювання та розташовувати прискорювач у різних положеннях. Топометрична підготовка хворих для проведення стереотаксичної радіохірургії (одна фракція) та радіотерапії (2–6 фракцій опромінювання) виконується з використанням серії комп'ютерних (512 КТ контрастних томограм з кроком 1,5 мм) на КТ та серії магнітно-резонансних томограм (МРТ з кроком 1,5 мм) з контрастом. Для відтворення тривимірного анатомо-топографічного зображення необхідної ділянки голови чи тіла хворого з патологічним вогнищем виконується процедура злиття (*Fusion*) КТ- та МРТ-томограм у трьох проєкціях (сагітальній, коронарній, аксіальній). Ця процедура забезпечує філігранну точність визначення конфігурації патологічного вогнища, оточуючих здорових тканин та критичних органів, які вимальовуються на кожному зрізі.

**Модифіковані лінійні прискорювачі** (рис. 7.5) можуть працювати як у хірургічному (однократна доза 15–25 Гр, розміри пухлини до 3–4 см), так і в терапевтичному (3–6 фракцій по 5–20 Гр, розміри пухлини більше 3–4 см) режимах.

*Застосування радіохірургічних методик передбачає дотримання ряду основних принципів та вимог:*

- ▶ отримання повної інформації про ступінь розповсюдження пухлинного процесу для визначення необхідного об'єму опромінювання, який вимагає на етапі передпроменевої підготовки використання КТ-, МРТ-, ПЕТ-методів дослідження, а також КТ- або МРТ-симулятора;

- ▶ комп'ютерного дозиметричного планування з вибором виду (гамма-, фотонне чи електронне) та енергії випромінювання і створення комп'ютерного об'ємного інверсійного образу (моделі) пухлини;
- ▶ багаторазової верифікації зони опромінення до початку і в процесі променевого лікування, можливості порівняння зображення з даними діагностичних досліджень для корегування плану опромінення;
- ▶ використання фіксуючих пристосувань і пристроїв для можливості відтворення сеансів опромінення пацієнтів.

Радіохірургічні методики лікування онкологічних хворих можуть проводитись як за один, так і за декілька сеансів опромінення (фракційне опромінення — 2–5 процедур і більше) залежно від застосовуваних для цього апаратів.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть структуру кабінету дистанційної променевої терапії.
2. Охарактеризуйте розподіл енергії гамма-променів у тканинах організму.
3. Перечисліть план лікування II стадії недрібноклітинного раку легенів.
4. Перечисліть план лікування III стадії дрібноклітинного раку легенів.
5. Перечисліть план лікування I стадії раку грудної залози.
6. Перечисліть план лікування III стадії раку грудної залози.
7. Перечисліть план лікування III стадії раку нижньогрудного відділу стравоходу.
8. Перечисліть план лікування II стадії раку прямої кишки.
9. Перерахуйте переваги стереотаксичної променевої терапії.
10. Види променевої терапії джерелами високих енергій.
11. Переваги радіохірургічного методу лікування.

### Тестові завдання

1. Джерелом енергії при далекодистанційній гамма-терапії є:
  - а)  $^{60}\text{Co}$ ;
  - б) I-131;
  - в) Au-198.
2. Яке з перерахованих іонізуючих випромінювань використовують для дистанційної променевої терапії?
  - а)  $\gamma$ -випромінювання;
  - б) альфа-випромінювання;
  - в) лазерне.
3. Пік Бреґга в кінці пробігу в тканинах утворюють:
  - а)  $^1\text{H}$  протони;
  - б)  $\gamma$ -випромінювання;
  - в) рентгеновипромінювання;
  - г) бета-випромінювання.
4. Для корекції дозового поля в тканинах використовують додаткові пристосування:
  - а)  $^1\text{H}$  компенсатори з тканиноеквівалентних матеріалів;
  - б) діафрагму;
  - в) радіаційну головку;
  - г) затулку з вольфраму.
5. Яка перевага нейтронної терапії дозволяє використовувати її для лікування високорадіорезистентних пухлин і рецидивів пухлини після променевої терапії іншими джерелами іонізуючого випромінювання?
  - а)  $^1\text{H}$  відсутність "кисневого ефекту";
  - б) відсутність електричного заряду нейтронів;
  - в) висока проникна здатність.
6. При недрібноклітинному раку легенів у I стадії показане лікування:
  - а)  $^1\text{H}$  хірургічне;
  - б) комбіноване;
  - в) комплексне.
7. При недрібноклітинному раку легенів у II стадії показане лікування:
  - а)  $^1\text{H}$  комбіноване;
  - б) хірургічне;
  - в) комплексне.

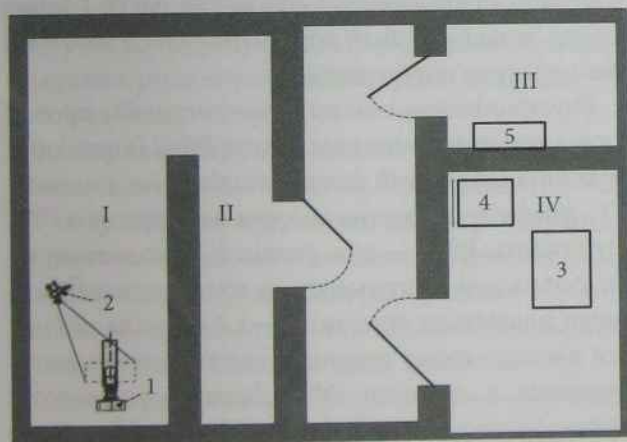


8. При недрібноклітинному раку легенів у III стадії показано лікування:
- \*комплексне;
  - комбіноване;
  - хірургічне.
9. Променева терапія раку молочної залози проводиться шляхом:
- \*терапії швидкими електронами;
  - контактною бета-терапією;
  - методом вибіркового накопичення радіонуклідів.
10. Для лікування раку молочної залози в I стадії використовують лікування:
- \*комбіноване;
  - хірургічне;
  - комплексне.
11. При лікуванні раку шийного та грудного відділів стравоходу у I-III стадіях використовують:
- \*поєднану променеву терапію (ДГТ та ВПГТ);
  - внутрішньотканинну бета-терапію;
  - дистанційну рентгенотерапію.
12. Лікування раку середньо- та нижньогрудного відділів стравоходу в I-III стадіях проводять за допомогою:
- \*комбінованого лікування;
  - внутрішньотканинної бета-терапії;
  - поєднаної променевої терапії (ДГТ та ВПГТ).
13. Передопераційну променеву терапію при раку шлунка доцільно проводити при:
- \*I-III стадіях процесу;
  - тільки I стадії процесу;
  - IV стадії процесу.
14. При лікуванні раку прямої кишки в 0 стадії використовують:
- \*трансанальне видалення пухлини;
  - комбіноване лікування;
  - поєднану променеву терапію.
15. При лікуванні раку прямої кишки в I стадії використовують:
- \*комбіноване лікування;
  - трансанальне видалення пухлини;
  - поєднану променеву терапію (ДГТ та ВПГТ).
16. При лікуванні раку прямої кишки в II стадії використовують:
- комбіноване лікування;
  - трансанальне видалення пухлини;
  - поєднану променеву терапію (ДГТ та ВПГТ);
  - \*все зазначене.
17. Лікування раку шийки матки в I стадії проводять за допомогою:
- \*комбінованого лікування;
  - хірургічного лікування;
  - поєднаної променевої терапії;
  - паліативної ДПТ.
18. Лікування раку шийки матки в III стадії проводять за допомогою:
- \*поєднаної променевої терапії;
  - комбінованого лікування;
  - хірургічного лікування;
  - паліативної ДПТ.

### Влаштування кабінету контактної променевої терапії

Схема влаштування кабінету для проведення внутрішньопорожнинної контактної променевої терапії за допомогою шлангового апарата (рис. 8.1).

Апарати, джерела випромінювань для контактних методів — див. розділ 4.



**Рис. 8.1.** Схема влаштування кабінету для проведення внутрішньопорожнинної контактної променевої терапії:

I — апаратна; II — лабіринт; III — пультова; IV — маніпуляційна; 1 — апарат для внутрішньопорожнинної гамма-терапії; 2 — телевізійна система спостереження; 3 — крісло для пацієнта; 4 — стіл для ендостатів; 5 — пульт управління апаратом

### Методи контактної променевої терапії

1. **Внутрішньопорожнинний метод** променевої терапії використовується при злоякісних пухлинах порожнини рота (альвеолярний рак, рак язика, піднебіння, рак губи, слизової оболонки щоки тощо), стравоходу, прямої кишки, піхви, шийки матки, тіла матки. Джерело випромінювання максимально близько розташовують до пухлини. Безпосередній контакт джерела випромінювання дозволяє отримати високу поглинуту дозу в патологічному осередку (рис. 8.2).



**Рис. 8.2.** Розташування гамма-препаратів у ендостаті при проведенні внутрішньопорожнинної гамма-терапії пухлини верхньої і середньої третини стравоходу (рентгенограма в правій косій проекції)



Методика внутрішньопорожнинної гамма-терапії передбачає використання шлангового апарата для внутрішньопорожнинної гамма-терапії (рис. 8.3). З метою виключення безпосереднього контакту персоналу із закритими джерелами випромінювань використовують метод "Afterloading" (послідовне введення). Спочатку в порожнину вводять ендостат і фіксують його в необхідному місці без джерела випромінювання, потім приєднують ендостат до шланга апарата, після чого з пульта управління шланговим терапевтичним апаратом включають механізм транспортування радіоактивних препаратів зі сховища апарата в ендостат. Після закінчення сеансу опромінення радіоактивні препарати автоматично повертаються в сховище апарата.



Рис. 8.3. Схема влаштування апарата для внутрішньопорожнинної гамма-терапії (а); б) ендостати

## 2. Внутрішньотканинний метод променевої терапії

**Внутрішньотканинна гамма-терапія.** Радіоактивні гамма-препарати (закриті або відкриті джерела випромінювань) вводять безпосередньо в тканину пухлини.

Використовують наступні форми закритих радіоактивних препаратів: голки (рис. 8.4), намистини, трубочки, шовний матеріал з гранулами  $^{60}\text{Co}$  й ін.

Внутрішньотканинний метод показаний і як самостійний метод, і в комбінації з радикальним або паліативним хірургічним втручанням при раку грудної залози, легенів, злоякісних пухлинах м'яких тканин та ін.

При внутрішньотканинному методі променевої терапії створюється висока доза опромінення в пухлині в той час, коли у навколишніх тканинах поглинута енергія значно менша. Для створення рівномірного дозного поля окремі радіоактивні препарати вводять у пухлину і навколо неї паралельними рядами через 1–1,2 см один від одного у вигляді прямокутника або інших фігур і залишають їх на 6–7 діб до досягнення СОД 60–70 Гр (безперервне опромінення).

**Внутрішньотканинну бета-терапію** проводять з використанням відкритих РФП (колоїдних розчинів і суспензій радіонуклідів  $^{198}\text{Au}$ , силікату  $^{90}\text{Y}$ , фосфату цирконію або фосфату хрому з  $^{32}\text{P}$ ). Отримання РФП — див. розділ 9. Використовуючи спеціальні інструменти, в пухлину паралельними рядами на відстані 0,6–1,2 см одна від одної вводять голки шприців, які видаляють після введення в тканини РФП. Дози розраховують, користуючись математичними формулами. РФП

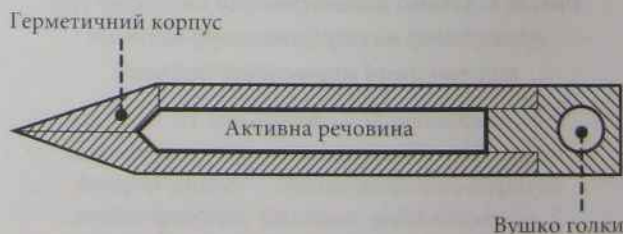


Рис. 8.4. Схема радіоактивної голки

по лімфатичних шляхах потрапляє в регіонарні лімфатичні вузли, де відбувається опромінення можливих метастатичних ракових клітин.

3. **Стереотаксичний інтерстиціальний метод** контактної променевої терапії — це розташування радіоактивних препаратів у ложі пухлини (після її видалення) під час оперативного втручання. Після завершення опромінення препарати видаляють. Реалізується шляхом імплантації в пухлину багатьох джерел випромінювання, таких як  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{125}\text{I}$  та інших. Разом ці імплантовані джерела створюють поле опромінення, яке повністю відповідає об'єму мішені (пухлини). За таких умов пухлина опромінюється летальними дозами, тоді як оточуючі неушкоджені тканини отримують значно меншу поглинуту дозу. Ця методика переважно застосовується як компонент чи доповнення до дистанційного опромінення при пухлинах, що не перевищують 5 см у діаметрі.

Метод широко використовується при лікуванні I–II стадії раку передміхурової залози: під контролем ультразвукового дослідження в тканину органа рівномірно імплантують кристали  $^{125}\text{I}$  (система Репід – Стренд).

4. **Інтраопераційний метод** — опромінення ложа пухлини (після її видалення) під час оперативного втручання. Для інтраопераційного опромінення використовують ті самі джерела, що й при інтерстиціальній терапії. Після завершення опромінення препарати видаляють. Основна мета даного методу — вплив на залишкові мікроскопічні пухлинні тканини та запобігання можливого метастазування з зони первинного вогнища.

5. **Аплікаційний метод** променевої терапії — це метод контактної променевої терапії, при якому радіоактивні препарати розташовують на поверхні ураженої ділянки тіла хворого. Використовують при поверхнево розташованих злоякісних пухлинах на ранніх стадіях їх розвитку (рак шкіри, слизової оболонки рота, нижньої губи). Радіоактивні бета- або гамма-випромінюючі джерела розміщують у товщі

попередньо виготовленого пластмасового аплікатора, що відповідає формі ділянки опромінення. Джерела в аплікаторі розташовують рівномірно, найчастіше в одній площині у вигляді прямокутника або багатокутника. Аплікатор фіксують у ділянці патологічного вогнища. Опромінення здійснюють щодня протягом 4–6 годин залежно від потужності дози джерела випромінювання.

6. **Радіонуклідна терапія** — окремий метод лікування ряду доброякісних і злоякісних пухлин за допомогою відкритих джерел:  $^{32}\text{P}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{198}\text{Au}$ . Цей метод в усьому світі відноситься до спеціальності “Ядерна медицина”, а в Україні — “Радіонуклідна діагностика і терапія” (розділ 9).

Суть метода полягає в тому, що внутрішньовенно або перорально введені радіофармпрепарати в лікувальних (не діагностичних) дозах вибірково накопичуються в пухлинах або конкретних органах і за рахунок бета-випромінювання створюють необхідну поглинуту лікувальну дозу. Основною умовою лікування є використання бета-випромінювачів або джерел з бета-компонентом для створення максимальної поглинутої дози в мішені.

#### Показання для використання методу:

1. Комплексне лікування високодиференційованих пухлин (фолікулярний і папілярний рак) щитоподібної залози ( $^{131}\text{I}$ ).
2. Лікування тиреотоксикозу ( $^{131}\text{I}$ ).
3. Лікування метастазів різних пухлин (особливо гормонозалежних) у кістки ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ).
4. Лікування метастатичних плевритів і асцитів (внутрішньоплевральне введення) —  $^{198}\text{Au}$ .
5. Лікування істинної поліцитемії ( $^{32}\text{P}$ ).

Радіонуклідну терапію проводять у спеціальних відділеннях онкологічних клінік, де є умови для ведення і спостереження за хворими в умовах отримання ними високих лікувальних доз відповідних РФП (3500 МБк  $^{131}\text{I}$ , до 500 МБк  $^{89}\text{Sr}$ , 200 МБк  $^{198}\text{Au}$ ); ці дози потребують ізоляції хворих на термін від 5 днів ( $^{89}\text{Sr}$ ) до 2-х тижнів ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{198}\text{Au}$ ).



Основні умови функціонування цих відділень:

- ▶ “активна” зона — палати, де перебувають хворі; ця зона зв’язана телекомунікаційно з місцем медсестри і санітарки;
- ▶ “чиста” зона — місце знаходження персоналу відділення;
- ▶ в “активній” зоні, де ведуться роботи з лікувальними активностями РФП, повинен бути окремий санпропускник, санвузол і ванна, які відокремлюються від “чистої” зони тамбуром;
- ▶ при виході з “активної” зони в “чисту” зону має бути пост радіометричного контролю за забрудненістю рук, спецодягу і взуття персоналу;
- ▶ для видалення рідких відходів з цього відділення в каналізацію повинні бути відстійники, де затримуються господарські відходи до дозволених ОСПУ рівнів.

## Приклади використання контактної променевої терапії при лікуванні окремих злоякісних пухлин

### Променева терапія раку стравоходу

Класифікація раку стравоходу за системою TNM:

$T_0$  — первинна пухлина не визначається;  
 $T_{is}$  — преінвазивна карцинома: інтраепітеліальна пухлина без інвазії базальної мембрани (*carcinoma in situ*);

$T_1$  — пухлина інфільтрує слизову оболонку і підслизовий шар стінки стравоходу;

$T_2$  — пухлина інфільтрує м’язову оболонку стінки стравоходу;

$T_3$  — пухлина інфільтрує шари стінки стравоходу;

$T_4$  — пухлина розповсюджується на сусідні структури середостіння;

$N_0$  — немає метастатичного ураження регіонарних лімфатичних вузлів;

$N_1$  — є метастатичне ураження регіонарних лімфатичних вузлів;

$M_0$  — немає ознак віддалених метастазів;

$M_1$  — є віддалені метастази.

Класифікація раку стравоходу по стадіях:

0 стадія —  $T_{is} N_0 M_0$ ;

I стадія —  $T_1 N_0 M_0$ ;

II стадія —  $T_{2-3} N_{0-1} M_0$ ;

III стадія —  $T_{3-4} N_{1-2} M_0$ ;

IV стадія — будь-яка T, будь-яка N,  $M_1$ .

Схеми стандартного лікування хворих на рак стравоходу (шийний та верхньогрудний відділи) згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. “Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»”:

A. Шийний і верхньогрудний відділи:

Стадії I–II

- ▶ дистанційна променева терапія (ДПТ) як самостійне лікування, РОД 1,8–2 Гр, 5 разів на тиждень, СОД 60–65 Гр;
- ▶ поєднана променева терапія (ДПТ 45–50 Гр + внутрішньопорожнинна гамма-терапія до СОД 70–75 Гр);
- ▶ поліхіміотерапія.

B. Середньо-, нижньогрудний і абдомінальні відділи:

Стадії I–III

- ▶ передопераційна ДПТ: СОД 40–45 Гр у класичному режимі фракціонування (РОД 1,8–2 Гр 5 разів на тиждень);
- ▶ хірургічне лікування (через 2–3 тижні після завершення ПТ);
- ▶ поліхіміотерапія.

V. Стадія IV

- ▶ симптоматична операція (гастростомія);
- ▶ паліативна ПТ (СОД 40–45 Гр);
- ▶ паліативна ХТ.

### Особливості дозування і фракціонування променевої терапії та зон опромінення

Доопераційна променева терапія:

- ▶ СОД 30 Гр середніми фракціями (РОД 2–2,5 Гр) на весь стравохід, середостіння та зону черевного стовбура

*Післяопераційна променева терапія після радикальних операцій:*

- ▶ СОД 30 Гр середніми фракціями (РОД 2–2,5 Гр) на весь стравохід, середостіння та зону черевного стовбура

*Самостійна променева терапія:*

- ▶ СОД 60 Гр (за 2 етапи з інтервалом 2 тижні) середніми фракціями (РОД 2–2,5 Гр) на весь стравохід, середостіння та зону черевного стовбура

*Променева терапія в схемах хіміопроменевого лікування:*

- ▶ СОД 60 Гр (за 2 етапи з інтервалом 1 місяць) середніми фракціями (РОД 2–2,5 Гр) на весь стравохід, середостіння та зону черевного стовбура.

## Променева терапія раку шийки матки

Серед злоякісних пухлин жіночих статевих органів рак шийки матки посідає перше місце.

Класифікація раку шийки матки за системою TNM:

- $T_0$  — пухлина не визначається;
- $T_{is}$  — карцинома *in situ*;
- $T_1$  — карцинома, обмежена шийкою матки;
- $T_2$  — карцинома поширена за межі шийки матки, але не досягає стінок таза або переходить на піхву до нижньої її третини, не інфільтрує або інфільтрує параметрій;
- $T_3$  — карцинома поширена на нижню третину піхви і/або розповсюджується на стінки таза, можливий гідронефроз в результаті здавлення сечоводу пухлиною;
- $T_4$  — пухлина поширена на слизову оболонку сечового міхура чи пряму кишку або поширена за межі малого таза;
- $N_0$  — немає метастазів у регіонарних лімфатичних вузлах;
- $N_1$  — є метастази в регіонарних лімфатичних вузлах;
- $M_0$  — немає віддалених метастазів;
- $M_1$  — є віддалені метастази.

Класифікація раку шийки матки по стадіях:

- 0 стадія ( $T_{is}N_0M_0$ )
- I стадія ( $T_1N_0M_0$ )
- II стадія ( $T_2N_0M_0$ )
- III стадія ( $T_{1-3}N_1M_0$ )
- IV стадія ( $T_{0-4}N_1M_1$ )

У 1938 р. *Tod i Meredit* запропонували проводити розрахунок доз при плануванні променевої терапії раку шийки матки, використовуючи дві умовні точки А і Б, що розташовані на рівні внутрішнього зів'язу шийки матки (рис. 8.5). Точка А знаходиться на 2 см латеральніше від середньої осі маткового каналу (О), точка Б знаходиться на цьому ж рівні та віддалена латерально від середньої осі матки на 5 см (зона латеральних відділів параметральної клітковини і лімфатичних вузлів бічної стінки таза).

Стадія 0–I

1. Хірургічне лікування.
2. Внутрішньопорожнинна променева терапія (метод вибору) — 40 Гр на точку А.

Стадія II

I. Комбіноване лікування:

- ▶ доопераційна внутрішньопорожнинна променева терапія: РОД 10 Гр на точку А,

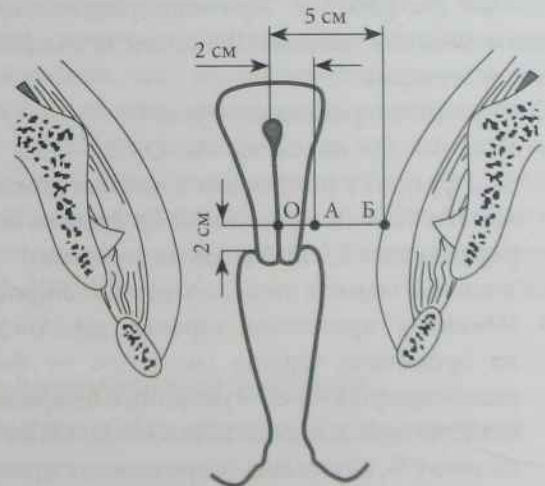


Рис. 8.5. Схема розташування точок О, А і Б при плануванні променевої терапії раку шийки матки



сумарна — 20 Гр за 2 фракції з інтервалом 7 днів — через 24–48 годин;

- ▶ хірургічне лікування (через 2–3 тижні);
- ▶ післяопераційна дистанційна променева терапія на ділянку малого таза сумарною дозою 40 Гр (разова осередкова доза 1,8–2,0 Гр 5 разів на тиждень).

II. Поєднана променева терапія — альтернативний метод лікування (дистанційна променева терапія — 15 Гр на точки ОАБ, 40 Гр на точку Б (можливо на фоні радіомодифікаторів), внутрішньопорожнинна променева терапія 50 Гр на точку А, або сумарними дозами — 75 Гр на точку А, 65 Гр на точку Б (при наявності метастатичного ураження регіонарних лімфатичних вузлів).

Стадія III  $T_3 N_0 M_0$

I. Поєднана променева терапія (можливо на фоні радіомодифікаторів) — сумарними осередковими дозами 80–85 Гр на точку А, 65 Гр на точку Б. Стадія IV  $T_4$ , будь-яке T при  $M_1$  — паліативні курси поліхіміотерапії.

II. Паліативні курси променевої терапії та поліхіміотерапії при відсутності протипоказань та доцільності їх застосування.

Особливості дозування та фракціонування променевої терапії та зон опромінення хворих на рак шийки матки згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. «Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»».

*Доопераційна променева терапія*

- ▶ РОД 10 Гр на точку А, СОД — 20 Гр за 2 фракції з інтервалом 7 днів на ділянку малого таза сумарно до 40 Гр (разова осередкова доза 2,0 Гр 5 разів на тиждень).

*Ад'ювантна терапія після радикальних операцій*

- ▶ Поєднана променева терапія: дистанційна променева терапія (можливо на фоні радіомодифікаторів) сумарними осередковими дозами 15 Гр на точки ОАБ, 42–44 Гр на точку Б, внутрішньопорожнинна променева терапія — 50 Гр на точку А або, при наявності метастатичного ураження регіонарних лімфатичних вузлів, сумарними дозами 75 Гр на точку А, 65 Гр на точку Б.

*Самостійна променева терапія:*

- ▶ Поєднана променева терапія (можливо на фоні радіомодифікаторів) — сумарними осередковими дозами 80–85 Гр на точку А, 65 Гр на точку Б.

*Променева терапія у схемах хіміопроменевого лікування*

- ▶ Дистанційне опромінення малого таза разовою осередковою дозою 2 Гр 5 разів на тиждень сумарно до 30 Гр за 15 фракцій на фоні хіміотерапії.

П'ятирічне виживання після променевої терапії раку шийки матки при першій стадії— 90 %, при другій стадії— 60 %, при третій стадії— 35 %. В середньому для всіх стадій раку шийки матки п'ятирічне виживання складає 58 % спостережень.

## Радіонуклідна терапія раку щитоподібної залози

Класифікація раку щитоподібної залози за системою TNM:

$T_0$  — пухлина не визначається;

$T_{is}$  — карцинома *in situ*;

$T_1$  — поодинокий вузол в одній частці залози без обмеження її рухливості;

$T_2$  — множинні вузли в одній частці з деформацією чи без деформації залози, без обмеження рухливості;

$T_3$  — пухлина уражує обидві частки залози із деформацією або без деформації залози, без обмеження рухливості;

$T_4$  — пухлина розповсюджується за межі капсули залози;

$N_0$  — відсутні ознаки ураження регіонарних лімфовузлів;

$N_{1-3}$  — визначається метастазування в регіонарні лімфатичні вузли;

$M_0$  — віддалені метастази не визначаються;

$M_1$  — є віддалені метастази.

Класифікація раку щитоподібної залози по стадіях:

Стадія I ( $T_1 N_0 M_0$ )

Стадія II ( $T_{2-3} N_0 M_0$ )

Стадія III ( $T_4 N_0 M_0$ ) або ( $T_{1-4} N_1 M_0$ )

Стадія IV ( $T_{1-4} N_{0-1} M_1$ )

Схеми стандартного лікування хворих на рак щитовидної залози згідно з наказом МОЗ України № 554 від 17.09.2007 р. "Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»".

Папілярний та фолікулярний рак

Стадія I ( $T_{1a} N_0$ )

1. Хірургічне лікування.

Стадія I ( $T_{1b} N_0 M_0$ ) IV ( $T_{2-4} N_0 M_0$ )

1. Хірургічне лікування — тиреоїдектомія.

2. Радіойодтерапія.

3. Супресивна гормонотерапія.

Стадія II–IV ( $T_{1-4} N_1 M_{0-1}$ )

1. Хірургічне лікування.

2. Радіойодтерапія.

3. Супресивна гормонотерапія.

Медулярний рак

Стадія I ( $T_1 N_0 M_0$ )

1. Хірургічне лікування.

2. Променева терапія.

Стадія II–IV ( $T_{2-4} N_{0-1} M_1$ )

1. Хірургічне лікування.

2. Променева терапія — дистанційна гамма-терапія на зону первинного вогнища та регіонарних лімфовузлів, разова осередкова доза 2,0 Гр до сумарної осередкової дози 50–60 Гр.

Недиференційований рак

IV стадія ( $T_{1-4} N_{0-1} M_{0-1}$ )

1. Хірургічне лікування.

2. Променева терапія (дистанційна гамма-терапія) на зону первинного вогнища та регіонарних лімфовузлів, разова осередкова доза 2,0 Гр до сумарної дози 50–60 Гр.

3. Ад'ювантна хіміотерапія.

*Особливості дозування та фракціонування променевої терапії і зон опромінення*

Дистанційна гамма-терапія: РОД — 2 Гр, СОД — 55–60 Гр.

**Радіойодтерапія** при папілярному та фолікулярному формах раку II–IV стадій

( $T_{2-4} N_{0-1} M_{0-1}$ )  $^{131}I$  активністю 1,8–4,0 ГБк (1800–4000 МБк).

## Радіонуклідна терапія тиреотоксикозу

Для лікування тиреотоксикозу використовують метод вибіркового накопичення  $^{131}I$  в тканині щитоподібної залози.

*Показання до лікування радіоактивним йодом:* хворі на тиреотоксикоз, яким протипоказане хірургічне лікування; хворі з супутніми захворюваннями: діабетом, туберкульозом легенів, з вираженим геморагічним синдромом.

*Протипоказання для проведення лікування радіоактивним йодом:* вагітність і період лактації, дитячий вік, вузловий зоб.

Маса щитоподібної залози в нормі 25–30 г. При дифузному зобі другого ступеня маса щитоподібної залози складає 50–60 г, третього ступеня — 80–90 г, четвертого — 120–140 г.

*Розрахунок терапевтичної активності  $^{131}I$ .* Хворим на тиреотоксикоз середньої тяжкості призначають 2,5–3 МБк  $^{131}I$  на 1 г тканини щитоподібної залози, хворим на важку форму тиреотоксикозу — до 3,5 МБк на 1 г тканини щитоподібної залози.

*Методика лікування.* Хворому на тиреотоксикоз середнього ступеня тяжкості призначають одноразово всю розраховану активність йоду. Важким хворим призначають разову активність 75–110 МБк кожних 5–7 днів до досягнення сумарної розрахункової активності  $^{131}I$  або призначають разову активність 35–70 МБк з інтервалом один місяць до досягнення сумарної активності 250–300 МБк.

## Радіонуклідна терапія множинних метастазів у кістки

У кістки частіше метастазують: рак грудної залози, гіпернефроїдний рак, рак легенів, рак передміхурової залози, рак товстої кишки, щитоподібної залози, тіла матки, шкіри та ін.



Показання до радіонуклідної терапії — хворі з множинними метастазами злоякісних пухлин різних локалізацій у кістки:

- ▶ ураження кісток при мієломній хворобі;
- ▶ системні (множинні) пухлинні захворювання кісток з присутністю різкого больового синдрому.

Дистанційна променева терапія ефективна при поодиноких метастазах. ДПТ поодиноких метастазів: РОД 2–3 Гр до СОД 40–60 Гр.

При множинних метастазах у кістки ефективна поєднана променева терапія: остеотропний РФП і дистанційна гамма-терапія уражених ділянок кісток. В якості остеотропних РФП використовують Метастрон ( $^{89}\text{Sr}$ -хлорид) або  $^{32}\text{P}$ . Метастрон (діюча речовина — стронцій-89). Стронцій-89 є бета-випромінювачем, фізіологічний аналог  $\text{Ca}^{2+}$  з вибірковою накопиченням остеобластичними кістковими метастазами (затримується в них приблизно на 100 днів), не метаболізується. Механізм дії зумовлений прямою пошкоджуючою дією бета-частинок на клітини метастазів. Препарат вводиться внутрішньовенно одноразово активністю 150 МБк.

При застосуванні  $^{32}\text{P}$  терапевтичною активністю 333–544 МБк у більшості хворих з множинним ураженням кісток зменшується або припиняється біль, поліпшується загальний стан, а у деяких хворих тимчасово відновлюється працездатність.

В останній час методи радіонуклідної терапії з  $^{32}\text{P}$  і  $^{89}\text{Sr}$  комбінуються з введенням модифікаторів (хіміотерапевтичні препарати) і бісфосфонатів (бонєфос, зомета), які значно покращують медіану виживаності і збільшують періоди безбольової ремісії хворих.

До радіонуклідної терапії відноситься і **метод вибіркового накопичення ізотопів** — хворому вводять внутрішньовенно РФП, який вибірково накопичується в пухлині і руйнує її. Прикладом цього способу руйнування є імуносцинтиграфія моноклональними антитілами, міченими РФП. Цим методом успішно лікуються меланоми, рак шкіри, яєчників, злоякісні семіноми яєчок у чоловіків та деякі інші пухлини.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Методи контактної променевої терапії (брахітерапії).
2. Завдання контактної променевої терапії в онкології.
3. Стереотаксичний інтерстиціальний метод брахітерапії.
4. Аплікаційний метод брахітерапії.
5. Злоякісні пухлини, які потребують поєднаної променевої терапії.
6. Поєднана променева терапія раку шийки матки.
7. Комплексна терапія високодиференційованих форм раку щитоподібної залози.
8. Радіонуклідна терапія метастазів раку в кістки.

### Тестові завдання

1. Яка властивість радіоактивного ізотопу застосовується при методі вибіркового накопичення?
  - а) добра розчинність;
  - б) \*специфічна органотропність;
  - в) невеликий період напіввиведення.
2. При лікуванні раку шийки матки II стадії в точці Б СОД дорівнює:
  - а) при ДПТ СОД 40–42 Гр, а ВПГТ СОД 10,5 Гр;
  - б) \*при ДПТ СОД 40 Гр, а ВПГТ СОД 15 Гр;
  - в) при ДПТ СОД 40–42 Гр, а ВПГТ СОД 13,5 Гр.
3. Режим хворих, які отримують внутрішньотканинну променеву терапію:
  - а) загальний;
  - б) ліжковий;
  - в) \*обмежений "активною" палатою.
4. Яку активність  $^{131}\text{I}$  призначають для лікування метастазів раку щитоподібної залози?
  - а) 1500–2000 МБк  $^{131}\text{I}$ ;
  - б) 1700–2300 МБк  $^{131}\text{I}$ ;
  - в) 2000–2700 МБк  $^{131}\text{I}$ ;
  - г) \*2700–4000 МБк  $^{131}\text{I}$ .
5. Для лікування раку шийки матки II стадії показана:
  - а) комплексна терапія;

- б) \*поєднана променева терапія;  
в) дистанційна радіотерапія;  
г) внутрішньопорожнинна радіотерапія.
6. Внутрішньопорожнинна променева терапія може проводитись:  
а) закритими джерелами випромінювання;  
б) відкритими джерелами випромінювання;  
в) \*всім зазначеним.
7. Який метод променевої терапії доцільно використувати при множинних метастазах у кістки?  
а) далекодистанційний;  
б) \*комплексний;  
в) контактний.
8. При лікуванні тиреотоксикозу використовують наступний метод:  
а) аплікаційний;  
б) \*радіоїодтерапія  $^{131}\text{I}$ ;  
в) внутрішньопорожнинний;  
г) радіохірургічний.
9. Стереотаксична інтерстиціальна променева терапія показана:  
а) \*під час оперативного втручання;  
б) передопераційно;  
в) післяопераційно;  
г) у всіх зазначених випадках.
10. Для внутрішньотканинної гамма-терапії використовують:  
а)  $^{32}\text{P}$ ;  
б)  $^{131}\text{I}$ ;  
в)  $^{89}\text{Sr}$ ;  
г)  $^{60}\text{Co}$ .
11. Радіонуклідна терапія з  $^{131}\text{I}$  використовується при:  
а) низькодиференційованому анапластичному раку щитоподібної залози;  
б) раку передміхурової залози;  
в) \*високодиференційованому раку щитоподібної залози;  
г) у всіх зазначених випадках.
12. Внутрішньопорожнинна гамма-терапія при раку стравоходу застосовується:  
а) як самостійне лікування;  
б) як паліативне лікування;  
в) \*як поєднана променева терапія.
13. Остеотропними РФП для паліативного лікування метастазів у кістки є:  
а)  $^{131}\text{I}$ -хлорид;  
в)  $^{89}\text{Sr}$ -хлорид;  
б)  $^{60}\text{Co}$ .
14. Низькодиференційовані форми раку щитоподібної залози лікуються наступними методами:  
а) \*хіміотерапія + променева терапія;  
б) рентгенотерапія;  
в)  $^{131}\text{I}$ -терапія;  
г) усе зазначене.
15. Для радіонуклідної терапії використовуються:  
а) альфа-випромінювачі;  
б) \*бета-випромінювачі;  
в) гамма-випромінювачі.
16. Метастази високодиференційованого раку щитоподібної залози в легені лікуються:  
а) хірургічним методом;  
б) дистанційною променевою терапією;  
в) хіміотерапією;  
г) \*радіоїодтерапією.



## Методи візуалізації в променевій діагностиці, принципи отримання діагностичних зображень

Розділ 9. Радіонуклідна діагностика

Розділ 10. Рентгенологічна діагностика, комп'ютерна томографія, спіральна комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, ультразвукова діагностика

*Променева діагностика вивчає використання іонізуючих і неіонізуючих видів випромінювання для дослідження будови і функції органів та систем людини.*

*Використання іонізуючих випромінювань (квантового і корпускулярного) лежить в основі рентгенологічного, КТ, СКТ і радіонуклідного методів досліджень, а використання неіонізуючих випромінювань (ультразвукового і резонансного) лежить в основі ультразвукового і магнітно-резонансного методів досліджень.*

*Лікар-радіолог визначає показання до виконання методів променевого дослідження та складає програму і алгоритм променевого дослідження для кожного конкретного хворого.*

*Залежно від клінічного випадку променеве дослідження починають з методик, в яких не використовують іонізуючі випромінювання. При необхідності застосовують методики, що базуються на використанні іонізуючих випромінювань і дозволяють отримати більш змістовну діагностичну інформацію.*

**Радіонуклідна діагностика** — це розділ медичної радіології, який вивчає методи дослідження функції і морфології органів і систем людини за допомогою радіофармпрепаратів (РФП).

РФП — це радіонукліди або хімічні сполуки, в яких частина нейтральних атомів замінена радіоактивними. Хімічні властивості радіонуклідів тотожні властивостям стабільних хімічних елементів і тому їх метаболізм в організмі однаковий, що дозволяє вивчати метаболізм відповідних стабільних речовин.

У радіонуклідній діагностиці використовують дуже малі вагові кількості радіонуклідів (стоквдрильйонні частини грама). Такі малі вагові кількості отримали назву *індикаторних кількостей*, а зумовлені ними дози опромінення називають *індикаторними дозами*. Індикаторні дози опромінення не порушують нормальний перебіг життєвих процесів.

## Отримання РФП

Радіонукліди отримують за допомогою ядерних реакторів або циклотронів. Після очищення і визначення питомої активності радіонукліда (вміст радіонукліда в одиниці маси основної речовини), їх у герметично закритих ампулах у спеціальних захисних контейнерах транспортують в радіологічні лабораторії. Для отримання РФП також використовують генераторні системи. Основні елементи генератора РФП: захисний кожух, колонка з материнським радіонуклідом і система комунікацій (рис. 9.1).

Дочірній короткоживучий радіонуклід, що утворюється в результаті розпаду материнського радіо-

нукліда, вимивають з генератора. Частіше користуються генераторами  $^{99m}\text{Tc}$  (материнський радіонуклід  $^{99}\text{Mo}$ ),  $^{87m}\text{Sr}$  (материнський радіонуклід  $^{87}\text{Y}$ ),  $^{113m}\text{In}$  (материнський радіонуклід  $^{113}\text{Sn}$ ),  $^{132}\text{I}$  (материнський радіонуклід  $^{132}\text{Te}$ ) і ін. Періоди напіврозпаду ( $T_{1/2}$ ) вказаних радіонуклідів — див. табл. 9.1.

Залежно від тривалості періоду напіврозпаду РФП поділяють на: **довгоживучі** ( $T_{1/2}$  більше двох тижнів), наприклад  $^{75}\text{Se}$  —  $T_{1/2}$  120 діб, **короткоживучі** ( $T_{1/2}$  від однієї години до двох тижнів), наприклад  $^{99m}\text{Tc}$  —  $T_{1/2} = 6$  годин,  $^{32}\text{P}$  —  $T_{1/2} = 14,3$  доби) і **ультракороткоживучі** ( $T_{1/2}$  від декількох хвилин до декількох годин, наприклад  $^{15}\text{O}$  —  $T_{1/2} = 2,03$  хвилини,  $^{11}\text{C}$  —  $T_{1/2} = 20,1$  хвилини).

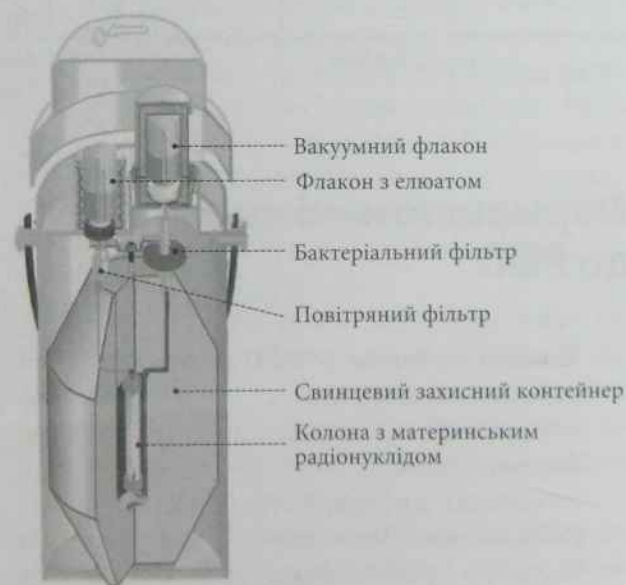


Рис. 9.1. Схема радіонуклідного генератора



Таблиця 9.1. Основні характеристики РФП і променеві навантаження на критичні органи

Радіонуклід	T <sub>1/2</sub>	Сполуки	Критичний орган	Променеве навантаження, мЗв/МБк
<sup>32</sup> P	14,3 доби	Двозаміщений фосфат натрію	Організм у цілому Статеві залози Червоний кістковий мозок	2,7 1,8 4,5
<sup>67</sup> Ga	3,26 доби	Цитрат	Червоний кістковий мозок	0,15
<sup>75</sup> Se	120,4 доби	Селен-метіонін	Печінка Нирки	6,2 6,2
<sup>99m</sup> Tc	6 годин	Пертехнетат Пірофосфат Тетрафосмін Лімфоцис Технемек	Щитоподібна залоза Печінка Скелет Селезінка Статеві залози	0,014 0,092 0,0094 0,057 0,0015
<sup>111</sup> In	2,8 доби	Цитрин	Нирки Червоний кістковий мозок	0,016 0,0017
<sup>113m</sup> In	99,8 хвилини	Цитрин	Печінка Організм у цілому	0,10 0,0025
<sup>131</sup> I	8,06 доби	Йодид натрію	Щитоподібна залоза Статеві залози Нирки Організм у цілому Товста кишка Печінка	570 0,058 0,075 0,0049 9,4 0,22
<sup>123</sup> I	13,3 години	Йодид натрію	Щитоподібна залоза Статеві залози Нирки Організм у цілому	320 0,044 0,064 0,038
<sup>133</sup> Xe	5,29 доби		Легені Статеві залози	0,011 0,00035

## Фармацевтичні вимоги до РФП

- Хімічна чистота.** У РФП не повинно бути домішок нерадіоактивних речовин або важких металів, які можуть призвести до зміни фармакокінетики РФП або до небажаного (шкідливого) впливу на організм.
- Радіохімічна чистота** — визначається частиною радіонукліда, яка знаходиться в РФП. Наприклад, якщо радіохімічна чистота гіпурану складає 98 %, то це означає, що в препараті 98 % <sup>131</sup>I, зв'язаного з гіпураном. Недостатня радіохімічна чистота РФП може впливати на достовірність отриманих результатів досліджень.
- Радіонуклідна чистота** — це частина від загальної радіоактивності РФП, яка обумовлена необхідним радіонуклідом. Радіонуклідні домішки можуть бути причиною недостовірних результатів досліджень.
- Апірогенність** досягається використанням апірогенних технологій при виготовленні РФП.

5. **Стерильність** забезпечують використанням одного з існуючих методів стерилізації РФП: фільтрація або радіаційна стерилізація. Забезпечення апірогенності і стерильності є обов'язковою умовою, що дозволяє вводити РФП не тільки перорально, а й внутрішньовенно.

6. **Радіотоксичність** — ступінь променевої (ушкоджуючої) дії РФП на організм.

За ступенем радіаційної безпеки радіонукліди ділять на 4 групи:

- ▶ Група А — особливо високої радіотоксичності (у діагностиці не використовують);
- ▶ Група Б — високої радіотоксичності ( $^{131}\text{I}$ ;  $^{89}\text{Sr}$ );
- ▶ Група В — середньої радіотоксичності ( $^{75}\text{Se}$ ;  $^{198}\text{Au}$ );
- ▶ Група Г — низької радіотоксичності ( $^{51}\text{Cr}$ ;  $^{67}\text{Ga}$ ;  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ).

З діагностичною або лікувальною метою використовують РФП, дозволені Фармкомітетом України для введення в організм людини.

Шляхи введення РФП в організм: ентеральний, інгаляційний, внутрішньовенний, внутрішньоартеріальний, в лімфатичні судини, внутрішньошкірний, підшкірний, у спинномозковий канал.

Основні характеристики РФП і променеве навантаження на критичні органи див. табл. 9.1.

## Метаболізм РФП

Введений в організм РФП рівномірно розподіляється в крові і потім, за наявності тропності до окремих органів або тканин, накопичується в них. Розрізняють *органотропні* РФП ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{198}\text{Au}$ -колоїд та ін.), *туморотропні* РФП ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетат,  $^{67}\text{Ga}$  цитрат і ін.) та *без вираженого селективного накопичення* ( $^{24}\text{Na}$ ,  $^3\text{H}$  і ін.). Розрізняють направлену органотропність (РФП накопичується у певному органі, наприклад,  $^{87\text{m}}\text{Sr}$  у кістках) і непрямую органотропність (РФП концентрується на шляху його виведення (наприклад, бенгальський рожевий мічений  $^{131}\text{I}$  — у печінці).

## Вимоги до РФП для клінічного використання

1. Радіонукліди або радіонуклідвмісні сполуки, що включаються в обмін речовин або переносяться током крові, повинні відображати функцію організму або окремого органа. Використання РФП повинне бути фізіологічно обґрунтованим.
2. РФП повинен бути нешкідливим для організму і швидко виводитися з нього, тобто **ефективний період** ( $T_{\text{еф}}$ ) — час, протягом якого активність введеного в організм препарату зменшиться вдвічі за рахунок розпаду і виведення з організму, — повинен бути якомога коротшим. Найбільш прийнятні радіофармпрепарати з  $T_{\text{еф}}$  від 6–24 годин до 10–30 днів. За цей період значного опромінення тканин не відбувається, але разом з тим є можливість вивчати фізіологічні функції організму в динаміці. Радіофармпрепарати не повинні містити токсичних домішок або радіонуклідів, які в процесі розпаду утворюють довгоживучі дочірні продукти.
3. Радіофармпрепарат повинен випромінювати такі частинки або фотони, які зручно реєструвати за допомогою сучасної апаратури. Радіонукліди, що випромінюють альфа-частинки, непридатні для діагностичних досліджень внаслідок незначного шляху пробігу альфа-частинок у тканинах. Широке застосування отримали радіонукліди, що здатні випромінювати гамма-кванти: гамма-випромінювання частково поглинається тканинами, частково проникає назовні і може бути зареєстроване за допомогою відповідних радіометричних приладів.

Найбільше поширення в радіонуклідній діагностиці набули сполуки, мічені  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , для діагностики пухлин головного мозку, вивчення центральної і периферичної гемодинаміки, дослідження щитоподібної залози, кісткової системи та інших органів і тканин.

$^{131}\text{I}$ ,  $^{123}\text{I}$  і їх сполуки використовують для дослідження функції щитоподібної залози, печінки і нирок.  $^{51}\text{Cr}$  використовують для досліджень у гематології. Колоїдні розчини і макроагрегати



$^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{113m}\text{In}$  використовують для дослідження лімфовузлів, печінки.  $^{133}\text{Xe}$  використовують для дослідження функції легенів, периферичної гемодинаміки, рівня блокади субарахноїдального простору спинного мозку. Сполуки, мічені  $^{75}\text{Se}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{67}\text{Ga}$  широко використовують в онкології.

Принципову схему радіонуклідного дослідження див. на рис. 9.2.

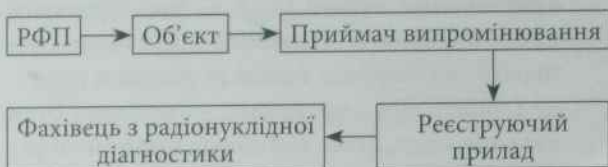


Рис. 9.2. Схема радіонуклідного дослідження

## Прилади для радіонуклідних досліджень

Клінічні радіодіагностичні дослідження виконують за допомогою спеціальних приладів. За функціональним призначенням виділяють 4 групи радіодіагностичних приладів.

1. **Радіометри** використовують для вимірювання кількості гамма- і бета-випромінювань РФП, накопичених в органах і тканинах [ДСУ2-1, ГТМ-01, УРЗ-2 NP-354, лічильники випромінювання радіоактивності всього тіла *in vivo* (ЛВЛ) і реєстрації вмісту радіоактивних речовин у біологічних пробах *in vitro* (УРІ-7, Гамма-12, Бета-2, Wallac).
2. **Радіографи (гамма-хронографи)** використовують для безперервної реєстрації залежності активності РФП від часу для характеристики функціональних особливостей досліджуваних органів (УРІ-1, УРІ-3, РКА 3-01, КП-РДІ-3 і т. п.).
3. **Гамма-топографи:** гамма-камери, однофотонні емісійні комп'ютерні томографи (ОФЕКТ) використовують для реєстрації двовимірного характеру розподілу РФП; вони призначені для дослідження просто-

рових характеристик розподілу РФП в організмі пацієнта і отримання двовимірного площинного зображення органів. Це прилади з рухомих детектором, що забезпечують отримання гамма-топографічного зображення розподілу РФП в досліджуваному органі за допомогою сканування — гамма-топографи, сканери типу МВ 8100 і т. п. та установки з нерухомих детектором — гамма-камери, з'єднані з ЕОМ: МВ 9100 та ін.

4. **Позитронні емісійні комп'ютерні томографи (ПЕТ)** — двофотонні гамма-камери останнього покоління (рис. 9.8).

Будь-який прилад для радіонуклідної діагностики складається з детектора, аналізатора і блока реєстрації.

Реєстрація інформації може здійснюватися різними способами:

- ▶ вимірювання абсолютної або середньої кількості імпульсів (на радіометрах);
- ▶ побудова кривих "активність — час" (на радіографах);
- ▶ визначення швидкості переміщення РФП;
- ▶ отримання зображення розподілу гамма-випромінювання РФП в досліджуваному органі (на гамма-топографах, ОФЕКТ, ПЕТ);
- ▶ взаємодія стабільних і мічених сполук (радіоімунологічний аналіз *in vitro* — РІА).

## Методи радіонуклідної діагностики

Методи радіонуклідної діагностики ділять на 2 групи: дослідження в цілому організмі (*in vivo*) і в біологічних середовищах (*in vitro*).

### Радіонуклідні дослідження в цілому організмі (*in vivo*)

Радіонуклідні дослідження *in vivo* проводять при необхідності отримання даних про функ-

цію і морфологію досліджуваної системи або органа.

Протипоказання до радіонуклідних досліджень відсутні, проте існують обмеження згідно з НРБУ-97: вагітність, період лактації, дитячий вік.

Залежно від мети радіонуклідного дослідження в цілому організмі РНД використовується у статичному і динамічному режимах.

Показання до статичного радіонуклідного дослідження: діагностика патологічних процесів органів і систем і вивчення топографії внутрішніх органів.

Показання до динамічного радіонуклідного дослідження: вивчення ступеня порушення функції системи або органа в динаміці перебігу патологічного процесу.

### Клінічна радіометрія

Клінічна радіометрія використовується для вивчення статичних, тобто повільних процесів накопичення в органах і тканинах та виведення із них РФП, коли необхідно проводити одноразове або багаторазові вимірювання радіоактивності через достатньо великі проміжки часу — хвилини, години, дні (рис. 9.3).

Результат радіометрії може бути виражений в абсолютних значеннях активності досліджу-

ваної ділянки або у відсотках від активності стандарту на момент дослідження, або по відношенню активності над патологічною ділянкою до активності над симетричною ділянкою тіла. Дослідження виконують на радіометрах ("ТАМ-МА", ДСУ-2-І, УР-3-2 та ін.).

### Радіографія

Радіографія використовується для вивчення швидкоплинних фізіологічних процесів — визначення швидкості кровообігу, вентиляційної функції легенів, функціонального стану серця, печінки, нирок і т.д. Результати хронографії реєструють у вигляді радіографічної кривої, що характеризує зміну активності РФП над досліджуваною ділянкою протягом часу дослідження. Крива вимірювання радіоактивності реєструється автоматично самописцем, підключеним до радіометра (УР-1-1, УРУ-68, "Гамма", "Ксенон", УР-1-3 та ін.) (див. рис. 9.3).

Для візуалізації розподілу РФП у внутрішніх органах використовують гамма-камери, ОФЕКТ, ПЕТ.

### Сканування

Сканування виконують за допомогою різних видів сканерів. Сканер являє собою прилад, що

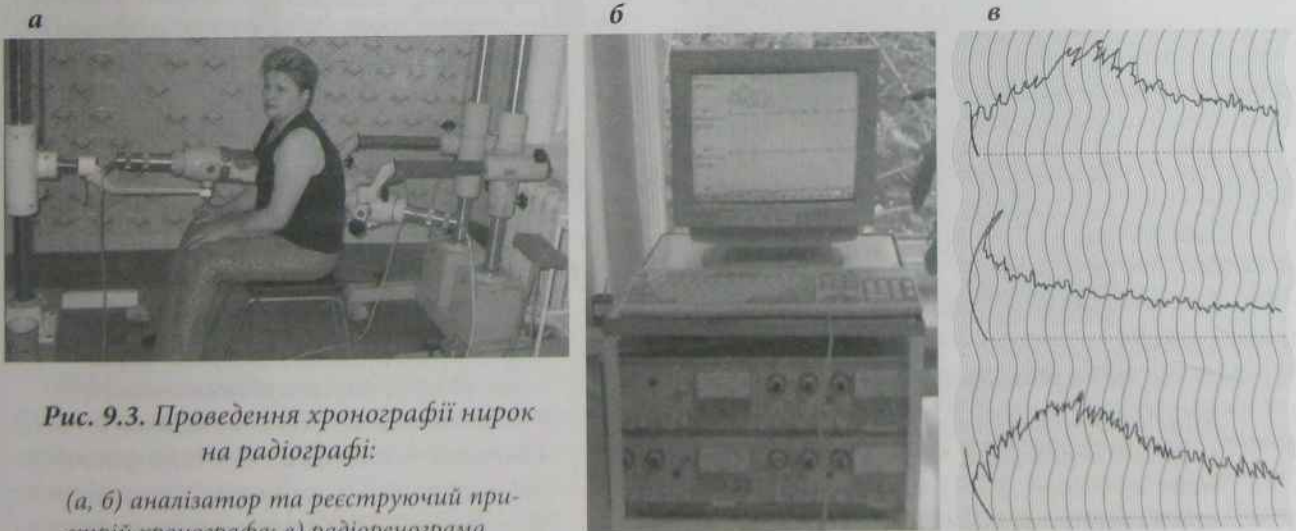


Рис. 9.3. Проведення хронографії нирок на радіографії:

(а, б) аналізатор та реєструючий пристрій хронографа; в) радіоренограма



складається з детектора (кристала йодиду калію діаметром 50 мм), пристрою для його переміщення над досліджуваною ділянкою та пристрою для реєстрації розподілу РФП (рис. 9.4). Сканери реєструють гамма-кванти, енергія яких перетворюється в кристалі детектора у світлові спалахи, а потім в електронній схемі — в електричні імпульси. Кожен імпульс за допомогою соленоїда наноситься окремими штрихами на папір. Таким чином, поступово заповнюється штрихами все поле реєстрації. Розподіл РФП оцінюють за положенням і густиною штрихів: у тих місцях, де густина штрихів більша, накопичення радіонукліда більше, менша густина штрихів свідчить про менше накопичення радіонукліда. Отримане зображення називають *сканограмою* (кольорова вкладка: рис. 19, 39). В наш час не використовується.

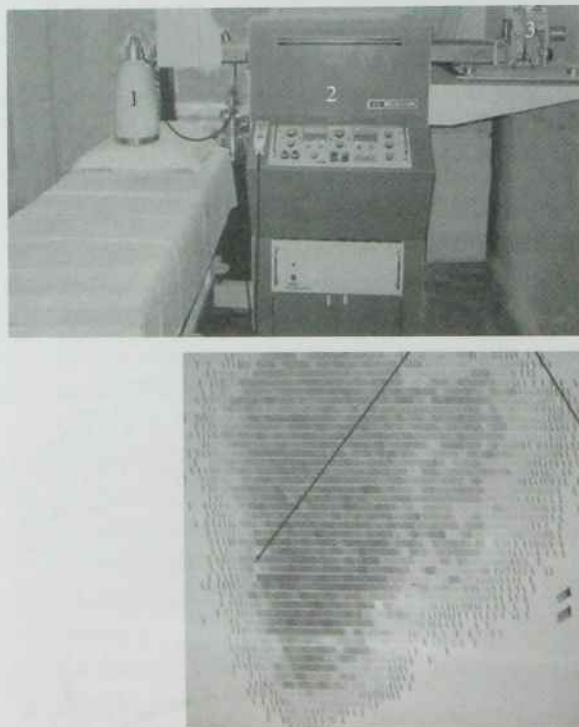


Рис. 9.4. Сканування:

а) сканер, зовнішній вигляд (1 — сцинтиляційний лічильник, 2 — пульт управління апаратом, 3 — записуючий пристрій); б) сканограма печінки

## Сцинтиграфія

Сцинтиграфія виконується за допомогою гамма-камери. Гамма-камера (рис. 9.5) — радіодіагностичний прилад, основою якого є великий не-



Рис. 9.5. Планарна гамма-камера MB-9200:

а) зовнішній вигляд апарата (1 — детектор випромінювання); б) пульт управління; в) схема детектора гамма-камери: 1 — коліматор; 2 — сцинтиляційний детектор; 3 — світловід; 4 — електронна схема; 5 — свинцевий захист, Ф — фотоелектронні помножувачі)

рухомий детектор — монокристал йодиду калію діаметром 40–60 см з розташованими на ньому фотоелектронними помножувачами (ФЕП), які перетворюють спалахи світла на всій поверхні монокристала в електричні імпульси і передають їх на ЕОМ. Оброблена інформація передається на екран монітора чи на папір у вигляді зображення характеру розподілу РФП в органі (кольорова вкладка: рис. 20, 23, 26). Перевагою гамма-камери перед сканером є те, що гамма-камери дозволяють одночасно отримувати інформацію про розподіл РФП у всьому органі (візуалізація органа чи пухлини) і досліджувати швидкоплинні процеси (кровообіг в органі, артеріальну, паренхіматозну та венозну фази кровообігу органів, тканин, пухлин).

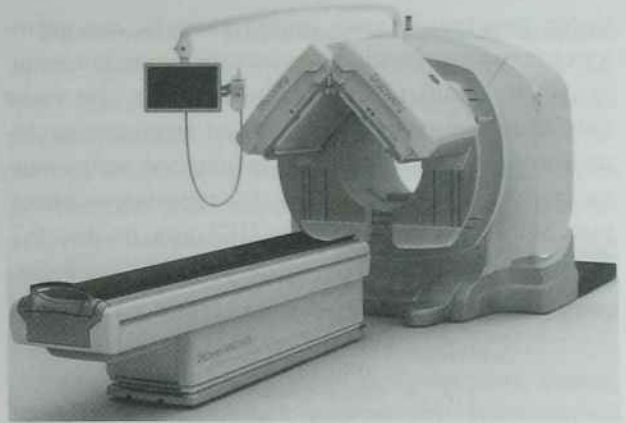
За медико-функціональним призначенням розрізняють планарні гамма-камери, однофотонні емісійні комп'ютерні томографи (ОФЕКТ) та двофотонні емісійні комп'ютерні томографи (ПЕТ-позитронні емісійні томографи), які дозволяють отримувати пошарове сцинтиграфічне зображення.

### **Радіонуклідна комп'ютерна томографія**

Радіонуклідна комп'ютерна томографія здійснюється за допомогою однофотонної емісійної комп'ютерної томографії і двофотонної позитронної емісійної томографії.

**Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ)** — це різновид гамма-камери, в якій під час обстеження хворого детектор переміщується навколо досліджуваної частини тіла. Для проведення томографії використовують РФП, що випромінюють гамма-кванти. У виявленні дрібних утворень ОФЕКТ має високу роздільну здатність порівняно з площинною (планарною) сцинтиграфією. Зовнішній вигляд однофотонного емісійного комп'ютерного томографа див. на рис. 9.6.

ОФЕК-томографи — це універсальні багатофункціональні радіодіагностичні прилади, які працюють у режимі планарної сцинтиграфії (статичної та динамічної), сцинтиграфії всього тіла і власне емісійної комп'ютерної томографії.



**Рис. 9.6.** Зовнішній вигляд апарату ОФЕКТ

Принцип методу ОФЕКТ полягає в одержанні серії двовимірних сцинтиграм при програмно-керованому обертанні одного або кількох детекторів томографа навколо осі тіла пацієнта; у подальшому за спеціальними програмами проводять реконструкцію зрізів розподілу РФП (кольорова вкладка: рис. 21, 33). Слід зазначити, що на отримання пошарових зображень не впливає радіоактивність тканин, розташованих вище та нижче певного шару, через що покращується чіткість візуалізації і збільшується можливість розрізнення окремих деталей. Клінічні комп'ютери цих камер дозволяють проводити радіометричні і радіографічні дослідження, що дає можливість різко зменшити кількість радіометрів і радіографів у радіодіагностичних лабораторіях. На сьогодні ОФЕК-томографи в усьому світі є основними і головними приладами для радіонуклідної діагностики *in vivo*.

**Позитронна емісійна томографія (ПЕТ)** — метод дослідження функціонального стану тканин організму за допомогою радіонуклідів, які випромінюють позитрони. Позитрон взаємодіє з електроном, внаслідок чого відбувається анігіляція — обидві частки зникають і виникають два гамма-кванти, які рухаються в діаметрально протилежних напрямках. У позитронному томографі на рівні досліджуваної частини тіла хворого встановлюють детектори, що розташовані один навпроти другого та рухаються по колу. Одно-



часна реєстрація двох гамма-квантів, що виникли під час анігіляції, дозволяє визначити локалізацію анігіляції. Отримана інформація про місце анігіляції позитрона і електрона дозволяє за допомогою ЕОМ побудувати пошарове зображення досліджуваного органа (кольорова вкладка: рис. 34). Принципову схему ПЕТ див. на рис. 9.7. Зовнішній вигляд ПЕТ — див. рис. 9.8.



Рис. 9.7. Схема двофотонної емісійної позитронної томографії



Рис. 9.8. Зовнішній вигляд ПЕТ

Основними технічними характеристиками позитронних томографів є висока чутливість і роздільна здатність. Треба зауважити, що чутливість ПЕТ на 1–2 порядки вища порівняно з ОФЕКТ. Такий виграш у чутливості дозволяє досягти більшої статистичної достовірності при реконструкції зображень, оскільки висока чутливість має велике значення для досягнення вищого співвідношення “сигнал/шум”. Висока роздільна здатність позитронних томографів обумовлена двома факторами: ефективністю детекторів та схеми їх компонування.

ПЕТ може працювати у трьох режимах: динамічному, статичному та режимі дослідження всього тіла. ПЕТ всього тіла — найбільш поширений режим дослідження в онкології. Зображення всього тіла отримують шляхом переміщення стола з пацієнтом відносно нерухомих кільцевих детекторів. Дослідження в даному режимі проводять у напрямку від нижніх кінцівок до голови. Після вивчення отриманого зображення визначають ті ділянки тіла, де необхідно провести збір інформації в статичному режимі з вищою статистикою рахунку для отримання якісних зрізів розподілу РФП. За допомогою цієї методики здійснюється пошук пухлин, метастазів та діагностика системних захворювань.

Для ПЕТ використовують ультракороткоживучі радіонукліди, які випромінюють позитрони. Ультракороткоживучі радіонукліди отримують у медичному циклотроні —  $^{15}\text{O}$  ( $T_{1/2}$  2,04 хвилини),  $^{13}\text{N}$  ( $T_{1/2}$  10 хвилини),  $^{11}\text{C}$  ( $T_{1/2}$  20,1 хвилини),  $^{18}\text{F}$  ( $T_{1/2}$  109 хвилини). У зв'язку з коротким періодом напіврозпаду ультракороткоживучих радіонуклідів їх можна застосовувати лише на місці отримання. Тому для повноцінних ПЕТ-досліджень має бути збудований ПЕТ-центр, до складу якого входять медичний циклотрон, система комунікацій і ПЕТ-камера.

Радіонуклідна позитронна томографія дозволяє визначити функціональні порушення в органі на кілька місяців раніше можливого розвитку анатомічних змін.

В останні роки використовуються комбіновані ПЕТ- і КТ-апарати, які дозволяють на фон томографічних зрізів анатомічних структур накладати ПЕТ-зображення (мультимодальні дослідження).

## Авторадіографія

Авторадіографія відноситься до групи методик, які дозволяють вивчати розподіл РФП у біоптатах, що взяті після введення в організм відповідного РФП. Із біоптату після фіксації його у формаліні готують зрізи на мікромомі. Зрізи на деякий час розташовують на високочутливій фотоплівці. Після фотохімічної обробки плівки отримують зображення — авторадіограму, на якій відображається розподіл і характер адсорбції радіонукліда структурами тканин за ступенем почорніння плівки.

## Радіонуклідні дослідження *in vitro*

### Радіоімунологічний аналіз

Для визначення радіоактивності біологічних проб використовують сцинтиляційні детектори — колодезні лічильники. Принципову схему колодезного лічильника див. на рис. 9.9.

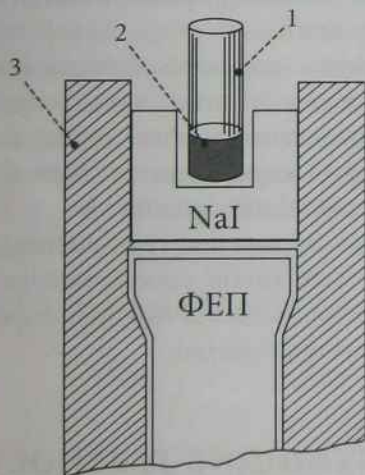


Рис. 9.9. Принципова схема колодезного лічильника:

1 — пробірка; 2 — радіоактивна проба;  
3 — свинцевий коліматор; NaI — сцинтилятор; ФЕП — фотоелектронний помножувач

**Визначення активності радіоактивних проб.** Пробірку з пробою розташовують у камері колодезного лічильника. Випромінювання радіоактивної проби, потрапляючи на сцинтилятор, викликає в ньому спалахи світла, які за допомогою ФЕП перетворюються на потік електричних імпульсів, що передаються на реєструючий пристрій. Результати отримують у вигляді числового значення активності досліджуваної проби в Бк.

Радіонуклідні дослідження крові, сечі, слини, калу, спинномозкової, асцитичної і плевральної рідин виконуються в пробірці, що повністю виключає променевий вплив на організм досліджуваного.

**Радіоімунологічний аналіз (PIA)** оснований на конкурентному зв'язуванні стабільних і аналогічних за хіміко-біологічними властивостями мічених речовин зі специфічними зв'язуючими системами за типом реакції "антиген — антитіло". Тому такі дослідження отримали назву **радіоімунологічних**. Схема PIA наведена на рис. 9.10.

Якщо для PIA використовують мічені антитіла, то таке дослідження називають **імунорадіометричним (IPMA)**, а якщо як зв'язуючу систему використовують тканинні рецептори, то таке дослідження називають **радіорецепторним**.

У більшості стандартних наборів для PIA використовують  $^{125}\text{I}$  ( $T_{1/2}$  — 60 діб, енергія гамма-променів — 35 KeV). Через низьку енергію випромінювання загроза зовнішнього опромінення персоналу дуже мала.

Основні клінічні показання для проведення радіонуклідного аналізу:

- ▶ ендокринологія — для діагностики цукрового діабету, патології гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової та тиреоїдної (щитоподібна і паращитоподібна залози) систем;
- ▶ онкологія — для ранньої діагностики злоякісних пухлин (скринінг-відбір груп ризику) і контролю за ефективністю лікування (моніторинг хворих у динаміці);
- ▶ урологія — для ранньої діагностики доброякісних гіперплазій і злоякісних пухлин передміхурової залози;



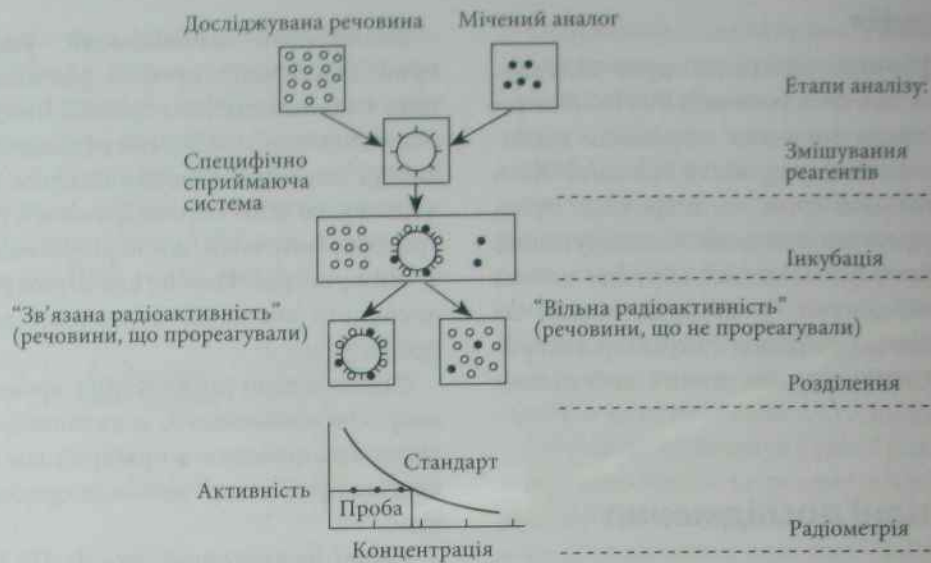


Рис. 9.10. Схема радіоімунологічного аналізу

- ▶ кардіологія — для діагностики інфаркту міокарда і диференціації форм судинних порушень;
- ▶ педіатрія — для визначення чинників порушень розвитку дітей та підлітків;
- ▶ акушерство і гінекологія — для контролю за розвитком плода, діагностики гінекологічних захворювань і з'ясування причин безпліддя;
- ▶ алергологія — для визначення концентрації імуноглобулінів та алергенів;
- ▶ психіатрія — для моніторингу оцінки лікування психічних розладів;
- ▶ фармакологія — для виміру швидкості розпаду та виведення лікарських речовин;
- ▶ гематологія — для ранньої диференційної діагностики лейкозів і злоякісних лімфом.

Взагалі за клінічним призначенням радіонуклідні дослідження можна розділити на п'ять груп:

- 1) отримання повної інформації для постановки діагнозу (захворювання щитоподібної залози, метастази в скелет, дослідження лімфатичної системи);
- 2) отримання додаткової діагностичної інформації в комплексі з клініко-інструменталь-

ним обстеженням з метою обґрунтування діагностичного висновку (дослідження легенів, серця, головного мозку й ін.);

- 3) встановлення анатомо-топографічних особливостей будови і розташування внутрішніх органів (сцинтиграфія, ОФЕКТ, ПЕТ органів і тканин);
- 4) визначення порушень функції органа або тканини, на підставі яких розробляється план подальшого обстеження (визначення функції нирок, гепатобіліарної системи, стан перфузії міокарда й ін.);
- 5) скринінг (виявлення груп ризику) та моніторинг (динамічні спостереження) хворих з різними патологічними процесами (радіоімунологічний аналіз).

## Радіонуклідна діагностика в онкології

Основні показання до радіонуклідної діагностики в онкології:

- ▶ діагностика первинних злоякісних пухлин та особливостей їх росту (топічна діагностика);

- ▶ пошук і діагностика регіонарних та віддалених метастазів;
- ▶ диференційна діагностика між запальними, доброякісними та злоякісними патологічними процесами;
- ▶ оцінка ефективності лікування, необхідність корекції лікувальної тактики в динаміці.

В основі виявлення злоякісних пухлин радіонуклідними методами лежить здатність РФП до диференційного розподілу в системі “пухлина — здорова тканина”. Відомі три основних механізми розподілу:

- 1) порушення специфічної функції органа чи тканини, тобто здатність захоплювати РФП клітинами органа, ураженого пухлиною. Це «негативна радіодіагностика»; наприклад, за допомогою  $^{131}\text{I}$  підозрюють пухлини щитоподібної залози, а за допомогою  $^{198}\text{Au}$  — новоутворення печінки та лімфовузлів («холодні вогнища»);
- 2) особливості обміну, тобто підвищене включення РФП в клітини з високим ступенем мітотичної та метаболічної активності — бета-фосфорна діагностика поверхнево розташованих новоутворень, ОФЕКТ-візуалізація з  $^{67}\text{Ga}$ -цитратом,  $^{111}\text{In}$ -цитрином,  $^{111}\text{In}$ -блеоміцином (позитивна радіодіагностика);
- 3) порушення проникності фізіологічного бар'єра системи “пухлина — здорова тканина”. Це позитивна радіодіагностика

ка пухлин головного мозку за допомогою  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетату і  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МІБІ, пухлин щитоподібної і грудної залоз з  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МІБІ і  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосміном, пухлин Вілмса у дітей з  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетатом та ін.

## РФП для діагностики пухлин

Діагностика пухлин базується на різниці поглинання РФП пухлиною і навколишніми тканинами. У деяких пухлинах туморотропні РФП накопичуються в більшій кількості, ніж у здорових тканинах, тому після введення таких РФП пухлина виявляється як вогнище підвищеної радіоактивності (“гаряча” зона). В інших випадках пухлина втрачає властивість накопичувати РФП, тоді як здорові тканини, що оточують пухлину, активно поглинають РФП. Тому пухлина візуалізується як ділянка відсутності накопичення або зниженої фіксації РФП (“холодна” зона).

### Класифікація РФП для діагностики пухлин:

1. **Органотропні РФП.** Залежно від хімічних і біологічних властивостей РФП накопичується у певних органах (табл. 9.2).
2. **Туморотропні РФП** накопичуються в клітинах злоякісних пухлин. Підведення РФП у пухлину можливе і за допомогою мічених антитіл. Сцинтиграфію з міченими моноклональними антитілами називають **імуносцинтиграфією**.

Таблиця 9.2. Основні органотропні РФП

РФП	$T_w$ , доби	Терміни дослідження, години	Тропний орган	Спосіб введення
$\text{Na}^{131}\text{I}$	8,1	24	Щитоподібна залоза	per os
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетат	0,25	1	Щитоподібна залоза	в/в
$^{198}\text{Au}$ -колоїд	2,7	1	Печінка	в/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -колоїд	0,25	1	Печінка	в/в
$^{197}\text{Hg}$ -промеран	2,7	1	Нирки	в/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДМСА	0,25	1	Нирки	в/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МАО	0,25	1	Легені	в/в



**Вимоги до туморотропних РФП (ТРФП):**

1. Високий ступінь тропності і специфічності до злоякісних пухлин (накопичення ТРФП у пухлинах повинне бути в 3–4 рази більшим, ніж у здорових тканинах);
  2. ТРФП не повинен створювати значне опромінення організму хворого;
  3. ТРФП повинен бути нетоксичним у хімічній формі його використання.
- Основні туморотропні РФП — див. табл. 9.3.

## Методики радіонуклідного дослідження в онкології

### Радіонуклідні методи дослідження в онкології *in vivo*

#### І. Негативна сцинтиграфія

Для негативної радіодіагностики використовуються органотропні РФП (табл. 9.2), які накопи-

чуються в здорових тканинах органів і не поглинаються пухлинами. Таким чином, на сцинтиграмі пухлина має вигляд "холодного вогнища" (кольорова вкладка: рис. 3). Такий же вигляд можуть мати і доброякісні непухлинні процеси, дистрофічні і запальні захворювання. Тому диференційна діагностика злоякісних пухлин і непухлинних захворювань за допомогою цього методу неможлива. Основне завдання цих методів — отримання відомостей про функціональний стан органів, уражених пухлинним процесом, і компенсаторних можливостей контрлатеральних органів (легені, нирки).

Основні методики негативної сцинтиграфії представлені в таблиці 9.4.

#### II. Позитивна сцинтиграфія

Принцип методу базується на позитивній візуалізації пухлин, які накопичують туморотропні РФП у більшій кількості ("гарячі" зони), ніж навколишні тканини, що дозволяє диференці-

Таблиця 9.3. Основні туморотропні РФП

РФП	$T_{1/2}$ , діб	Терміни дослідження, годин	Локалізація пухлини	Спосіб введення
$^{32}\text{P}$ -фосфат натрію	14	4, 24, 48, 72	Поверхневі пухлини шкіри, слизових оболонок	Per os
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI	0,25	1	Щитоподібна залоза, м'які тканини, головний мозок	В/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетат	0,25	0,5 – 1	Щитоподібна залоза, м'які тканини, головний мозок	В/в
$^{67}\text{Ga}$ -цитрат	3,25	24 – 96	Глотка, гортань, порожнина рота, лімфатичні вузли	В/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосмін	0,25	0,5	Молочна залоза	В/в
$^{85}\text{Sr}$ -хлорид	65	24, 48, 72, 96	Кісткова тканина	В/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірофосфат	0,25	3 – 4	Кісткова тканина	В/в
$^{125}\text{I}$ -MIBG	60	1	Наднирники	В/в
$^{75}\text{Se}$ -метіонін	120	1 – 2	Глотка, гортань, лімфатичні вузли	В/в
$^{111}\text{In}$ -блеоміцин	2,8	24	Всі локалізації	В/в
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -депреотид	0,25	1-4	Легені	В/в

Таблиця 9.4. Характеристика основних методик негативної радіодіагностики

№	Методика	РФП	Активність МБк	Час дослідження (години)	Основні показання
1.	Тиреосцинтиграфія	$^{131}\text{I}$ -йодид натрію $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетат	0,74 37	24 0,5–1	1. Вузлові утворення щитоподібної залози 2. Ектопія тиреоїдної тканини 3. Планування $^{131}\text{I}$ терапії (моніторинг)
2.	Перфузійна пульмоноосцинтиграфія	МАО $^{99\text{m}}\text{Tc}$ макроагрегат альбуміну людської сироватки	74–111	1–1,5	1. Легенева емболія 2. Пневмонія 3. Рак легенів 4. Вади серця (тетрада Фалло)
3.	Ангіокардіосцинтиграфія	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ альбуміну людської сироватки $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірфотех	400–600	Зразу після введення	1. Ішемічна хвороба серця 2. Інфаркт міокарда 3. Гіпертонічна хвороба
4.	Радіонуклідна вентрикулографія	Ті ж	370–740	Зразу після введення	
5.	Гепатохоlescинтиграфія	Деривати імінодіоцтової кислоти, мічені $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (ХІДА, бромезиду, гепіду)	185	1–2	1. Жовчнокам'яна хвороба 2. Холецистит 3. Гепатит 4. Цироз і рак печінки
6.	Реносцинтиграфія	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА	140–210	1	
7.	Нефросцинтиграфія	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДМСА $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -технемек	60–80 140–180	1	1. Вся урологічна і нефрологічна патологія 2. Інші захворювання для контролю стану нирок
8.	Ангіонефросцинтиграфія	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДМСА	До 200	Зразу після введення	
9.	Непряма радіонуклідна лімфографія	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -лімфоцис $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -нанокол $^{198}\text{Au}$ -колоїд	74–111 74–111 4,4–11,1	1–6 1–6 24–48	1. Наявність і ступінь ураження лімфовузлів при первинних, метастатичних і системних захворюваннях 2. Гострі запальні інфекційні захворювання 3. Туберкульоз

ювати злоякісні і доброякісні пухлини, а також непухлинні патологічні процеси. Накопичення РФП в досліджуваному вогнищі більше 150 % порівняно з симетричною або близькорозташованою ділянкою органа чи тканини (кількісна сцинтиграфія або радіометрія) свідчить про злоякісний процес; накопичення ТРФП у діапазоні 100–150 % вважається характерним для доброякісних процесів. Відповідно до результатів кількісного радіометричного аналізу, злоякісні

пухлини добре візуалізуються на ОФЕК-томографах, а доброякісні пухлини, дистрофічні, запальні та інші незлоякісні захворювання — не візуалізуються.

Основні методики позитивної сцинтиграфії (візуалізації) наведені в таблиці 9.5.

Сцинтиграфічне ОФЕКТ-дослідження залежне від конкретної мети і завдань включає:

- статичну сцинтиграфію (топічна діагностика пухлин);



- ▶ динамічну сцинтиграфію, яку проводять відразу після введення ТРФП під камерою протягом 45–90 хвилин для диференційної діагностики пухлин і визначення характеру рецидивів;
- ▶ кількісну сцинтиграфію (замінює радіометрію на радіометрах) — отримання відсотків накопичення ТРФП у патологічних ділянках: > 150 % характерно для злоякісних, < 150 % — для незлоякісних процесів;
- ▶ ангіосцинтиграфію — цифрове та графічне визначення часу артеріальної (приплив), паренхіматозної (пухлина) і венозної (відтік) фаз кровопостачання пухлин;
- ▶ емісійну комп'ютерну томографію — поширена візуалізація досліджуваного об'єкта з якісною і кількісною обробкою інформації.

Вищевказані ОФЕКТ-дослідження дозволяють отримати (оцінка результатів):

- ▶ коефіцієнти тропності ТРФП до пухлинних тканин;
- ▶ рівні накопичення ТРФП у пухлинах відносно симетричної здорової ділянки;

- ▶ тривалість (у годинах) максимального накопичення ТРФП у злоякісних, доброякісних і непухлинних ураженнях;
- ▶ функціональні криві розподілу ТРФП у здорових і патологічно змінених тканинах.

На основі оцінки результатів позитивної ОФЕКТ-сцинтиграфії розроблені показання до використання цього методу в онкології:

- ▶ топічна діагностика пухлин, тобто виявлення первинного осередку новоутворення;
- ▶ диференційна діагностика злоякісних і доброякісних пухлин, пухлиноподібних і хронічних запальних процесів;
- ▶ визначення ступеня поширення злоякісного процесу, тобто пошуки метастазів у регіонарних лімфовузлах, кістках, печінці тощо;
- ▶ виявлення додаткових осередків ураження при системних і первинно-множинних пухлинах, а також рецидивів захворювання;
- ▶ оцінка ефективності протипухлинного лікування, в тому числі ступеня радикалізму оперативних втручань;

Таблиця 9.5. Характеристика основних методик позитивної сцинтиграфії

№	РФП	Активність, МБК	Час дослідження на ОФЕК-томографі (години)	Основні показання
1.	<sup>67</sup> Ga-цитрат	100–150	24–72	Візуалізація злоякісних пухлин голови та шиї, легенів, лімфовузлів, грудної залози, печінки
2.	<sup>111</sup> I-блеоміцин	60–100	24–72	Те ж саме
3.	<sup>99m</sup> Tc-пертехнетат	400–500	1–6	Візуалізація злоякісних пухлин головного мозку, нирок (особливо у дітей), лімфовузлів, м'яких тканин кінцівок
4.	<sup>99m</sup> Tc-МІБІ <sup>99m</sup> Tc-тетрафосмін	400–500 400–500	1–6 1–6	Візуалізація злоякісних пухлин щитоподібної залози, грудної залози, нирок, головного мозку, неорганичних заочеревинних пухлин
5.	<sup>99m</sup> Tc-пірофосфат (пірфотех)	300–400	1–6	1. Візуалізація первинних і метастатичних пухлин скелета. 2. Ураження скелета при системних гематологічних захворюваннях (лімфограуломатоз, мієломна хвороба та ін.)

- ▶ динамічні спостереження за хворими, що дозволяє визначити тривалість періодів ремісії злоякісних новоутворень.

Крім зазначених у таблиці 9.5 методик позитивної діагностики, в онкологічній практиці використовується ряд різновидів: остеосцинтиграфія, імуносцинтиграфія, позитронна емісійна томографія (ПЕТ), бінуклідні дослідження, бета-фосфорна діагностика.

**III. Остеосцинтиграфія** — метод позитивної візуалізації первинних і метастатичних уражень кісток за допомогою остеотропних (діють як туморотропні) РФП: фосфатів, мічених  $^{99m}\text{Tc}$  (пірофосфат, пірфотех, метилендифосфонат та ін.).

На сьогодні ОФЕКТ-остеосцинтиграфія є “золотим стандартом” у ранній діагностиці метастатичних уражень кісток, оскільки цей метод більш чутливий, ніж рентгенологічний. Завдяки вищій чутливості, метастатичні вогнища в кістках можна реєструвати на 8–12 місяців раніше, ніж з рентгенологічним методом; це означає, що й відповідне лікування можна починати значно раніше, не чекаючи появи рентгенологічних ознак метастазування.

Оцінка результатів остеосцинтиграфії дуже проста: на фоні рівномірного накопичення мічених  $^{99m}\text{Tc}$  фосфатів у скелеті метастатичні вогнища мають вигляд осередків гіперфіксації РФП з рівнями накопичення 180–200–300 %.

Сьогодні в усьому світі пошук метастазів у скелет при пухлинах різних локалізацій (особливо гормонозалежних — грудна, передміхурова, щитоподібна залози) починається з ОФЕКТ-сцинтиграфії: за 15–20 хвилин дослідження у 2-х проєкціях (передньої і задньої), після внутрішньовенного введення 300–400 МБк  $^{99m}\text{Tc}$ -фосфату можна отримати зображення всього скелета і дати відповідний висновок.

Показання для проведення остеосцинтиграфії:

- ▶ топічна і диференційна діагностика первинних пухлин кісток;
- ▶ пошук і виявлення метастатичних уражень скелета;
- ▶ візуалізація уражень кісток при гематологічних захворюваннях (лімфогрануломатоз, мієломна хвороба, лімфоми та ін.);

- ▶ визначення ефективності хіміопроменової терапії шляхом повторних досліджень у динаміці (лікувальна стратегія визнається позитивною в разі різкого зменшення відсотків накопичення РФП в осередку метастатичного ураження).

Між іншим, метод остеосцинтиграфії використовується і при діагностиці ряду непухлинних захворювань з метою:

- ▶ виявлення порушень кісткового метаболізму при системних захворюваннях сполучної тканини (ревматоїдний артрит, дифузні ураження сполучної тканини та ін.);
- ▶ визначення активності запальних процесів скелета при гострому і хронічному остеомиєліті;
- ▶ оцінка перебудови кісткової тканини і функціональної придатності трансплантатів після операції;
- ▶ динамічного спостереження за загоюванням кісток при переломах.

#### IV. Імуносцинтиграфія

Принцип методу полягає у візуалізації пухлин завдяки специфічній взаємодії мічених радіонуклідами моноклональних антитіл з відповідними антигенами пухлинних клітин, що дозволяє візуалізувати пухлину як вогнище гіперфіксації імунорадіофармпрепарату.

Приклади використання цього методу:

- ▶  $^{111}\text{In}$ -anti CEA,  $^{111}\text{In}$ -B72.3 — діагностика колоректального раку;
- ▶  $^{111}\text{In}$ -OC125,  $^{99m}\text{Tc}$ -MOV18,  $^{111}\text{In}$ -OVTL3 — діагностика раку яєчників;
- ▶  $^{99m}\text{Tc}$ -225 28S F(ab)2 fragments — діагностика меланом;
- ▶  $^{99m}\text{Tc}$ -NR-LU10 — діагностика раку легень;
- ▶  $^{111}\text{In}$ -antimyosin — діагностика рабдоміосаркоми;
- ▶  $^{131}\text{I}$ -antiCEA F(ab) 2fragments — діагностика медулярного раку щитоподібної залози.

Результати дослідження вважають позитивними, якщо чітко візуалізується вогнище гіперфіксації (відповідно до локалізації пухлини) не менше 150 % порівняно зі здоровою тканиною.



### V. Позитронно-емісійна (двофотонна) комп'ютерна томографія (ПЕТ)

Метод має такі самі завдання і показання в онкології, що й ОФЕКТ-позитивна сцинтиграфія. Але точісна і диференційна діагностика пухлин проводиться з ультракороткоживучими РФП, отриманими на медичних циклотронах безпосередньо перед початком досліджень. Основним аргументом на користь застосування ультракороткоживучих радіонуклідів, а відтак і застосування ПЕТ-камер, є та обставина, що позитрон-випромінюючі нукліди беруть найактивнішу участь у більшості біологічних процесів *in vivo*, а позитронні РФП можуть бути метаболічним субстратом або однією з життєво важливих у біологічному відношенні молекул.

Придатними для ПЕТ є такі радіонукліди:  $^{18}\text{F}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{68}\text{Ga}$ .

Для позитивної візуалізації пухлин найчастіше використовують  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозу ( $^{18}\text{F}$ -ФДГ), що обумовлено оптимальним періодом напіврозпаду (110 хвилин), а також фармакокінетикою розподілу в організмі. Цей РФП можна транспортувати в межах одного міста у близькорозташовані клініки, де відсутні циклотрони, але є ПЕТ-камери. Таку схему роботи ПЕТ-центрів називають сателітною: один ПЕТ-центр із циклотроном може забезпечити роботу 3–4 ПЕТ-камер. Найбільше використовують ПЕТ в онкології (75 % усіх досліджень), у кардіології (візуалізація інфаркту міокарда) і в нейрохірургії.

Чутливість ПЕТ у діагностиці злоякісних пухлин складає близько 88 % при виявленні метастазів у печінку, лімфатичні вузли та близько 100 % при виявленні пухлин головного мозку, легенів, колоректального раку, меланоми.

**VI. Бінуклідні радіонуклідні дослідження** — комбінація двох методів радіодіагностики: позитивної і негативної сцинтиграфії. Методичними варіантами цих досліджень можуть бути:

1. Субтракційна сцинтиграфія — програма віднімання зображень, отриманих при негативній і позитивній діагностиці. Приклади:

▶ для візуалізації парашитоподібних залоз на тлі щитоподібної залози використовують два РФП одночасно:  $^{201}\text{Tl}$ -хлорид (накопичується в обох органах) і  $^{99\text{mTc}}$ -пертехнетат (накопичується тільки в щитоподібній залозі) або  $^{99\text{mTc}}$ -МІБІ з  $^{99\text{mTc}}$ -пертехнетатом. Потім «віднімають» одне зображення від іншого, тобто виконують субтракцію, і отримують зображення парашитоподібних залоз;

▶ для візуалізації злоякісних пухлин у печінці: віднімання зображень, отриманих з  $^{67}\text{Ga}$ -цитратом (гарячі осередки, позитивна діагностика), від зображень, отриманих за допомогою гепатохолесцинтиграфії (холодні осередки, негативна діагностика).

2. Адіативна сцинтиграфія — програма додавання зображення при бінуклідному дослідженні. Наприклад, на холодний осередок, отриманий при перфузійній (негативній) сцинтиграфії легенів з  $^{99\text{mTc}}$ -МАО, накладається зображення осередку з  $^{67}\text{Ga}$ -цитратом (позитивна візуалізація). Такий же бінуклідний підхід використовується при дослідженні метастазів у лімфовузлах: на холодну зону при негативній лімфосцинтиграфії з  $^{99\text{mTc}}$ -колоїдом або  $^{198}\text{Au}$ -колоїдом накладається позитивне зображення, отримане після введення туморотропного РФП —  $^{99\text{mTc}}$ -пертехнетату або  $^{67}\text{Ga}$ -цитрату.

3. Сцинтиангіографія — метод, що дає інформацію за типом рентген-ангіографії. Спеціальна програма ОФЕК-томографа складає зображення негативної й позитивної сцинтиграфії, вибрані із серії динамічних зображень.

Бінуклідні дослідження дають суттєво більше необхідної інформації: візуалізація пухлини, диференційна діагностика, оцінка функцій неуражених ділянок органів і тканин, пошук метастазів тощо, порівняно з роздільним використанням методів негативної (введення органотропних РФП) і позитивної (введення туморотропних РФП) радіодіагностики.

## VII. Радіофосфорна діагностика злоякісних пухлин

Радіоактивний фосфор інтенсивно накопичується в злоякісних пухлинах. Бета-частинки  $^{32}\text{P}$  проникають на глибину до 5–8 мм, тому методику використовують для діагностики тільки поверхнево розташованих пухлин: меланом, раку шкіри, язика, поверхнево розташованих лімфовузлів. Враховуючи те, що  $^{32}\text{P}$  — чистий бета-випромінювач, гамма-сцинтиграфія з цим РФП неможлива, а радіодіагностику проводять на спеціальних бета-радіометрах. Після прийому натщесерце розчину  $^{32}\text{P}$ -фосфату натрію активністю 50–75 кБк/кг виконують радіометрію симетричних ділянок тіла через 4, 24, 48, 72 години. Активність симетричних здорових тканин (контрольна ділянка) приймають за 100 % і розраховують перевищення рівня радіоактивності над ділянкою патологічного процесу. При злоякісних пухлинах спостерігається перевищення рівня радіоактивності на 25–50 % і більше порівняно з симетричною ділянкою. Наприклад, якщо пігментний невус має доброякісну природу, то накопичення в цій ділянці шкіри буде 100–110 %; при злоякісній природі захворювання (меланома) — 150–250 %. Таким чином, за допомогою бета-фосфорної діагностики з достовірністю 90–95 % можна диференціювати доброякісні та злоякісні захворювання. На жаль, цей метод через малий пробіг бета-частинок у тканинах застосовують тільки при поверхнево розташованих патологічних процесах.

## Радіонуклідні методи дослідження в онкології *in vitro*

**Імунорадіометричний аналіз (ІРМА) в онкології**  
Одним із шляхів ранньої діагностики злоякісних пухлин (до виникнення їх клінічних ознак) є визначення рівня пухлинних маркерів. *Пухлинні (онко-)маркери* — це продукти життєдіяльності пухлини або організму, рівень яких підвищується в біологічних рідинах організму при злоякісних пухлинах різних локалізацій. З відомих понад 200 онкомаркерів жоден не є специфічним до певної пухлини.

Онкомаркери ділять на групи:

- ▶ **за біологічною функцією:** онкофетальні антигени (хоріонічний антиген, раково-ембріональний антиген, СА 15–3, СА 125 і ін.); гормони (адренкортикотропний гормон, паратгормон, кальцитонін та ін.); рецептори (естрогенові, прогестеронові); ферменти (лактатдегідрогеназа, специфічний антиген простати й ін.); інші сполуки (феритин, імуноглобулін);
- ▶ **за хімічною структурою:** білки, глікопротеїни, гліколіпіди, поліаміни, імуноглобуліни, поліпептиди, вуглеводні детермінанти глікопротеїнів та ін.;
- ▶ **за специфічністю і чутливістю** онкомаркери ділять на: *головні* (з високою чутливістю і специфічністю до певних пухлин); *другорядні* (менш чутливі і менш специфічні до певних пухлин, але в комбінації з головними маркерами значно підвищують вірогідність виявлення пухлин); *допоміжні* (специфічні до конкретних завдань, мають низьку чутливість і специфічність до пухлин).

Коротку характеристику онкомаркерів див. на табл. 9.6.

Через відносно низьку специфічність окремо взятого маркера доцільним є визначення декількох показників: головних, другорядних, допоміжних.

Наприклад, при діагностиці раку шлунка головними маркерами є карбогідратний антиген СА-72-4 і раково-ембріональний антиген РЕА; другорядним — тимідинкіназа ТК, допоміжним — тканинополіпептидний антиген ТПА. Для скринінгу й моніторингу хворих на рак грудної залози головним маркером є СА15-3 й ТПА, а другорядними — ТК і РЕА; при пухлинах гепатобіліарної системи головним маркером є СА 19-9, другорядним — альфа-фетопротеїн АФП, допоміжним — ТК чи ТПА. Прикладом маркера з високою чутливістю та специфічністю до певного виду пухлин є простатспецифічний антиген (ПСА) в діагностиці раку передміхурової залози.



Таблиця 9.6. Характеристика основних онкомаркерів

№	Назва онкомаркера	Рівень онкомаркерів		Використовують для діагностики злоякісних пухлин
		Норма	Граничні рівні	
1	<b>PEA</b> (раково-ембріональний антиген)	8 нг/мл	8–12 нг/мл	Легенів, молочних залоз, гортані, носоглотки, органів ШКТ, печінки, жовчного міхура, нирок, яєчника, яєчок
2	<b>АФП</b> (альфа-1-фетопротеїн)	0–5 МО/мл	5–10 МО/мл	Легенів, молочних залоз, шлунка, печінки, яєчників
3	<b>ХГТ</b> Хоріональний гонадотропін	0–5 МО/мл	5–10 МО/мл	Кишечника, нирок, матки; пухлини трофобластичного та герміногенного походження
4	<b>CA-125</b> Карбогідратний антиген	0–30 МО/мл	30–40 МО/мл	Молочних залоз, матки, яєчників, метастази раку в печінку
5	<b>CA-15-3</b> Карбогідратний антиген	0–22 МО/мл	22–30 МО/мл	Молочних залоз, легенів, шлунка, печінки, підшлункової залози, матки
6	<b>CA-19-9</b> Карбогідратний антиген відсутній у людей з IV (AB) групою крові	0–30 МО/мл	30–40 МО/мл	Шлунка, кишечника, жовчного міхура, жовчних шляхів, матки; метастазів цих пухлин у печінку
7	<b>CA-50</b> Карбогідратний антиген	0–10 МО/мл	10–14 МО/мл	Легенів, стравоходу, шлунка, підшлункової залози, печінки, жовчних шляхів, матки; метастазів цих пухлин у печінку
8	<b>CA-72-4</b> Карбогідратний антиген	0–3 нг/мл	3–6 нг/мл	Легенів, стравоходу, шлунка, підшлункової залози, печінки, жовчних шляхів, матки; метастазів цих пухлин у печінку
9	<b>ПСА</b> Простатспецифічний антиген	0–5 нг/мл	5–10 нг/мл	Передміхурова залоза

У загальному вигляді основними етапами ІРМА, відповідно до тест-інструкцій, є:

- ▶ внутрішньовенний забір крові (наступні етапи дослідження проводяться в лабораторних умовах);
- ▶ підготовка проби, яка підлягає тестуванню та містить істинний антиген, ідентичний або аналогічний неміченому стандартному антигену;
- ▶ розведення реагентів до повної гомогенності та інкубація;
- ▶ розділення на фракції — вільну та зв'язану;
- ▶ радіометрія та отримання цифрового результату дослідження;
- ▶ оцінка результатів відносно стандартних кривих, видача висновку.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Визначення поняття “радіонуклідна діагностика”.
2. Фармацевтичні вимоги до РФП. Групи радіодіагностичних приладів.
3. Види гамма-камер.
4. ОФЕКТ-сцинтиграфія — варіанти обробки результатів.
5. ПЕТ, принцип методу, переваги.
6. РІА, принцип методу, клінічне значення.
7. Вимоги до туморотропних РФП. Органотропні РФП. Методи позитивної радіодіагностики.
8. Основні методи негативної радіодіагностики.
9. Бета-фосфорна діагностика.

10. Основні показання до радіонуклідної діагностики в онкології.

- б) секунди — хвилини;
- в) менше 15 діб;
- г) добу.

### Тестові завдання

1. Період напіврозпаду ультракороткоживучих радіонуклідів складає:

- а) більше 15 діб;
- б) \*декілька хвилин — декілька годин;
- в) 5–10 діб;
- г) доба.

2. Який основний принцип лежить в основі радіоімунологічного аналізу (РІА)?

- а) накопичення і виведення РФП;
- б) розподіл РФП;
- в) \*взаємодія за типом "антиген – антитіло";
- г) розбавлення РФП.

3. Які ви знаєте протипоказання до проведення РНД?

- а) протипоказань немає;
- б) декомпенсовані стани;
- в) \*обмеження, передбачені НРБУ-97.

4. Перевагою сцинтиграфії над скануванням є:

- а) \*динамічний та статичний режим дослідження;
- б) коротший час дослідження;
- в) більша роздільна здатність;
- г) менше променеве навантаження на пацієнта.

5. Назвіть методи РНД, що забезпечують поширене морфологічне дослідження органів у цілому організмі:

- а) хронографія;
- б) радіометрія;
- в) \*ПЕТ та ОФЕКТ;
- г) РІА.

6. За періодом напіврозпаду РФП поділяють на:

- а) ультракороткоживучі;
- б) короткоживучі;
- в) довгоживучі;
- г) \*всі перераховані.

7. Період напіврозпаду довгоживучих радіонуклідів складає:

- а) \*більше 15 діб;

8. Фосфорну діагностику використовують для:

- а) діагностики раку легенів;
- б) діагностики лімфом;
- в) \*діагностики меланому;
- г) всього вищеперерахованого.

9.  $^{67}\text{Ga}$ -цитрат використовується як:

- а) \*туморотропний РФП;
- б) органотропний РФП;
- в) остеотропний РФП.

10. Диференційна діагностика злоякісних пухлин і непухлинних процесів можлива:

- а) \*методом позитивної сцинтиграфії;
- б) методом радіоімунологічного аналізу;
- в) методом негативної сцинтиграфії;
- г) методом імуносцинтиграфії.

11. Остеосцинтиграфія проводиться з:

- а) туморотропними РФП;
- б) органотропними РФП;
- в) бета-фосфорною діагностикою;
- г)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірофосфатом.

12. Який метод рекомендований для кількісної оцінки функції нирок?

- а) авторадіографія;
- б) позитивна сцинтиграфія;
- в) \*динамічна реносцинтиграфія;
- г) РІА.

13. Який з перелічених РФП є остеотропним?

- а)  $^{32}\text{P}$ ;
- б)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МІБІ;
- в)  $^{49\text{m}}\text{Tc}$ -пірфотех;
- г)  $^{67}\text{Ga}$ -цитрат.

14. Для позитронної емісійної томографії використовується:

- а)  $^{131}\text{I}$ -йодид натрію;
- б)  $^{32}\text{P}$ ;



- в)  $^{18}\text{F}$ ;  
г)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірфотех.
15. Для радіонуклідної діагностики пухлин головного мозку використовується:  
а) бета-фосфорна діагностика;  
б) метод імуносцинтиграфії;  
в) \*ОФЕКТ з  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетатом;  
г) ОФЕКТ з  $^{131}\text{I}$ .
16. Для радіонуклідної діагностики метастазів у лімфовузлах використовується:  
а) метод непрямой лімфосцинтиграфії;  
б) метод позитивної лімфосцинтиграфії;  
в) метод поєднаної позитивної і негативної лімфосцинтиграфії;  
г) \*все перераховане.
17. Пошук метастатичних уражень кісток проводиться на:  
а) радіометрах;  
б) радіографах (хронографах);  
в) \*ОФЕКТ-томографах;  
г) бета-лічильниках.
18. Найбільш поширеним у світі методом радіонуклідної візуалізації органів і тканин є:  
а) радіометрія;  
б) радіографія;  
в) сканування;  
г) \*ОФЕКТ.
19. Остеосцинтиграфія проводиться на:  
а) радіометрах;  
б) радіографах;  
в) бета-лічильниках;  
г) \*ПЕТ-камерах.
20. Метод динамічної нефросцинтиграфії проводиться з:  
а)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірфотехом;  
б)  $^{131}\text{I}$ -йодидом натрію;  
в) \* $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДМСА;  
г) всіма перерахованими.
21. Який метод можна рекомендувати для діагностики туберкульозу і пухлин легенів?  
а) перфузійна сцинтиграфія;  
б) позитивна сцинтиграфія;  
в) поєднана перфузійна і позитивна сцинтиграфія;  
г) \*усі перераховані.
22. Інформацію про функціональний стан нирок можна отримати:  
а) на радіометрах;  
б) на лічильниках для РІА;  
в) в дозиметрах;  
г) \*на ОФЕКТ-томографах.
23. Найбільш чутливими апаратами для радіонуклідної візуалізації пухлин є:  
а) радіографи;  
б) бета-лічильники;  
в) ОФЕКТ-томографи;  
г) \*ПЕТ-камери.
24.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірофосфат (пірфотех) використовується для:  
а) топічної діагностики пухлин печінки;  
б) візуалізації нирок;  
в) позитивної діагностики пухлин головного мозку;  
г) \*пошуку метастазів у кістки.
25.  $^{131}\text{I}$ -йодид натрію використовується для:  
а) \*пошуку метастазів раку щитоподібної залози в лімфовузлах;  
б) візуалізації пухлин кісток;  
в) позитивної діагностики раку легенів;  
г) топічної діагностики пухлин жовчного міхура.
26. Простатспецифічний антиген (ПСА) для радіоімуннологічного аналізу використовується для:  
а) моніторингу хворих на цукровий діабет;  
б) \*скринінгу злоякісних пухлин передміхурової залози;  
в) діагностики гіпертиреозу;  
г) скринінгу хворих на лейкоз.
27. Протипоказання для проведення РІА:  
а) вагітність і період лактації;  
б) \*не існує;  
в) дитячий вік;  
г) сепсис.

## Рентгенологічний метод дослідження

### Фізико-технічні основи рентгенології

Генератором рентгенівського випромінювання є рентгенівська трубка — двоелектродний електровакуумний прилад, призначений для отримання, прискорення і гальмування електронів, що виникають навколо нитки розжарювання катода в результаті термоелектронної емісії (рис. 10.1). При підведенні до електродів трубки високої напруги в електромагнітному полі відбувається прискорення і стрімкий рух до анода сфокусованих на катоді електронів. Гальмування електронів у матеріалі анода викликає виникнення квантів електромагнітного випромінювання — рентгенівських променів. Чим більша різниця потенціалів підводиться до електродів рентгенівської трубки, тим більшу енергію мають електрони і тим коротша довжина хвиль квантів рентгенівського випромінювання (короткохвильові кванти рентгенівського випромінювання мають більшу енергію і більшу проникаючу здатність). Більша частина кінетичної енергії електронів у речовині анода перетворюється на теплову енергію і лише близько 1 % — в рентгенівське випромінювання.

Рентгенівське випромінювання проникає крізь оптично непрозорі середовища і взаємодіє з речовиною, внаслідок чого відбувається його нерівномірне поглинання.

Фотохімічна дія рентгенівського випромінювання лежить в основі отримання рентгенів-

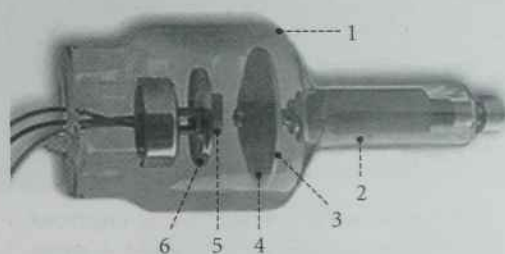


Рис. 10.1. Схема рентгенівської трубки.

1 — скляний балон; 2 — ротор; 3 — диск анода; 4 — фокусна пляма анода; 5 — спіраль розжарювання катода; 6 — фокусуєча система катода

ського зображення на плівці, желатиновий шар якої містить кристали галоїдного срібла у вигляді емульсії. Властивість рентгенівського випромінювання викликати флюоресценцію є основою флюороскопії. Використання підсилюючих екранів під час проведення рентгенографії дозволяє зменшити дозу опромінення пацієнта.

**Рентгенівський діагностичний апарат** (рис. 10.2) складається із генератора рентгенівського випромінювання (рентгенівська трубка), джерела високої напруги, штативно-механічного пристрою, приймача рентгенівського випромінювання і пульта управління.

Приймачі необхідні для візуалізації рентгенівського випромінювання, яке пройшло крізь досліджуваний об'єкт. Для візуалізації зображення застосовують спеціальні флюоресцентні екрани, касети з рентгенівською плівкою, детектори випромінювання з ЕОП (електронно-оптичним підсилювачем) і цифровими системами візуалізації зображення.





**Рис. 10.2.** Зовнішній вигляд цифрового рентгенівського апарата:

1 — рентгенівська трубка; 2 — система діафрагмування; 3 — штатив; 4 — стіл; 5 — цифровий приймач рентгенівського випромінювання

На екрані, на плівці (після її фотообробки) або на дисплеї ЕОМ виникає видиме рентгенівське зображення об'єкта. **Рентгенівське зображення є моделлю об'єкта**, яка дає достовірне уявлення про розташування, форму, розмір, структуру і в деяких випадках — про функцію органів і систем людини.

В апаратах для загальної рентгенодіагностики застосовують універсальний поворотний стіл-штатив для просвічування і проведення рентгенографії у вертикальному і горизонтальному положеннях пацієнта. Стіл для рентгенографії обладнаний пристроєм для проведення лінійної томографії в горизонтальному положенні пацієнта.

У дитячій рентгенології використовують спеціальні столи-штативи, призначені для проведення поліпозиційного обстеження дітей різних вікових груп, навісні пристрої для апаратів загального призначення, а також окремі спеціалізовані робочі місця для двох- або трьохосового поліпозиційного дослідження.

Рентгенівські апарати встановлюють у рентгенівських кабінетах. Рентгенівський кабінет складається з наступних приміщень: процедурна для

розміщення рентгенівського апарата (площею 24 м<sup>2</sup> на 1 робоче місце), пульта для розміщення пульта управління апарата (10–12 м<sup>2</sup>), фотолабораторія (площею 10 м<sup>2</sup>), кімната для приготування суспензії барію (площею 8–10 м<sup>2</sup>), кабінет лікаря (10–12 м<sup>2</sup>).

### Формування рентгенівського зображення

При отриманні рентгенівського зображення досліджуваного об'єкта пучок рентгенівського випромінювання проходить через об'єкт. У відповідності до законів фізики, внаслідок нерівномірної щільності об'єкта відбувається нерівномірне поглинання і розсіювання частини квантів пучка рентгенівського випромінювання. Пройшовши крізь об'єкт, пучок рентгенівського випромінювання «несе» приховане зображення структури об'єкта, що вивчається.

Відмінності в поглинанні рентгенівського випромінювання тканинами організму різної щільності дають можливість отримувати рентгенівське зображення досліджуваної ділянки тіла. На тлі м'язів, які слабо поглинають рентгенівське випромінювання (тобто мають низьку щільність і відповідно високу проникність для рентгенівських променів), виникає чітке зображення кісток, що мають високу щільність і низьку проникність рентгенівських променів (рис. 10.3, а, б). При проходженні променів через грудну порожнину, на тлі легенів, які містять повітря, добре візуалізуються серце, ребра, кровоносні судини і ущільнення легеневої тканини (рис. 10.3 в, г).

Рентгенівське зображення є структурною напівпрозорою тінню. Там, де ослаблення рентгенівського випромінювання більше, тінь має велику щільність, тобто велику інтенсивність. Ступінь інтенсивності тіні залежить від щільності речовини або товщини ділянки однорідної тканини, через яку проходить рентгенівське випромінювання. Розрізняють п'ять ступенів щільності середовищ: повітряна, жирова, м'якотканинна, кісткова, металева.



*Рис. 10.3. Рентгеновське зображення нормальної кисті і нормальної грудної порожнини в прямій проекції: позитивне зображення на флюоресцентному екрані (а, в); негативне зображення на рентгеновській плівці (б, г)*

Рентгеновське зображення являє собою геометричну проекцію об'єкта на площину приймача. Зображення на рентгенограмі виникає в результаті різного ступеня почорніння плівки на межі анатомічного утворення і навколишнього фону.

Інформативність рентгеновського зображення оцінюють за об'ємом корисної діагностичної інформації — кількості помітних деталей досліджуваного об'єкта. Технічну якість зображення визначають за його об'єктивними параметрами: оптичною щільністю, різкістю розмежування і контрастністю.

При проходженні рентгеновських променів через пацієнта відбувається взаємодія частини квантів рентгеновського випромінювання з речовиною тканин і виникає розсіяне випромінювання. Частина розсіяного випромінювання не збігається з напрямом первинного пучка випро-

мінювання рентгеновської трубки і виходить із тіла пацієнта під різними кутами та, потрапляючи на рентгеновську плівку, викликає її засвічування. Це супроводжується потемнінням плівки, зображення стає нечітким і неконтрастним (особливо при рентгенографії об'ємних ділянок тіла).

Для усунення небажаного впливу розсіяного випромінювання на якість рентгенограми використовують відсіюючі решітки, які розташовують безпосередньо перед рентгеновською касетою.

Рентгеновські решітки складаються з тонких свинцевих пластин, розташованих паралельно напрямку пучка рентгеновського випромінювання (між пластинами залишають вузькі проміжки). У момент рентгенографії кванти рентгеновських променів, що збігаються з напрямком первинного пучка, вільно проникають крізь решітку на



плівку, а розсіяне випромінювання поглинається свинцевими пластинками решітки (рис. 10.4).

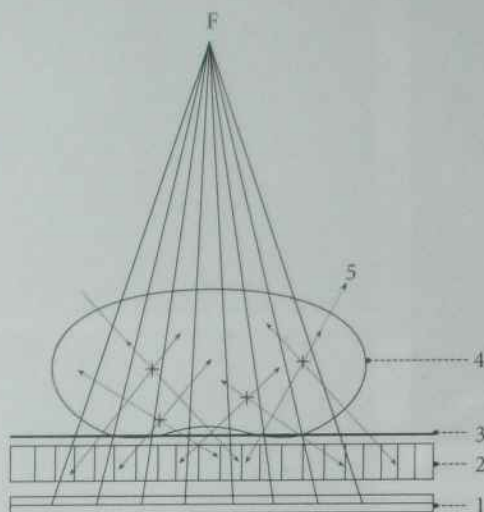


Рис. 10.4 Схема рентгенівської відсіюючої решітки.

1 — стіл; 2 — решітка; 3 — рентгенівська плівка; 4 — об'єкт дослідження; 5 — розсіяне випромінювання

### Фотолабораторний процес

Рентгенографія базується на явищі фотолізу (розділ 1) броміду срібла на іони срібла та бром у фотоемulsії плівки. Частинки броміду срібла рентгенівської плівки, що зазнали фотолізу, при проявленні відновлюються до металевого срібла у вигляді чорного осаду. Після промивання плівки і при подальшій її фотообробці — фіксації — відбувається розчинення частинок нефотолізованого галоїдного срібла і його вимивання в розчин фіксажу. Після промивання у воді плівку висушують. У наш час широко впроваджується автоматизована хімічна обробка плівки за допомогою проявочних машин.

### Основи рентгенівської скіалогії

При рентгенологічному дослідженні вивчають тіньове зображення, яке внаслідок оптичних і ге-

ометричних особливостей представляється у незвичайній просторовій перспективі і не завжди відображає дійсну форму, величину і положення відповідного об'єкта. Тому для правильного тлумачення рентгенологічного зображення необхідно розуміти основні закони скіалогії (вчення про тінеутворення). В основу аналізу рентгенівського зображення покладено вивчення тіней, що утворюють його, оцінку основних скіалогічних властивостей: форми, кількості, величини, інтенсивності, структури, контурів та зміщуваності.

Тіні різних патологічних утворень можуть зливатися або накладатися одна на одну і тим самим змінювати уявлення про дійсну їх щільність (рис. 10.5).

Форму тіні частіше визначають по зображеннях у 2–3 проекціях (рис. 10.6). Форма тіньового

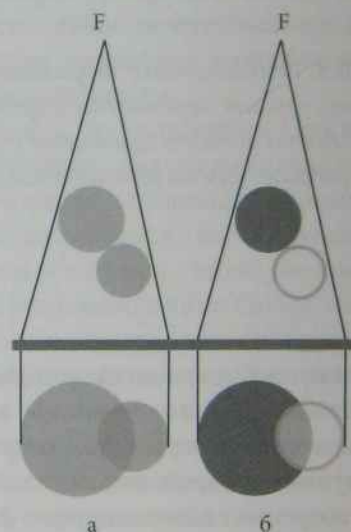


Рис. 10.5. Взаємна сумація зображень досліджуваних об'єктів:

а) збільшення інтенсивності зображення; б) зменшення інтенсивності зображення

зображення залежить від особливостей просторового розташування об'єкта або його елементів по відношенню до рентгенівського променя і плівки (рис. 10.7).

Форма та розмір об'єкта змінюються залежно від напрямку центрального променя по від-

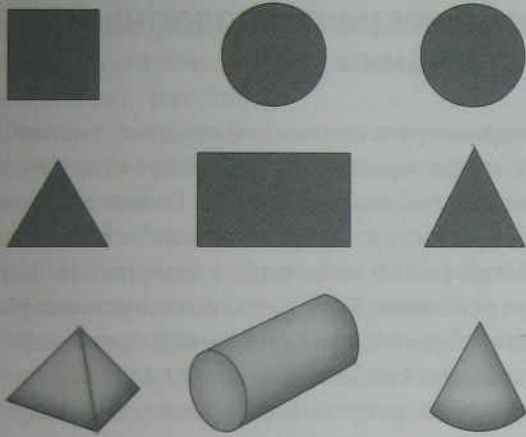


Рис. 10.6. Форми тіней. Геометричні фігури і їх тіньові силуети

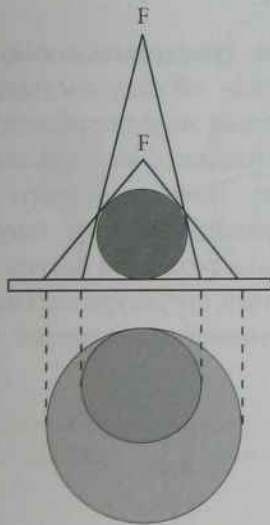


Рис. 10.7. Залежність розмірів рентгеновського зображення від відстані між фокусом трубки (F) та об'єктом дослідження

ношенню до довгої осі об'єкта (рис. 10.8). Зміна форми об'єкта можлива при отриманні зображення не центральним пучком, а за допомогою бічних рентгеновських променів або при косому розміщенні касети (рис. 10.9).

Інтенсивність тіні відображає ступінь поглинання рентгеновських променів і залежить від щільності і товщини об'єкта (рис. 10.10):

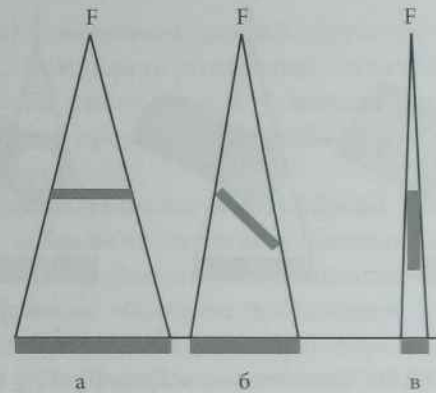


Рис. 10.8. Залежність величини і форми рентгеновського зображення від розміщення досліджуваного об'єкта щодо пучка рентгеновського випромінювання, направлено перпендикулярно до касети (F — фокус трубки):

а) повздовжня вісь об'єкта паралельна касеті; б) повздовжня вісь об'єкта під кутом до касети; в) повздовжня вісь об'єкта співпадає з напрямом пучка випромінювання

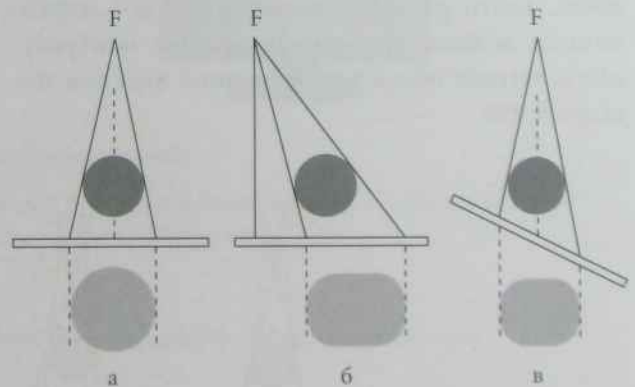
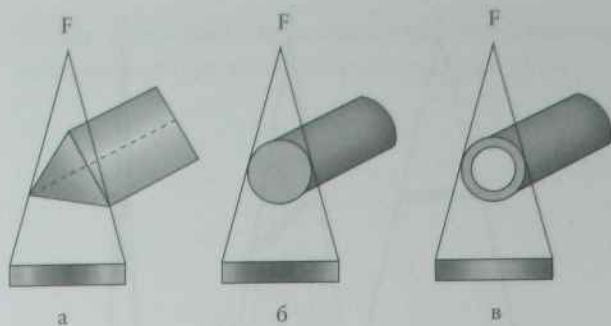


Рис. 10.9. Зміна зображення предметів при рентгенографії:

а) об'єкт розташований у центрі пучка випромінювання; б) зміна зображення об'єкта при рентгенографії бічними променями; в) зміна зображення об'єкта при косому розміщенні приймача випромінювання





**Рис. 10.10.** Схематичне зображення (а, б, в) особливостей поглинання рентгенівського випромінювання залежно від геометричної форми досліджуваного об'єкта

## Методики рентгенологічного дослідження

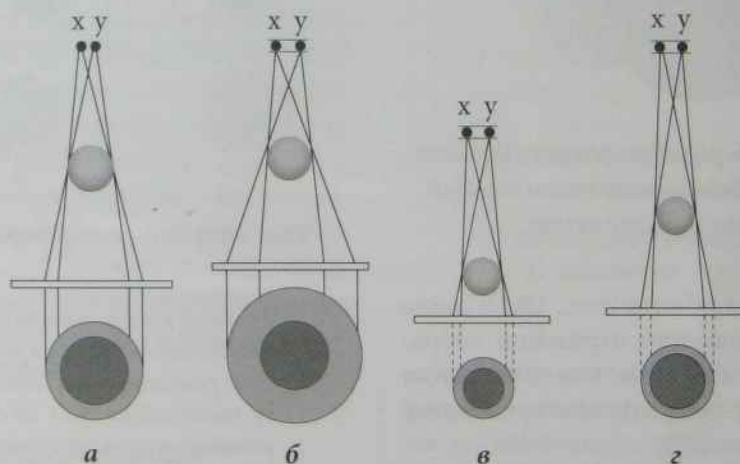
Методики рентгенологічного дослідження базуються на принципі функціонування системи "джерело випромінювання — об'єкт дослідження — детектор випромінювань". Виникнення рентгенівського зображення базується на поглинанні рентгенівських променів тканинами різної щільності досліджуваної ділянки організму і реєстрації ступеня їх поглинання на флюоресцентному екрані, рентгенівській плівці або на фізичних детекторах випромінювання (цифрових приймачах зображення).

### Основні методики рентгенологічного дослідження

**Флюороскопія (рентгеноскопія)** — методика просвічування об'єкта дослідження і отримання зображення на флюоресцентному екрані. Перевагою методики є можливість проведення багатоосьового, поліпозиційного дослідження і вивчення функціонального стану органів (недоліком є низька роздільна здатність у виявленні тонких деталей структури легенів, кісток, відсутність об'єктивної документації стану органів

Чіткість рентгенівського зображення залежить від розміру оптичного фокуса рентгенівської трубки і віддаленості об'єкта від плівки (рис. 10.11).

Рентгенологічне дослідження скелета і легенів можливе завдяки їх природній контрастності, тобто різній щільності кісток і навколишніх м'яких тканин. Природна контрастність легенів обумовлена певним вмістом повітря в них.



**Рис. 10.11.** Залежність чіткості рентгенівського зображення від розміру оптичного фокуса (ху) трубки, відстані "об'єкт - плівка" і "трубка - плівка"

у момент дослідження і більше променеве навантаження порівняно з рентгенографією). Схема флюороскопії: рис. 10.12.

Діагностичні флюороскопічні апарати можуть бути укомплектовані електронно-оптичними перетворювачами (ЕОП), що дозволяють підсилити яскравість свідчення екрана монітора ЕОП у 5–10 тисяч разів і одночасно знижувати дозу опромінення на пацієнта у 8–10 разів.

**Рентгенографія** — методика отримання рентгеновського зображення на рентгеновській плівці або на малодозових приймачах рентгеновських променів з цифровою обробкою зображення. Використовується для вивчення морфології досліджуваної ділянки. Перевагою методики є висока роздільна здатність (порівняно з флюорос-

копією) у виявленні деталей структури легенів, кісток, можливість отримання об'єктивної документації стану органів у момент дослідження і менше променеве навантаження порівняно з флюороскопією.

**Цифрова технологія візуалізації рентгеновських зображень** полягає у використанні малодозових приймачів рентгеновських променів із цифровою обробкою зображення (цифрова рентгенографія), має наступні переваги: зменшення у 20–30 разів променевого навантаження на пацієнта і виключення використання рентгеновської плівки і фотолабораторного процесу. Принципова схема дослідження за допомогою цифрового рентгенографічного апарата — див. рис. 10.13.

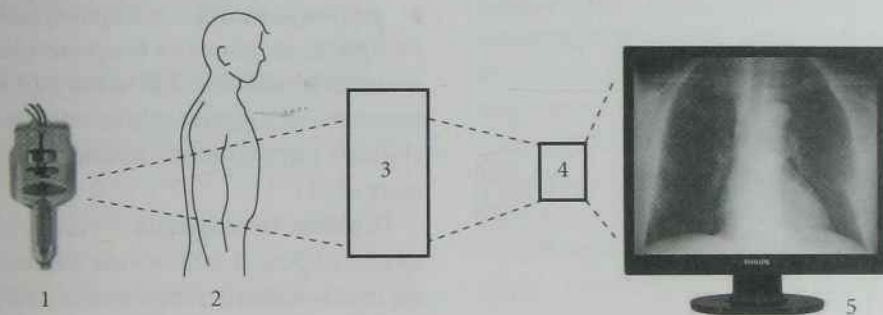


Рис. 10.12. Схема флюороскопії:

1 — джерело випромінювання; 2 — об'єкт дослідження; 3 — електронно-оптичний перетворювач; 4 — телекамера; 5 — монітор із позитивним зображенням досліджуваної ділянки

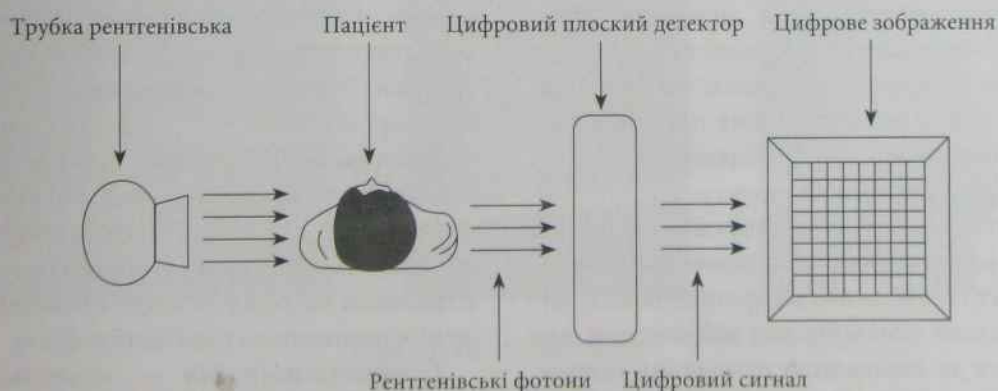
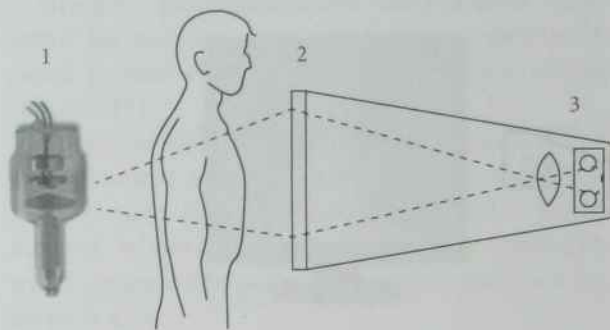


Рис. 10.13. Схема дослідження за допомогою цифрового рентгенографічного апарата



**Прицільна рентгенографія** — методика виконання рентгенограми зони інтересу центральним пучком випромінювання або по дотичній переважно під час флюороскопії.

**Флюорографія** — це методика рентгенодіагностики, при якій тіньове зображення з флуоресцентного рентгенівського екрана фотографується на фотоплівку чи трансформується в цифрове зображення за допомогою цифрових малодозових безплівкових приймачів. Використовується як методика масового профілактичного рентгенологічного дослідження для виявлення захворювань легенів з прихованим перебігом. Принцип флюорографії див. рис. 10.14. Протипоказаннями є вік до 15 років, вагітність (НРБУ-97/Д2000).



**Рис. 10.14.** Принцип флюорографії (схема):

1 — рентгенівська трубка, 2 — флюоресцентний екран, 3 — фотокамера

**Електрорентгенографія** — методика отримання рентгенівського зображення на папері, що базується на здатності селенового напівпровідника під впливом рентгенівських променів змінювати фотопровідність. Переданий селеновій пластині заряд статичного електроструму при експонуванні знижується пропорційно кількості поглиненої кожною ділянкою селенової пластини енергії рентгенівського випромінювання; виникає приховане рентгенівське зображення, яке візуалізується за допомогою наплення селенової пластини протилежно зарядженими частинками проявляючого порошку, потім зображення

контактним шляхом переноситься на звичайний папір. Електрорентгенографія дозволяє виявляти малоконтрастні сторонні тіла і може бути використана в умовах підвищеної і зниженої температури зовнішнього середовища в результаті виключення фотопроцесу з використанням фотографічних розчинів. Недоліком методики є більше променеве навантаження порівняно з рентгенографією.

### Додаткові методики дослідження

**Томографія** — це методика визначення розташування анатомічних структур у тривимірному просторі. Має широке використання в рентгенодіагностиці (рентгенівська лінійна томографія, рентгенівська комп'ютерна томографія), а також в радіонуклідній, ультразвуковій діагностиці і в приладах, дія яких базується на принципі магнітного резонансу. Всі зазначені види томографії показані для проведення пошарового морфологічного дослідження органів (морфологічна томографія).

**Лінійна томографія** — це методика рентгенографії окремих шарів тіла людини для отримання ізольованого зображення структур, розташованих у будь-якій площині на заданій глибині. Принцип лінійної томографії — див. рис. 10.15.

Ефект томографії досягається завдяки руху рентгенівської трубки і плівки під час зйомки у взаємно протилежних напрямках, а вісь їх переміщення лежить на рівні шару досліджуваного об'єкта. Чітке зображення дають тільки ті структури, які знаходяться на рівні центру обертання системи "трубка – плівка" (точка  $O$ ), тому що при переміщенні трубки та плівки вони проєктуються на одну й ту саму точку плівки ( $O_1, O_2, O_3$ ). Об'єкти, що лежать вище (точка  $A$ ) та нижче (точка  $B$ ), під час руху проєктуються на різні ділянки плівки, тому чітко не візуалізуються. Недоліком методики є вище променеве навантаження порівняно з рентгенографією.

**Телерентгенографія** — методика виконання рентгенографії при фокусній відстані 150 см і більше, що дає змогу отримати на рентгенів-

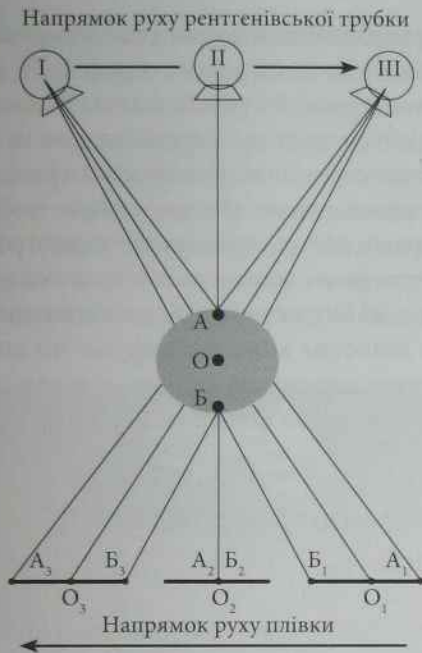


Рис. 10.15. Принцип лінійної томографії

ському зображенні реальні розміри досліджуваних об'єктів. Принцип методики — див. рис. 10.7.

**Поліграфія** — методика виконання декількох знімків одного і того ж органа на одну плівку для реєстрації змін положення, форми, величи-

ни, скоротливої здатності м'язового шару органа (3–4 знімки через 10–15–30 сек); у даний час використовується рідко.

**Рентгенокімографія** — методика отримання графічного зображення скоротливої здатності м'язових органів за допомогою спеціальних рухомих свинцевих решіток. Висота зубців відповідає величині амплітуди скорочення м'язового органа. У даний час використовується рідко.

**Ангіографія** — загальна назва методик рентгенологічного дослідження кровоносних судин, під час яких судини через спеціальний катетер заповнюють контрастною речовиною (стор. 181 — “Інтервенційна радіологія”) і після цього виконують серію рентгенограм. Залежно від того, яку частину судинної системи контрастують, розрізняють артеріографію, флебографію і лімфографію (рис. 10.16). Ангіографію виконують для дослідження гемодинаміки, виявлення судинної патології, для діагностики захворювань внаслідок порушення функції і морфології судин.

**Функціональна рентгенографія** — методика виконання рентгенограм у різних фазах функції органів (дослідження прохідності судин, дослідження легенів у фазу вдиху та видиху, дослідження обсягу рухів суглобів при згинанні та розгинанні тощо).



Рис. 10.16. Ангіографія:

а) артеріограма черевної аорти і її гілок; б) флебограма вен гомілки; в) лімфограма лімфатичних судин клубової ділянки



## Ультразвукова діагностика

### Фізичні основи ультразвукової діагностики

Принцип ультразвукового методу візуалізації діагностичного зображення полягає в отриманні фокусованого променя ультразвукових механічних коливань частотою 1–20 МГц, введення його в досліджувану речовину через акустичне вікно і реєстрацію хвиль, відбитих від меж щільності різних середовищ. Пучок ультразвукових коливань вводять у досліджувану частину тіла через шкіру за допомогою ультразвукового генератора — п'єзоперетворювача. Розповсюдження ультразвуку залежить від форми п'єзоперетворювача, властивостей ультразвукового променя і властивостей середовища, тобто ехогенності середовища, через яке він проходить. Ехогенність — це здатність досліджуваних структур відбивати ультразвукові хвилі. Розрізняють *ізоехогенні*, *анехогенні*, *гіпоехогенні* і *гіперехогенні* структури (рис. 10.17) Розповсюдження ульт-

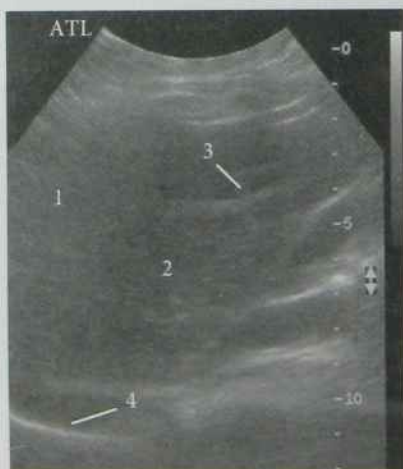


Рис. 10.17. УЗД печінки:

1 — нормоехогенна паренхіма печінки;  
2 — гіпоехогенна ділянка; 3 — анехогенна ділянка, що відповідає судині; 4 — гіперехогенна капсула печінки

тразвуку відбувається згідно з законами відбиття і заломлення на межі різних середовищ, а також законами дифракції і розсіювання. Відбиті хвилі сприймаються цим же перетворювачем, обробляються електронним пристроєм і трансформуються в одновимірне або двовимірне зображення (ехограму або ультразвукову сканограму). За даними ехограми можна визначити топографію, форму, величину і структуру досліджуваного органа, що дозволяє виявити дифузне чи вогнищеве ураження паренхіми органа, а також порожнини з рідиною або повітрям.

### Режими ультразвукової візуалізації

#### Одновимірні режими візуалізації (ехографія)

*А-режим* УЗД (від англ. *amplitude* — амплітуда) базується на реєстрації відбитих ехосигналів від межі різних за щільністю середовищ у вигляді вертикальних підйомів. У наш час не використовується.

*М-режим* УЗД (від англ. *motion* — рух) дозволяє в режимі реального часу отримати інформацію про рухомі структури; використовується при дослідженні серця (рис. 10.18).

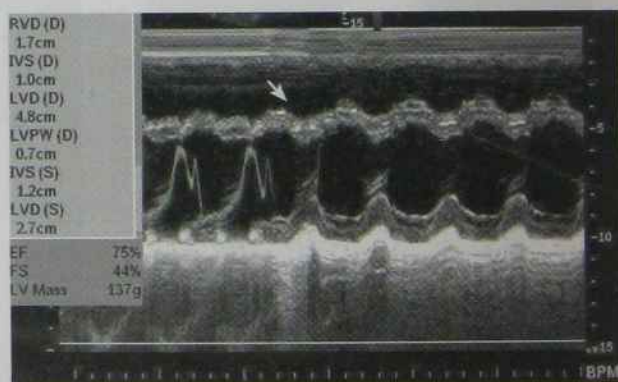


Рис. 10.18. Ультрасонограма камер серця, М-режим

**Двовимірні режими візуалізації (сонографія)**  
**В-режим** УЗД (від англ *bright* — яскравість) базується на реєстрації відбитих імпульсів і зображенні їх на екрані у вигляді томографічного зрізу тканин, яскравість яких прямо пропорційна інтенсивності відбиття ультразвуку. Використовується для візуалізації тканин і органів на основі градієнта щільності: води, крові, жирової тканини, паренхіми, стінок судин (рис. 10.19).



Рис. 10.19. Ультрасонограма селезінки, В-режим

**3D (тривимірна реконструкція) режим** УЗД — об'ємне зображення, отримане на основі аналізу послідовності зображень, отриманих у В-режимі за заданими параметрами (рис. 10.21, а).

**4D (чотиридимірна реконструкція) режим** УЗД — об'ємне зображення у реальному масштабі часу.

**Ультразвукова доплерографія** базується на ефекті Доплера — зміні частоти відбитого ультразвукового сигналу від рухомого об'єкта. Частота відбитого ультразвукового сигналу збільшується від об'єкта, що наближається, і навпаки — зменшується від об'єкта, що віддаляється (кольорова вкладка: рис. 4, 5).

#### Доплерографічні режими візуалізації

**Pulse wave (PW)** — режим дозволяє визначити швидкість руху крові.

**Continue wave (CW)** — режим вимірювання високіх швидкостей.

**Power Doppler** — енергетична доплерографія — використовується для якісної оцінки низькошвидкісного кровотоку в дрібних капілярних судинах (серця, нирок, печінки й ін.)

**CFM, CFA** — кольорове потокове картування, кольорова потокова ангиографія: кольорова доплерографія — виділення кольором на ехограмі характеру кровотоку в зоні інтересу.

**Tissue velocity imaging** — тканинна кольорова доплерографія, кольорове картування руху тканин.

**Соноеластографія** — режим одночасного вимірювання ехогенності та еластичності біологічних тканин.

**Дуплексна сонографія** дозволяє отримати зображення судин (анатомічна інформація), запис кривої кровотоку в них (фізіологічна інформація) і діагностувати ураження різних судин з одночасною оцінкою кровотоку в них (кольорова вкладка: рис. 6).

Ультразвукові апарати (рис. 10.20) дають можливість визначити відстань до структур, завдяки вимірюванню часу, протягом якого ультразвукова хвиля проходить до певних структур і повертається до перетворювача.

Протипоказання для призначення УЗД відсутні.

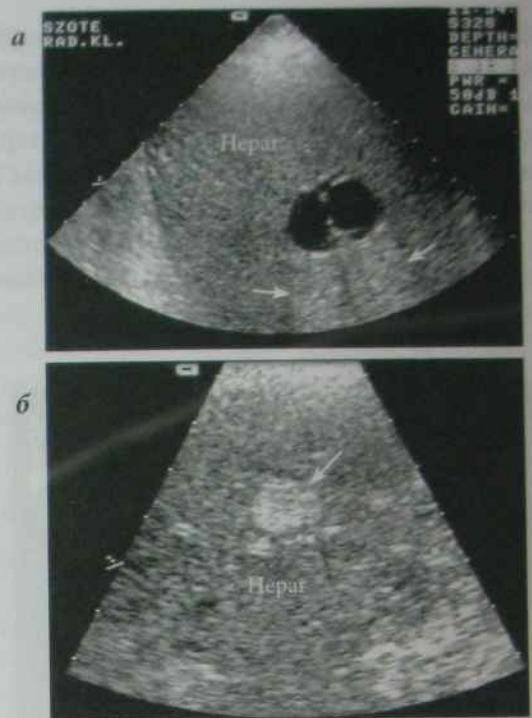


Рис. 10.20. Ультразвуковий апарат





**Рис. 10.21.** а) УЗД, 3D зображення обличчя плода; б) доплерограма печінки із спектральною доплерівською кривою нормальної печінкової артерії



**Рис. 10.22.** Ультрасонограми печінки: а) кіста печінки; б) гемангіома печінки

## Ультразвукова семіотика

Ультразвукове дослідження передбачає визначення локалізації патологічного осередку, його розмірів, форми, контурів, зміцваності, ехогенності, структури, наявності гало (зниженої ехогенності по периферії пухлини — ознака зляккісного процесу), звукопровідності (нормальна, підвищена, знижена, висока) і взаємовідношення з навколишніми тканинами і органами (рис. 10.22).

## Переваги та недоліки УЗД

### Переваги УЗД

- метод дослідження, при якому не використовується іонізуюче випромінювання;
- відсутність протипоказань, нешкідливість та можливість багаторазового застосування;

- можливість використання в будь-яких умовах за допомогою мобільного та портативного апаратів;
- висока роздільна здатність візуалізації м'яких тканин;
- дослідження проводиться в режимі реального часу;
- дозволяє провести внутрішньопорожнинне й інтраопераційне дослідження за допомогою спеціальних датчиків, які вводять безпосередньо в порожнини (наприклад, трансзофагеально, трансректально, трансвагінально й ін.). Спеціальні вбудовані в ендоскопи датчики дозволяють проводити лапароскопічні, інтраваскулярні УЗ-дослідження.

### Недоліки УЗД

- ослаблення сигналу із збільшенням товщини тканин (ослаблення penetрації ультразвуку);

- ▶ УЗ-сигнал не проникає через кісткову тканину;
- ▶ газ у легенях та в порожнинах відбиває акустичні хвилі і унеможливує візуалізацію органів;
- ▶ залежність результату дослідження від підготовки пацієнта до дослідження і кваліфікації оператора.

## Ультразвукові контрастні речовини

Ультразвукове контрастування базується на посиленні відбиття ультразвукового сигналу і зумовлене мікропухирцями повітря, що утворюються у момент ін'єкції.

В основі отримання контрастного зображення лежить зміна акустичних властивостей досліджуваної тканини. Ехоконтрастування дозволяє підсилити сигнал при доплерографічному дослідженні судин, оцінити перфузію міокарда і паренхіматозних органів, створити акустичне вікно, провести дослідження порожнистих органів (отримати інформацію щодо форми, контурів і розповсюдження патологічного процесу).

*Вимоги до ультразвукових контрастних речовин:* нетоксичність, придатність для внутрішньовенного введення, здатність проходити крізь легені, серце і капіляри, зберігати стабільність при рециркуляції.

Ехоконтрастні препарати поділяють на:

- ▶ доплерівські контрастні речовини для внутрішньосудинних досліджень — призначені переважно для оцінки гемодинаміки магістрального і органного кровотоку, а також для вивчення ангіоархітектоніки органів і патологічних осередків;
- ▶ тканинні контрастні речовини або органоспецифічні та пухлиноспецифічні контрасти — це ехоконтрасти, що є тропними до певних тканин. Їх застосування дозволяє підсилити різницю в ехогенності між нормальними і патологічно зміненими ткани-

нами (наприклад, пухлиною) в паренхіматозних органах.

Виділяють також рідинні і газовмісні ехоконтрасти.

**Рідинні ехоконтрасти.** Їх дія пов'язана із зміною в'язкості і щільності крові. Широкого розповсюдження рідинні ехоконтрасти не набули внаслідок недостатнього ефекту контрастування, відносно високої токсичності, необхідності введення великих об'ємів і складності використання.

**Газовмісні ехоконтрасти** розроблені на основі мікропухирців повітря, стабілізованих різними речовинами. Основною властивістю мікропухирців повітря є високий акустичний опір газу ультразвуку, що різко відрізняється від акустичного опору крові.

Основні фізико-хімічні вимоги до мікропухирців:

- ▶ діаметр у межах 3–8 мкм;
- ▶ стабільність у кровотоці, що визначає час циркуляції або «життя» мікропухирців;
- ▶ здатність створювати достатню концентрацію в ділянці, що вивчається;
- ▶ можливість модифікації одного або кількох параметрів тканини, що визначають її акустичні властивості.

Час життя мікропухирців обмежений 2–5 хвилинами. Посилення починається через 10–30 секунд після болюсного введення препарату. Величина відбиття прямо пропорційна кількості мікропухирців в об'ємі крові або тканини органа.

## Рентгенівська комп'ютерна томографія

Рентгенівська комп'ютерна томографія (КТ) — метод, що базується на вимірюванні ступеня ослаблення вузького пучка рентгенівських променів на виході з тонкого шару досліджуваного



об'єкта. Величина ослаблення пропорційна щільності тканин, які лежать на шляху вузького пучка рентгенівського променя, і залежить від товщини об'єкта.

## Фізико-технічні основи рентгенівської КТ

Дослідження виконують за допомогою комп'ютерного томографа (рис. 10.25), який складається з рентгенівської трубки з системою щільних коліматорів і детекторів, які містяться в штативі Гентрі, столу для сканування, консолі з установкою управління режимами апарата, монітора і комп'ютера. У комп'ютері накопичуються і обробляються сигнали, які поступають з детекторів; відбувається цифрова реконструкція зображення, зберігається інформація, яка передається на консоль діагностики і управління апаратом.

Метод оснований А. Кормаком (1963), що запропонував математичну реконструкцію пошарового зображення головного мозку. Г. Хаунсфілд (1972) сконструював першу клінічну модель комп'ютерного томографа для дослідження головного мозку. За цей науковий винахід у 1979 р. їм була присуджена Нобелівська премія. З часом було сконструйовано комп'ютерний томограф для дослідження всього тіла людини. Товщи-

ну пучка, а відповідно і шару, який виділяється в об'єкті, можна змінювати від 1 до 10 мм.

На відміну від звичайної рентгенографії і томографії, замість плівки використовують детектори у вигляді кристалів (натрію йодид тощо) або іонізаційні газові комірки (ксенон). Детектори сприймають різницю щільності структур менше 1 %, в той час як на рентгенівській плівці доступне розрізнення щільності в 10–15 %. Тому здатність детекторів сприймати ослаблення рентгенівського випромінювання перевищує діагностичні можливості рентгенографії в 100 разів. Схема рентгенівського комп'ютерного томографа наведена на рис. 10.23.

Рентгенівська трубка і детектори томографів утворюють систему, яка рухається по колу або по спіралі щодо досліджуваного об'єкта. Пучок рентгенівських променів в результаті обертання трубки на 180 або 360 градусів кожного разу потрапляє на нові ділянки досліджуваного шару і, досягаючи детекторів, викликає електричний сигнал. Чим більшої інтенсивності кванти рентгенівського випромінювання потрапляють на детектори, тим потужніший електричний сигнал вони посилають у комп'ютер. Для ідентифікації ділянок досліджуваного об'єкта шар, який виділяється під час томографії, розглядають як суму однакових об'ємів (вокселів). Кожен воксел має певну проекцію на матриці комп'ютера, на якій фіксуються числові величини ступеня ослаблен-

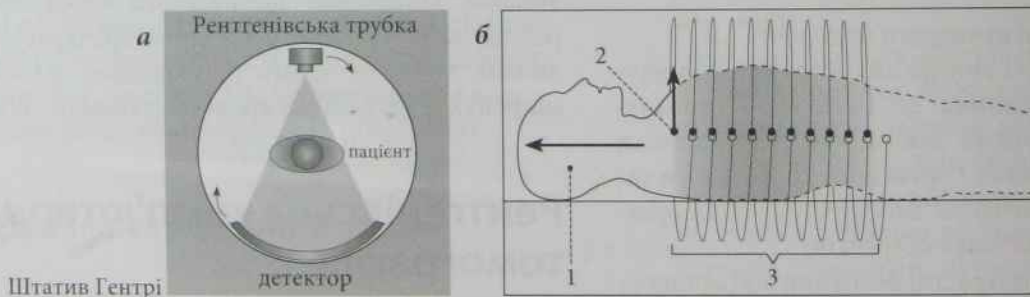


Рис. 10.23. Схема рентгенівського комп'ютерного томографа (а) та схема спірального сканування (б):

1 — напрямок переміщення пацієнта; 2 — початок та напрямок спірального сканування; 3 — шлях безперервного обертання рентгенівської трубки та детектора по відношенню до досліджуваного об'єкта

ня рентгенівського випромінювання (КТ — число, розраховане за силою електричних сигналів). Площинна проекція вокселів називається пікселями, сума яких формує візуальне зображення. Як і на рентгенограмі, ті ділянки, що значною мірою ослабили рентгенівське випромінювання, будуть світлими (кістки, ділянки звапнення), а ті ділянки, які незначно поглинули рентгенівське випромінювання (повітря, жирова тканина) — будуть темними. На рентгенограмі людське око розрізняє лише 16 градацій сірого кольору, на КТ їх розрізняють понад 1000. Величину ослаблення, яка відповідає щільності тканин, розраховують за шкалою Хаунсфілда (рис. 10.24). Градація шкали залежить від покоління томографа. Щільність води прийнята за нульову (0) величину, повітря  $-1000$ , а кістки  $+1000$  одиниць Хаунсфілда (НУ). Жирова тканина має щільність біля  $-100$  НУ, а паренхіматозні органи і м'які тканини — від  $+40$  до  $+80$  НУ.

Кількість зрізів і їх товщину вибирають залежно від діагностичного завдання. Тонші зрізи дають вищу роздільну просторову здатність і відповідно дозволяють провести детальніший аналіз і реконструкцію зображення в інших проекціях.

Разом з тим, дослідження певної ділянки тіла за допомогою тонких зрізів (1–2 мм) вимагає більше часу, ніж за допомогою товстих (8–10 мм), що зумовлює велике променеве навантаження. У розрахунку на один зріз променеве навантаження складає 0,013 Гр. Тому у кожному конкретному випадку обирають компромісне рішення.

У ряді випадків для отримання необхідної інформації про характер патологічного процесу застосовують внутрішньовенне контрастування, яке отримало назву *посилення зображення*. Це зумовлено тим, що деякі патологічні утворення мають таку саму щільність, як і нормальні тканини, тобто є ізоденсивними. Під час внутрішньовенного болюсного контрастування вони накопичують більшу кількість контрастної речовини, ніж сусідні тканини, і стають гіперденсивними.

**Спіральна КТ.** Спіральне сканування полягає в одночасному безперервному обертанні рентгенівської трубки навколо тіла пацієнта та безперервному поступальному русі стола з пацієнтом вздовж осі сканування через апертуру Гентрі. Таким чином шлях руху рентгенівської трубки відносно напрямку руху стола з пацієнтом має форму спіралі (рис. 10.23).

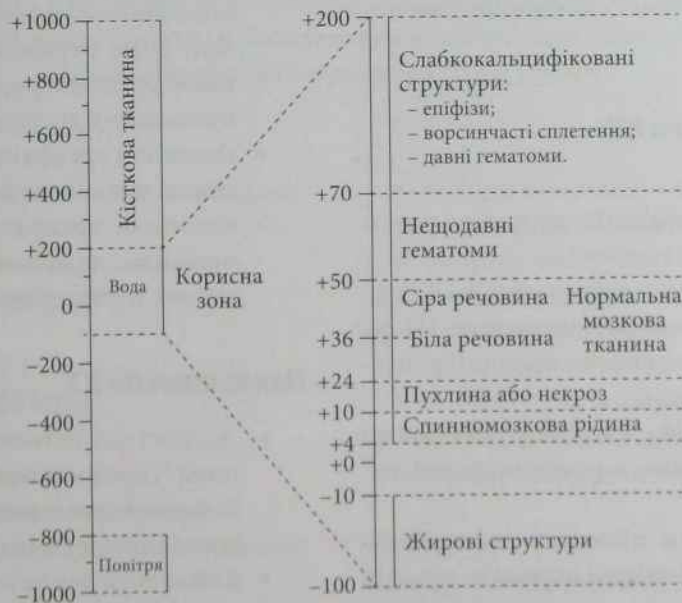
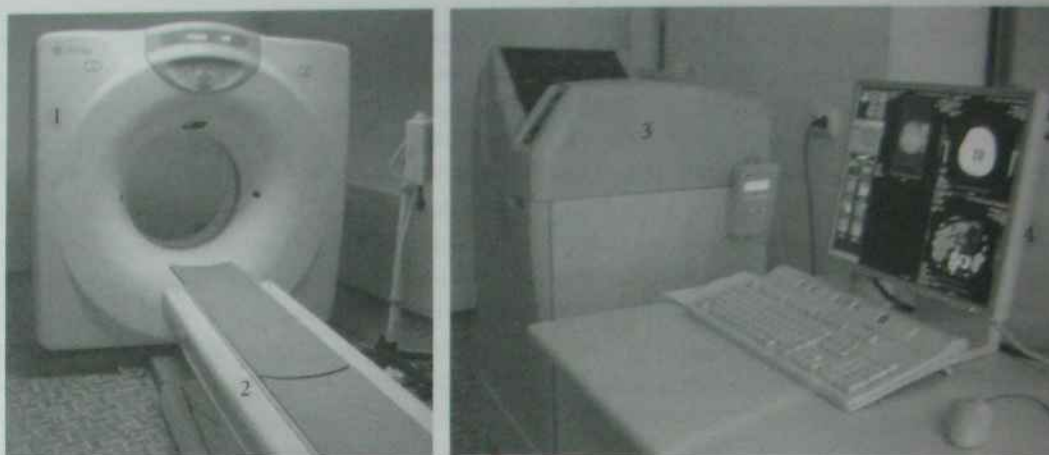


Рис. 10.24. Шкала Хаунсфілда





**Рис. 10.25.** Зовнішній вигляд рентгенівського комп'ютерного томографа:

1 — штатив Гентрі, 2 — стіл для укладки пацієнта, 3 — лазерний принтер сухого термодруку, 4 — монітор)

**Мультидетекторна КТ** відрізняється від спіральної КТ наявністю двох та більше (4-, 8-, 16-, 32-, 64-, 128- 256-, 320-, 640-) рядів детекторів, деякі моделі апаратів мають 2 рентгенівські трубки. Під час сканування рентгенівське випромінювання сприймається одночасно всіма детекторами. Використовуючи КТ 256-зрізові і більше, отримують зображення практично в режимі реального часу з одночасним скануванням значної ділянки тіла.

### **Переваги та недоліки КТ**

#### **Переваги КТ**

- ▶ відсутність суперпозиції структур, розташованих на різній глибині;
- ▶ забезпечує отримання зображення в аксіальній площині та дозволяє виконувати 3D-реконструкцію і віртуальну ендоскопію (bronхоскопію, колоноскопію) й ангиографію;
- ▶ забезпечує вищий ступінь тканинного контрасту порівняно з рентгенодіагностикою;
- ▶ дозволяє отримати кількісну інформацію про розміри, щільність окремих органів і тканин та патологічних утворень, а також дозволяє визначити взаємовідношення

патологічного утворення з навколишніми тканинами;

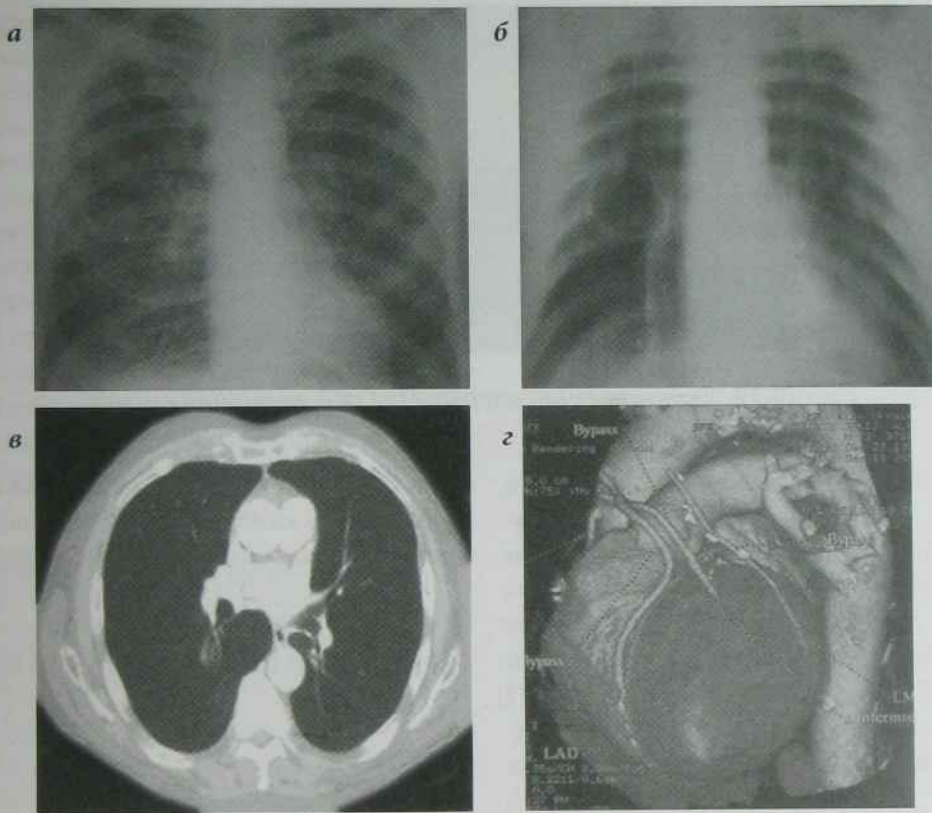
- ▶ можливість виконувати болюсне посилення дозволяє отримати трьохфазне посилене зображення паренхіматозних органів в артеріальній, венозній та паренхіматозній фазах.

#### **Недоліки КТ**

- ▶ при виконанні КТ, СКТ ефективна доза опромінення приблизно в 10 разів перевищує дозу, отриману пацієнтом при виконанні рутинної рентгенографії, що обмежує проведення дослідження вагітним та дітям;
- ▶ наявність артефактів від сторонніх тіл з високою щільністю (метал, барію сульфат);
- ▶ наявність артефактів, обумовлених рухом пацієнта, дихальними рухами, перистальтикою, пульсацією серця та судин.

#### **Показання до КТ**

- ▶ діагностика патологій головного мозку, легень, середостіння, черевної порожнини, таза, заочеревинного простору, опорно-рухової системи й ін.;
- ▶ в онкології для встановлення стадії злоякісних пухлин і контролю ефективності хіміо- та радіотерапії;



**Рис. 10.26.** а) оглядова рентгенограма грудної клітки в прямій проекції: кільцеподібна тінь пневмокісти в 6 сегменті правої легені; б) лінійна томограма грудної клітки в прямій проекції того ж хворого, чітке зображення пневмокісти в 6 сегменті правої легені; в) комп'ютерна томограма нормальної грудної клітки в аксіальній проекції на рівні легеневої артерії; г) МДКТ, 3D-реконструкція зображення серця і судин

- у травматології для діагностики ушкоджень при політравмах;
- виконання віртуальної ендоскопії;
- реконструктивна ангіографія.

## Загальна КТ-семіотика

КТ дозволяє визначити:

- локалізацію патологічного осередку;
- кількість, форму, контури патологічного осередку;
- розміри органів і патологічного осередку;
- структуру патологічного осередку;

- щільність органів і патологічних осередків в одиницях Хаунсфілда;
- оцінити зміну щільності органів і патологічних осередків в одиницях Хаунсфілда при контрастуванні в артеріальній, паренхіматозній та венозній фазах;
- оцінка змін оточуючих тканин і органів (компресія, дислокація, інфільтрація тощо);
- оцінка стану регіонарних лімфатичних вузлів.

Зображення органів грудної порожнини, отримані при рентгенографії, лінійній томографії, КТ і МДКТ — див. рис. 10.26.





Рис. 10.27. Діагностичний апарат ПЕТ/КТ, зовнішній вигляд

**Мультимодальні зображення** — технологія поєднання анатомічних і функціональних зображень. Зараз розвиваються два основні напрямки отримання мультимодальних зображень. Перший напрямок ґрунтується на мультимодальних системах, що об'єднують у собі різні діагностичні апарати: ПЕТ/КТ (рис. 10.27), ОФЕКТ/КТ, ПЕТ/МРТ. Другий напрямок — це отримання мультимодальних зображень із одержаних раніше даних при роздільно проведених дослідженнях. Цей шлях не обмежується конструкцією діагностичного обладнання, дозволяє використовувати зо-

браження з попередньо отриманих архівів та дає можливість комбінувати всі можливі на сьогодні технології візуалізації: КТ, МРТ, ОФЕКТ, ПЕТ.

## Інтервенційна радіологія

**Інтервенційна радіологія** (рентгенохірургія) включає всі малотравматичні хірургічні операції, які проводяться під контролем і з використанням променевих методів досліджень — ультразвукового, флюороскопії, рентгенографії, КТ або МРТ. З появою інтервенційної радіології стало набагато простіше під час операції знайти осередок ураження і чітко виявити його межі.

Першим етапом інтервенційного радіологічного втручання є променеве дослідження для визначення характеру і об'єму ураження. На другому етапі проводять лікувальні маніпуляції. Інтервенційна радіологія включає наступні втручання:

- ▶ ендovasкулярні (рис. 10.28);
- ▶ ендобіліарні;
- ▶ ендоезофагеальні;
- ▶ ендоеуринальні;
- ▶ ендобронхіальні;
- ▶ аспіраційну біопсію;
- ▶ черезшкірне дренивання кіст і абсцесів;
- ▶ черезшкірні операції на різних органах і системах.

Всі маніпуляції виконують частіше черезшкірно за допомогою спеціальних інструментів. За ефективністю ці втручання не поступаються тра-

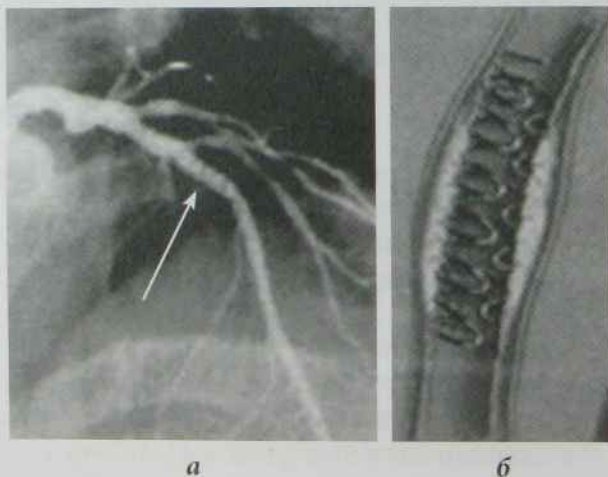


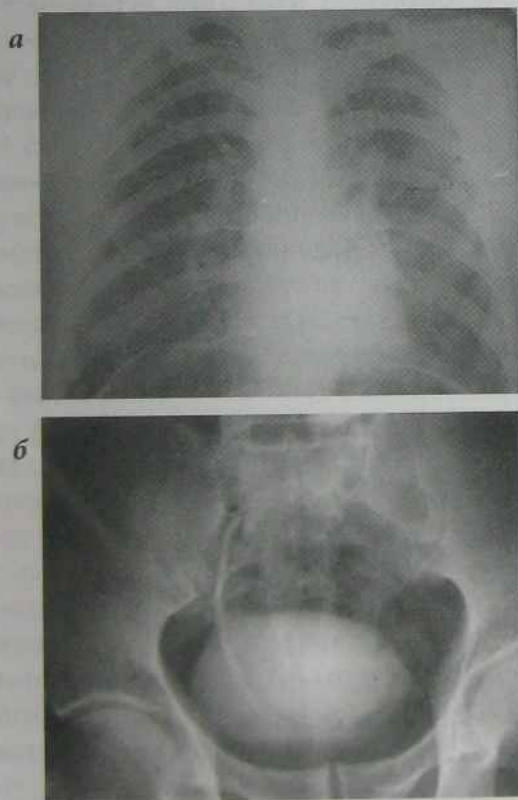
Рис. 10.28. Стент у коронарній артерії:

а) коронарограма (місце розташування стента вказане стрілкою), б) схематичне зображення стента в просвіті судини

диційним хірургічним. Пацієнти після операції, виконаної методом інтервенційної радіології, втрачають менше крові і швидше одужують.

Інтервенційна рентгенологія часто використовує спеціальні контрастні речовини для отримання рентгенівського зображення органів, які не мають природної контрастності. Залежно від умов, що покладені в основу створення штучної контрастності, всі методики контрастування розділені на дві групи:

1. Методики, основані на застосуванні контрастних речовин з низьким атомним числом;
2. Методики, основані на застосуванні контрастних речовин з високим атомним числом.



**Рис. 10.29.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: під діафрагмою візуалізується просвітлення, обумовлене наявністю вільного повітря в черевній порожнині (пневмоперитонеум); б) контрастна рентгенограма сечового міхура (цистограма)

## Рентгеноконтрастні речовини

1. Низькоатомні контрастні речовини — гази: повітря, кисень, вуглекислий газ та ін.
2. Контрастні речовини з високою атомною масою розділяють на наступні підгрупи:
  - а) нерозчинні контрастні речовини: сульфат барію для контрастування травного каналу;
  - б) порошкоподібні: йопагност, білоптин, холевід і ін. — виводяться печінкою, використовуються для дослідження жовчного міхура і жовчних проток;
  - в) водорозчинні:
    - ▶ виділяються печінкою: білігност, біліграфін, холограм, холов'є та ін;
    - ▶ виділяються нирками: урографін, верографін, ультравіст, омніпак та ін;
  - г) жиророзчинні: йодоліпол, ліпойодол, міодил і ін.

Спеціальні контрастні методи дослідження порожнин тіла, порожнин органів, судин і проток залоз використовують для діагностики стану різних органів і систем, що і обумовлює їх назву: наприклад, введення контрастної речовини в судини — ангиографія (рис. 10.16), введення повітря в черевну порожнину — пневмоперитонеум (рис. 10.29, а), введення контрастної речовини в сечовий міхур — цистографія (рис. 10.29, б) тощо.

### Профілактика можливих ускладнень при внутрішньовенному застосуванні контрастних речовин

При планових дослідженнях рекомендується премедикація: преднізолон 50 мг перорально за 12 і за 2 години перед дослідженням та антигістамінні препарати (супрастин 2 мл внутрішньом'язово за годину перед дослідженням). При невідкладних дослідженнях застосовують 200 мг гідрокортизону внутрішньовенно, потім — кожні 15 хвилин до закінчення дослідження.

Лікування можливих ускладнень при внутрішньовенному застосуванні контрастних речовин проводиться згідно з Наказом МОЗ



України від 17.01.2005 № 24 «Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Медицина невідкладних станів»»:

1. В/в розчини для швидкого досягнення систолічного АТ > 90 мм рт. ст.;
2. Контроль ЕКГ;
3. Адреналін 0,5 мг 1:10 000 в/в;
4. Дексаметазон 4–8 мг в/м.

## Магнітно-резонансна томографія

Магнітно-резонансна томографія — метод пошарового дослідження внутрішніх органів і тканин організму, що базується на явищі ядерного магнітного резонансу ядер атомів водню у відповідь на збудження їх комбінацією електромагнітних хвиль у постійному магнітному полі високої напруженості.

### Фізичні основи магнітно-резонансної томографії

Явище магнітного резонансу відкрили в 1946 р. Ф. Блох, Е. Парселл. У 1973 р. П. Лотербур уперше продемонстрував можливість отримання зображення за допомогою магнітно-резонансних радіосигналів, а в 1982 р. були виконані магнітно-резонансні томограми внутрішніх органів людини.

Принцип методу полягає в зміні положення і обертання протонів, які є магнітними диполями, під впливом зовнішнього магнітного поля високої напруженості. Виникаючі електромагнітні імпульси і наведена електрорушійна сила реєструються, обробляються за допомогою комп'ютера та будується зображення.

Магнітно-резонансний томограф складається з надпотужного магніта, радіоперетворювача, приймальної радіочастотної котушки, комп'ютера (ЕОМ) і консолі управління. Надпровідність котушок досягається завдяки систе-

мі охолодження інертними зрідженими газами (азот, гелій) до температури  $-269^{\circ}\text{C}$  (4 К).

Напруженість магнітного поля визначається в теслах (Т) або гаусах ( $1 \text{ Т} = 10\,000$  гаусів). У клінічній діагностиці найчастіше використовують магнітне поле від 0,5 до 4 Т.

Більшість тканин людського організму значною мірою містять воду, до складу якої входять кисень і водень. До складу атома водню входить один протон, який є магнітним диполем з південним і північним полюсами. Протон обертається навколо своєї осі, створюючи слабкий магнітний момент, який отримав назву спіні. Диполі безладно орієнтовані в просторі (рис. 10.30, а). Якщо людину помістити в постійне магнітне поле магнітно-резонансного томографа, більша частина протонів з низьким енергетичним рівнем буде обернена на північ (у напрямку силових ліній магнітного поля), а менша частина протонів з вищим енергетичним рівнем — на південь (відповідно *паралельні і антипаралельні протони*, рис. 10.30, б). Таким чином, в організмі створюється сумарний тканинний магнітний момент (сумарна намагніченість), вектор якого, завдяки переважанню кількості паралельних протонів, направлений паралельно силовим лініям магнітного поля — осі Z (рис. 10.30, в). Величина сумарної намагніченості також залежить від кількості протонів в одиниці об'єму тканини та сили зовнішнього магнітного поля. Крім того, протон обертається навколо осі Z та описує фігуру конуса подібно до дзиги у площині XY. Це обертання називають *прецесією* (рис. 10.30, г). Прецесія відбувається з певною частотою (*ларморова частота*), яка залежить від сили зовнішнього магнітного поля (наприклад, при силі магнітного поля 1 Т ларморова частота становить близько 42,5 МГц).

Під час дії зовнішнього магнітного поля надсилають радіочастотний імпульс з відповідною прецесійною частотою за допомогою радіочастотної котушки, що спричиняє виникнення магнітного резонансу — перехід протонів на вищий енергетичний рівень, тобто відбувається процес *збудження протонів* (рис. 10.30, д).

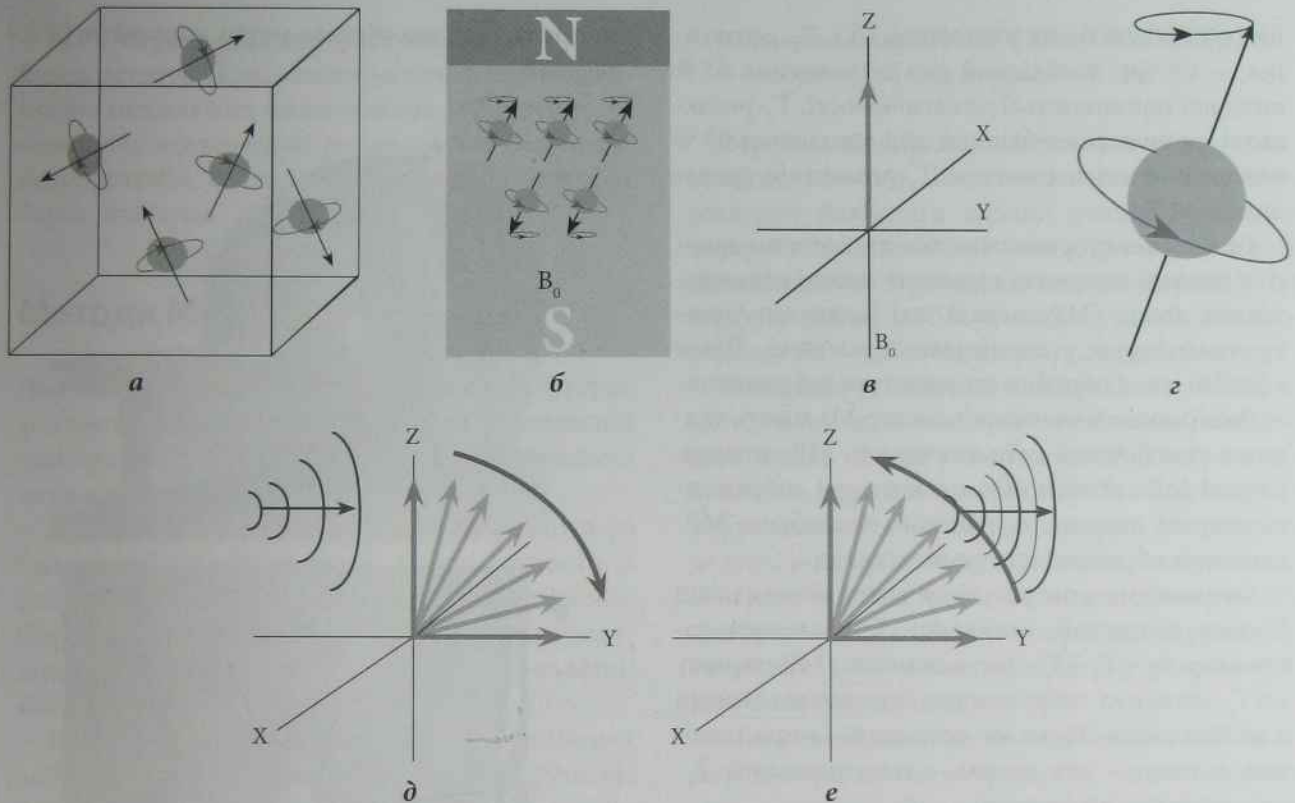


Рис. 10.30. Фізичні основи МРТ:

а) безладно орієнтовані протони в просторі; б) орієнтування протонів (паралельні і антипаралельні протони) під дією сильного постійного магнітного поля; в) напрям вектора сумарної намагніченості відносно осей координат; г) обертання протона навколо своєї осі і осі Z (прецесія); д) відхилення вектора сумарної намагніченості під дією радіочастотного імпульсу; е) відновлення напрямку вектора сумарної намагніченості та виділення енергії (MR-сигнал)

В результаті резонансу вектор сумарного тканинного магнетизму —  $M_z$  — відхиляється на певний кут від  $1^\circ$  до  $180^\circ$ ) від напрямку силових ліній магнітного поля. Ступінь відхилення залежить від сили і часу дії радіочастотного імпульсу, тому останній визначають в градусах кута відхилення  $M_z$  від напрямку силових ліній магнітного поля.

Внаслідок відхилення  $M_z$  від напрямку силових ліній магнітного поля відбувається зменшення сили повздовжньої намагніченості (зменшення складової вектора по осі Z) та збільшення сили поперечної намагніченості (збільшення складо-

вої сумарного магнетизму в площині XY). Під час паузи між повторними радіочастотними імпульсами протони повертаються до початкового положення з різною швидкістю. Процес повернення протонів у стан рівноваги (стан до моменту дії радіочастотного імпульсу) називається **релаксацією** (рис. 10.30, е). Між MR-імпульсами протони проходять два незалежних релаксаційних часи  $T_1$  і  $T_2$ , що відбуваються одночасно.  $T_1$ -релаксація відображає відновлення повздовжньої намагніченості (відповідає зміні тканинного магнетизму по осі Z),  $T_2$ -релаксація відображає зменшення поперечної намагніченості (відповідає зміні тка-



нинного магнетизму в площині ХУ).  $T_1$ -релаксація — це час, необхідний для відновлення 63 % вихідної повздовжньої намагніченості,  $T_2$ -релаксація — це час, необхідний для зникнення 63 % поперечної намагніченості.  $T_1$ -релаксація триваліша, ніж  $T_2$ .

Релаксація супроводжується виділенням енергії у вигляді незначної кількості тепла і радіочастотних хвиль (МР-сигнал), які індукують електричний струм у сприймаючій котушці. Після комп'ютерної обробки створюється зображення.

Чим більший магнітний вектор  $M_z$  мають тканини, тим більшої сили виникають МР-сигнали. Сильні МР-сигнали обумовлюють на зображенні яскраві ділянки, а тканини із слабким МР-сигналом обумовлюють темні ділянки.

Зображення, контрастність якого залежить від  $T_1$ -часу релаксації, називають  $T_1$ -зваженим зображенням ( $T_1$ -33). Інтенсивність МР-сигналу на  $T_1$ -зважених зображеннях виникає від тканин з мінімальним  $T_1$ -часом релаксації (жир), слабкий сигнал — від тканин з максимальним  $T_1$ -часом релаксації (рідина).

Зображення, контрастність яких переважно залежить від тривалості часу  $T_2$  релаксації, називають  $T_2$ -зваженим зображенням ( $T_2$ -33). Інтенсивність МР-сигналу на  $T_2$ -33 більша від тканин з тривалим часом  $T_2$ -релаксації (наприклад, рідини) та менша від тканин з коротким часом  $T_2$ -релаксації. Зовнішній вигляд МРТ — рис. 10.31, а. Магнітно-резонансні томограми головного мозку — рис. 10.31, б, в.

## Магнітно-резонансні контрастні засоби

МРТ-внутрішньовенне контрастування — непряме контрастування тканин, при якому контрастна речовина безпосередньо не візуалізується, але контрастування виникає внаслідок зміни контрастною речовиною релаксаційного часу протонів води у тканинах. У клінічній практиці найбільше застосування отримали парамагнетик — сполуки гадолінію (Магневіст, Омніскан)

та препарати, що містять метал марганець (Тесласкан).

а



б



в



Рис. 10.31. Зовнішній вигляд МРТ-апарата (а); МР-томограми головного мозку на сагітальних зрізах у режимі  $T_1$ -33 (б) і  $T_2$ -33 (в)

### МРТ-пероральне контрастування

Використовують *позитивні контрастні речовини*, які підсилюють інтенсивність МР-сигналу, та *негативні контрастні речовини*, які не вміщують протонів, тобто невидимі на МРТ (сульфат барію, повітря).

## Методи МРТ

**Дифузійно-зважена МРТ.** Дифузія є результатом теплового руху молекул. У магнітно-резонансній томографії дифузія характеризує рух молекул води в тканинах.

Використання сильних градієнтних імпульсів “відзначає” кожну молекулу води в системі і їх положення у напрямку використаного градієнта. Отримані зображення автоматично розраховуються з побудовою карт вимірюваного коефіцієнта дифузії.

Інтенсивність сигналу в дифузійно-зважених зображеннях залежить від швидкості дифузії, від значень часів релаксації  $T_1$ ,  $T_2$  і протонної щільності.

Результати проведених МРТ-досліджень дифузії і перфузії ішемізованих ділянок головного мозку дозволили сформулювати поняття так званої *пенумбри* — зони невідповідності дифузії і перфузії. Дифузно-зважена МРТ-послідовність (ДЗП) дозволяє визначити необоротну ішемію — цитотоксичний набряк та загибель нервових клітин, тобто некроз.

**Перфузійна МРТ.** Під терміном “перфузія” розуміють транспорт із кров’ю кисню в тканини по судинному руслу. Після болюсного введення парамагнітної контрастної речовини за допомогою автоматичного шприца проводиться сканування (початок введення контрасту співпадає з початком сканування). Отримані дані обробляються за допомогою комп’ютерної програми і перетворюються в перфузійні карти, які відображають наступні показники мозкового кровотоку:

- об’єм мозкового кровотоку (CBV);
- середній час проходження контрастної речовини (MTT);

- мозковий кровотік ( $CBF = CBV/MTT$ );
- час до піку (*time to peak* — TTP).

Перфузія відображає оборотну ішемію (транзиторну ішемію). Визначення зони пенумбри дозволяє визначити істинні розміри осередку інфаркту та своєчасно застосувати адекватну тромболітичну терапію, що сприяє нормалізації перфузії майже у 75 % випадків ішемій, діагностованих до 6 годин від початку хвороби.

**Магнітно-резонансна спектроскопія (MRS)** — метод, який дозволяє визначити зміни біохімічного складу тканин у патології. МР-спектри відображають процеси метаболізму. Враховуючи, що порушення метаболізму виникають, як правило, до клінічних проявів захворювання, використовуючи дані МР-спектроскопії, можна діагностувати захворювання на доклінічному етапі їх розвитку. Розрізняють МР-спектроскопію внутрішніх органів і біологічних рідин.

**Магнітно-резонансна ангиографія (MRA)** — метод отримання зображення судин, оцінки анатомічних і функціональних особливостей кровотоку за допомогою магнітно-резонансного томографа. В основі MRA лежить різниця сили сигналу від рухомих тканин (крові) і від оточуючих нерухомих тканин; це дозволяє отримувати зображення судин без використання будь-яких контрастних засобів. З метою отримання чіткішого зображення можливе застосування контрастних речовин на основі парамагнетиків.

**Функціональна МРТ (fMRI)** — метод картування кори головного мозку, що дозволяє визначити місце розташування та особливості функціонування ділянок кори мозку, які відповідають за рух, мову, зір, пам’ять та інші функції. Суть методу полягає в тому, що при роботі певних відділів мозку кровообіг в них підсилюється. У процесі проведення fMRI хворому пропонують виконати певні завдання, реєструються ділянки підвищення кровообігу мозку і їх зображення накладається на звичайну МР-томограму мозку.



## Переваги та недоліки МРТ

### Переваги МРТ

- ▶ високий тканинний контраст порівняно з УЗД і КТ;
- ▶ можливість візуалізації циркулюючої рідини і васкулярної патології методами безконтрастної ангіографії, холангіопанкреатографії, мієлографії, пієлографії й уретерографії;
- ▶ отримання МРТ-зображень в різних імпульсних послідовностях зміною часу релаксації та зміною інтенсивності сигналів від жирової тканини і васкулярних набряків;
- ▶ отримання зображень безпосередньо в будь-якій проекції (аксіальній, коронарній, сагітальній).

### Недоліки МРТ

- ▶ значна тривалість дослідження;
- ▶ недостатня візуалізація звапнень;
- ▶ широкий спектр артефактів;
- ▶ необхідність застосування седативних засобів при дослідженні дітей раннього віку та пацієнтів з клаустрофобією.

## Показання та протипоказання до проведення МРТ

### Показання до проведення МРТ:

- ▶ вроджена патологія органів і систем;
- ▶ демієлінізуючі та інші захворювання ЦНС, об'ємні утворення ЦНС, цереброваскулярний інсульт та ін.;
- ▶ патологія органів середостіння, заочеревинного простору, органів травлення і виділення, скелета, органів малого таза, м'яких тканин і ін.

### Протипоказання до проведення МРТ:

- ▶ наявність в організмі штучного водія серцевого ритму;
- ▶ наявність в організмі протезів із феромагнетиків;
- ▶ наявність в організмі церебральних внутрішньошлуночкових шунтів;

- ▶ наявність у тілі будь-яких металевих об'єктів (осколки, стружка та ін.);
- ▶ можливі напади епілепсії, судом, втрати свідомості;
- ▶ перший триместр вагітності.

### Побічна дія МРТ:

- ▶ запаморочення, металевий смак на короткий час;
- ▶ фібриляція шлуночків;
- ▶ теплові ефекти.

### МРТ використовується для діагностики:

- ▶ захворювань ЦНС: пухлин, інфарктів, гематом, судинних захворювань;
- ▶ захворювань серця і великих судин;
- ▶ захворювань ШКТ;
- ▶ захворювань кістково-м'язової системи, в т.ч. хребта.

## Загальна МРТ-семіотика

### МРТ дозволяє визначити:

- ▶ місце розвитку патологічного осередку (органне, позаорганне);
- ▶ локалізацію патологічного осередку в органі;
- ▶ форму патологічного осередку (округла, овальна, неправильна);
- ▶ розміри органа і патологічного осередку;
- ▶ внутрішню будову патологічного осередку (однорідний, неоднорідний);
- ▶ протонну щільність органів і патологічних осередків;
- ▶ інтенсивність МР-сигналу структур на  $T_1$ -33,  $T_2$ -33 та інших імпульсних послідовностях (відсутній, гіпоінтенсивний, ізоінтенсивний, гіперінтенсивний сигнали).

## Принципи променевої діагностики

**Перший принцип:** будь-яке променеве дослідження повинне бути обігрунтованим. Головним аргу-

ментом на користь проведення променевого дослідження є клінічна необхідність отримання додаткової інформації, без якої повний діагноз неможливий. При цьому слід інформувати пацієнта про обсяг, ризику, переваги методів та отримати його згоду на проведення діагностичного дослідження.

**Другий принцип:** при виборі методу дослідження необхідно враховувати променеве (дозове) навантаження хворого. Згідно з інструктивними документами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), рентгенологічні обстеження повинні мати безперечну діагностичну і прогностичну ефективність. При однаковій інформативності потрібно використовувати метод, при якому відсутнє опромінення хворого іонізуючою радіацією або воно менш значне.

**Третій принцип:** при променевому дослідженні дотримуються правила: "необхідно і достатньо", уникаючи зайвих процедур. У діагностичний алгоритм включають найбільш безпечні і необтяжливі методики дослідження і за відсутності необхідної діагностичної техніки застосовують більш складні й інвазивні методики досліджень (від простого до складного). В ургентних випадках дослідження починають зі складних діагностичних втручань, зважаючи на їх високу інформативність.

**Четвертий принцип:** облік економічних чинників організації променевого дослідження, тобто врахування "вартісної ефективності методів", не ігноруючи користі для пацієнта.

## Рівні променевої діагностики

ВООЗ (1997) запропонувала ввести 3 стандартних рівні діагностики.

- ▶ Перший рівень: стандартна рентгенографія, флюороскопія з використанням підсилювачів рентгеновського зображення, лінійна томографія, ультразвукове дослідження.
- ▶ Другий рівень: спеціальні методи рентгенографії, мамографія, ангіографія, дигітальна

ангіографія, спеціалізоване ультразвукове дослідження (внутрішньопорожнинне, пункція), КТ, сцинтиграфія.

- ▶ Третій рівень: МРТ, ПЕТ, ОФЕКТ, імуносцинтиграфія.

Перший рівень обстеження рекомендується забезпечувати на первинній ланці охорони здоров'я: поліклініках, невеликих міських і сільських лікарнях. Другий і третій рівні повинні бути доступні в лікарнях великих міст і медичних центрах.

## Етапи променевого діагностичного дослідження





## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Основні властивості рентгенівського випромінювання.
2. Принцип роботи рентгенівської трубки.
3. Основні методики рентгенологічного дослідження: рентгеноскопія і рентгенографія. Їх переваги і недоліки.
4. Закономірності формування рентгенівського зображення.
5. Флюорографія: принципи методики, діагностичні можливості.
6. Фізико-технічні основи УЗД.
7. Фізико-технічні основи КТ, СКТ.
8. Принцип і застосування рентгенівської комп'ютерної томографії.
9. Захист персоналу і хворих від дії іонізуючих випромінювань при проведенні рентгенівських досліджень.
10. Класифікація контрастних речовин, їх застосування у променевої діагностиці.
11. Фізико-технічні основи магнітно-резонансної томографії, діагностичні можливості методу.
12. Фізико-технічні основи комп'ютерної томографії, діагностичні можливості методу.
13. Рівні променевого дослідження.

### Тестові завдання

1. Генератором рентгенівського випромінювання є:
  - а) \*рентгенівська трубка;
  - б) трансформатор;
  - в) детектор іонізуючого випромінювання;
  - г) електронно-оптичний посилювач.
2. Яке з тверджень щодо рентгенівського випромінювання є вірним?
  - а) електронне випромінювання;
  - б) \*електромагнітне випромінювання.
3. Яка залежність потужності дози іонізуючого випромінювання від відстані "джерело — об'єкт опромінення"?
  - а) \*зростає пропорційно квадрату відстані;
  - б) \*зменшується пропорційно квадрату відстані.

- а) \*обернено пропорційна квадрату відстані;
  - б) прямо пропорційна квадрату відстані.
4. Залежно від щільності досліджуваних об'єктів рентгенологічно розрізняють такі ступені щільності сердовища:
    - а) металева;
    - б) кісткова;
    - в) м'якотканинна;
    - г) повітряна;
    - д) \*всі зазначені.
  5. В основі аналізу рентгенологічного зображення тіней (кількості, величини, форми, інтенсивності, структури, контурів) лежить оцінка:
    - а) \*скіалогічних властивостей тіней;
    - б) морфологічних особливостей;
    - в) функціональних змін.
  6. Чіткість рентгенівського зображення залежить від:
    - а) \*розміру оптичного фокуса рентгенівської трубки;
    - б) проєкції;
    - в) інтенсивності тіні;
    - г) форми об'єкта.
  7. Фільтрацію пучка рентгенівського випромінювання застосовують в основному для:
    - а) \*зниження променевого навантаження на поле опромінювання;
    - б) поліпшення контрастності зображення;
    - в) отримання центрального променя;
    - г) захисту рентгенівської трубки від перевантаження.
  8. Щоб уникнути зміни форми рентгенологічного зображення об'єкта, необхідно рентгенографію виконувати таким чином:
    - а) \*центральним променем;
    - б) косо розташувати касету;
    - в) збільшити фокусну відстань.
  9. Виберіть основний недолік рентгеноскопії порівняно з рентгенографією:
    - а) \*низька роздільна здатність;

- б) неможливість архівування зображень досліджуваного органа;  
в) вивчення функціонального стану.
10. Основна перевага рентгенографії порівняно з флюороскопією:  
а) \*менше променеве навантаження;  
б) низька роздільна здатність.
11. Виберіть переваги флюороскопії (рентгеноскопії) над рентгенографією:  
а) \*вивчення функціонального стану;  
б) низька роздільна здатність;  
в) відсутність об'єктивного документування стану органа.
12. Метод променевого дослідження, що базується на вимірюванні ступеня ослаблення вузького пучка променів на виході з тонкого шару об'єкта дослідження, називають:  
а) \*комп'ютерна томографія;  
б) телерентгенографія;  
в) функціональна рентгенографія.
13. Які основні переваги комп'ютерної томографії над іншими методами променевої діагностики?  
а) \* вищий ступінь тканинного контрасту порівняно з рентгенодіагностикою;  
б) швидке отримання зображення.
14. Методика рентгенологічного дослідження судин, які заповнююють контрастною речовиною, називається:  
а) \*ангіографія;  
б) флюорографія;  
в) томографія;  
г) урографія.
15. Методика рентгенологічного дослідження, яка полягає у фотографуванні зображення ОГП з флюоресціюючого екрана на фотоплівку або на цифрові малодозові приймачі, називається:  
а) \*флюорографія;  
б) рентгенографія;  
в) флюороскопія;  
г) томографія;  
д) комп'ютерна томографія.
16. До контрастних речовин з високою атомною масою відносять:  
а) \*сульфат барію;  
б) повітря;  
в) кисень;  
г) закис азоту.
17. При накладенні пневмоперитонеуму у черевну порожнину вводять:  
а) \*повітря;  
б) сульфат барію;  
в) омніпак;  
г) ультравіст.
18. Доплерографія використовується для:  
а) \*вивчення форми, контурів, визначення діаметра судин, руху крові в судинах;  
б) визначення розмірів, площі, периметра, контурів, об'єму досліджуваних органів і патологічно змінених тканин;  
в) визначення дифузного ущільнення паренхіми органа, ехоцільних вогнищ у ньому, а також порожнини з рідиною чи повітрям.
19. Яке ви знаєте протипоказання щодо використання МРТ-дослідження?  
а) \*наявність феромагнітного об'єкта в організмі;  
б) похилий вік;  
в) дитячий вік.
20. У діагностичних приладах використовують ультразвук, частота якого становить:  
а) менше 1 МГц;  
б) \*1–20 МГц;  
в) більше 20 МГц.
21. Ехографія дозволяє діагностувати:  
а) \*дифузне ущільнення паренхіми органа, ехоцільні вогнища у ньому, а також порожнини з рідиною чи повітрям;  
б) швидкість руху досліджуваного об'єкта у напрямку, паралельному напрямку УЗ-сигналу;



- в) ураження різних судин з одночасною оцінкою кровотоку в них.
22. Ядро атома якого елемента має властивості диполя?
- а)  $^1\text{H}$ ;
  - б)  $^{16}\text{O}$ ;
  - в)  $^{12}\text{C}$ ;
  - г)  $^{32}\text{P}$ .
23. Більший контраст м'яких тканин відзначається на:
- а) \*МРТ-зображеннях;
  - б) КТ-зображеннях;
  - в) УЗД-зображеннях.

## Променева діагностика захворювань органів і систем

Розділ 11. Променева діагностика опорно-рухової системи

Розділ 12. Променева діагностика органів дихання

Розділ 13. Променева діагностика серцево-судинної системи

Розділ 14. Променева діагностика травної системи

Розділ 15. Променева діагностика сечовидільної системи

Розділ 16. Променева діагностика статевої системи і грудних залоз

Розділ 17. Променева діагностика ЦНС

Розділ 18. Променева діагностика щитоподібної залози

Розділ 19. Променева діагностика в стоматології



## Променеві методи дослідження опорно-рухової системи

**Рентгенологічні методи дослідження:** рентгенографія (рис. 11.1), функціональна рентгенографія, лінійна томографія, панорамна томографія, КТ, СКТ. Контрастні методи дослідження — ангиографія, синусографія, артрографія, фістулографія — виконуються з використанням високоатомних контрастних речовин, а пневмоартрографію виконують з використанням низькоатомних контрастних речовин (газів). Денситометрію проводять з метою визначення щільності тканин у зоні інтересу.



**Рис. 11.1.** Рентгенограми правого колінного суглоба та проксимальної частини гомілки у прямій (а) та бічній (б) проекціях у нормі

Тканини в організмі мають різну щільність та відображаються на рентгеновських знімках різними градаціями сірої шкали. Розрізняють повітряну (1), жирову (2), м'якотканинну (3), кісткову (4) та металеву (5) щільність (рис. 11.2).

УЗД використовують для вивчення стану м'яких тканин, а саме: для діагностики дисплазії кульшових суглобів; для виявлення ексудату або гематоми в суглобових порожнинах великих суглобів (рис. 11.3); для виявлення пошкодження суглобових хрящів, сухожилків і зв'язок; для виявлення стонних тіл. Під УЗ-контролем виконують тонко-



**Рис. 11.2.** Рентгенограма нижньої третини правої стегнової кістки та колінного суглоба в прямій проекції

1 — повітря навколо гомілки, 2 — підшкірна жирова тканина, 3 — м'яз, 4 — діафіз правої стегнової кістки, 5 — металевий стержень у кістково-мозковому каналі правої малогомілкової кістки



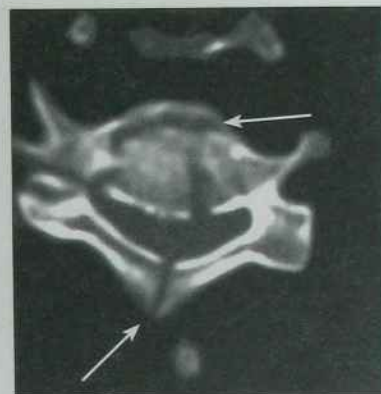
**Рис. 11.3.** Ультрасонограми кульшового суглоба:

а) в нормі; б) коксартрит: екссудат у порожнині суглоба (стрілка — кульшова западина, подвійна стрілка — головка стегнової кістки)

голкову аспіраційну біопсію. УЗ-денситометрія — методика визначення щільності кісткових і м'яких тканин. Метод не має протипоказань.

КТ значно перевищує можливості рентгенографії. Її проводять після рентгенологічного дослідження у тому випадку, коли є сумніви щодо наявності патології скелета (рис. 11.4). Особливість комп'ютерних томограм — зображення кісток, суглобів і м'яких тканин в аксіальній проекції.

МРТ має переваги перед КТ при дослідженні м'яких тканин (рис. 11.5). За допомогою МРТ не можна детально вивчити кісткову структуру і виявити зпащення, тому для детального вивчення кісткової структури використовують КТ.



**Рис. 11.4.** КТ шийного відділу хребта, аксіальний зріз на рівні  $C_{IV}$ : переломи тіла та дужки IV шийного хребця (лінії переломів вказані стрілками)

#### Радіонуклідне дослідження скелета

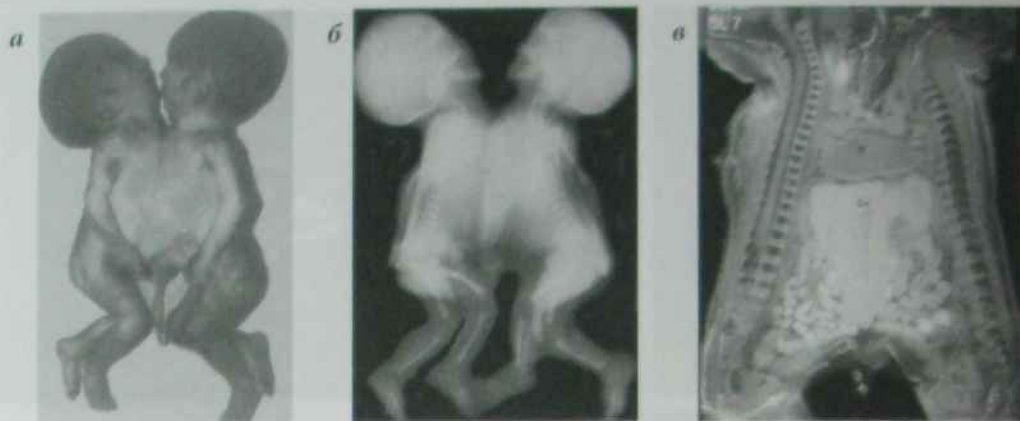
Основним принципом радіонуклідної діагностики захворювань опорно-рухового апарату є реєстрація розподілу РФП у скелеті, що базується на здатності кісток накопичувати остеотропні РФП завдяки включенню їх у процеси мінерального обміну. Тому, оцінюючи активність остеотропних РФП в осередках ураження, можна зробити висновки щодо характеру патологічного процесу. До основних остеотропних препаратів належать фосфатні сполуки, мічені  $^{99m}\text{Tc}$  (пірофосфат, дифосфонат, пірфотех, технефор і ін.).

Показання: виконують з метою візуалізації злоякісних пухлин, метастазів, доброякісних пухлин, визначення активності запальних процесів скелета при гострому і хронічному остеомиєліті.

#### Методики дослідження

**Остеосцинтиграфія, ОФЕКТ, ПЕТ.** Сцинтиграфію скелета проводять через 3–4 години після внутрішньовенного введення 300–370 МБк  $^{99m}\text{Tc}$ -пірофосфату. Проводять якісну і кількісну оцінку результатів остеосцинтиграфії. Сцинтиграфічно діагностують осередки ураження розмірами від 0,8–1,0 см в діаметрі. При злоякісних первинних і вторинних пухлинах (кольорова вкладка: рис. 7) накопичення РФП в патологічних осередках перевищує 150 %. При запальних і дегенеративно-дистрофічних процесах накопичення РФП не





**Рис. 11.5.** Сіамські близнята:

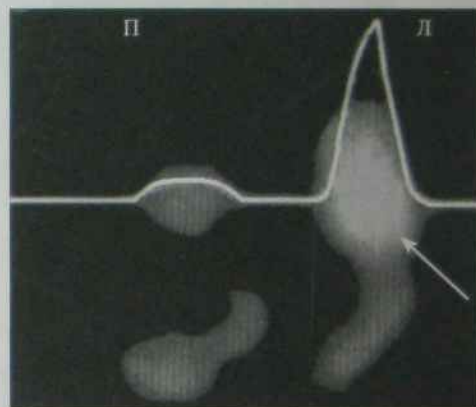
*а) фотографія; б) рентгенограма в бічній проекції; в) MPT T<sub>c</sub>-33 на сагітальному зрізі (візуалізуються спільне серце, печінка та кишечник)<sup>1</sup>*

перевищує 150 %. Променеве навантаження на все тіло 0,0047 мЗв/МБк, чутливість методу 95 %, специфічність — 60 %.

Під час пошуку метастазів у скелет, наявність вогнища гіперфіксації <sup>99m</sup>Tc-фосфату на фоні рівномірного накопичення їх у кістках слід трактувати як зони ураження. За допомогою методів радіонуклідної діагностики метастази в скелет виявляють на 4–12 місяців раніше ніж рентгенологічним методом, що дає можливість своєчасно розпочати відповідне лікування.

#### Радіоімунологічні дослідження скелета

Основні показання: діагностика метастазів у скелет злоякісних пухлин різних локалізацій, діагностика первинного гіпертиреозу і гіперкальціємії при метастатичному ураженні скелета та оцінка ефективності лікування. РІА виконують за допомогою тест-наборів з радіоактивною міткою <sup>125</sup>I для визначення гормонів: кальцитоніну (гормон щитоподібної залози) та паратирину (гормон прищитоподібної залози). Концентрацію гормонів визначають на гамма-лічильниках, які обладнані ЕОМ для автоматичної обробки проб.



**Рис. 11.6.** Сцинтиграма нижніх кінцівок: синовіальна саркома лівого стегна. Графік вказує на триразове (300 %) збільшення накопичення <sup>99m</sup>Tc-пертехнетату в патологічному осередку (стрілка)

Методика. У хворого беруть 5 мл крові і виконують інкубацію, розділення, радіометрію та обробку результатів, згідно з відповідною інструкцією.

Оцінка результатів. Концентрація кальцитоніну в сироватці крові в нормі 14–125 пмоль/л, паратирину — 20–125 пмоль/л. Рівень цих гормонів у сироватці крові у хворих з метастазами в кістки підвищується в 10 і більше разів.

<sup>1</sup> [JOURNAL OF RESONANCE IMAGING VOLUME 13 • Number 6 June 2001 /editor-in-Chief C. Leon Partain/ p. 980



**Рис. 11.7.** ПЕТ верхньої третини гомілок у прямій проекції. Саркома проксимального метафіза правої великогомілкової кістки (відзначається підвищене накопичення РФП в ділянці проксимального метафіза правої великогомілкової кістки — стрілка)

## Променеві методи дослідження м'яких тканин

Рентгенографія м'яких тканин не завжди ефективна у зв'язку з недостатньою контрастністю м'яких тканин. З метою поліпшення зображення м'яких тканин, зокрема судин, використовують

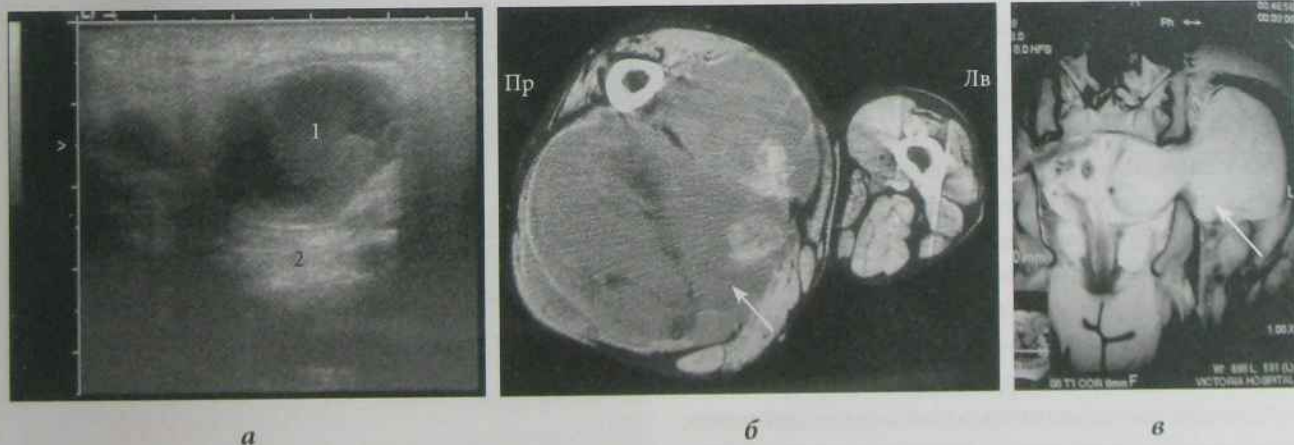
ангіографію. Більш інформативними є УЗД, КТ і МРТ (рис. 11.8).

**Сцинтиграфія м'яких тканин.** Метод базується на вибіркового накопиченні туморотропних РФП у злоякісних м'якотканинних пухлинах. Після в/в введення 300–350 МБк  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату через 0,5–2–3 години або через 24–72 години після введення 100–150 МБк  $^{67}\text{Ga}$ -цитрату виконують статичну, динамічну або топографічну сцинтиграфію (рис. 11.6). Рівень накопичення РФП у саркомах м'яких тканин складає  $200 \pm 30\%$ , в доброякісних пухлинах —  $130 \pm 20\%$ . Променева навантаження на все тіло 0,0021 мЗв/МБк, чутливість методу 93 %, специфічність — 90,5 %.

У складних для топічної і диференційної діагностики випадках можна застосовувати ПЕТ (рис. 11.7).

## Променева анатомія і фізіологія скелета

Клітинний склад кісткової тканини представлений остеобластами, остеокластами і остеоци-



**Рис. 11.8.** Патологія м'яких тканин:

а) УЗД, абсцес стегна (порожнисте утворення (1) з ан-, гіпоехогенним вмістом, ділянка посилення ультразвукового сигналу (2) за задньою стінкою); б) КТ правого і лівого стегна, аксіальний зріз, ліпосаркома правого стегна (стрілка); в) МРТ  $T_1$ -33 коронарний зріз, ліпома тазу (гіперінтенсивне утворення з чіткими рівними контурами — стрілка)





Рис. 11.9. Рентгенограми кісток правих кистей у прямій проекції в нормі:

а) дитини 3 міс.; б) підлітка; в) дорослого

тами. В нормальній кістці функція остеобластів і остеокластів перебуває у динамічній рівновазі. Порушення одного з процесів життєдіяльності кістки веде до змін темпу зменшення і збільшення кісткової речовини — або надмірне розсмоктування, або надмірне утворення кісткової тканини. Тому завдання рентгенолога зводиться до вивчення цих двох основних процесів.

Кістка росте в довжину за рахунок епіметафізарного хряща, а в товщину — за рахунок камбіального шару окістя.

Кістки є найбагатшим в організмі депо мінеральних солей (45 % їх складу — мінеральні, з них 85 % — солі кальцію і фосфору, 10 % — калію і вуглецю, 5 % — магнію). Такий мінеральний склад сприяє активному поглинанню рентгенівських променів. Прилегли м'які тканини дуже слабо затримують випромінювання і утворюють фон, на якому чітко видно структуру кістки.

Рентгенограма кістки (рис. 11.9) є її точним прижиттєвим зображенням. Рентгеноанатомія — спеціальна галузь медичної науки, що базується на застосуванні рентгенівських променів, глибокому знанні теорії рентгенівського зображення, нормальної, топографічної і патологічної анатомії.

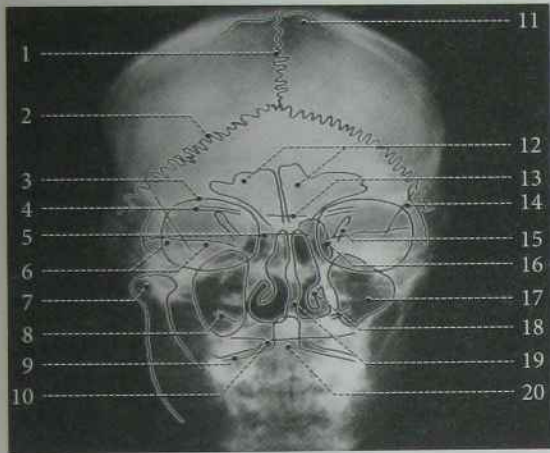
Скелет людини складається більше ніж з 200 кісток — довгих, коротких, плоских і повітроносних. Довгі кістки (рис. 11.10) складаються з діа-



Рис. 11.10. Рентгенограма правої гомілки у прямій проекції:

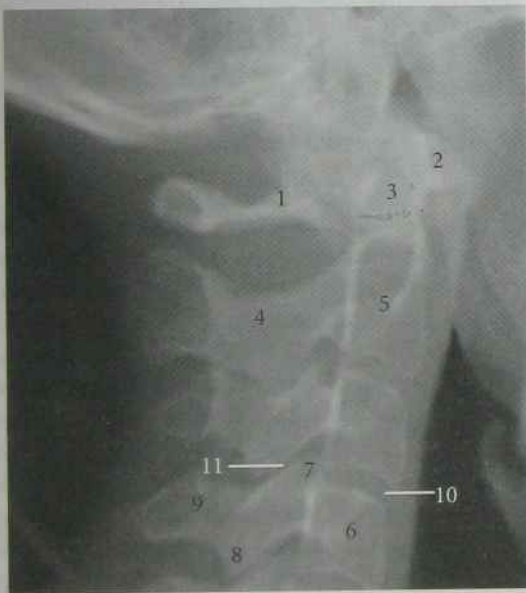
1 — губчаста речовина; 2 — компактна речовина; 3 — кістково-мозковий канал; 4 — м'які тканини; 5 — малогомілкова кістка

фіза (середня частина) і двох епіфізів (суглобові кінці) — проксимального і дистального. Частину діафіза, яка прилягає до епіфіза, називають метафізом. У дітей між епіфізом і метафізом визначається прошарок хрящової тканини (епіметафізарний хрящ, фізис), який на рентгенограмі має



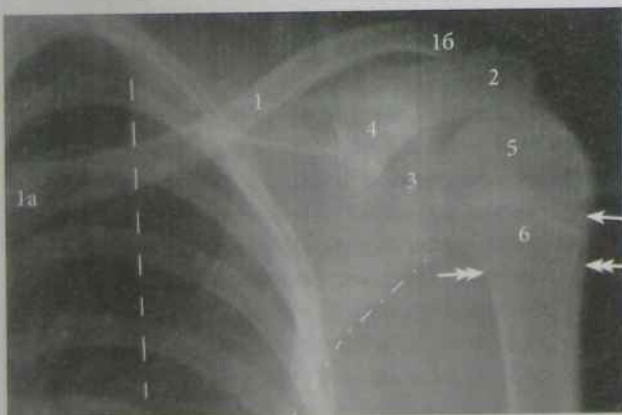
**Рис. 11.11.** Рентгенограма черепа в прямій проекції: норма

1 — сагітальний шов, 2 — лямбдоподібний шов, 3 — верхній край орбіти, 4 — мале крило клиноподібної кістки, 5 — турецьке сідло, 6 — верхній край скроневої кістки, 7 — головка нижньої щелепи, 8 — атланта-потиличний суглоб, 9 — латеральний атланта-осьовий суглоб, 10 — луска потиличної кістки, 11 — пальцеві втиснення, 12 — лобна пазуха, 13 — спинка турецького сідла, 14 — великі крила клиноподібної кістки, 15 — верхня орбітальна щілина, 16 — комірки решітчастої кістки, 17 — верхньощелепна пазуха, 18 — нижня носова раковина, 19 — носова перетинка, 20 — зуб другого шийного хребця



**Рис. 11.12.** Рентгенограма шийного відділу хребта в бічній проекції: норма

задня (1) та передня (2) дуга  $C_1$  хребця, 3 — зуб  $C_2$  хребця, 4 — остистий відросток  $C_2$  хребця, 5 — тіло  $C_2$  хребця, 6 — тіло  $C_4$  хребця, верхній (7) та нижній (8) суглобові відростки  $C_4$  хребця, 9 — остистий відросток  $C_4$  хребця, 10 — міжхребцева щілина (міжхребцевий диск)  $C_3-C_4$ , 11 — рентгенівська суглобова щілина дуговідросткового суглоба  $C_3-C_4$



**Рис. 11.13.** Рентгенограма лівого плечового пояса в прямій проекції: норма

1 — ключиця (1a — грудинний кінець ключиці), 1б — акроміальний кінець ключиці), 2 — акроміон, 3 — гленоїдальна западина, 4 — дзьобоподібний відросток лопатки, 5 — головка лівої плечової кістки, 6 — проксимальний метафіз лівої плечової кістки, проксимальний епіметафізарний хрящ — стрілка, "хірургічна шийка" лівої плечової кістки — подвійна стрілка





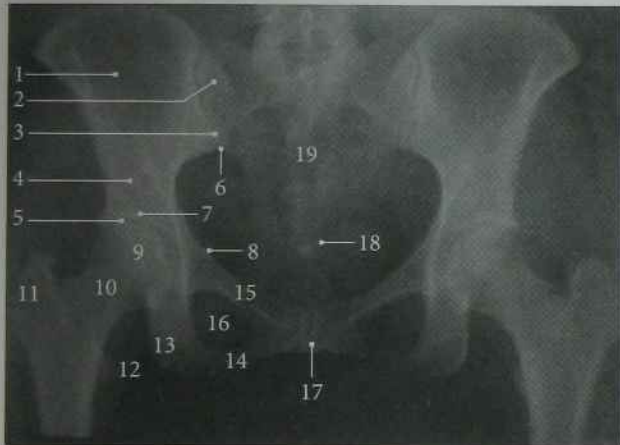
**Рис. 11.14.** Рентгенограма лівого ліктьового суглоба в прямій проекції: норма

1 — плечова кістка, 2 — ліктьова ямка плечової кістки, 3 — ліктьовий відросток ліктьової кістки, медіальний (4) та латеральний (5) надвіросток плечової кістки, 6 — блок плечової кістки, 7 — головка плечової кістки, 8 — вінцевий відросток ліктьової кістки, 9 — головка променевої кістки, 10 — проксимальний кінець ліктьової кістки, 11 — проксимальний кінець променевої кістки, 12 — рентгенівська суглобова щілина ліктьового суглоба



**Рис. 11.15.** Рентгенограма лівої кисті в прямій проекції: норма

1 — ліва променева кістка, 2 — ліва ліктьова кістка, 3 — рентгенівська суглобова щілина лівого променево-зап'ясткового суглоба, 4 — шилоподібний відросток лівої променевої кістки, 5 — рентгенівська суглобова щілина дистального променево-ліктьового суглоба, 6 — шилоподібний відросток лівої ліктьової кістки, 7 — півмісяцева кістка, 8 — горохоподібна кістка, 9 — човноподібна кістка, 10 — тригранна кістка, 11 — головчаста кістка, 12 — трапецієподібна кістка, 13 — кістка-трапеція, 14 — гачкоподібна кістка, 15 — основа V п'ясткової кістки, 16 — головка V п'ясткової кістки, 17 — основа проксимальної фаланги V пальця, 18 — головка проксимальної фаланги V пальця, 19 — середня фаланга V пальця, 20 — дистальна фаланга V пальця, 21 — рентгенівська суглобова щілина II п'ястково-фалангового суглоба, 22 — рентгенівська суглобова щілина проксимального міжфалангового суглоба II пальця, 23 — рентгенівська суглобова щілина дистального міжфалангового суглоба II пальця, 24 — сесамоподібна кістка



**Рис. 11.16.** Рентгенограма таза в прямій проекції: норма

1 — крило правої клубової кістки, 2 — правий крижово-клубовий синдесмоз, 3 — правий крижово-клубовий суглоб, 4 — тіло правої клубової кістки, 5 — суглобова щілина правого кульшового суглоба, 6 — суглобова щілина правого крижово-клубового суглоба, 7 — суглобова поверхня правої кульшової западини, 8 — границна лінія, 9 — головка правої стегнової кістки, 10 — шийка правої стегнової кістки, 11 — великий вертлюг правої стегнової кістки, 12 — малий вертлюг правої стегнової кістки, 13 — горб правої сідничної кістки, 14 — гілка правої сідничної кістки, 15 — гілка правої лобкової кістки, 16 — затульний отвір, 17 — щілина лобкового симфіза, 18 — куприк, 19 — крижова кістка



**Рис. 11.17.** Рентгенограма лівого колінного суглоба в прямій проекції: норма

1 — дистальний кінець лівої стегнової кістки, 2 — наколіннок, 3 — медіальний надвиросток лівої стегнової кістки, 4 — латеральний надвиросток лівої стегнової кістки, 5 — медіальний виросток лівої стегнової кістки, 6 — латеральний виросток лівої стегнової кістки, 7 — міжвиросткова западина лівої стегнової кістки, 8 — медіальний виросток лівої великогомілкової кістки, 9 — міжвиросткова горбистість лівої великогомілкової кістки, 10 — латеральний виросток лівої великогомілкової кістки, 11 — головка лівої малогомілкової кістки, 12 — шийка лівої малогомілкової кістки, 13 — діафіз лівої малогомілкової кістки, 14 — проксимальний метафіз лівої великогомілкової кістки, 15 — діафіз лівої великогомілкової кістки, 16 — рентгенівська суглобова щілина лівого колінного суглоба





**Рис. 11.18.** Рентгенограма лівого гомілково-ступневого суглоба в прямій проекції: норма

1 — дистальний кінець лівої великомілкової кістки, 2 — дистальний кінець лівої маломілкової кістки, 3 — рентгенівська суглобова щілина дистального велико-маломілкового синдесмозу, 4 — медіальна кісточка, 5 — латеральна кісточка, 6 — рентгенівська суглобова щілина лівого гомілково-ступневого суглоба, 7 — ліва надп'яtkова кістка)

вигляд смуги просвітлення. Кісткові виступи, що розташовані на метафізах та мають власні центри скостеніння, до яких прикріплюються сухожилки м'язів, називають апофізами.

Рентгенограми черепа, хребта, верхніх і нижніх кінцівок та основні їх анатомічні елементи наведені на рис. 11.11–11.19.

У структурі кістки виділяють губчасту і компактну речовину. Найбільша товщина компактної речовини — в середині діафізів довгих трубчастих кісток.

### З'єднання кісток

Існують рухомі, малорухомі і нерухомі з'єднання кісток.

Типи нерухомих з'єднань:



**Рис. 11.19.** Рентгенограма правої стопи в прямій проекції: норма

1 — п'яtkова кістка, 2 — головка надп'яtkової кістки, 3 — човноподібна кістка, 4 — кубоподібна кістка, 5 — латеральна клиноподібна кістка, 6 — проміжна клиноподібна кістка, 7 — медіальна клиноподібна кістка, 8 — основа I плеснової кістки, 9 — тіло I плеснової кістки, 10 — головка I плеснової кістки, 11 — сесамовидні кістки, 12 — проксимальна фаланга I пальця, 13 — дистальна фаланга I пальця, 14 — основа II плеснової кістки, 15 — тіло II плеснової кістки, 16 — головка II плеснової кістки, 17 — проксимальна фаланга II пальця стопи, 18 — середня фаланга II пальця стопи, 19 — дистальна фаланга II пальця стопи

- ▶ сполучнотканинні з'єднання — синдесмози (кістки черепа);
- ▶ хрящові — синхондрози (рукоять і тіло грудина й ін.);
- ▶ кісткові — синостози.

Рухомі з'єднання кісток утворюють суглоби. Елементи суглоба: суглобові поверхні кісток і суглобові хрящі, суглобова порожнина, синовіальна оболонка, суглобова капсула.

У скелеті новонародженого суглобові щілини широкі. Первинні ядра скостеніння з'являються в хрящовій субстанції на кінцях діафізів (епіфізах і апофізах плоских кісток) в різні періоди життя дитини (табл. 11.1). Апофізи розташовуються поза суглобами, мають шорстку поверхню, є місцем прикріплення сухожилків м'язів і зв'язок. Розвиток ядер скостеніння має певні закономірності і відбувається до повного скостеніння епіфіза та апофіза. Синостоз починається в окремих ділянках, потім розповсюджується на всю поверхню кістки. Синостоз епіфізів виникає раніше в тих точках скостеніння, які з'явилися пізніше. Епіфізи зливаються з метафізами, утворюючи синостози кісток.

На рентгенограмах кісток і суглобів дітей візуалізуються точки скостеніння епіфізів, смуги просвітлення епіметафізарного хряща і широка суглобова щілина. Ядра скостеніння епіфізів і синостози метаепіфізів виникають у певному віці (табл. 11.1).

## Схема вивчення рентгенограм кісток і суглобів

1. Оцінити положення, форму і величину зображених на знімку кісток.
2. Розглянути контури зовнішньої і внутрішньої поверхонь кіркового шару на всьому протязі кістки, оцінити товщину компактного шару.
3. Вивчити стан кісткової структури.
4. З'ясувати стан росткових зон і ядер скостеніння (у дітей і підлітків).
5. Вивчити співвідношення суглобових кінців кісток, величину і форму рентгенівської суглобової щілини, контури замикальної пластинки епіфізів.
6. Вивчити об'єм і структуру м'яких тканин навколо кістки.

Таблиця 11.1. Терміни появи ядер скостеніння епіфізів і синостозів метаепіфізарних зон кісток<sup>1</sup>

Анатомічна назва	Точки скостеніння (вік)		
	Поодинкі	Множинні	Синостоз
Головка плечової кістки	5 міс	—	—
Головка променевої кістки	5–6 років	5–6 років	15–19 років
Головка плечової кістки	1–2 роки	—	14–17 років
Ліктьовий відросток	9–12 років	—	14–17 років
Дистальний епіфіз променевої кістки	1–1,5 роки	—	19–20 років
Край кульшової западини	—	8–13 років	18–20 років
Дистальний епіфіз стегнової кістки	до народження	—	20–22 роки
Головка малогомілкової кістки	3–6 міс	—	15–19 років
П'яткова і таранна кістки	до народження	—	—
Дистальний епіфіз великогомілкової кістки	до 1 року	—	15–20 років
Дистальний епіфіз малогомілкової кістки	1–2 роки	7–8 років	18–20 років
Задній відросток надп'яркової кістки	9–12 років	—	14–17 років
Горбистість п'яркової кістки	—	5–11 років	15–19 років

<sup>1</sup> («Клиническая рентгенанатомия» под. ред. Г. Ю. Коваль, 1974)



## Променева семіотика патології опорно-рухової системи

Променева семіотика патології опорно-рухової системи характеризується змінами структури, контурів, форми і розмірів кісток, окістя, суглобів і м'яких тканин.

Променеві симптоми кісткової патології — див. табл. 11.2–11.6.

Остеопороз — це дистрофічний процес у кістці, що виникає внаслідок порушення нервової регуляції, порушення кровообігу, зниження активності остеобластів та ін. Кістка втрачає мінеральні й органічні речовини, кісткова тканина заміщується розширеними судинами, кістковим мозком, остеοїдною тканиною, тобто тканиною, яка властива нормальній кістці.

Остеопороз — це зменшення кісткової речовини в одиниці об'єму кістки без зміни розмірів кістки. Процес протилежний остеопорозу, — остеосклероз; це збільшення кісткової речовини в одиниці об'єму кістки без зміни розмірів кістки.

Променеві ознаки остеопорозу та остеосклерозу — див. табл. 11.3 та рис. 11.20.

Остеопороз за поширеністю може бути локальним, регіонарним, поширеним і системним; за характером рентгенівської картини — осередковим або плямистим, дифузним і змішаним.

Остеопороз може бути фізіологічним (у старечому віці внаслідок відсутності функціонального навантаження), при гострих запальних процесах та ін. При гострих процесах остеопороз часто

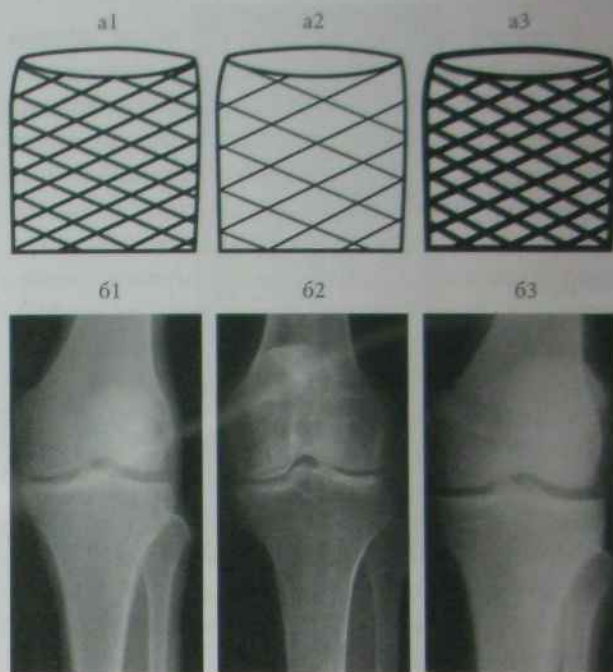


Рис. 11.20. Схематичне зображення (а) і рентгенограми (б) структури кісток:

(1 — кісткова структура в нормі;  
2 — остеопороз; 3 — остеосклероз)

буває плямистим, а при хронічних — дифузним, поширеним.

Розрізняють фізіологічний (у зонах росту кістки, в суглобових западинах, у місцях напряду основних силових ліній), ідіопатичний (у компактних острівцях, при остеопойкілії, мармуровій хворобі, мелореостозі) і на тлі патологічних процесів (посттравматичний, запальний, реактивний, токсичний). Він може бути плямистим

Таблиця 11.2. Перелік променевих симптомів кісткової патології, які супроводжуються зменшенням чи збільшенням кісткової речовини

Симптоми кісткової патології, які супроводжуються зменшенням кісткової речовини в одиниці об'єму	Симптоми кісткової патології, які супроводжуються збільшенням кісткової речовини в одиниці об'єму
Остеопороз	Остеосклероз
Атрофія	Гіперостоз, паростоз
Деструкція, секвестр	Періостит
Здуття	Бластоматозний ріст (пухлинне кісткоутворення)

**Таблиця 11.3. Променеві ознаки остеопорозу та остеосклерозу**

Остеопороз	Остеосклероз
Зменшення щільності кістки без зміни розмірів кістки, кістка стає більш прозорою для рентгенівських променів.	Збільшення щільності кістки без зміни розмірів кістки, зникає губчаста структура кістки, кістка стає менш прозорою для рентгенівських променів
Стоншення кісткових балок та зменшення їх кількості в одиниці об'єму кістки	Стовщення кісткових балок та збільшення їх кількості в одиниці об'єму кістки
Стоншення компактного шару	Стовщення компактного шару
Розширення кістково мозкового каналу в ділянці діяфіза	Звуження чи повне зникнення кістково мозкового каналу

і рівномірним, а за локалізацією — місцевим, обмеженим, поширеним і системним.

Променеві ознаки атрофії та гіперостозу — див. табл. 11.4.

Причини виникнення атрофії — тривале порушення нервової трофіки, інтоксикація, відсутність функціонального навантаження, атрофія від тиску тощо (рис. 11.21).

**Таблиця 11.4. Променеві ознаки атрофії та гіперостозу**

Атрофія	Гіперостоз
Зменшення кісткової речовини в одиниці об'єму зі зменшенням діаметра кістки	Збільшення кісткової речовини в одиниці об'єму зі збільшенням діаметра кістки
Стоншення компактного шару зі зменшенням кістково мозкового каналу Локальна — атрофія від тиску Концентрична атрофія (супроводжується розсмоктуванням кісткової речовини з боку періосту) Ексцентрична атрофія (супроводжується розсмоктуванням кісткової речовини з боку ендосту)	Розширення компактного шару за рахунок періостального кісткоутворення — осифікуючого періоститу, що асимілювався з компактним шаром
Поєднується з остеопорозом	Поєднується з остеосклерозом



**Рис. 11.21. Рентгенограма таза в прямій проекції: деструкція правої кульшової западини, тіла правої здухвинної кістки (1) та головки правої стегнової кістки (2); атрофія правої сідничної (4), лобкової (5), клубової (6) та стегнової (3) кісток; патологічний вивих правого стегна**



Гіперостоз виникає у тому випадку, коли періостальна реакція не розсмоктується, а ущільнюється та зливається з компактним шаром кістки (рис. 11.22, б). Гіперостоз може охоплювати одну або декілька кісток (остеомиєліт Гарре), рідше буває генералізованим (мармурова хвороба).



Рис. 11.22. Рентгенограми нижньої третини лівого стегна в прямій проекції:

а) в нормі; б) гіперостоз нижньої третини лівої стегнової кістки (стрілка)

Променеві ознаки деструкції та періоститів — див. табл. 11.5.

Періостит може з'явитися не раніше 8–15 днів після гострого процесу, варіанти періостальних реакцій схематично представлені на рис. 11.23.

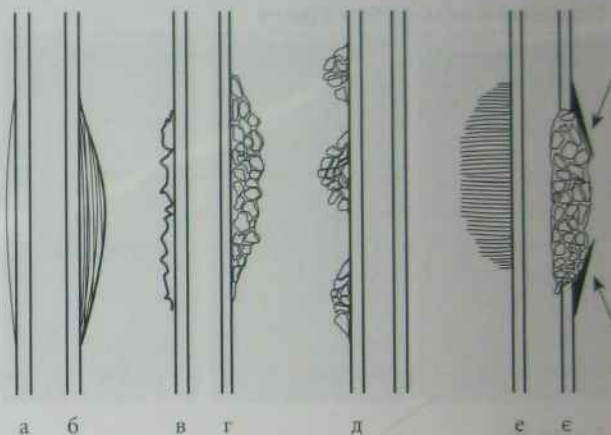


Рис. 11.23. Схематичне зображення варіантів періостальної реакції:

а) лінійний періостит; б) шаруватий періостит; в) торчкоподібний періостит; г) мереживоподібний періостит; д) гребінчастий періостит; е) голчастий періостоз; є) козирковий періостоз (козирки Кодмена — стрілки)

Таблиця 11.5. Променеві ознаки деструкції та періостальної реакції

Деструкція	Періостальна реакція
Руйнування кісткової тканини та заміщення її патологічною тканиною: гноєм, грануляціями, пухлиною та ін.	Процес підвищення щільності окістя з відкладанням солей кальцію (зwapнення), осифікація
На місці зруйнованої кістки виникає дефект — центральний або крайовий	В діяфізі і частково в метафізі по зовнішньому контуру кістки різноманітні зwapнення
Характеризують за локалізацією, кількістю, формою, розміром, контурами, станом навколишніх тканин, наявністю в дефекті кістки секвестрів	Періостити виникають внаслідок запалення, травми, токсичного ураження та функціонально-адаптаційних змін. Види періоститів: лінійний, шаруватий, торчковий, гребінчастий, мереживний. Періостози виникають при злоякісних пухлинах кісток (голчастий, козирковий). Характеризують за локалізацією, розміром, інтенсивністю, видом

Деструкція на рентгенограмі візуалізується через 2–3 тижні. Залежно від характеру розташування по відношенню до центра кістки деструкція може бути центральною (рис. 11.24, б) або крайовою (рис. 11.25, б).

Деструкція може супроводжуватися наявністю секвестру. Секвестр — це вільний ущільнений фрагмент некротизованої (в результаті гнійного

запального процесу) кістки. Розрізняють кіркові, центральні, проникаючі і тотальні секвестри (рис. 11.26).

Паростоз — це нашарування кісткової тканини, яке виникає в результаті звапнення прилеглих до кісток м'яких тканин (фасцій, м'язів та ін.).

Променеві ознаки здуття та бластоматозного росту — див. табл. 11.6.



Рис. 11.24. Рентгенограми верхньої третини гомілки в прямій проекції:

а) норма, б) центральна деструкція (стрілка) проксимального метаепіфіза правої великогомілкової кістки



Рис. 11.25. Рентгенограми нижньої третини гомілки в прямій проекції:

а) норма, б) крайова деструкція (подвійна стрілка) дистального метадіфіза лівої великогомілкової кістки, козирковий періостит (стрілка)

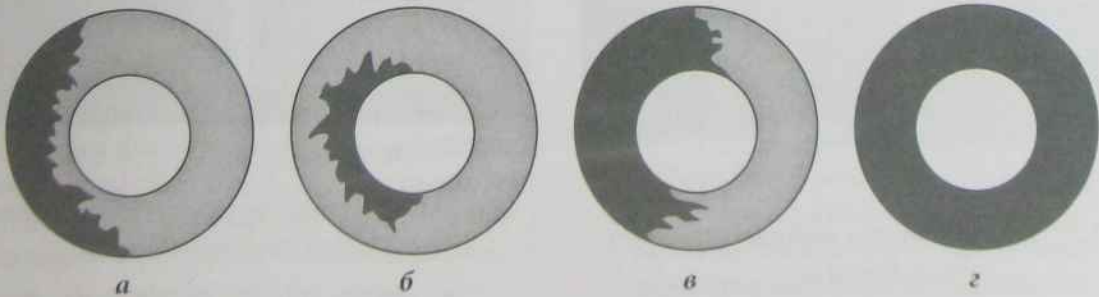


Рис. 11.26. Схематичне зображення видів секвестрів

(а — кірковий, б — центральний, в — проникаючий, г — тотальний)



Таблиця 11.6. Променеві ознаки здуття та бластоматозного росту

Здуття	Бластоматозний ріст
Збільшення об'єму кістки з одночасним зменшенням кісткової речовини в одиниці об'єму кістки, тобто діаметр кістки збільшується за рахунок тиску зсередини внаслідок надмірного росту доброякісної пухлини (сполучнотканинної, хрящової та ін.) або розвитку кісти. Щільність ділянки ураження, як правило, зменшена; збільшення щільності ураженої ділянки кістки може спостерігатись при звапненні	Хаотичне нагромадження злоякісних кісткових структур (морфологічно нагадують остеобласти) в міжбалкових проміжках кістки та субперіостально у вигляді плямистих з нечіткими нерівними конурами різної форми і величини тіней. Об'єм кістки збільшений або не змінений, щільність підвищена
Кірковий шар стоншений, чіткий, не переривається	Кірковий шар часто зруйнований
Періостальна реакція відсутня	Голчастий чи козирковий періостоз

Здуття (рис. 11.27, б) і бластоматозний ріст (рис. 11.28, б).

### Симптоми патології суглобів

1. Розширення суглобової щілини є ознакою накопичення рідини в суглобі.
2. Звуження суглобової щілини — ознака руйнування суглобових хрящів.

3. Ущільнення суглобової сумки свідчить про потовщення суглобової сумки в результаті набряку, запальних процесів, склерозування та ін.
4. Деструкція суглобових поверхонь кісток характеризує прогресування захворювання, після руйнування хрящів процес деструкції розповсюджується на кістку. Уражуються суглобові поверхні кісток, що утворюють



Рис. 11.27. Рентгенограми верхньої третини правої гомілки:

а) норма; б) здуття (стрілка) проксимального метаепіфіза правої малогомілкової кістки

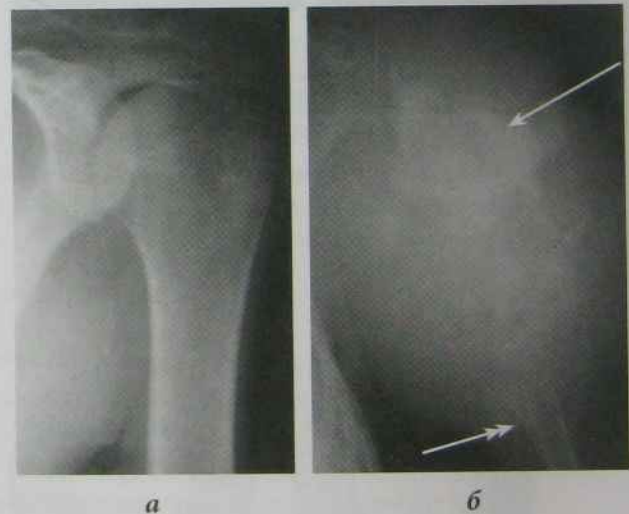


Рис. 11.28. Рентгенограми верхньої третини лівої плечової кістки:

а) норма; б) бластоматозний ріст (стрілка) в ділянці проксимального епіметадіафіза лівої плечової кістки, козирковий періостоз (подвійна стрілка)

суглоб, контури їх стають нечіткими, може виникати крайова узурация.

5. При захворюваннях суглобів можна спостерігати крайові кісткові розростання суглобових поверхонь за рахунок відкладення фосфатів і кальцію.

Нині в рентгенологію впроваджено принцип синдромної діагностики. Синдром — це група захворювань, об'єднаних загальними симптомами. Визначення синдрому дозволяє виділити групу захворювань, що відносяться до даного синдрому. Провівши внутрішньосиндромну діагностику, лікар визначає нозологічну одиницю, тобто назву захворювання.

Для визначення провідного рентгенологічного синдрому необхідно послідовно виконати наступні дії:

1. Відрізнити норму від патології.
2. Визначити рентгенологічні симптоми патології.
3. На підставі отриманих даних визначити рентгенологічні ознаки синдрому.
4. Провести внутрішньосиндромну діагностику.

## Променеві синдроми патології опорно-рухової системи

**Ознаки синдрому запального захворювання кісток:** деструкція кісткової тканини; кісткові секвестри; періостити (лінійний, шаруватий, торчкочкий, гребінчастий, мереживний); остеопороз; остеосклероз.

**Ознаки синдрому запального захворювання суглобів:** звуження рентгенівської суглобової щілини, руйнування замикаючої кісткової пластинки, деструкція суглобових кінців кісток, періостити прилеглих метафізів, зміни прилеглих м'яких тканин.

**Ознаки синдрому пухлини кісток:**

- Доброякісні пухлини: форма пухлини відносно правильна, контури чіткі, навко-

лишня кісткова тканина не зруйнована і часто утворює обмежувальну склеротичну смужку, правильно розподілені вогнища звапнення (хондроми) або безструктурний дефект (фіброма, хондрома), здуття або звичайна губчаста чи компактна кісткова структура (остеома).

- Злоякісні пухлини: деструкція (повне зникнення кісткової тканини); бластоматозний ріст; козирковий або голчастий періостоз; відсутність секвестрів, м'якотканинний компонент.

**Ознаки синдрому дегенеративно-дистрофічного захворювання суглобів:** звуження рентгенівської суглобової щілини; нерівномірне стовщення чи стоншення замикаючої кісткової пластинки суглобових кінців кісток; остеосклероз субхондральних шарів кісткової тканини, особливо в місцях найбільшого фізичного навантаження; кісткові розростання по краях суглобових поверхонь кісток; деформація суглобових поверхонь кісток; кістоподібні утворення навколосуглобових поверхонь кісток.

**Ознаки синдрому травматичного пошкодження кісток і суглобів** (переломи, вивихи): лінія перелому; зміщення кісткових фрагментів; деформація кіркового шару кістки та зони росту; дезорієнтація кісткової структури.

## Схема опису рентгенограми кісток та суглобів

1. Методика і ділянка дослідження.
2. Проекції досліджуваної ділянки.
3. Оцінка якості знімка.
4. Положення, розміри, форма кісток.
5. Контури зовнішньої і внутрішньої поверхонь кіркового шару, його товщина.
6. Кісткова структура.
7. Реакція окістя.
8. Стан кістковомозкового каналу.



9. Ядра скостеніння і зони росту (у дітей).
10. Співвідношення суглобових поверхонь, стан субхондральних шарів кісток. Форма і розміри суглобової щілини.
11. Стан м'яких тканин.
12. Клініко-рентгенологічний висновок.

## Променева діагностика захворювань опорно-рухової системи

### Природжені вади розвитку кісток

Вади розвитку кісток формуються в основному в ембріональному періоді.

Основні чинники: 1) хромосомні аберації; 2) ембріопатії; 3) механічні чинники внутрішньо-утробного розвитку; 4) інфекційні захворювання матері під час вагітності; 5) віруси і найпростіші (токсоплазмоз, цитомегалія); 6) іонізуюче випромінювання; 7) аліментарні чинники, що порушують перебіг нормальної вагітності, та ін.

Існують групи порушень розвитку опорно-рухової системи.

1. Кількісні порушення розвитку опорно-рухової системи: зміна кількості елементів, дефекти окремих відділів, порушення розвитку окремих частин, множинні. Складні кількісні порушення розвитку, затримка розвитку чи порушення співвідношень окремих елементів опорно-рухового апарату. Наприклад, відсутність променевої кістки (рис. 11.29, а), додаткова нігтьова фаланга (рис. 11.29, б).

2. Структурні якісні порушення будови опорно-рухової системи: недосконалий остеогенез, фіброзна дисплазія, недосконалий хондрогенез та поєднані кісткові дисплазії.

До ендесмальних дисплазій відносяться метафізарні ендесмальні дисплазії, пікнодизостоз та черепно-ключичний дизостоз (рис. 11.30, б).

Порушення десмогенезу проявляються дефектами розвитку всіх елементів опорно-рухової системи, що може супроводжуватися дефектами



Рис. 11.29. Рентгенограма лівого передпліччя та кисті в прямій проекції:

- а) відсутність лівої променевої кістки;
- б) додаткова нігтьова фаланга I пальця лівої кисті (стрілка)

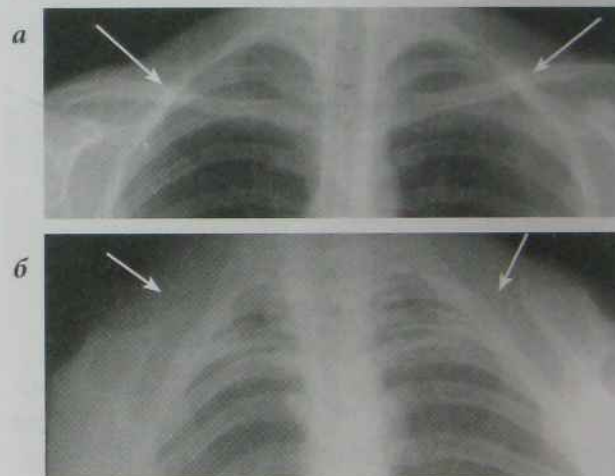


Рис. 11.30. Рентгенограми верхньої частини грудної клітки:

- а) в нормі (стрілками позначено розташування ключиць); б) черепно-ключичний дизостоз (відсутність ключиць — стрілки)

формування інших зародкових листків і розвитку патології інших систем (ЦНС, статевої та ін.).

Розрізняють вади системні і локальні.

**Потворність** — це різко виражена вада розвитку, при якій функції органа значно порушені. Сюди відносяться, наприклад, відсутність однієї або декількох кісток чи всієї кінцівки.

**Ектромелія** — природжена відсутність частини кінцівки, пальців або кисті, передпліччя або плеча, при цьому рудиментарні залишки кінцівок сполучені з проксимальним відділом перетинками.

### **Вади розвитку верхніх кінцівок**

**Природжена деформація головки плечової кістки.** Головка плечової кістки розщеплена навпіл, має подовжену форму. Ця вада розвитку формується внутрішньоутробно, до появи ядер скостеніння плечової кістки.

**Природжена варусна деформація проксимального відділу плечової кістки (*humerus varus*)** характеризується наближенням шийково-діафізарного кута плечової кістки до прямого. При цьому плечова кістка стоншується і шийка її поступово атрофується, головка нормальних розмірів.

**Деформація Маделунга.** Сімейне двобічне природжене захворювання променево-зап'ясткових суглобів, частіше спостерігається у дівчаток. Характеризується недорозвиненням дистального епіфіза променевої кістки; при цьому дистальний кінець променевої кістки викривлений у бік долоні, кисть відхилена до долонної поверхні, кістки зап'ястя розташовуються у формі клина.

**Косорукість (*manus varus*).** Складна вада розвитку, при якій ліктьова кістка може бути повністю відсутньою, бути викривленою, вивихнутою, поєднується з відсутністю великого пальця кисті, метакарпальних кісток. Косорукість поєднується з іншими вадами розвитку: клишоногістю, розщепленням губи, вадами серця й ін.

**Синдактилія** — зрощення пальців між собою; може бути двобічним і симетричним. Спостерігаються повне злиття всіх пальців або часткове злиття окремих фаланг кистей або стоп. Злиття може бути кісткове та м'якотканинне.

**Багатопалість (полідактилія).** Частіше це шестипалість, коли VI палець розташовується паралельно великому. Додаткові пальці можуть локалізуватися біля будь-якого пальця і заважають функції кисті.

### **Вади розвитку таза і нижніх кінцівок**

**Варусна деформації шийки стегна** характеризується вкороченням та викривленням стегна, відставанням у розвитку епіфіза стегна, стегно може бути повністю відсутнім, кут шийки стегна зменшений.

**Природжений вивих наколінка** може бути однобічним і двобічним. Рентгенологічно можна виділити три ступені природженого вивиху наколінка: легкий, коли наколінок знаходиться на рівні латерального виростка стегна; середній, коли наколінок повернений латерально, і важкий — наколінок повернений і знаходиться латерально і дорзально по відношенню до латерального виростка.

**Природжена клишоногість** — вада розвитку, яка супроводжується приведенням стопи, надмірною сушінацією та її підошовним згинанням; при цьому відбувається ротація гомілки медіально. Латеральний край стопи розвернутий вниз, тильна поверхня обернена вперед, підошовна — назад. Внутрішній відділ таранної кістки піднятий, зовнішній — опущений.

**Артрогрипоз** (природжені множинні контрактури суглобів кінцівок). При цій вродженій ваді спостерігаються клишоногість і косорукість, а також множинні контрактури, особливо великих суглобів (кульшового, колінного). Суглобові поверхні кісток зближуються, суглобові щілини відсутні. Суглоби недорозвинені. Спостерігається атрофія м'язів і нервових стовбурів. При рентгенологічному дослідженні в кістках також виявляються атрофія кісткової тканини, деформація і перебудова кісткової структури.

**Кінська стопа (*pes equinus*)** — вроджена вада розвитку, при якій відбувається поворот стопи; при цьому п'ята піднята вгору, хворий наступає на пальці. Стопа знаходиться в підошовному



згинанні. Малоомілкова кістка відсутня. Рентгенологічно спостерігаються високе положення, остеопороз і атрофія п'яткової кістки.

**Вальгусне положення великого пальця** (*hallux valgus*) — двобічна вада розвитку. Виникає внаслідок контрактури довгого згинача великого пальця, при цьому проксимальні фаланги I пальців стопи відхиляються медіально, спостерігаються підвивихи і вивихи плесно-фалангових суглобів великих пальців.

**Частковий гігантизм.** При народженні дитини відзначається значна диспропорція однієї з кінцівок, кисті або пальців, непропорційне збільшення однієї чи обох кінцівок. Зустрічається гемігігантизм, при якому має місце збільшення тільки однієї половини тіла хворого.

**Дисплазія кульшового суглоба** — це порушення розвитку анатомічних елементів кульшового суглоба. Виникає переважно у дівчаток в одному суглобі (частіше лівому).

#### Рентгенологічні ознаки дисплазії

Для вивчення таза й кульшових суглобів вимірюють відстані та кути нахилу шляхом проведення прямих і дугових допоміжних ліній (рис. 11.31). Кутіві показники дають можливість за величиною кута визначити, чи правильно розвиваються елементи кульшового суглоба, а лінійні — чи не зміщені головки суглоба вгору та назовні.

**Горизонтальна міжацетабулярна лінія** (лінія Y-подібного хряща, лінія Гільгенрайнера) з'єднує верхньозовнішні точки Y-подібних хрящів на межі з дахом кульшової западини.

**Ацетабулярний кут** вимірюють між горизонтальною міжацетабулярною лінією та дотичною лінією до даху кульшової западини. В нормі у новонароджених він становить 25–29°, у дітей віком від 1 до 2 років зменшується до 18–20°, а після досягнення віку 5 років — до 15°. Збільшення нахилу ацетабулярного кута у новонароджених до 35–40° є показником дисплазії кульшової западини.

**Лінія Андрєєва** проходить косо, з'єднуючи задньонижню ость клубової кістки з протилежного боку і середину Y-подібного хряща досліджува-

ної сторони (рис. 11.31). У нормі найвища точка шийки стегнової кістки розташована відповідно до рівня цієї лінії чи нижче від неї. Якщо шийка розташована вище від цієї лінії, це свідчить про зміщення стегнової кістки догори.

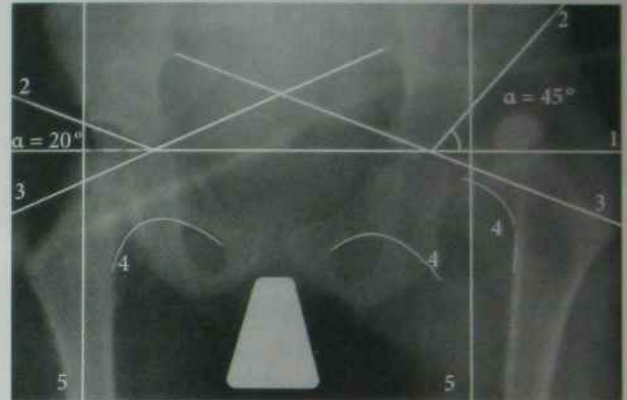


Рис. 11.31. Рентгенограма кульшових суглобів у задній прямій проекції:

правий кульшовий суглоб без патологічних змін, вивих лівого кульшового суглоба (1 — міжацетабулярна лінія Гільгенрайнера, 2 — дотична до даху кульшової западини, 3 — лінія Андрєєва, 4 — дуга Шентона, 5 — лінія Ерлахера — Омбредана — Перкінса,  $\alpha$  — ацетабулярний кут)

**Лінія Ерлахера — Омбредана — Перкінса** — це вертикаль, яку проводять через зовнішній кут даху кульшової западини (паралельно до серединної лінії тіла). В нормі ця лінія проходить через верхній край шийки, відтинаючи назовні 1/3 чи 1/2 її ширини. Якщо лінія проходить через внутрішню третину, це свідчить про підвивихи, а коли медіальніше від шийки стегнової кістки — про вивих стегнової кістки назовні.

**Затульно-стегнова дуга Шентона** в нормі становить собою плавну лінію, яка уявно переходить з верхнього краю затульного отвору на медіальну поверхню шийки стегнової кістки. Наявність сходинки свідчить про зміщення стегнової кістки догори.

### Ультразвукові показники дисплазії

Методика визначення ступеня дисплазії кульшового суглоба за допомогою УЗД ґрунтується на оцінці ступеня зрілості анатомічних елементів кульшового суглоба та визначенні кутів нахилу кісткового та хрящового дахів западини. Виділяють 4 типи стану кульшового суглоба за даними УЗД.

**I тип (норма)** характеризується нормальним розвитком кісткового даху кульшової западини, при цьому кістковий дах охоплює головку.

На рентгенограмі край кульшової западини має відповідно гострий чи заокруглений контур за умови правильного співвідношення в суглобі.

**II тип (дисплазія)** характеризується заокругленим зовнішнім кістковим краєм даху із сповільненим його скостенінням.

На рентгенограмі виявляються ознаки сповільненого формування кульшової западини та збільшення кута нахилу даху без порушення співвідношень у суглобі.

**III тип (підвивих)** характеризується плоским зовнішнім краєм кісткового даху кульшової западини, головка в стані підвивиху назовні, а хрящова губа зміщена вгору з/без змін у структурі хрящового покриву западини.

На рентгенограмі виявляються порушення строків формування кульшового суглоба та ознаки підвивиху догори й назовні.

**IV тип (вивих)** характеризується повним зміщенням головки назовні й догори відносно кісткового краю западини, хрящовий край та губа кульшової западини вкорочені й зміщені вгору та медіально.

На рентгенограмі виявляються значне порушення формування западини та головки кульшового суглоба й ознаки вивиху догори й назовні.

**Недосконалий остеогенез** (*osteogenesis imperfecta*, хвороба Лобштейна — Вроліка) — природжена ламкість всіх кісток скелета. Росткові зони розвиваються без відхилень від норми. Основою порушення кісткоутворення є недостатність остеобластичної функції камбіального шару окістя (затримується ріст кісток у товщину). Кісткова тканина має неправильну пластинчасту будову.

Пазухи між кістковими острівцями заповнені сполучною тканиною, діаметр кісток зменшений. Довгі трубчасті кістки дугоподібно деформуються, часто виникають патологічні переломи (рис. 11.32).



Рис. 11.32. Рентгенограми правої гомілки у двох проекціях.

*Недосконалий остеогенез: стоншення компактного шару і зменшення діаметра кісток правої гомілки, вальгусна деформація діяфізів кісток правої гомілки, патологічний перелом середньої третини діяфіза великогомілкової кістки у фазі неповної консолідації кісткових відламків*

## Запальні захворювання опорно-рухової системи

### Неспецифічні запальні захворювання скелета

**Остеомієліт** — інфекційний запальний процес кісткового мозку, що уражує всі елементи кістки та нерідко характеризується генералізацією.



Класифікація остеомієліту (А. Шалигін та співавтори, 2002 р.):

- ▶ етіологія захворювання (монокультура, асоціація чи збудник не виділений);
- ▶ форми остеомієліту (гострий гематогенний, післятравматичний, ятрогенний, вогнепальний, післярадіаційний, хронічний);
- ▶ фази і стадії захворювання (гостра, підгостра, хронічна);
- ▶ локалізація патологічного процесу (трубчасті кістки: епіфізарний, діафізарний, метафізарний, змішаний, дифузний; плоских кісток);
- ▶ за клінічним перебігом (генералізований: септико-токсичний, септико-піємічний; вогнищевий: з норицею та без нориці);
- ▶ ускладнений остеомієліт (місцеві та загальні ускладнення).

У підручнику “Променева діагностика” за редакцією Г. Ю. Коваль, 2009 р., наведена наступна класифікація остеомієліту: гострий гематогенний остеомієліт, остеомієліт у дітей та атипові форми остеомієліту.

Частота ураження кісток скелета: стегнова кістка — 46 %, великогомілкова кістка — 42 %, плечова кістка — 10 %, інші кістки — 3 %.

**Гострий гематогенний остеомієліт** (рис. 11.33, а) перебігає в 4 фази:

I — фаза гострого запалення кісткового мозку (флегмона);

II — фаза прориву процесу під окістя і утворення підокісного абсцесу;

III — фаза некрозу кістки;

IV — фаза секвестрації і репарації.

Рентгенологічні ознаки визначаються на 12–16 день захворювання: вогнище деструкції в метадіфізі оточене ділянками реактивного склерозу, в центрі деструкції ледь помітний секвестр та реакція періосту у вигляді лінійного періоститу.

На МРТ типовим є сигнал низької інтенсивності на  $T_1$ -33 і високий МР-сигнал на  $T_2$ -33 і в режимі STIR ділянки ураженого кісткового мозку, а також його набряк.

Внаслідок переходу (на 3–4 тижні) гострого гематогенного остеомієліту в хронічну форму рентгенологічна картина (рис. 11.33, б) та КТ (рис. 11.33, г) характеризується вираженим кісткоутворенням у вигляді значних ділянок остеосклерозу, оточених ділянками розрідженої або нормальної кісткової тканини, наявністю секвестрів (кірковий, центральний, проникаючий і тотальний), гіперостозу та періоститів (мереживоподібного, гребінчастого, шаруватого).

На МРТ вогнища деструкції на  $T_1$ -33 низької інтенсивності МР-сигналу, на  $T_2$ -33 і в режимі STIR характеризуються високим МР-сигналом. Секвестри на  $T_1$ -33,  $T_2$ -33 і в режимі STIR характеризуються низьким МР-сигналом.

При вогнепальних переломах можливий розвиток остеомієліту внаслідок розвитку гнійної інфекції (вогнепальний остеомієліт, рис. 11.33, в). Виділяють чотири фази (Д. Г. Рохлін): початкову, гостру, підгостру, хронічну. Перша фаза характеризується переважанням остеолізу та некрозу. У другу фазу відзначається переважання остеобластичних процесів, кісткові уламки лізуються або утворюють секвестри. У підгостру фазу відбувається асиміляція періостальних нашарувань та консолідація уламків. Хронічна фаза характеризується наявністю порожнин із секвестрами, відмежованих склерозом від здорової кістки, утворенням кісткового мозоля та консолідацією відламків.

### Остеомієліт у дітей

**Епіфізарний остеомієліт** у 72 % випадків виникає у віці до 2 років і уражує епіфізи кісток колінного суглоба, головки стегнової та плечової кісток. Процес частіше локалізується в епіфізі стегнової кістки, перебігає гостро. Епіфіз повністю руйнується, виникає нагноєння суглоба, прорив гнійника з утворенням нориці. На рентгенограмі стегнова кістка деформована, відсутні епіфіз і частина метафіза; кульшова западина згладжена, стегнова кістка в стані вивиху догори і утворює неоартроз з крилом клубової кістки.

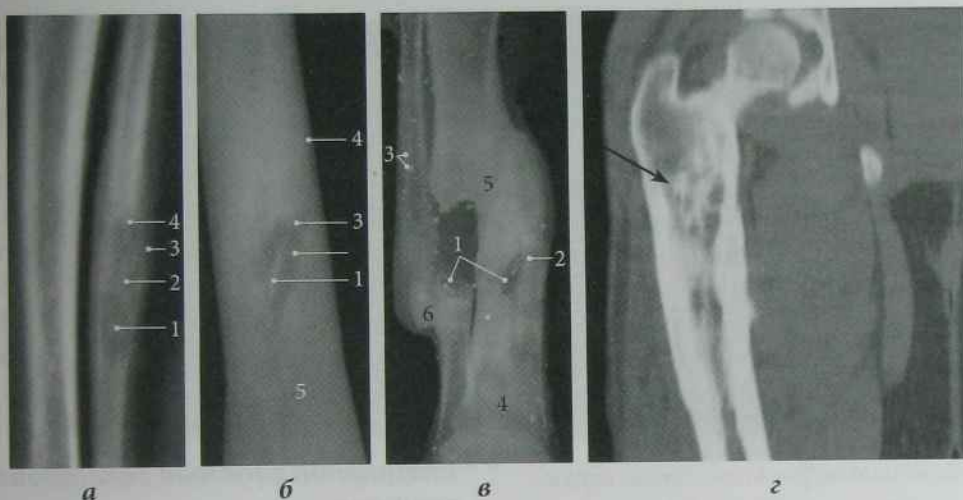


Рис. 11.33. Остеомієліт:

а) рентгенограма лівої гомілки в прямій проекції, гострий остеомієліт лівої малогомілкової кістки: ділянка деструкції (1) середньої третини лівої малогомілкової кістки, що оточена слабо вираженим остеосклерозом (3), компактний секвестр (2), наявність лінійного періоститу (4) вздовж довгої осі кістки;

б) рентгенограма дистальної половини лівого стегна в прямій проекції, хронічний остеомієліт лівої стегнової кістки: деструкція (1) нижньої третини лівої стегнової кістки оточена вираженим остеосклерозом (2), в центрі деструкції компактний секвестр (3), кістковомозковий канал облітерований (4) проксимальніше місця деструкції, помірно виражений гіперостоз, остеопороз дистального метафіза (5);

в) рентгенограма середньої і нижньої третин лівої гомілки в прямій проекції; вогнепальний остеомієліт обох кісток лівої гомілки, хронічна фаза: ділянки деструкції (1) оточені вираженим остеосклерозом (2), множинні тіні металевої щільності (3) в кістках і м'яких тканинах, остеопороз (4) проксимального і дистального метадіафізів обох кісток гомілки, неправильно зрощені переломи середньої третини великогомілкової (5) і нижньої третини малогомілкової (6) кісток;

г) КТ правого стегна, фронтальна реконструкція; хронічний остеомієліт проксимального метадіафіза правої стегнової кістки: в проксимальному метадіафізі правої стегнової кістки визначається центральна деструкція з наявністю секвестру (стрілка), ділянка деструкції оточена остеосклерозом

### Метафізарний остеомієліт

Рентгенологічно визначається значна деструкція і періостит уздовж усього діафіза, ділянки некрозу розсмоктовуються. Одуjuanня завершується відновленням кісткової структури.

### Атипові форми остеомієліту

**Хронічний первинно-склерозуючий остеомієліт Гарре:** початок первинно-хронічний, з'являється

набряк м'яких тканин (інфільтрація м'язів), обмеження рухливості сусідніх суглобів. Рентгенологічні ознаки: гіперостоз, ебурнеація — облітерація кістковомозкового каналу, дрібні деструкції зустрічаються рідко (рис. 11.34).

**Абсцес Броді** виникає в метафізах великих трубчастих кісток (найчастіше у великогомілкової кістки — 80 %) у дитячому або юнацькому віці. Рентгенологічні та КТ-ознаки: порожнина діаметром 2–4 см з чітким та склерозованим





Рис. 11.34. Порівняльна рентгенограма верхніх третин гомілок у прямій проекції:

права гомілка в нормі (нормальна товщина компактного шару (1) та нормальна ширина кістково-мозкового каналу (2); первинно-склерозуючий остеомиєліт Гарре лівої великогомілкової кістки: гіперостоз (3) та збурнеація (4) проксимального метадіафіза лівої великогомілкової кістки



Рис. 11.35. Рентгенограми дистальної третини лівої гомілки в прямій проекції:

а) в нормі; б) абсцес Броді дистального метадіафіза лівої великогомілкової кістки: центральна деструкція (1) в ділянці дистального метадіафіза лівої великогомілкової кістки овальної форми [розмірами 2,5 × 4 см], з чіткими склерозованими контурами (2)

контуром; секвестрів немає; періостит у більшості випадків відсутній або виявляється у вигляді асимільованих періостальних нашарувань чи гіперостозу (рис. 11.35, б).

На МРТ в  $T_2$ -33 вогнище деструкції овальної форми з високим МР-сигналом та чітким контуром низької інтенсивності МР-сигналу склерозованої кісткової тканини. На  $T_1$ -33 деструкція низької або середньої інтенсивності МР-сигналу з гіпоінтенсивним контуром склерозованої кісткової тканини.

### Специфічні запальні захворювання скелета

#### Туберкульоз кісток та суглобів

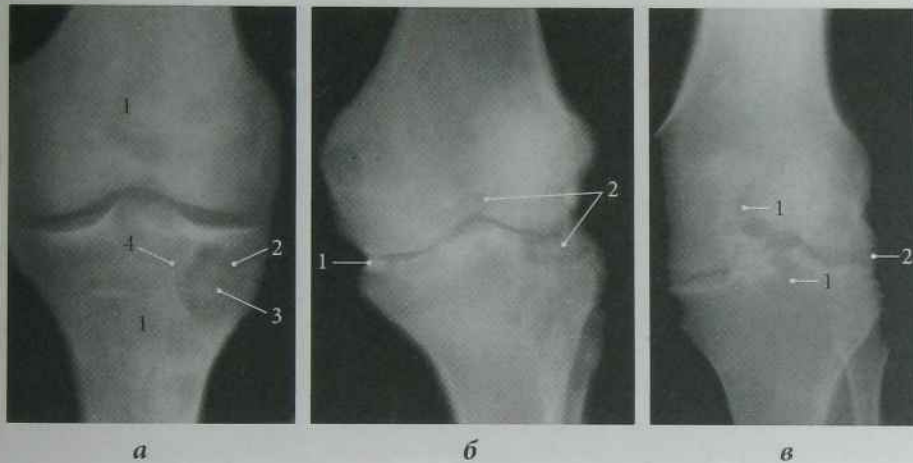
**Туберкульоз кісток та суглобів** — одна з поза-легеневих форм туберкульозу, що розвивається, як правило, при занесенні туберкульозної інфекції гематогенним шляхом з первинного туберкульозного вогнища. Патологоанатомічно ураження характеризується появою туберкульозних горбиків у кістці, в місцях розгалужень артерій (поблизу епіфізів); згодом відбувається казеоз кісткової тканини, утворюються кісткові каверни, секвестри.

**Туберкульозний остит** рентгенологічно виявляється як вогнище деструкції розміром 1,2–2,5 см в епіметафізі, контури вогнища завжди нечіткі, в центрі — губчастий секвестр у вигляді “шматочка цукру, що тане”, остеопороз (осередковий, регіонарний), відсутність періоститу. При захворюванні в дитячому віці можлива атрофія кістки.

**Туберкульоз суглобів** складає 20 % усіх туберкульозних уражень кісток.

**Первинно-кісткова форма** туберкульозу суглобів перебігає в три фази (рис. 11.36).

1. Преартритична фаза відповідає туберкульозному оститу.
2. Артритична фаза — процес проникає з кісткової тканини у м'якотканинні і хрящові елементи суглоба, швидко розповсюджується, викликає гостру ексудативну реакцію і розростання грануляційної тканини, руйнування суглобових хрящів і суглобових повер-



**Рис. 11.36.** Рентгенограми лівого колінного суглоба в прямій проекції.

*Первинно-кісткова форма туберкульозу: а) преартритична фаза: регіонарний остеопороз (1), у ділянці латерального надвиростка проксимального епіметафіза лівої великогомілкової кістки визначається деструкція (2) з нечітким контуром, оточена осередковим остеопорозом (4), в центрі деструкції губчастий секвестр (3); б) артритична фаза: значно звужена суглобова щілина (1), ділянки глибокої контактної деструкції суглобових поверхонь (2) стегнової та великогомілкової кісток; в) постартритична фаза: глибокі крайові дефекти суглобових поверхонь з чіткими склерозованими контурами (1), фіброзно-кістковий анкілоз (2)*

хонь кісток. Після деякого розширення виникає звуження рентгенологічної суглобової щілини і регіонарний остеопороз, деструкція суглобових поверхонь епіфізів, втрачається їх конгруентність; при значних руйнуваннях виникають деструктивні вивихи.

3. Постартритична фаза завершується фіброзним анкілозом — повна відсутність рухів у суглобі внаслідок деструкції суглобових хрящів та зрощення суглобових поверхонь фіброзною тканиною.

Рентгенологічна картина **первинно-синовіальної форми** в ранній стадії відповідає картині водянки суглоба (розширення суглобової щілини, регіонарний остеопороз кісток і потовщення суглобової сумки). У стадії розпалу виникає руйнування хрящів і суглобових кінців кісток, рентгенівська суглобова щілина звужена і деформована (рис. 11.37, б, в). Процес завершується фіброзним або фіброзно-кістковим анкілозом (пізня стадія).

### Туберкульозний коксит

Первинне туберкульозне вогнище виникає частіше (у 64 % випадків) в кістках кульшової западини. В результаті проникнення процесу в суглоб виникає руйнування суглобових хрящів, синовіальної оболонки, суглобової сумки, згодом процес переходить на епіфіз стегна. Можливі дистензійні вивихи при гострих процесах внаслідок розтягування суглобової сумки великою кількістю випоту; при значних руйнуваннях суглобових поверхонь кісток спостерігаються деструктивні вивихи. При сприятливому перебігу і своєчасному лікуванні процес може закінчитися деформацією суглобових поверхонь із збереженням функції суглоба; при виражених деструкціях суглобових поверхонь процес закінчується фіброзним анкілозом або деструктивним вивихом (рис. 11.38). Рентгенологічні ознаки: регіонарний остеопороз та розвиток атрофії, ущільнення суглобової сумки, звуження суглобової щілини, деструкція епіфіза стегна і кульшової западини, розвиток підвивиху.





**Рис. 11.37.** Рентгенограми лівого колінного суглоба в прямій проекції:

а) колінний суглоб у нормі; б) первинно-синовіальна форма туберкульозу лівого колінного суглоба, артритична фаза: регіонарний остеопороз (1), водянка колінного суглоба, суглобова щілина розширена (2); в) первинно-синовіальна форма туберкульозу колінного суглоба, постартритична фаза: часткове руйнування субхондрального кіркового шару епіфізів кісток (1), значне звуження суглобової щілини (2)



**Рис. 11.38.** Рентгенограма кісток таза та кульшових суглобів у прямій проекції.

Правобічний туберкульозний коксит: деструкція проксимального епіфіза правої стегнової кістки (1) і кульшової западини (2); деструктивний підвих правого стегна (порушення лінії Шентона) (3); атрофія правої стегнової кістки і крила правої клубової кістки; лівий кульшовий суглоб і ліва половина кісток таза не змінені

**Туберкульозний спондиліт** зустрічається переважно в дитячому та юнацькому віці і становить 40 % туберкульозних уражень кісток; у чоловіків зустрічається частіше, ніж у жінок. Переважно хвороба локалізується в грудному, потім у поперековому, рідше — в шийному та крижовому відділах.

Рентгенологічні ознаки туберкульозного спондиліту (рис. 11.39, б):

- ▶ зниження висоти міжхребцевого диска;
- ▶ деструкція тіла хребця у вигляді окремого вогнища, частіше у вигляді крайового дефекту у поєднанні з деструкцією диска;
- ▶ зниження висоти тіла хребця (ознака патологічної компресії);
- ▶ деформація хребта з утворенням горба — кутового кіфозу (*hibbus*);
- ▶ тіні натічного абсцесу (спостерігаються у 80–90 % випадків при ураженні грудного відділу хребта).

МРТ дозволяє виявити ступінь руйнування міжхребцевих дисків і тіл ураженого сегмента

хребта, а також зміни навколишніх м'яких тканин і розміри натічного абсцесу (рис. 11.40).

### Сифілітичні ураження кісток

Сифіліс — хронічне венеричне захворювання, викликається блідою трепонемою, має рецидиву-

ючий перебіг з характерною періодизацією клінічних симптомів, здатне уражувати всі органи і системи. Розрізняють природжений (ранній та пізній) і набутий сифіліс кісток.

**Ранній природжений сифіліс** характеризується ураженням кісток у вигляді остеохондриту, періоститу, гумозних уражень та фалангіту.

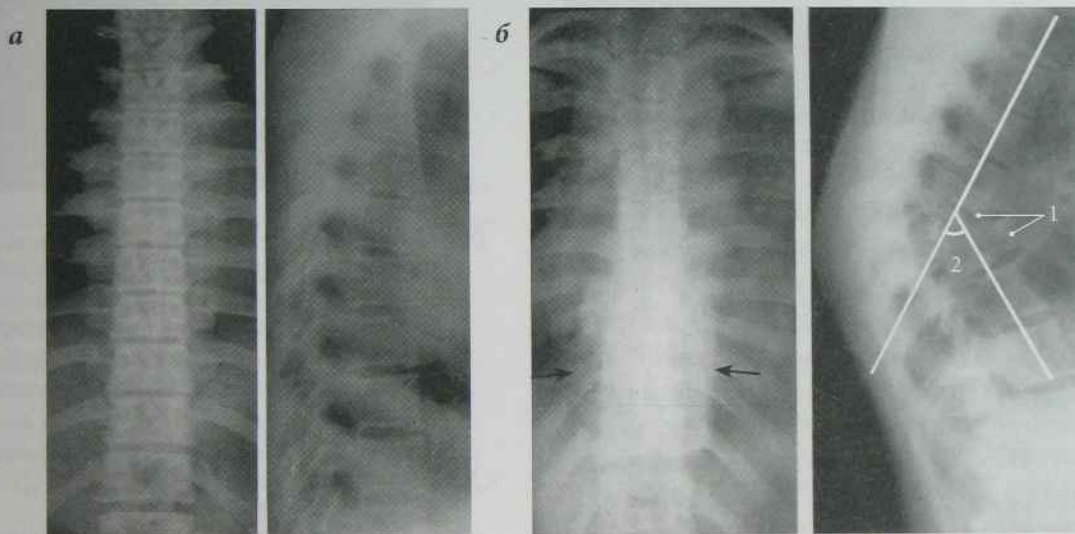


Рис. 11.39. Рентгенограми середньонижньогрудного відділу хребта у двох проєкціях:

а) в нормі; б) туберкульозний спондиліт: натічний абсцес (стрілки) на рівні  $Th_{VIII}-Th_{IX}$ , деструкція тіл  $Th_{VIII}-Th_{IX}$  (1), горб — кут кіфотичного вигину (2)



Рис. 11.40. МРТ грудного відділу хребта,  $T_2-33$ , сагітальний зріз. Туберкульозний спондиліт  $Th_{VII}$ . Деструкція тіла  $Th_{VII}$  та контактна деструкція замикальних пластин  $Th_{VIII}$  (2) та  $Th_{VI}$  (3), деструктивні зміни міжхребцевих дисків  $Th_{VI}-Th_{VII}$  (4) та  $Th_{VII}-Th_{VIII}$  (5), натічний абсцес (стрілка) в ділянці  $Th_{VI}-Th_{VIII}$



1. **Остеохондрит** — це системне сифілітичне ураження скелета в зонах енхдрального скостеніння, яке розвивається на 4–5 місяці внутрішньоутробного періоду розвитку плода і триває протягом 4–6 місяців після народження. Рентгенологічно розрізняють 3 стадії змін:
  - ▶ I стадія — розширення зони препараторного звапнення;
  - ▶ II стадія — світла смужка між лінією зони попереднього звапнення і кісткою (розвиток грануляційної тканини);
  - ▶ III стадія — резорбція кіркової речовини метафіза, виражені деструктивні зміни, край кістки позублений, можливі патологічні переломи (рис. 11.41, б).
2. **Сифілітичні періостити:** періостальні зміни (нашарування) розташовуються нерівномірно щодо сторін кістки: на увігнутих поверхнях спостерігаються виражені тіні нашарувань (рис. 11.42, б). Осифікуючі періостити (множинні, симетрично розташовані, часто системні) є типовим проявом раннього природженого сифілісу.
3. **Гумозні ураження** можуть бути природженими і набутими. Рентгенологічні ознаки виявляються в періості або ендості у вигляді деструктивних змін овальних або округлих осередків просвітлення на тлі вираженого регіонарного остеосклерозу (рис. 11.43).
4. **Сифілітичні фалангіти** супроводжуються ураженням коротких трубчастих кісток у вигляді оститів, остеомієліту, періоститів, остеохондритів. Рентгенологічні ознаки частіше визначаються у вигляді періостальних нашарувань і склерозування кісткової структури.

Ураження кісток при **пізньому природженому сифілісі** спостерігається у віці 3–12 років. Рентгенологічні ознаки — множинні гумозні періостити, гумозні остити, гумозні остеоперіостити, гумозний остеомієліт, можливі деформації зубів, черепа, шаблеподібна деформація великогомілкових та ліктьових кісток



**Рис. 11.41.** Рентгенограми правого колінного суглоба в прямій проекції:

а) в нормі; б) сифілітичний остеохондрит: виражені деструктивні зміни в ділянці дистального метафіза стегнової кістки і проксимального метафіза великогомілкової кістки, повна деструкція ядер скостеніння



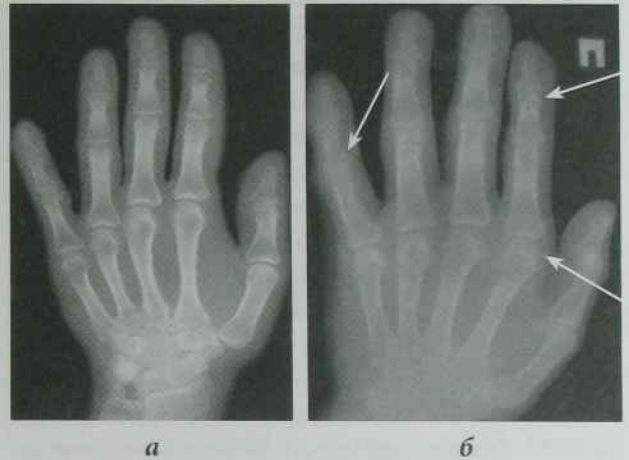
**Рис. 11.42.** Рентгенограми правого стегна в прямій проекції:

а) в нормі; б) сифілітичний періостит: шаруватий періостит (стрілки) діафіза правої стегнової кістки



**Рис. 11.43.** Рентгенограма середньої третини лівої гомілки в прямій проекції, гумозний сифіліс:

*осередок деструкції округлої форми в компактному шарі в ділянці середньої третини діафіза лівої великогомілкової кістки*



**Рис. 11.44.** Рентгенограми лівої кисті в прямій проекції:

*а) в нормі; б) ревматоїдний артрит, III стадія — на тлі поширеного остеопорозу визначається кісткоподібна перебудова структури епіфізів (стрілки) п'ястково-фалангових, проксимальних та дистальних міжфалангових суглобів, підвивих дистальної фаланги V пальця*

## Остеоартропатії при колагенозах

Остеоартропатії при колагенозах уражують симетричні, в основному дрібні суглоби кистей і стоп, внаслідок чого виникає їх деформація і м'язова атрофія.

Остеоартропатія при колагенозах перебігає в три фази:

- ▶ Фаза синовііту: розширення рентгенівської суглобової щілини, підвивихи або вивихи, збільшення об'єму м'яких тканин. Достовірніше визначити наявність випоту та визначити його кількість можна за допомогою УЗД або МРТ.
- ▶ Остеолітична фаза: розсмоктування суглобових кінців з поступовою облітерацією кістковомозкового каналу, можливе формування неартрозу.
- ▶ Остеобластична фаза: різко виражені кісткові остеофіти на інконгруентних суглобових кінцях кісток.

**Ревматоїдний артрит** характеризується двобічним ураженням дрібних суглобів кистей

і стоп (рис. 11.44, б). Існують первинно-синовіальна та первинно-кісткова форми ревматоїдного артрити. Розрізняють ексудативний та проліферативний варіанти *первинно-синовіальної форми* ревматоїдного артрити. При *ексудативному варіанті* виникає синовіт, суглобові хрящі руйнуються; в епіфізах розвиваються кістки, остеопороз, крайові кісткові розростання, вивихи, підвивихи, фіброзний, а згодом кістковий анкілоз. При *проліферативному варіанті* в ураженому суглобі розвиваються сполучна тканина і спайки, суглобовий хрящ і епіфізи руйнуються.

При первинно-кістковій формі в кістковій тканині формуються ревматоїдні гранульоми, виникають осередки деструкції від 0,3 до 1–2 см і зумовлюють крайові кісткові узури. Рентгенологічно розрізняють чотири стадії.

- ▶ В I стадії визначається регіонарний епіфізарний остеопороз та ущільнення навколо-суглобових м'яких тканин.



- ▶ У II стадії виникає звуження суглобових щілин та крайові узури на замикальних пластинах суглобів.
- ▶ У III стадії виникає остеопороз діафізів, звуження суглобових щілин, утворюються множинні узури, можливі підвивихи та вивихи.
- ▶ В IV стадії — в різних суглобах виникають зміни, характерні для I–III стадій з анкілозами окремих суглобів.

На МРТ уражені м'які тканини зумовлюють високий МР-сигнал на  $T_2$ -33 і низький МР-сигнал на  $T_1$ -33. Ділянки деструкції кісткової тканини на  $T_1$ -33 характеризуються низькою інтенсивністю МР-сигналу.

## Асептичні артрити-артрози

Асептичні артрити-артрози виникають при порушенні обміну речовин (при подагрі), екзогенних і ендогенних інтоксикаціях, крововиливах у суглоб (при гемофілії). При подагричному артрити-артрози частіше уражуються фаланги стоп і кистей. Рентгенологічні ознаки **подагри** (рис. 11.45, б):

деформація суглобів, звуження рентгенівської суглобової щілини, субхондральний склероз, крайові кісткові розростання, множинні кісткові дефекти розмірами 3–5 мм у діаметрі оточені тонкою зоною склерозу (тофуси). З часом формуються важкі форми деформуючого артрозу.

При **гемофілії** виникають внутрішньосуглобові периаартикулярні та підокісні крововиливи. Останні часто інкапсулюються і внаслідок тиску гематоми на кістку викликає локальну атрофію субперіостальної ділянки кістки. В суглобах виникають крайові кісткові розростання та підвищена інтенсивність капсули суглоба внаслідок відкладання гемосидерину (рис. 11.46).

## Пухлини опорно-рухової системи

Класифікація пухлин кісток (“Променева діагностика” за редакцією Коваль Г. Ю., 2009)

### Первинні

- ▶ **Доброякісні:** остеома, остеоїд-остеома, хондрома, остеохондрома, хондробластома, фіброма, хондроміксодна фіброма, гігантоклітинна пухлина, солітарна кісткова кіста,



Рис. 11.45. Рентгенограми стоп у прямій проекції:

а) в нормі; б) подагра: множинні кісткові дефекти з чіткими склерозованими контурами переважно в епіфізах, що формують плесно-фалангові і міжфалангові суглоби, підвивихи плесно-фалангових суглобів (стрілки), регіонарний остеопороз



**а**

**б**

**Рис. 11.46.** Рентгенограма правого колінного суглоба в прямій проекції:

*а) в нормі; б) гемофілічний артрозо-артрит (локальна атрофія міжвиросткової западини правої стегнової кістки, крайові остеофіти суглобових поверхонь)*

аневризматична кісткова кіста, гемангіома, епідермоїд, гломусна пухлина, гамартома).

► *Злоякісні пухлини:* остеогенна саркома, па-

раосальна остеосаркома, періостальна фібрোসаркома, хондросаркома, саркома Юінга, ретикулосаркома, гемангіоендотеліома, хордома).

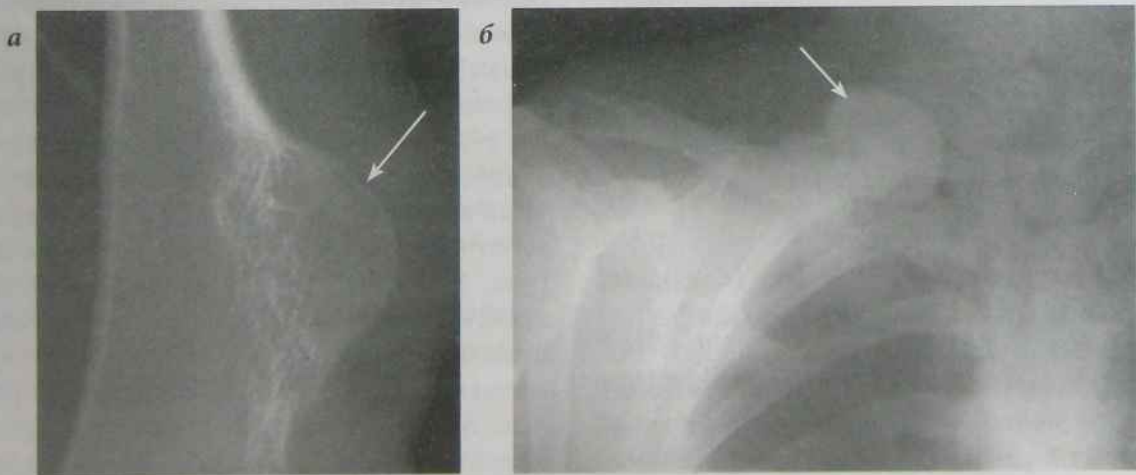
**Вторинні:** метастази та контактні врослаючі пухлини.

### **Доброякісні пухлини кісток**

#### **Остеома**

Розрізняють: губчасту остеому (складається з губчастої речовини) і компактну остеому (складається з компактної речовини). Рентгенологічні ознаки: *губчаста остеома* (рис. 11.47, а) характеризується правильним структурним малюнком, кіркова речовина пухлини є прямим продовженням кіркової речовини кістки, порушення цілісності кіркового шару при остеомі не буває, губчаста структура кістки і пухлини також безперешкодно переходять одна в одну, контури пухлини гладкі і рівні, остеопороз відсутній. *Компактні остеоми* (рис. 11.47, б) частіше локалізуються в плоских кістках, губчасті і змішані — в трубчастих кістках.

#### **Остеохондрома**



**Рис. 11.47.** *а) Фрагмент рентгенограми дистального метадіафіза лівого стегна в прямій проекції: губчаста остеома дистального метадіафіза лівої стегнової кістки (стрілка); б) рентгенограма правої ключиці в прямій проекції: компактна остеома медіальної третини правої ключиці*





**Рис. 11.48.** а) рентгенограма нижньої третини лівого стегна в бічній проекції: остеохондрома нижньої третини лівої стегнової кістки: негомогенне з нечітким нерівним контуром утворення на ніжці, що нагадує цвітну капусту; б) КТ грудної порожнини, аксіальна проекція: остеохондрома VII ребра справа (стрілка)

Доброякісна пухлина складається з кісткової і хрящової тканини. Локалізація: метадіафіз довгих трубчастих кісток (частіше стегнова кістка). Рентгенологічні ознаки: безструктурна негомогенна рентгенопрозора хрящова пухлина на ніжці з губчастої речовини кістки із звапненнями, кістковими острівцями, віялоподібними перетинками. Часто зовнішній вигляд нагадує часточку цвітної капусти (рис. 11.48).



**Рис. 11.49.** Рентгенограми кісток правої кисті в прямій проекції:

а) в нормі; б) множинні хондроми кісток правої кисті: у пясткових кістках та кістках фаланг пальців визначається деформація за рахунок здуття (стрілки), компактний шар не переривається, щільність кісток зменшена, губчаста речовина у вигляді комірок із крапчастими ущільненнями (звапненнями)

### Хондрома

Залежно від напрямку росту розрізняють енхондроми (розвиваються в центральних відділах кістки) і екхондроми (ростуть периферично). Частіше уражуються короткі трубчасті кістки. На рентгенограмі кожна пухлина складається з прозорого хрящового компонента, в якому чітко виявляються характерні острівці крапчато-сітчастих звапнень або кісткової речовини (рис. 11.49, б). Провідним синдромом енхондром є здуття, зовнішні контури хондроми завжди чіткі, кірковий шар стоншений, не переривається, поки пухлина залишається доброякісною. Хондроми ускладнюються патологічними переломами і часто перероджуються у злоякісні пухлини.

На МРТ чітко визначають вогнища хрящової тканини з низьким МР-сигналом на  $T_1$ -33 і  $T_2$ -33 і з середнім МР-сигналом у режимі STIR.



**Рис. 11.50.** Гемангіоми тіл хребців:

а) рентгенограма поперекового відділу хребта в бічній проекції: щільність тіла  $L_{III}$  знижена (стрілка), висота його зменшена, структура комірчаста, висота міжхребцевих проміжків не змінена; б) МРТ попереково-крижового відділу хребта  $T_2$ -33 в сагітальній площині: високий МР-сигнал тіл хребців  $L_{III}$  та  $L_{IV}$  (стрілка)

### Гемангіома

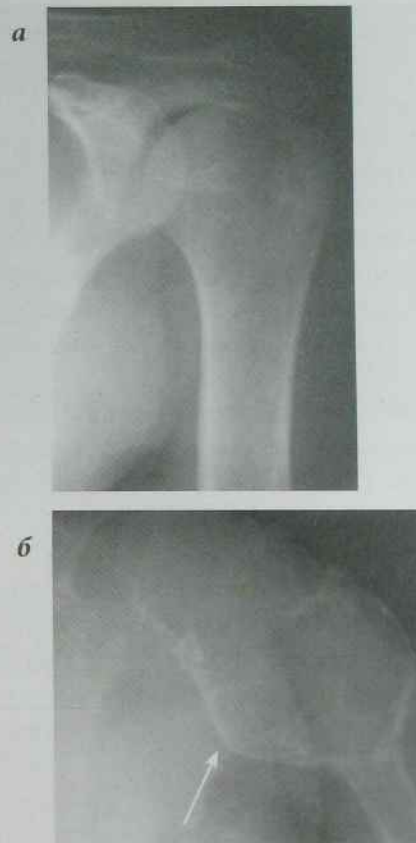
Спостерігається у людей 40–60 років, переважно у жінок. Частіше локалізується в хребті, існують кавернозна, капілярна та змішана форми. При кавернозній гемангіомі структура змінена за рахунок наявності вертикально направлених товстих трабекул, які нагадують колони. Капілярні гемангіоми утворюють дрібнокомірчастий малюнок (рис. 11.50, а). Міжхребцеві диски не змінені, можливі патологічні переломи.

На МРТ (рис. 11.50, б) гемангіома характеризується високим МР-сигналом на  $T_2$ -33 і низьким МР-сигналом на  $T_1$ -33.

### Пухлиноподібні захворювання

#### Гігантоклітинна пухлина

Зустрічається в основному у віці 20–40 років, локалізується в довгих трубчастих кістках, в кістках



**Рис. 11.51.** Рентгенограми верхньої третини лівої плечової кістки в прямій проекції:

а) в нормі; б) гігантоклітинна пухлина проксимального відділу лівої плечової кістки: булавоподібна деформація внаслідок здуття проксимального епіметадіафіза лівої плечової кістки (стрілка), структура комірчаста, компактний шар стоншений, не переривається

таза, нижній щелепі й ін. Виділяють комірчасту та літичну форми:

- комірчаста форма гігантоклітинної пухлини характеризується наявністю здуття і булавоподібною деформацією метаепіфізарного відділу кістки (рис. 11.51, б); кісткова структура комірчаста, осередки розділені тонкими кістковими перегородками — нагадує картину “мильних пухирців”; зона ураження досягає суглобової поверхні і відділяється від неї



щільною субхондральною пластинкою; кірковий шар відтиснений назовні і різко стоншений; періостальна реакція відсутня;

- ▶ при літичній формі утворюється крайовий безструктурний дефект з чітко окресленим контуром; кірковий шар іноді повністю розсмоктується, але з боку м'яких тканин дефект може бути обмежений тонкою тінню — стінкою самого патологічного осередку; у 7–10 % випадків настає малігнізація.

На МРТ гігантоклітинна пухлина визначається як багатокамерне утворення з низьким МР-сигналом на  $T_1$ -33 і високим МР-сигналом на  $T_2$ -33.

### Ізольована кісткова кіста

Ізольована кісткова кіста відноситься до пухлинноподібних захворювань, зазвичай локалізується в метафізах довгих трубчастих кісток, виявляється у віці 10–20 років, частіше у чоловіків. Рентгенологічні ознаки (рис. 11.52): у метафізі трубчастої кістки визначається здуття — обмежена ділянка підвищеної проникності рентгенівських променів овальної або веретеноподібної форми з чітко окресленими контурами, кірковий шар різко стоншений, але не переривається. Реакція окістя відсутня. Часто на фоні кістки виявляються лінійні тіні тонких кісткових перегородок, які розділяють уражену ділянку кістки на камери різної величини. Кіста часто ускладнюється патологічним переломом, який добре загоюється шляхом утворення щільної періостальної мозолі з подальшим поступовим заповненням порожнини кістки нормальною кістковою тканиною.

На МРТ кіста візуалізується як чітко обмежене округле комірчасте утворення з низьким МР-сигналом на  $T_1$ -33 і високим МР-сигналом на  $T_2$ -33 (рис. 11.53).

### Первинні злоякісні пухлини кісток

#### Періостальна фібросаркома

Періостальна фібросаркома розвивається із зовнішнього волокнистого шару окістя. На рентгенограмі виявляється малоінтенсивна додаткова



*Рис. 11.52. Рентгенограма правого кульшового суглоба та проксимальної третини правого стегна. Ізольована кісткова кіста проксимального метафіза правої стегнової кістки: проксимальний метафізі правої стегнової кістки збільшений в об'ємі, губчаста речовина у вигляді великих комірок, кіркова речовина стоншена з боку ендосту*



*Рис. 11.53. МРТ правого колінного суглоба,  $T_2$ -33 в сагітальній проекції. Ізольована кісткова кіста правої стегнової кістки: гіперінтенсивне утворення овальної форми з чіткими рівними контурами в дистальному метафізі правої стегнової кістки*



**Рис. 11.54.** Рентгенограма середньої третини правого стегна в прямій проекції:

*а) в нормі; б) періостальна фібросаркома правої стегнової кістки: узурація кортикального шару середньої третини правої стегнової кістки*



**Рис. 11.55.** Рентгенограми нижньої третини правої гомілки:

*а) в нормі; б) остеолітична саркома дистальних відділів кісток правої гомілки: деструкція дистального епіметафіза правої малогомілкової та великогомілкової кісток*

тінь на тлі м'яких тканин. З боку кістки переважно визначається невеликий поверхневий крайовий дефект (узура) із стоншеним кірковим шаром, контур якого залишається рівним (рис. 11.54, б).

На МРТ у м'яких тканинах визначається утворення, що деформує зовнішню поверхню кіркового шару кістки з середньою інтенсивністю МР-сигналу на  $T_1$ -33 і високим МР-сигналом на  $T_2$ -33.

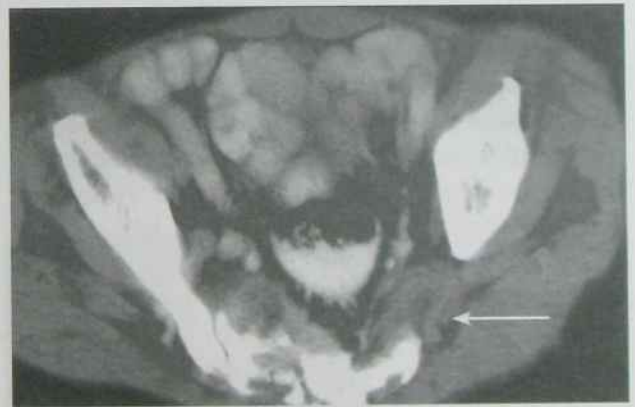
### Остеогенна саркома

Надзвичайно злоякісна пухлина. Розрізняють остеолітичний, остеобластичний і змішаний типи остеогенних сарком.

При **остеолітичному типі** малігнізуються остеокласти. На рентгенограмі визначається ділянка деструкції в метаепіфізі трубчастої кістки у вигляді безструктурного дефекту з нерівними, позубленими контурами. Часто спостерігається "козирковий періостоз" (рис. 11.55, б).

КТ дозволяє визначити ділянку деструкції, що заміщена патологічним утвором низької щільності (рис. 11.56).

МРТ: на  $T_1$ -33 пухлина середньої інтенсивності МР-сигналу, на  $T_2$ -33 в центральній частині

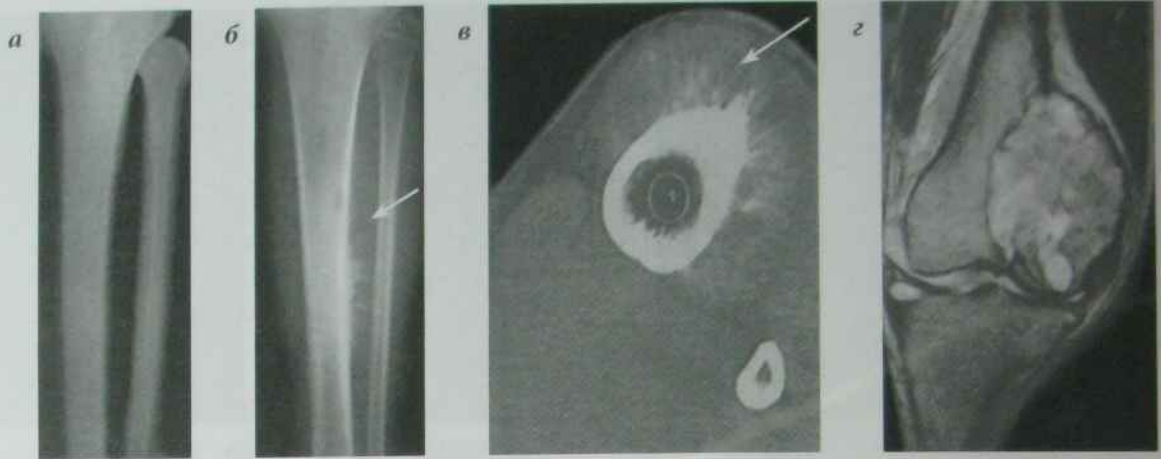


**Рис. 11.56.** КТ таза, аксіальний зріз. Остеолітична саркома крила правої клубової кістки: деструкція дорзальної частини крила правої клубової кістки (стрілка)

пухлини — МР-сигнал низької інтенсивності. М'якотканинний компонент пухлини характеризується високим МР-сигналом на  $T_2$ -33.

При **остеобластичному типі** спостерігається бластоматозний ріст: хаотичне нагромадження злоякісних кісткових структур у вигляді плямистих тіней з нечіткими контурами





**Рис. 11.57.** Рентгенограма верхньої і середньої третини лівої гомілки в прямій проекції: а) в нормі; б) остеобластична саркома лівої великогомілкової кістки (голчастий періостоз — стрілка), в) КТ, аксіальний зріз на рівні середньої третини лівої гомілки: остеобластична саркома лівої великогомілкової кістки (голчастий періостоз — стрілка); з) МРТ лівого колінного суглоба,  $T_2$ -33, коронарний зріз: остеобластична саркома лівої стегнової кістки (гетероінтенсивне утворення в дистальному епіметафізі лівої стегнової кістки)

різної форми і величини, розташованих у зоні ураження, голчастий періостоз (рис. 11.57, б). В ділянці ураження кістки візуалізується тінь

збільшених в об'ємі м'яких тканин. На КТ (рис. 11.57, в) визначається формування безструктурних мас і голчастого періостозу з високою ден-



**Рис. 11.58.** Рентгенограми правого колінного суглоба і проксимальної третини правої гомілки: а) в нормі; б) змішана саркома верхньої третини правої великогомілкової кістки: 1 — бластоматозний ріст, 2 — остеолітична деструкція, козирковий періостоз (стрілка)

ситометричною щільністю. На МРТ (рис. 11.57, г) зони патологічного процесу візуалізуються як ділянки низького МР-сигналу з високим МР-сигналом м'якотканинного компоненту пухлини на  $T_2$ -33.

При *змішаному типі* остеогенної саркоми має місце різноманітна комбінація деструкції і патологічного (злоякісного) кісткоутворення. В ділянці пухлини кістка веретеноподібно потовщена, кірковий шар зруйнований, часто спостерігається голчастий або козирковий періостоз (рис. 11.58, б).

Остеогенна саркома не руйнує хрящів, і тому у дітей і підлітків ураження не розповсюджується за межі епіфізарного хряща.

### Параосальна саркома

Пухлина розвивається з камбіального шару періосту на рівні метадіафіза довгих трубчастих кісток (частіше в стегновій або в великогомілковій кістці). Рентгенологічно і на КТ візуалізується ділянка патологічного кісткоутворення негомогенної структури з нечіткими і нерівними контурами, кірковий шар тривало інтактний (рис. 11.59, б). На МРТ у м'яких тканинах ураженої кінцівки визначається утворення середньої інтенсивності МР-сигналу на  $T_2$ -33.

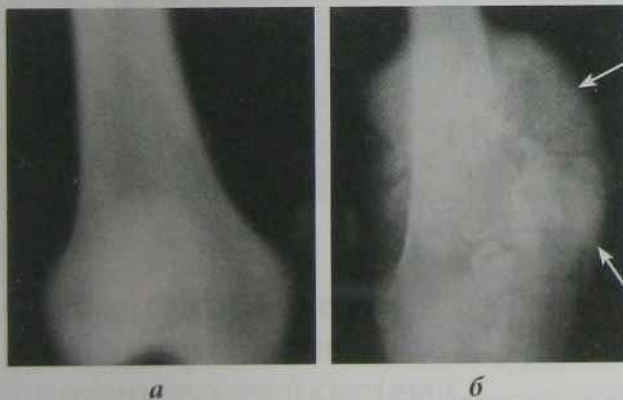


Рис. 11.59. Рентгенограми нижньої третини правого стегновій кістці:

а) в нормі; б) параосальна саркома нижньої третини правої стегнової кістки, бластоматозний ріст (стрілки)

### Пухлина Юінга

Походить з клітин кісткового мозку, виникає переважно у хлопчиків у віці 5–15 років, уражує частіше метадіафізи довгих трубчастих кісток, нерідко пухлина локалізується в плоских кістках.

Клінічна картина нагадує гострий остеомієліт — захворювання починається гостро з високої температури і супроводжується лейкоцитозом. З'являється наростаючий біль, місцево визначаються набряклість і підвищення температури шкіри, шкіра гіперемована.

Рентгенологічно і на КТ (рис. 11.60, б, в) при ураженні довгих трубчастих кісток спостерігається розширений кістковомозковий канал, кірковий шар розшарований у вигляді подовжніх лінійних тіней, оточених світлими щілиноподібними проміжками. Надалі з боку окістя з'являються ніжні періостальні нашарування, які оточують кістку. Одночасно виникає нечітко окреслене веретеноподібне вогнище деструкції кісткової тканини. На відміну від остеомієліту, секвестри відсутні. У ряді випадків спостерігаються своєрідні періостальні зміни у вигляді тонких і ніжних тіней голчастого періоститу. При ураженні плоских кісток зміни носять в основному деструктивний характер у вигляді ділянок нерівномірного руйнування губчастої речовини і мало чим відрізняються від картини остеогенної саркоми. На МРТ в розширеній кістковомозковій порожнині виявляється утворення низької інтенсивності МР-сигналу на  $T_1$ -33 і високої інтенсивності МР-сигналу на  $T_2$ -33.

### Мієломна хвороба

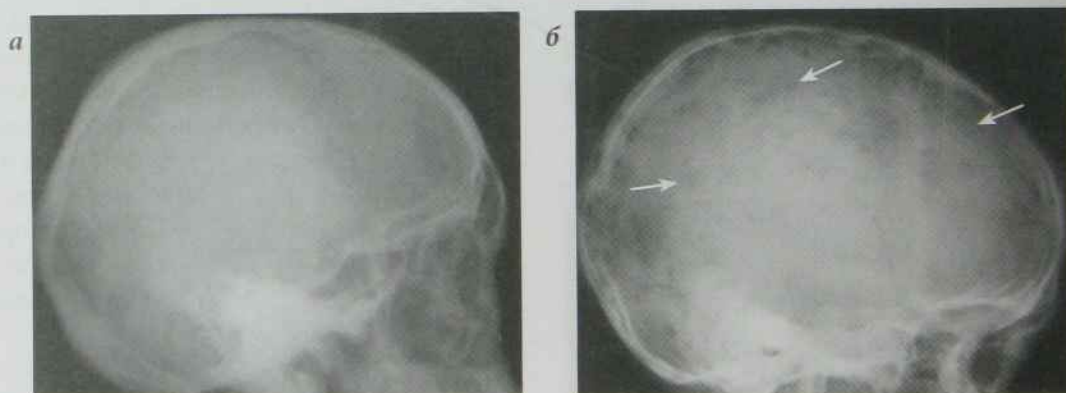
Злоякісна пухлина кісткового мозку. Розрізняють наступні форми ураження скелета при мієломній хворобі: 1) множинноосередкову; 2) дифузнопоротичну; 3) остеосклеротичну; 4) ізольовану (солітарну). Мієлома руйнує кісткову тканину. Рентгенологічні ознаки: виявляються множинні округлі дефекти, діаметром від кількох міліметрів до кількох сантиметрів з чіткими контурами кожного дефекту, що не мають схильності до злиття (пробійникові дефекти, рис. 11.61, б). Реактивних





**Рис. 11.60.** Рентгенограми верхньої і середньої третини правої гомілки (а, б) та СКТ (в):

а) в нормі; б) саркома Юінга правої малогомілкової кістки: в ділянці діафіза малогомілкової кістки бластоматозний ріст, розширення кіркового шару, веретеноподібні вогнища деструкції (стрілка), секвестри відсутні; в) саркома Юінга правої великогомілкової кістки: СКТ правої гомілки (реконструкція): веретеноподібне розширення середньої третини діафіза правої великогомілкової кістки за рахунок смугастого періостозу (стрілка)



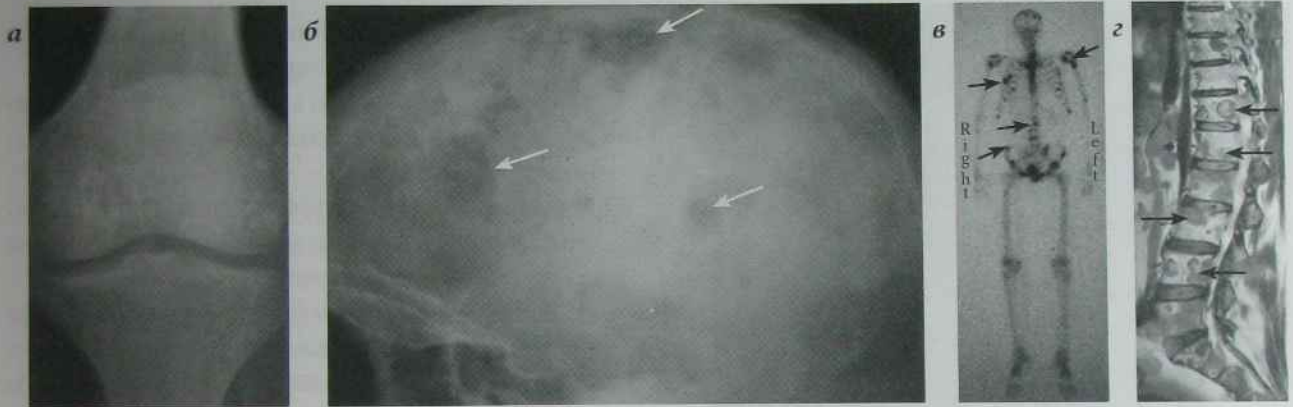
**Рис. 11.61.** Рентгенограми черепа в бічній проекції:

а) в нормі; б) мієломна хвороба: множинні "пробійникові" осередки деструкції (стрілки) з чіткими контурами в кістках склепіння черепа

змін з боку сусідніх тканин не буває. На МРТ осередки мієломного ураження мають чіткий контур і характеризуються низьким МР-сигналом на  $T_1$ -ЗЗ і високим МР-сигналом на  $T_2$ -ЗЗ. При контрастному посиленні гадолінієм низький МР-сигнал пухлини на  $T_1$ -ЗЗ стає високим.

### **Вторинні (метастатичні) злюкисні пухлини**

Метастазують у кістки пухлини передміхурової залози, легень, ШКТ, матки, щитоподібної залози і гіпернефрома. Розрізняють: остеолітичні (ділянки деструкції з нерівними, позубленими



**Рис. 11.62.** а) рентгенограма лівого колінного суглоба в прямій проекції, остеобластичні метастази раку передміхурової залози: множинні дрібні щільні вогнища бластоматозного росту в метаепіфізах кісток колінного суглоба; б) рентгенограма черепа в бічній проекції, остеолітичні метастази раку легенів: множинні вогнища деструкції (стрілка) різної величини з нечіткими контурами в кістках склепіння черепа; в) ПЕТ скелета, метастатичне ураження кісток скелета: численні вогнища підвищеного накопичення РФП в кістках черепа, ребер, хребта, таза та кінцівок (стрілки); г) МРТ поперекового та крижового відділів хребта,  $T_2$ -ЗЗ сагітальний зріз, метастази в тілах хребців  $Th_{IX}-Th_{X}$ ,  $Th_{XII}-S_{II}$ ; множинні гіпоінтенсивні вогнища (стрілки) різних розмірів округлої форми в тілах хребців  $Th_{IX}-Th_{X}$ ,  $Th_{XII}-S_{II}$

і з'їденими контурами), остеобластичні (пухлинне кісткоутворення) і змішані метастази (поєднання ознак остеолітичного і бластоматозного ураження кістки) (рис. 11.62). Метастази частіше бувають множинними і, як правило, не супроводжуються реакцією періосту.

На МРТ метастатичні вогнища визначають по низькому МР-сигналу на  $T_1$ -ЗЗ і середньому МР-сигналу на  $T_2$ -ЗЗ на тлі високого МР-сигнала кісткового мозку. При контрастному посиленні низький МР-сигнал пухлини на  $T_1$ -ЗЗ стає високим.

## Променева діагностика травматичних пошкоджень опорно-рухової системи

Променева діагностика травматичних пошкоджень опорно-рухової системи базується на наступних принципах:

- ▶ на рентгеновському знімку повинні бути відображені суглоби, суміжні з ділянкою травми;

- ▶ рентгеновське дослідження необхідно виконати у двох взаємно перпендикулярних проекціях;
- ▶ перше рентгеновське дослідження виконують, не знімаючи засобів іммобілізації (шини), тобто роблять діагностичні знімки (рис. 11.63, а);
- ▶ після репозиції відламків виконують контрольні рентгеновські знімки (рис. 11.63, б);
- ▶ у складних для діагностики випадках виконують рентгеновські знімки симетричної ділянки скелета або КТ;
- ▶ при травмах голови та хребта виконують КТ або МРТ.

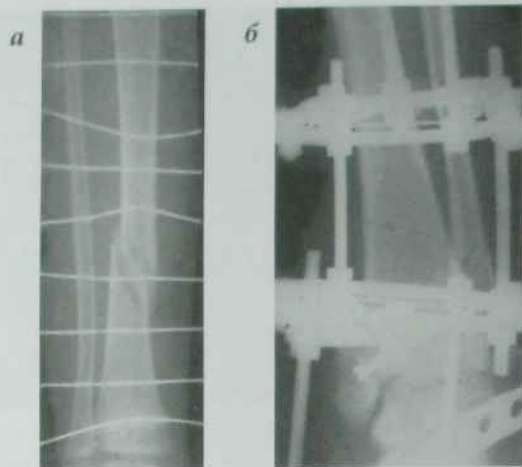
Розрізняють наступні види пошкоджень опорно-рухового апарату: переломи і вивихи.

### Переломи кісток

#### Класифікація переломів

1. Повні, неповні (тріщини, надломи).





*Рис. 11.63. Рентгенограми нижньої третини правої гомілки в прямій проекції:*

*діагностична (а) з транспортною шиною та контрольна рентгенограма (б) після репозиції відламків за допомогою апарата Ілізарова*

2. Перелом — порушення цілісності кістки на протязі всього її поперечника (периметра).
3. Тріщина — цілісність кістки порушена більше ніж на половину її поперечника (периметра).
4. Надлом — порушення цілісності кістки менше ніж на половину поперечника кістки, але не на весь її поперечник.
5. За діючим чинником розрізняють: вогнепальні, невогнепальні, патологічні (рис. 11.64).
6. За механізмом ушкодження розрізняють: компресійні (від стиснення), торсійні (від скручування), флексійні (від згинання), відривні (від розтягування).
7. По відношенню до довгої осі кістки розрізняють: повздовжні, поперечні, косі, гвинтоподібні, Т і Y-подібні переломи.
8. За локалізацією переломів розрізняють: діафізарні, епіфізарні, метафізарні, внутрішньосуглобові.



*Рис. 11.64. Переломи кісток:*

*а) рентгенограма нижньої третини правої гомілки в бічній проекції, перелом нижньої третини кісток правої гомілки; б) рентгенограма дистальної половини правого передпліччя в прямій проекції, вогнепальний перелом дистальної третини правої ліктьової кістки, множинні металеві сторонні тіла; в) рентгенограма середньої третини лівого стегна в бічній проекції, хронічний остеомиєліт середньої третини лівої стегнової кістки, патологічний перелом середньої третини лівої стегнової кістки*

9. За площиною перелому розрізняють: уламкові, множинні (однієї кістки).

### Рентгенологічні ознаки перелому

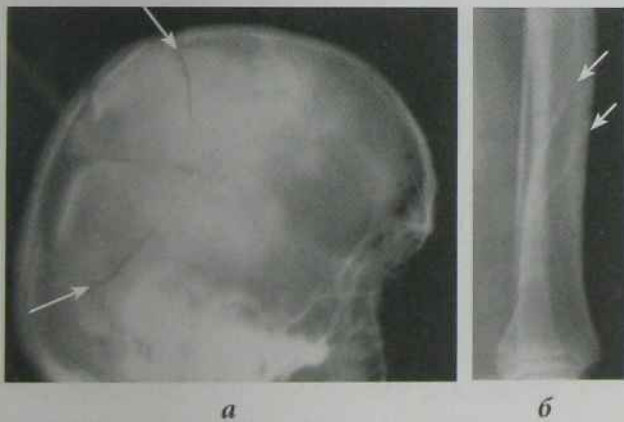
Рентгенологічні ознаки перелому: лінія перелому, зміщення відламків, деформація компактного шару кістки, деформація зони росту, деформація кістки.

**Лінія перелому** виникає в місці порушення цілісності кістки. Рентгенологічні ознаки: лінія перелому може бути у вигляді лінії просвітлення (при розходженні фрагментів кістки, рис. 11.65, а) або у вигляді лінії ущільнення (при компресійних переломах тіл хребців, при заходженні або вклиненні фрагментів кістки, рис. 11.65, б).

Лінія перелому в ділянці метаепіфізів може характеризуватися підвищенням її щільності внаслідок компресії кісткових трабекул (рис. 11.66).

Залежно від напрямку лінії перелому по відношенню до довгої осі кістки розрізняють:

- ▶ поперечний перелом кістки — лінія перелому направлена перпендикулярно до довгої осі кістки (рис. 11.67, а);



**Рис. 11.65.** Рентгенологічна картина лінії перелому:

а) рентгенограма черепа в бічній проекції: перелом лівої тім'яної кістки (лінії переломів у вигляді просвітлень позначені стрілками); б) рентгенограма дистальної третини великогомілкової кістки в бічній проекції, лінії перелому у вигляді ущільнень (позначені стрілками)



**Рис. 11.66.** Рентгенограма лівого променево-зап'ясткового суглоба:

а) в нормі; б) вклинений перелом дистального епіметафіза лівої променевої кістки: лінія перелому у вигляді ущільнення внаслідок компресії кісткових трабекул (стрілка)

- ▶ косий перелом кістки — лінія перелому направлена під гострим кутом до довгої осі кістки (рис. 11.67, б);
- ▶ поздовжній перелом кістки — лінія перелому співпадає з напрямом довгої осі кістки (рис. 11.67, в);
- ▶ гвинтоподібний перелом — лінія перелому розташовується по спіралі вздовж довгої осі кістки; рентгенологічно візуалізуються дві лінії перелому в одній проекції (рис. 11.67, г);
- ▶ Т- і Y-подібні переломи (рис. 11.67, д, е).

### Види зміщення відламків

- ▶ Бічне (по ширині, рис. 11.68, а) зміщення може бути повним і неповним. При неповному зміщенні визначають, на яку





Рис. 11.67. Напрямок ліній перелому (стрілки):

*а) рентгенограма дистального метадіафіза правої плечової кістки в бічній проекції: поперечний перелом дистального метадіафіза правої плечової кістки; б) рентгенограма середньої та нижньої третини лівої гомілки в прямій проекції: косий перелом середньої третини діафіза лівої великогомілкової кістки; в) рентгенограма верхньої третини правої гомілки в прямій проекції: поздовжній перелом верхньої третини правої великогомілкової кістки; з) рентгенограма нижньої третини правої гомілки в прямій проекції: гвинтоподібний перелом середньої третини діафіза правої великогомілкової кістки; д) рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба в прямій проекції: Т-подібний перелом дистального епіфіза правої променевої кістки; е) рентгенограма дистального епіметафіза лівої малогомілкової кістки: U-подібний перелом дистального епіметафіза лівої малогомілкової кістки*

частину поперечника кістки змістився периферичний відламок (на 1/2, на 1/3 і т.п.).

- ▶ Повздовжнє зміщення може бути з заходженням (рис. 11.68, б) або із розходженням (рис. 11.68, в) кісткових уламків; вказують величину зміщення в сантиметрах.
- ▶ Зміщення під кутом (величина кута  $\alpha$  визначається в точці перетину подовжніх осей уламків і виражається в градусах, рис. 11.68, д).
- ▶ Зміщення по периферії — зміщення периферичного уламка навколо поздовжньої осі по відношенню до проксимального уламка, виражається в градусах (рис. 11.68, е).

**Види деформації компактного шару кістки:** валикоподібна, уступоподібна, втиснення, черепицеподібна, перерив компактного шару кістки (рис. 11.69).

**Деформація зони росту** — епіфізеоліз.

## Вікові особливості переломів

### Дитячі переломи

- ▶ **Підокісний перелом** — за типом “зеленої гілки” (з одного боку цілісність кіркового шару порушена, а з протилежного боку не порушена), окістя залишається цілим (рис. 11.70, а);
- ▶ **Вклинені переломи** — лінія перелому представлена у вигляді ділянки підвищеної щільності (рис. 11.70, г);
- ▶ **Епіфізеоліз** (рис. 11.70, б), **остеоепіфізеоліз** — лінія перелому проходить через зону росткового хряща і характеризується зміщенням ядра осифікації щодо метафіза та деформацією зони росту. Часто епіфізеоліз поєднується з переломом метафіза — **остеоепіфізеоліз** (рис. 11.70, в).

### Переломи у осіб похилого віку

В результаті розвитку фізіологічного системного остеопорозу переломи можуть виникати при дії



**Рис. 11.68.** Види зміщення відламків:

*а) рентгенограма середньої третини правого передпліччя в прямій проекції: перелом середньої третини діафіза правої ліктьової кістки зі зміщенням по ширині медіально (зміщення периферичного уламка правої ліктьової кістки на товщину компактного шару, місце перелому та напрямок зміщення периферичного фрагмента вказані стрілкою); б) рентгенограма середньої та дистальної третини правого стегна в бічній проекції: перелом нижньої третини діафіза правої стегнової кістки з повним поперечним зміщенням та заходженням відламків по довжині (зміщення вказано стрілками); в) рентгенограма дистального метадіафіза правої плечової кістки в бічній проекції: перелом дистального метадіафіза правої плечової кістки з розходженням уламків; г) рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба в прямій проекції: вклинений перелом дистального метафіза лівої променевої кістки (лінія перелому у вигляді ущільнення — подвійна стрілка, напрямок зміщення периферичного фрагмента вказано стрілкою); д) рентгенограма середньої та дистальної третини лівого передпліччя в прямій проекції: перелом середньої третини лівої променевої та ліктьової кісток зі зміщенням під кутом, відкритим назовні (кут  $\alpha$  утворюється між осями проксимального та дистального фрагментів кісток); е) рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба в бічній проекції: перелом дистальних метаепіфізів правої променевої та ліктьової кісток зі зміщенням уламків по периферії на  $90^\circ$  (напрямок ротації периферичних фрагментів кісток та кисті вказаний стрілкою)*

незначних травмуючих чинників. При цьому часто виникають багатоуламкові, а іноді і множинні переломи. Переломи добре візуалізуються на СКТ (рис. 11.71).

УЗД використовують для визначення підокісних і м'якотканинних гематом, переломів хрящових частин ребер (рис. 11.72).

### Загоєння переломів кісток

Загоєння переломів кісток відбувається у декілька етапів шляхом утворення мозолів:

- ▶ сполучнотканинної мозолі — утворюється в місці перелому протягом 7–10 днів після травми;

- ▶ остеїдної мозолі — сполучнотканинна мозоль перетворюється в остеїдну, з формуванням остеїдних трабекул;
- ▶ кісткової мозолі — процес звапнення остеїдної мозолі починається з 3–4 тижня після травми і може тривати до семи місяців (залежно від товщини кістки, особливостей перелому і віку хворого); через 4–8 місяців лінія перелому зникає, настає консолідація відламків (рис. 11.73);
- ▶ зворотній розвиток мозолі починається з розсмоктування періостальної кісткової мозолі, потім розсмоктується ендостальна кісткова мозоль; повне відновлення





**Рис. 11.69.** Види деформацій кіркового шару кістки:

*а) рентгенограма лівого променево-зап'ясткового суглоба в прямій проекції: перелом дистального метафіза лівої променевої кістки (валикоподібна деформація — стрілка); б) рентгенограма лівого променево-зап'ясткового суглоба в прямій проекції: перелом дистального метафіза лівої променевої кістки (уступоподібна деформація — стрілка); в) рентгенограма лівого променево-зап'ясткового суглоба в бічній проекції: перелом дистального метафіза лівої променевої кістки (деформація у вигляді втиснення — стрілка); з) рентгенограма правого плечового суглоба в прямій проекції: перелом проксимального метафіза правої плечової кістки (черепицеподібна деформація — стрілка); д) рентгенограма лівого плечового суглоба в прямій проекції: перелом проксимального метафіза лівої плечової кістки (деформація у вигляді перериву кіркового шару) — стрілка*

нормальної архітектоніки кістки відбувається через 1–2 роки після травми.

#### Ускладнення загоювання переломів

Ускладнення загоювання переломів: неправильно зрощений перелом (рис. 11.74, а), надмірна кісткова мозоля (рис. 11.74, б), несправжній суглоб, дефект кістки, травматичний остеоліз, асептичний некроз, травматичний остеомиєліт, посттравматичний осифікуючий міозит (рис. 11.74, г).

Несправжній суглоб виникає в результаті порушення трофіки, недостатньої іммобілізації кісткових відламків або інтерпозиції м'яких тканин.

Рентгенологічні ознаки несправжнього суглоба (рис. 11.74, в): а) облітерація кістково-мозкового каналу; б) формування суглобових поверхонь; в) патологічна рухливість периферичного фрагмента кістки.

#### Вивихи

**Вивих** — повне порушення конгруентності (співвідношення) суглобових поверхонь (головки і суглобової западини) (рис. 11.75).

**Підвивих** — неповне порушення співвідношення суглобових поверхонь.

Розрізняють природжені і набуті вивихи. Серед набутих виділяють: травматичні, патологічні,



**Рис. 11.70.** Переломи дитячого віку:

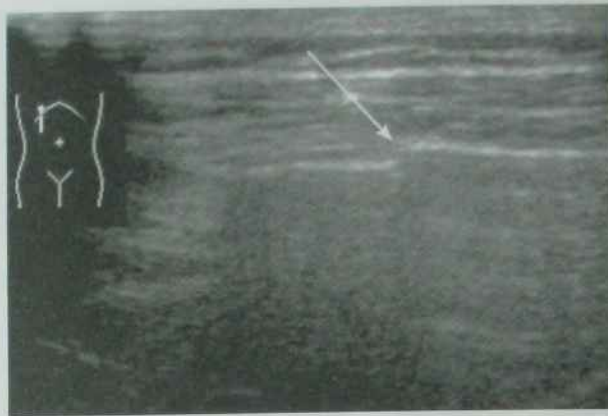
а) рентгенограма лівого передпліччя в прямій проекції: перелом середньої третини діяфіза лівої променевої кістки за типом "зеленої гілки" (стрілка); б) рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба в бічній проекції: епіфізеоліз правої променевої кістки; в) рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба в бічній проекції: остеоепіфізеоліз правої променевої кістки; г) рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба в прямій проекції: вклинений перелом дистального метафіза правої променевої кістки



**Рис. 11.71.** СКТ лівого гомілковостопного суглоба. Перелом медіальної та латеральної кісточок лівого кістково-надп'ясткового суглоба:

а) тривимірна реконструкція; б) коронарна реконструкція; в) сагітальна реконструкція





*Рис. 11.72. УЗД хрящової частини IX ребра по правій парастернальній лінії, перелом хрящової частини IX ребра: візуалізується порушення цілості внутрішнього контура ребра (стрілка)*

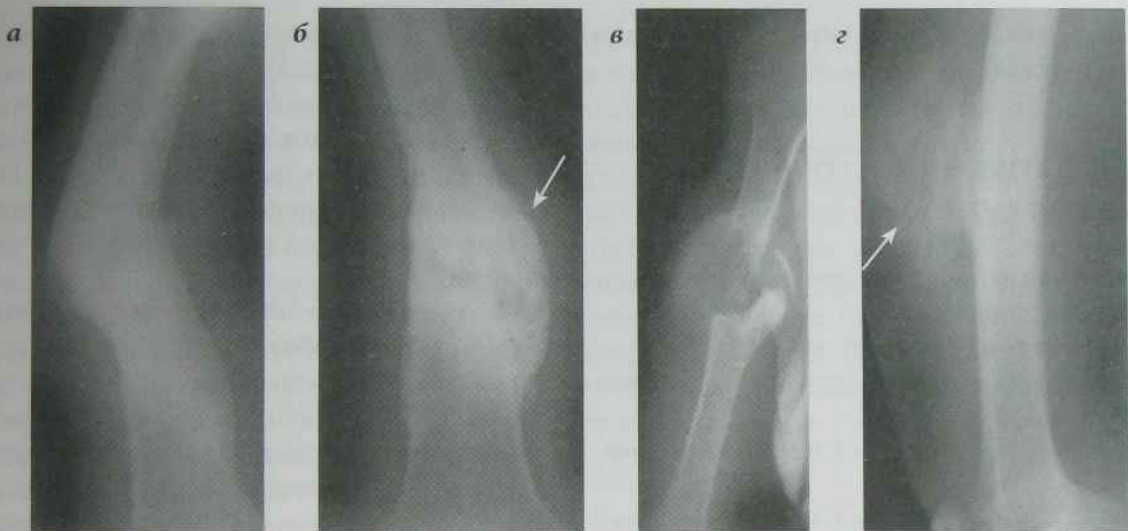


*Рис. 11.73. Загоєння переломів:*

*а) рентгенограма середньої та дистальної третин правої гомілки в бічній проекції: перелом дистальної третини діяфіза правої великогомілкової кістки, початок утворення кісткової мозолі (стрілка); б) рентгенограма середньої та дистальної третин лівого плеча в прямій проекції: перелом середньої третини діяфіза лівої плечової кістки, консолідація кісткових відламків (періостальна кісткова мозоль — стрілка); в) рентгенограма дистальної третини лівого передпліччя в косій проекції: перелом діяфіза ліктьової кістки — ендостальна кісткова мозоль (стрілка)*

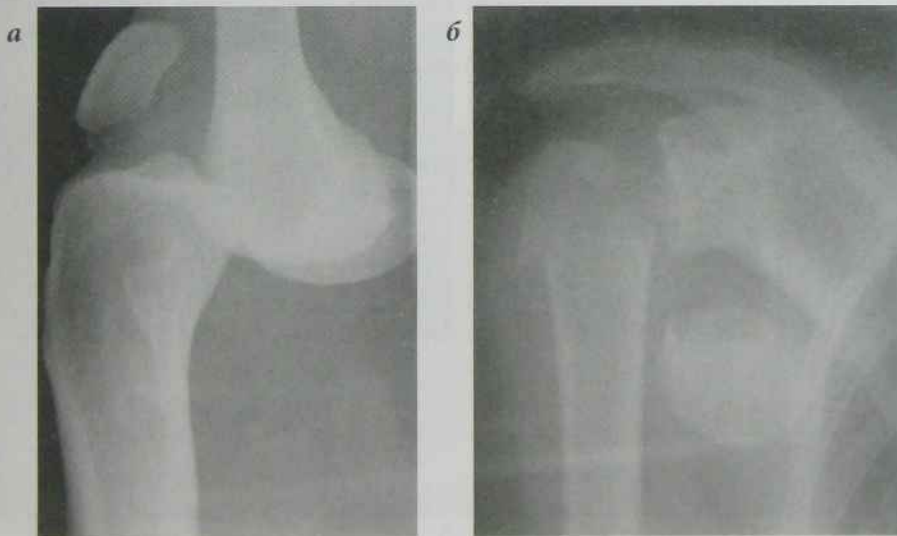
дистензійні і звичні вивихи. Патологічні вивихи виникають при руйнуванні елементів суглоба.

Дистензійні вивихи виникають при накопиченні рідини в суглобовій сумці. Звичні вивихи частіше



**Рис. 11.74.** Ускладнення загоювання переломів:

*а) рентгенограма середньої третини правого стегна в прямій проекції: неправильно зрощений перелом середньої третини діафіза правої стегнової кістки; б) рентгенограма середньої третини лівого стегна в прямій проекції: консолидований перелом середньої третини діафіза правої стегнової кістки, надмірна кісткова мозоля; в) рентгенограма середньої третини правого плеча: несправжній суглоб середньої третини правої плечової кістки; г) рентгенограма середньої третини правого стегна в бічній проекції: осифікуючий міозит в ділянці середньої третини передньої поверхні правого стегна*



**Рис. 11.75.** Травматичні пошкодження суглобів:

*а) рентгенограма правого колінного суглоба в бічній проекції: повний передній вивих правого колінного суглоба; б) рентгенограма правого плечового пояса в прямій проекції: повний нижній вивих головки правої плечової кістки, уламковий перелом хірургічної шийки правої плечової кістки*



виникають при дегенеративних змінах тканин суглобової сумки.

## Дегенеративно-дистрофічні ураження суглобів

Виділяють три форми дегенеративно-дистрофічних уражень суглобів:

- ▶ деформуючий остеоартроз;
- ▶ кістоподібна перебудова суглобових кінців кісток;
- ▶ асептичний остеонекроз.

Розрізняють три стадії **деформуючого остеоартрозу** (рис. 11.76, б–г):

I стадія — висота суглобової щілини незначно знижена, з'являються кісткові розростання, переважно навколо суглобової западини;

II стадія — значне зниження висоти суглобової щілини, крайові кісткові розростання навколо

суглобової западини і суглобової головки, порушення функції суглоба;

III стадія — суглобові поверхні кісток стикаються, сплющуються, навколо суглобових поверхонь виникають значні крайові кісткові розростання; процес супроводжується вираженим остеопорозом кісток і остеосклерозом суглобових поверхонь.

**Дегенеративно-дистрофічне ураження суглобів з кістоподібною перебудовою** виникає внаслідок переважно різних проявів ішемічних уражень. Рентгенологічно визначається виражене зниження висоти суглобової щілини, невеликі кісткові розростання і кісти найбільш навантажених відділів суглобів. Загострення захворювання пов'язане з проривом кіст у порожнину суглоба.

**Асептичний остеонекроз** виникає внаслідок порушення кровообігу та ішемії в найбільш на-



Рис. 11.76. Рентгенограми лівих колінних суглобів у прямій проекції:

а) в нормі; б) остеоартроз лівого колінного суглоба, I стадія: знижена висота суглобової щілини (1), субхондральний склероз (2) та загострення країв суглобової поверхні лівої великогомілкової кістки; в) остеоартроз лівого колінного суглоба, II стадія: знижена висота суглобової щілини (1), крайові розростання суглобових поверхонь лівої великогомілкової (2) та стегнової (3) кісток; г) остеоартроз лівого колінного суглоба, III стадія: висота суглобової щілини значно знижена (1), суглобові поверхні сплюснені, виражені крайові кісткові розростання (2) суглобових поверхонь лівої великогомілкової та стегнової кісток, остеопороз (3)

вантажених субхондральних ділянках суглоба. Виділяють наступні фази перебігу процесу:

I фаза — в суглобовій головці виявляють клиноподібне ущільнення кістки без чітких контурів;

II фаза — виявляють ділянку остеонекрозу, що чітко відмежована від неушкодженої кісткової тканини зонами остеолізу та склерозу;

III фаза характеризується нерівномірністю суглобової щілини;

IV фаза — візуалізується зниження суглобової щілини, крайові кісткові розростання та дефекти;

V фаза — різке звуження суглобової щілини, крайові субхондральні дефекти в ділянці некрозу, крайові кісткові розростання головки та западини суглоба (формування деформуючого артрозу).

## Остеохондропатія

Асептичний некроз епіфізів кісток у дітей називають остеохондропатією. Частіше спостерігається в головці стегнової кістки (хвороба Легга – Кальве – Пертеса), в човноподібній кістці стопи (хвороба Келлера I), в головках II–III плеснових кісток (хвороба Келлера II). Захворювання характеризується фазним перебігом. У першій фазі —

фазі некрозу — рентгенологічно визначається розширення суглобової щілини. У другій фазі відбувається компресійний перелом епіфіза, рентгенологічно (рис. 11.77, а) — ущільнення епіфіза і зниження його висоти. Третя фаза (фрагментація) — тінь епіфіза ділиться на декілька фрагментів (триває 1–3 роки, рис. 11.77, б). Четверта фаза (відновлення) — фрагменти зростаються і утворюється нормальна кісткова тканина, але висота епіфіза не відновлюється; триває 3–5 років. При своєчасному виявленні та лікуванні відбувається повне відновлення структури та форми кістки.

## Дегенеративно-дистрофічні ураження хребта

**Остеохондроз** — в основі захворювання лежить первинна дегенерація пульпозного ядра міжхребцевого диска. Поступово до патологічного процесу залучаються всі елементи диска (волокнисте кільце і гіалінові пластинки), тіла суміжних хребців, зв'язковий апарат, міжхребцеві суглоби. Остеохондроз розвивається у найбільш навантажених відділах хребта (поперековому, шийному, грудному) і спостерігається частіше у віці 40–60 років.

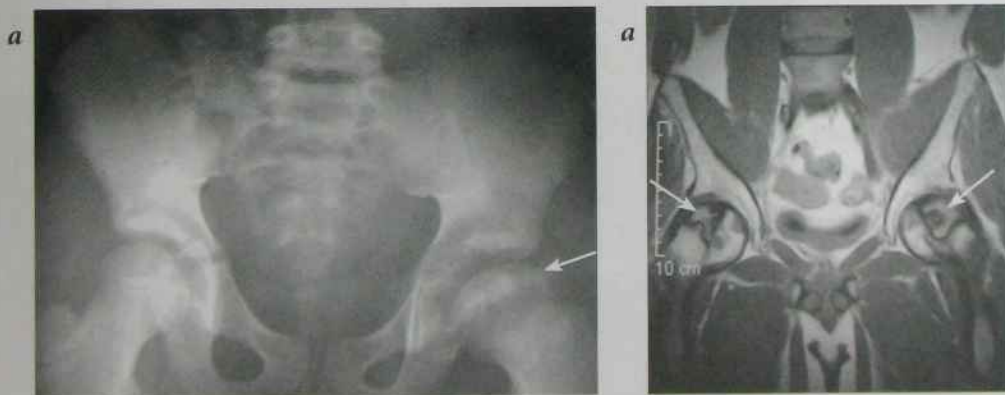


Рис. 11.77. Хвороба Легга – Кальве – Пертеса:

а) рентгенограма кульшових суглобів у прямій проекції, друга фаза, компресійний перелом епіфіза лівої стегнової кістки: значне зниження висоти епіфіза, правий кульшовий суглоб не змінений; б) МРТ кульшових суглобів  $T_1$ -33 в коронарній площині, третя фаза, фрагментація епіфізів головок обох стегнових кісток



Визначають патологічну рухливість тіл суміжних хребців (нестабільність), зниження висоти міжхребцевих проміжків (дисків), крайові кісткові розростання тіл хребців, хрящові вузли, в т.ч. грижі (кили) Шморля (втиснення драглистих ядер міжхребцевих дисків у замикальні пластини тіл хребців), склерозування замикальних пластин.

**Деформуючий спондиліоз** розвивається в результаті локальної дегенерації зовнішніх волокон фіброзного кільця, частина диска випинається і травмує передню поздовжню зв'язку. Рентгенологічно візуалізується звапнення місць прикріплення поздовжньої зв'язки до тіл хребців (рис. 11.78).

Хрящові вузли виникають при локальному прориві речовини диска за його межі з виходом у суміжні структури. Прорив може відбутися через дефект гіалінової пластинки (хрящовий вузол тіла хребця, або вузол Шморля) або у фіброзному кільці (хрящовий вузол диска).

**Деформуючий спондилоартроз** спостерігається рідко (4%), переважно у жінок у віці 30–60 років. Частіше уражується грудний відділ хребта.

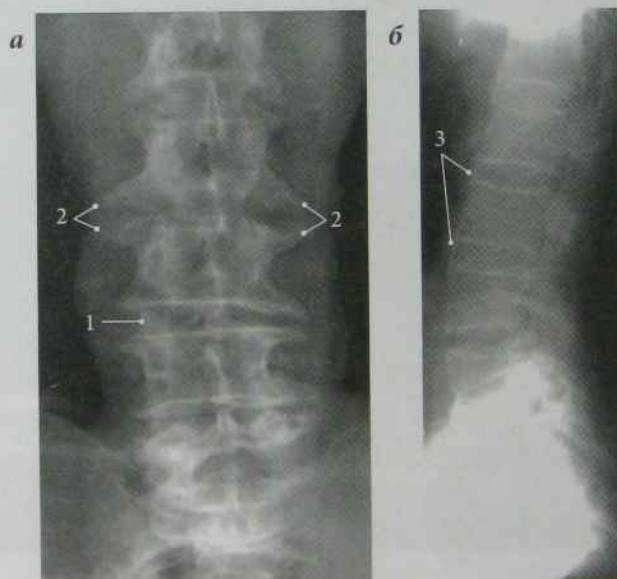
Рентгенологічно визначається звуження суглобової щілини і крайові кісткові розростання суглобових поверхонь дуговідросткових суглобів (рис. 11.79).

**Асептичний некроз** тіла хребця розвивається у дітей (хвороба Кальве, остеохондропатія). Рентгенологічно визначається зниження висоти тіла хребця (плоский хребець), збільшення його передньозаднього розміру і ущільнення структури. Висота суміжних дисків збільшена. Поступово структура некротизованого хребця відновлюється. Процес триває 2–3 роки.

Асептичний некроз тіла хребця у дорослих є наслідком травми (хвороба Кюммеля). Захворювання перебігає в 3 стадії.

I стадія триває декілька тижнів; рентгенологічно змін не виявляють, в той час як на КТ візуалізуються мікротріщини кісткових трабекул тіла хребця;

II стадія — повне клінічне благополуччя, триває кілька місяців; променеві ознаки захворювання не виявляються;



**Рис. 11.78.** Рентгенограми поперекового відділу хребта у двох проекціях, деформуючий спондиліоз поперекового відділу хребта: зниження висоти міжхребцевих дисків (1), субхондральний склероз, виражені крайові кісткові розростання зі схильністю до замикання (2), сколітичне викривлення поперекового відділу хребта, ущільнення передньої поздовжньої зв'язки (3)



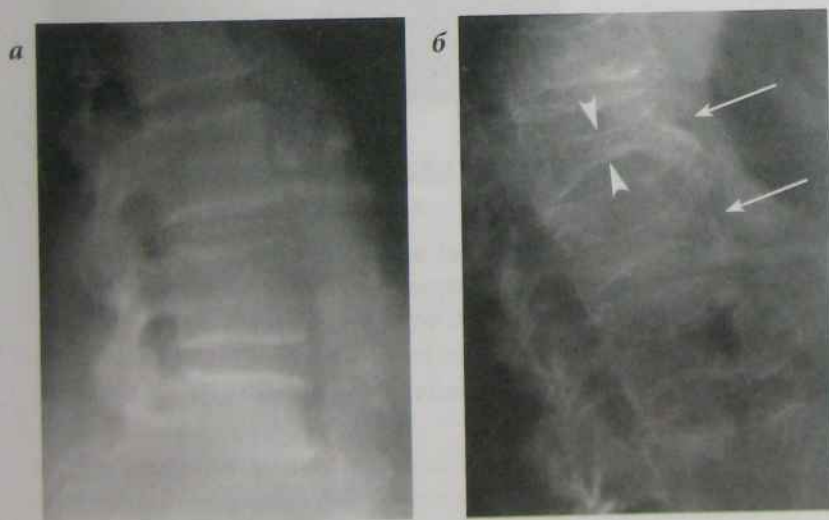
**Рис. 11.79.** Спондилоартроз:

а) рентгенограма поперекового відділу хребта в прямій проекції, б) аксіальний КТ зріз на рівні V поперекового хребця: субхондральний склероз суглобових поверхонь дуговідросткових суглобів, крайові кісткові розростання (стрілка)

III стадія характеризується появою болю; рентгенологічно визначають зниження висоти тіла ураженого хребця з виникненням надмірного кифозу, субхондральний склероз замикальних пластин, інтактність міжхребцевих дисків.

**Остеопороз хребта** характеризується зменшенням кількості кісткової тканини в одиниці

об'єму, стоншенням кісткових балок, підвищенням прозорості хребців. Остеопороз є причиною деформації хребта, тіл хребців (хребці набувають двоввігнутої форми за типом "риб'ячих хребців"), утворюються кили Шморля (рис. 11.80, б).



**Рис. 11.80.** Рентгенограми поперекового відділу хребта в бічній проекції:

а) в нормі;  
б) остеопороз хребта: підвищена прозорість хребців, зниження висоти тіл хребців (висота тіла хребця вказана головками стрілок) з їх деформацією по типу "риб'ячих хребців" (деформовані хребці — стрілки)



## Деформуюча остеодистрофія

Деформуюча остеодистрофія (хвороба Педжета) — перебудова кісткової тканини внаслідок лакунарного розсмоктування і подальшого утворення остеопластичної неповноцінної кісткової речовини, багатой на остеοїдні елементи. Довгі

трубчасті кістки дугоподібно деформуються, виникає гіперостоз, звуження кістковомозкового каналу (рис. 11.81, а), часто виникають поперечні ("бананові") переломи (рис. 11.81, б).

У кістках черепа уражується переважно зовнішній компактний шар, контури його нечіткі, кістки склепіння черепа потовщені (рис. 11.82).

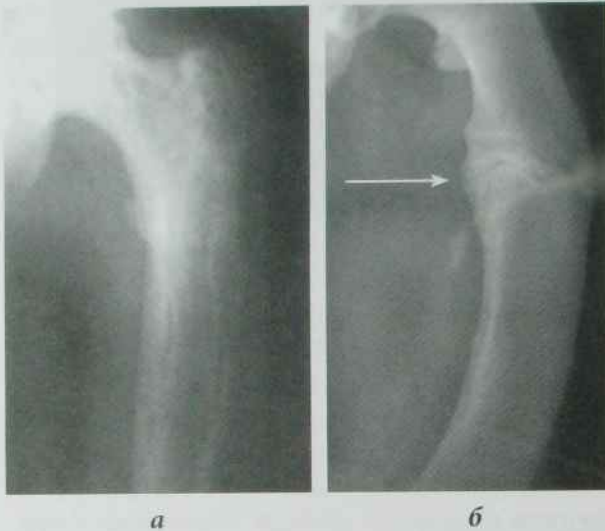


Рис. 11.81. Рентгенограми лівих стегнових кісток у прямій проекції:

а) хвороба Педжета: груботрабекулярна структура проксимального відділу лівої стегнової кістки; б) хвороба Педжета: "банановий" перелом верхньої третини лівого стегна (стрілка)

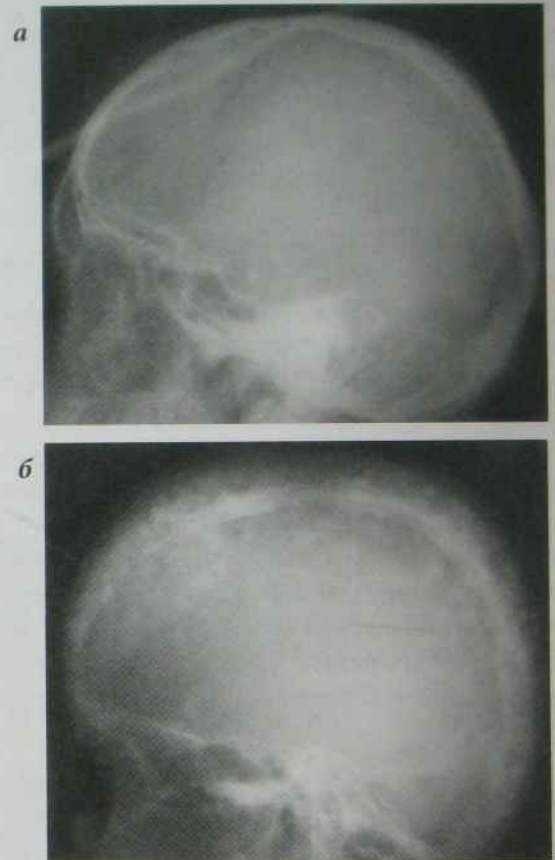


Рис. 11.82. Рентгенограми черепа в бічній проекції:

а) в нормі; б) хвороба Педжета (ділянки остеосклерозу та остеолізу кісток склепіння черепа)

# Алгоритм променевого дослідження опорно-рухової системи (див. табл. 11.7)

Таблиця 11.7. Алгоритм променевого дослідження опорно-рухової системи

Вид патології	Первинні методи дослідження	Додаткові методи дослідження
Захворювання кісток	Рентгенографія Остеосцинтиграфія	КТ Лінійна томографія Денситометрія МРТ
Кістковомозкові ураження	Остеосцинтиграфія МРТ	Рентгенографія КТ
Захворювання суглобів	Остеосцинтиграфія УЗД Рентгенографія	Артрографія КТ-артрографія СКТ-артрографія МРТ МР-артрографія
Захворювання м'яких тканин	УЗД	МРТ КТ Рентгенографія
Визначення стадії пухлинного процесу	Остеосцинтиграфія	МРТ КТ

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть методи променевого дослідження скелета.
2. Перечисліть основні елементи рентгенанатомії трубчастої кістки.
3. Перечисліть особливості рентгенограм кісток у дітей.
4. Перечисліть симптоми кісткової патології, що супроводжуються зменшенням кількості кісткової речовини в одиниці об'єму.
5. Перечисліть симптоми кісткової патології, що супроводжуються збільшенням кількості кісткової речовини в одиниці об'єму.
6. Перечисліть синдроми кісткової патології.
7. Напишіть схему опису рентгенограм кісток.
8. Перечисліть променеві ознаки первинно-кісткової форми туберкульозу суглобів.
9. Перечисліть променеві ознаки первинно-синовіальної форми туберкульозу суглобів.
10. Перечисліть променеві ознаки туберкульозного спондиліту.
11. Перечисліть променеві ознаки гострого гематогенного остеомієліту.
12. Перечисліть променеві ознаки сифілітичного остеохондриту.
13. Перечисліть класифікацію пухлин кісток.
14. Перечисліть рентгенологічну картину остеолітичної саркоми.
15. Перечисліть рентгенологічні ознаки метастатичного ураження скелета.
16. Перечисліть принципи рентгенологічного дослідження при травматичних пошкодженнях скелета.
17. Перечисліть класифікацію переломів.



18. Перечисліть рентгенологічні ознаки переломів.
19. Перечисліть рентгенологічні особливості переломів у дітей та осіб похилого віку.
20. Перечисліть етапи загоєння переломів.
21. Перечисліть рентгенологічні ознаки остеохондрозу хребта.
22. Перечисліть алгоритм променевого дослідження скелета.

### Тестові завдання

1. Які з перерахованих методів променевої діагностики можуть бути використані для дослідження патології скелета?
  - а) рентгенологічні методи;
  - б) УЗД;
  - в) КТ;
  - г) МРТ;
  - д) \*усі перераховані.
2. Показанням до використання радіонуклідної діагностики при дослідженні скелета є:
  - а) визначення активності запальних процесів скелета;
  - б) виявлення метастазів;
  - в) виявлення злоякісних пухлин;
  - г) \*все перераховане.
3. Ріст трубчастої кістки в довжину забезпечується:
  - а) \*метаепіфізарним хрящем;
  - б) діафізом;
  - в) епіфізом;
  - г) апофізом.
4. У довгій трубчастій кістці розрізняють:
  - а) епіфізи;
  - б) діафіз;
  - в) метафізи;
  - г) \*всі перераховані елементи.
5. Найбільша товщина компактної речовини довгих трубчастих кісток знаходиться:
  - а) \*в середній третині діафіза;
  - б) у проксимальній третині діафіза;
  - в) у дистальній третині діафіза;
  - г) товщина компактного шару рівномірна.

6. З'єднання кісток можуть бути:
  - а) рухомими;
  - б) малорухомими;
  - в) нерухомими;
  - г) \*всі перераховані.
7. Які існують типи нерухомих з'єднань кісток?
  - а) сполучнотканинні;
  - б) хрящові;
  - в) кісткові;
  - г) \*всі перераховані.
8. Симптоми кісткової патології, які супроводжуються зменшенням кісткової речовини в одиниці об'єму:
  - а) остеопороз;
  - б) атрофія;
  - в) деструкція;
  - г) здуття;
  - д) \*всі перераховані.
9. Симптоми кісткової патології, які супроводжуються збільшенням кісткової речовини в одиниці об'єму:
  - а) остеосклероз;
  - б) гіперостоз, паростоз;
  - в) періостит;
  - г) бластоматозний ріст;
  - д) \*всі перераховані.
10. Остеопороз характеризується:
  - а) зменшенням щільності кістки;
  - б) стоншенням кісткових балок та зменшення їх кількості в одиниці об'єму кістки;
  - в) стоншенням компактного шару;
  - г) розширенням кістково-мозкового каналу в ділянці діафіза;
  - д) \*всіма перерахованими ознаками.
11. Остеосклероз характеризується:
  - а) збільшенням щільності кістки, зникненням губчастої структури кістки;
  - б) стовщенням кісткових балок та збільшенням їх кількості в одиниці об'єму кістки;
  - в) стовщенням компактного шару;

- г) звуженням чи повним зникненням кістково-мозкового каналу;  
 е) \*всіма перерахованими ознаками.
12. Атрофія характеризується:  
 а) зменшенням кісткової речовини в одиниці об'єму зі зменшенням діаметра кістки;  
 б) стоншенням компактного шару зі зменшенням кістково-мозкового каналу;  
 в) поєднується з остеопорозом;  
 г) \*всіма перерахованими ознаками.
13. Гіперостоз характеризується:  
 а) збільшенням кісткової речовини в одиниці об'єму зі збільшенням діаметра кістки;  
 б) розширенням компактного шару;  
 в) поєднується з остеосклерозом;  
 г) \*всіма перерахованими ознаками.
14. Деструкція характеризується:  
 а) руйнуванням кісткової тканини та заміщенням її патологічною тканиною;  
 б) виникненням дефекту нормальної структури кістки;  
 в) наявності в дефекті кістки секвестрів;  
 г) \*всіма перерахованими ознаками.
15. Періостит характеризується:  
 а) підвищенням щільності окістя з відкладанням солей кальцію;  
 б) локалізацією в діафізі і частково в метафізі;  
 в) причиною періоститу є запальний процес;  
 г) \*всіма перерахованими ознаками.
16. Здуття характеризується:  
 а) збільшенням об'єму кістки з одночасним зменшенням кісткової речовини в одиниці об'єму кістки;  
 б) стоншенням кіркового шару, що не переривається;  
 в) відсутністю реакції періосту;  
 г) \*всіма перерахованими ознаками.
17. Бластоматозний ріст характеризується:  
 а) хаотичним нагромадженням злоякісних кісткових структур у міжбалкових проміжках кістки та субперіостально;  
 б) руйнуванням кіркового шару;  
 в) голчастим або козирковим періостозом;  
 г) \*всіма перерахованими ознаками.
18. Синдром запального захворювання кісток може характеризуватися:  
 а) деструкцією кісткової тканини;  
 б) періоститами;  
 в) остеопорозом;  
 г) остеосклерозом;  
 д) \*всіма перерахованими ознаками.
19. Рентгенологічні ознаки гострого гематогенного остеомієліту з'являються на:  
 а) \*10–12 день захворювання;  
 б) 2-й день після появи клінічних проявів;  
 в) 20–30 день захворювання;  
 г) 5–6 день захворювання.
20. Туберкульозний остит рентгенологічно виявляється як:  
 а) \*вогнище деструкції 1,2–2,5 см в епіметафізі з нечіткими контурами з губчастим секвестром у порожнині деструкції, періостальна реакція відсутня;  
 б) вогнище деструкції 1,2–2,5 см у діафізі з чіткими контурами з кірковим секвестром у порожнині деструкції, лінійний періостит;  
 в) вогнище деструкції 1,2–2,5 см у метадіафізі з нечіткими контурами без секвестра, торочковий періостит.
21. Туберкульозний спондиліт характеризується:  
 а) зниженням висоти міжхребцевого диска;  
 б) зниженням висоти тіла хребця;  
 в) деформацією хребта з утворенням горба;  
 г) тінню натічного абсцесу;  
 д) \*всіма перерахованими ознаками.
22. Назвіть форми раннього природженого сифілісу:  
 а) сифілітичний остеохондрит;  
 б) сифілітичні періостити;  
 в) гумозні ураження;  
 г) сифілітичні фалангіти;  
 д) \*всі перераховані.



23. Ураження кісток при пізньому природженому сифілісі виявляються у вигляді:
- а) множинних періоститів;
  - б) оститів;
  - в) шаблеподібної деформації великогомілкових кісток;
  - г) \*будь-якої з перерахованих.
24. Остеолітична остеогенна саркома характеризується:
- а) \*ділянкою деструкції в метаепіфізі трубчастої кістки з нерівними контурами, козирковим періостозом;
  - б) ділянкою остеосклерозу в метаепіфізі трубчастої кістки з нерівними контурами, голчастим періостозом;
  - в) ділянкою деструкції в діафізі трубчастої кістки з чіткими контурами, періостальна реакція відсутня;
  - г) всіма перерахованими ознаками.
25. Остеобластична остеогенна саркома характеризується:
- а) \*бластоматозним ростом у вигляді плямистих тіней різної форми і величини в місці ураження, голчастим періостозом;
  - б) ділянкою деструкції в метаепіфізі трубчастої кістки з нерівними контурами, козирковим періостозом;
  - в) ділянкою деструкції в діафізі трубчастої кістки з чіткими контурами, періостальна реакція відсутня;
  - г) всіма перерахованими ознаками.
26. При мієломній хворобі розрізняють наступні форми ураження скелета:
- а) множинно-осередкову;
  - б) дифузно-поротичну;
  - в) остеосклеротичну;
  - г) ізольовану (солітарну);
  - д) \*всі перераховані.
27. Загоєння переломів кісток відбувається у кілька етапів шляхом утворення мозолів. Яка послідовність утворення мозолі є вірною?
- а) \*сполучнотканинна, остеοїдна, кісткова, зворотний розвиток мозолі;
  - б) зворотний розвиток мозолі, остеοїдна, кісткова, сполучнотканинна;
  - в) сполучнотканинна, зворотний розвиток мозолі, остеοїдна, кісткова;
  - г) сполучнотканинна, кісткова, остеοїдна, зворотний розвиток мозолі.
28. Пошуки метастазів у скелет слід починати з методу:
- а) МРТ;
  - б) рентгенологічного;
  - в) УЗД;
  - г) \*радіонуклідного (ОФЕКТ).
29. Який метод виявлення метастазів у скелет є найчутливішим:
- а) денситометрія;
  - б) рентгенологічний;
  - в) \*радіонуклідна остеосцинтиграфія;
  - г) МРТ.

**Ситуаційні задачі**

11.1. Працівник лісоцеху А. 42 років був доставлений у травматологічне відділення. Пацієнт у свідомості, у вимушеному положенні на спині, скаржиться на виражений біль в тазу, відсутність здатності до ходи. Проведена рентгенографія ділянки таза. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок



11.2. У відділення нейрохірургії машиною швидкої допомоги був доставлений мисливець У. 57 років, без свідомості, на шкірі голови постраждалого множинні кровоточиві рани. Виконана оглядова рентгенографія черепа в прямій проекції. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок



11.3. Пацієнт Ц. 25 років звернувся в клініку зі скаргами на збільшення об'єму правого плеча, біль у правому плечі при фізичному навантаженні. При пальпації плеча визначалося щільне горбисте утворення. Проведена рентгенографія правого плечового суглоба. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок





11.4. В інститут ортопедії та травматології на планову операцію з ендопротезування лівого кульшового суглоба звернувся пацієнт М. 38 років. Хворіє з дитинства. Проаналізуйте представлену рентгенограму і дайте відповідь, з приводу якого захворювання проводитиметься ендопротезування



11.5. У відділення нейрохірургії машиною швидкої допомоги був доставлений пацієнт І. 16-ти років, без свідомості при зовнішньому огляді в ділянці правої тім'яної кістки визначається масивна гематома. Виконана оглядова рентгенографія черепа у правій бічній проекції. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок



11.6. У відділення травматології був госпіталізований пацієнт М. 18 років зі скаргами на виражений розпираючий біль у лівій гомілці, обмеженість рухів. Захворювання почалося з підвищення температури тіла до 38,5°C. Проведена рентгенографія верхньої третини лівої гомілки у двох проекціях. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



11.7. У травмпункт звернулася мама з дитиною 7 років, дитина скаржиться на біль у лівому променево-зап'ястковому суглобі, обмеженість рухів; відомо, що граючись на майданчику, дитина впала. Проведена рентгенографія дистальної третини лівого передпліччя у двох проекціях. Проаналізуйте представлені рентгенограми та сформулюйте клініко-променевий висновок



11.8. Пацієнтці Г. 18 років у зв'язку з вираженою деформацією грудного відділу хребта була виконана рентгенографія грудного відділу хребта у бічній проекції. Яке захворювання найбільш імовірно могло спричинити розвиток змін у даному випадку?



11.9. Пацієнт Ц, 21 року, звернувся до травматолога зі скаргами на ниючий біль у ділянці лівого стегна та лівого колінного суглоба; біль більше виражений вночі, рухи в колінному суглобі обмежені. Вперше скарги виникли близько 3 місяців тому і поступово наростали. Об'єктивно: нижня третина лівого стегна збільшена в б'ємі, набрякла. Проведена порівняльна рентгенографія нижніх третин правого та лівого стегна. Проаналізуйте представлені рентгенограми та сформулюйте клініко-променевий висновок



11.10. Пацієнтка Ц. 25 років звернулась в клініку зі скаргами на наявність щільного утворення в лівій пахвинній ділянці, неприємні відчуття, слабо виражений біль. При пальпації визначався щільний горбистий утвір, зв'язаний з лівою лобковою кісткою. Проведена рентгенографія лівої половини таза. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.





## Променеві методи дослідження органів дихання

### Рентгенологічне дослідження

Методики рентгенологічного дослідження органів грудної порожнини поділяють на:

- ▶ безконтрастні методики: флюорографія, рентгенографія, флюороскопія, томографія і зонографія, комп'ютерна томографія, електрорентгенографія;
- ▶ контрастні методики рентгенологічного дослідження: бронхографія, ангіопульмонографія, штучний пневмоторакс, пневмоперитонеографія, пневмомедіастинографія, плеврографія, фістулографія і т.д;
- ▶ рентгенофункціональні методи: функціональні проби Вальсальви, Мюллера, рентгенокімографія, відеомагнітний запис з екрана монітора швидкоплинних фізіологічних процесів.

Флюорографію застосовують для проведення профілактичних обстежень великих контингентів населення, принцип флюорографії — див. рис. 10.15.

Флюороскопія використовується для вивчення будови і функції органів дихання.

Оглядова рентгенографія органів грудної клітки (рис. 12.1).

Бронхографія використовується для виявлення морфологічних змін бронхів, аномалій їх розвитку, бронхоектазів, бронхіальних норниць,

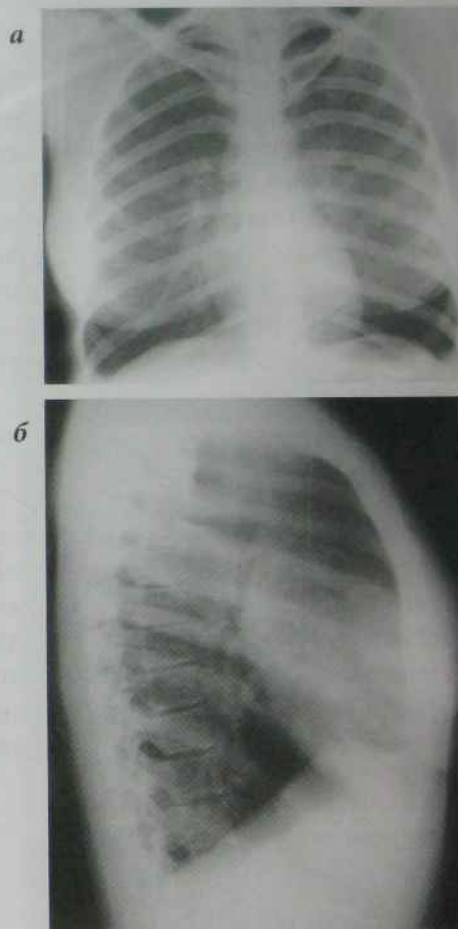
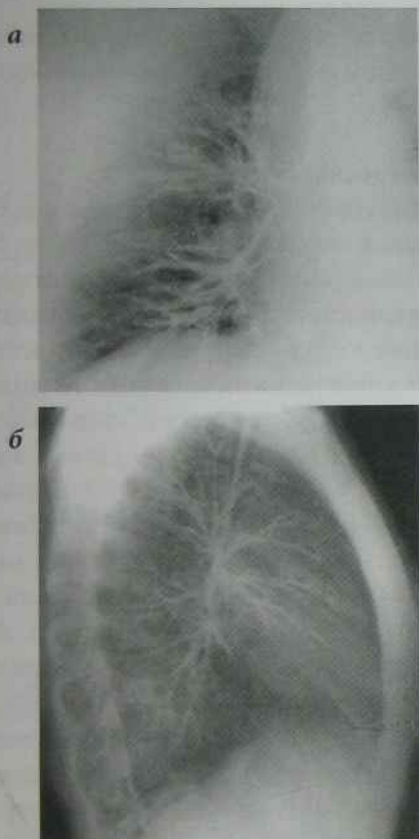


Рис. 12.1. Рентгенограми грудної клітки в прямій (а) і бічній проекціях (б) у нормі

пухлин за допомогою контрастних речовин, які вводять у бронхи через катетер (рис. 12.2).

Ангіопульмонографія — контрастне дослідження судин легень після катетеризації серединної



*Рис. 12.2. Бронхограми здорової людини у прямій (а) і правій бічній (б) проєкціях*

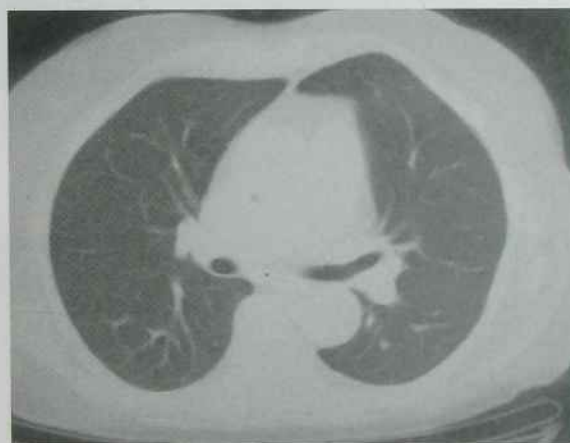
вени передпліччя (загальна ангіопульмонографія) з подальшим виконанням серії рентгенограм. Для виконання селективної ангіопульмонографії катетер вводять у підключичну вену і далі під рентгенівським контролем послідовно проводять через плечо-головну вену у верхню порожнисту вену, праве передсердя, правий шлуночок, легеневий стовбур до потрібної легеневої, часткової або сегментарної артерії. Ангіопульмонографія показана при підозрі на тромбоемболію легеневої артерії, аномалії розвитку легеневих артерій.

Іноді проводять контрастування бронхіальної артерії для диференціальної діагностики пухлин легень і хронічних запальних процесів.

Лінійна томографія застосовується для вивчення структури патологічних утворень, стану

трахеї, крупних бронхів, коренів легень, середостіння (рис. 10.15, 10.26 б).

**Рентгенівська комп'ютерна томографія** використовується для вивчення структури патологічного процесу, його розповсюдження на сусідні органи та диференційної діагностики захворювань легень. На комп'ютерних томограмах легень можна розрізнити тіні легеневих судин, бронхів, лімфовузлів грудної порожнини (рис. 12.3). Денситометрична щільність легеневої тка-



*Рис. 12.3. КТ ОГП здорової людини, аксіальний зріз, легеневе вікно*

нини складає 650–850 HU, жирової тканини середостіння — 70–120 HU. СКТ, крім ретельного вивчення патологічних процесів у легеневій паренхімі, дозволяє діагностувати ураження судин легень, що дає можливість отримати діагностичну інформацію про характер звуження, морфологію атеросклеротичної бляшки і судинної стінки, про патологічну деформацію артерій. Метод дозволяє виявити тромби судин.

**Пункційна біопсія** — взяття зразків тканин легень під рентгеноконтролем через грудну стінку (трансторакальна біопсія) або за допомогою бронхоскопа через повітроносні шляхи (трансbronхіальна біопсія) (рис. 12.4).

**Ультрасонографія** використовується для дослідження серця, інших органів середостіння, плеври, діафрагми, поверхневих відділів легень, патологіч-



ного вмісту в плевральній порожнині, для визначення пристінкових процесів (рис. 12.5). Вглиб легеневої паренхіми ультразвук не проникає.

**Магнітно-резонансна томографія.** Застосовується головним чином для візуалізації патологічних утворень середостіння і коренів легень, уражень грудної клітки, виявлення та характеристики захворювань судин, оскільки легенева тканина дає слабкий МР-сигнал.

**Радіонуклідний метод дослідження органів грудної клітки**



Рис. 12.4. Трансбронхіальна біопсія верхньочасткового бронха лівої легені



Рис. 12.5. УЗД: злоякісна пухлина легені:

- 1) печінка; 2) діафрагма; 3) пухлина;
- 4) діафрагмальна плевра

Показання: легенева емболія, рак легень, інфаркт легень, порушення легеневого кровообігу та ін.

#### Методи дослідження

**Інгаляційна сцинтиграфія** легень використовується для оцінки легеневої вентиляції. Метод базується на вдиханні радіоактивного газу і розподілі його в альвеолярній тканині пропорційно рівню вентиляції різних відділів легень. Датчики встановлюють над досліджуваними відділами легень.

Створюють закриту систему "спірограф — хворий". Протягом кількох хвилин хворий звикає до дихання в цьому режимі, а потім підключають спірограф з повітряно-ксеноновою сумішшю ( $^{133}\text{Xe}$ ) і за допомогою гамма-камери фіксують наявність радіоактивного газу у всіх відділах легень. У нормі розподіл РФП в легенях рівномірний. Життєва ємність правої легені — 54 %, лівої легені — 46 %. Інгаляційна сцинтиграфія дозволяє виявити приховану дихальну недостатність. При локальному порушенні бронхіальної прохідності визначається ділянка зниженої радіоактивності. Схему інгаляційної сцинтиграфії легень див. на рис. 12.6.

**Перфузійна пультимоносцинтиграфія** базується на мікроемболізації капілярів під час проходження через мале коло кровообігу введеного в/в міченого  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -альбуміну людської сироватки крові (розмір часток 5–50 мкм) активністю 74–111 МБк. Введенні в/в мікроагрегати викликають тимчасову емболізацію одного на 1000 капілярів, що не впливає на гемодинаміку і вентиляцію легень. Реєстрацію кровотоку виконують за допомогою ОФЕКТ або гамма-камери з ЕОМ в необхідних проекціях. В нормі розподіл РФП в легенях рівномірний. Порушення легеневого кровообігу може проявлятися ослабленням або відсутністю накопичення РФП внаслідок різних причин (стиснення судин, серцева недостатність, пухлина, пневмонія). Променеве навантаження при введенні 100 МБк  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  складає 0,4 — 0,8 мЗв. Схему перфузійної сцинтиграфії легень рис. 12.7.

**Метод позитивної пультимоносцинтиграфії з туморотропними РФП** базується на виявленні пухлин внаслідок накопичення в них туморо-

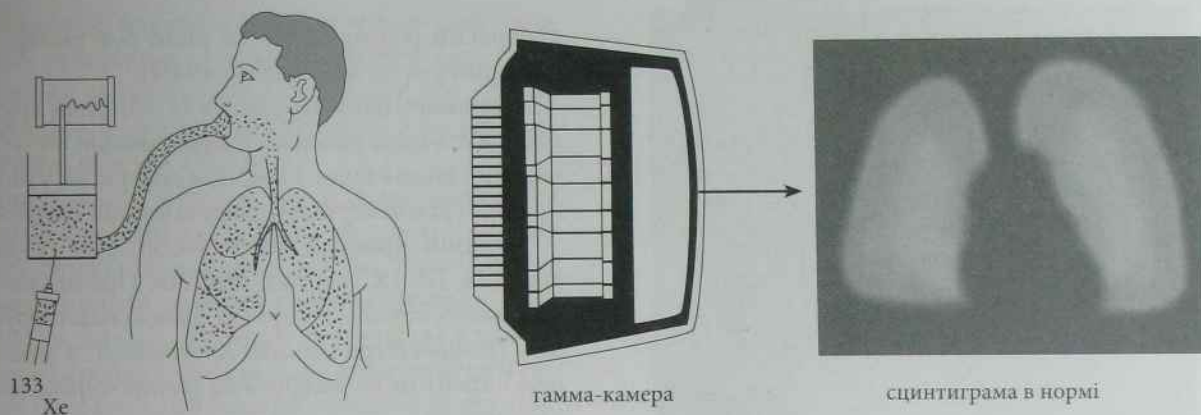


Рис. 12.6. Схема інгаляційної сцинтиграфії легень

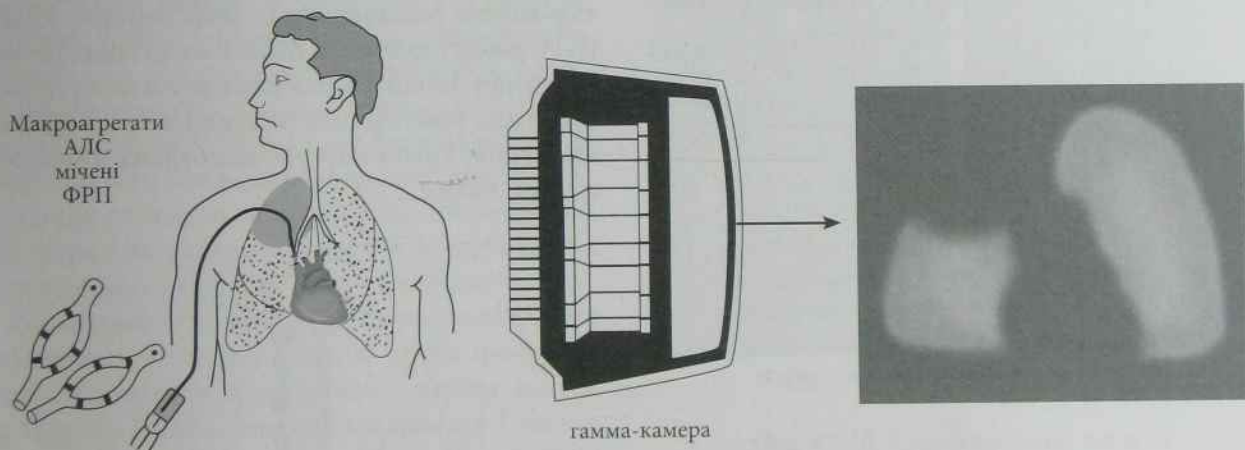


Рис. 12.7. Схема перфузійної сцинтиграфії і сцинтиграма легень. Емболія верхньочасткової артерії правої легені: відсутність накопичення РФП у верхній частці правої легені

тропних РФП ( $^{67}\text{Ga}$ -цитрат,  $^{111}\text{In}$ -цитрин,  $^{111}\text{In}$ -блеоміцин,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -депреотид). Хворому вводять в/в 55–74 МБк  $^{67}\text{Ga}$ -цитрату та проводять ОФЕКТ через 24, 48 та 72 години після введення РФП. Накопичення туморотропних РФП у патологічному вогнищі понад 150 % характерно для злоякісних пухлин; доброякісні пухлини і хронічні запальні процеси накопичують 110–140 % ТРФП.

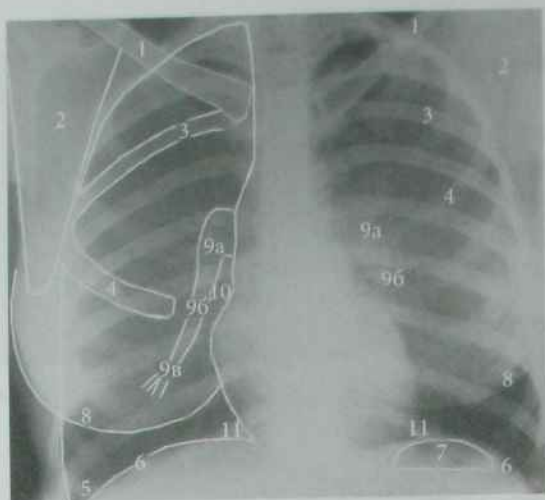
Адитивна сцинтиграфія поєднує інформацію про стан перфузії і характер пухлинного процесу в легенях. Значення методу: можливість виявлення злоякісних пухлин та диференціювання

злюкисних пухлин з доброякісними пухлинами і хронічними запальними захворюваннями.

## Променева анатомія органів дихання

На оглядовій рентгенограмі грудної клітки в прямій проекції відображені м'які тканини грудної стінки, грудна клітка, діафрагма, легені і органи середостіння (рис. 12.8). Майже на всьо-





**Рис. 12.8.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції, цифрами позначені елементи анатомічних утворень.

1 — ключиці, 2 — лопатки, 3 — задні відрізки IV ребер, 4 — передні відрізки IV ребер, 5 — реберно-діафрагмальні синуси, 6 — діафрагма, 7 — газовий міхур шлунка, 8 — нижній край тіні молочних залоз, 9 — корені легень (9а — головки коренів, 9б — тіла коренів, 9в — хвостова частина правого кореня), 10 — доріжка Прозорова, 11 — кардіодіафрагмальні синуси

му протязі видно верхні 6–7 пару ребер, в них добре виділяються тіло, передній і задній кінці. Нижні ребра приховані тінню органів, розташованих безпосередньо під діафрагмою і органами середостіння. Передні хрящові частини ребер непомітні у осіб молодого віку, і лише у віці старше 30 років по краях хрящових відділів ребер виникають звапнення у вигляді вузьких смужок. Добре видно лопатки і ключиці. На якісних правильно виконаних рентгенограмах у прямій проекції візуалізуються тіла 3–4 верхніх грудних хребців, а медіальні кінці ключиць розташовані на однаковій відстані від серединної лінії. Грудина в прямій проекції не візуалізується, внаслідок суперпозиції масивної тіні середостіння і хребта.

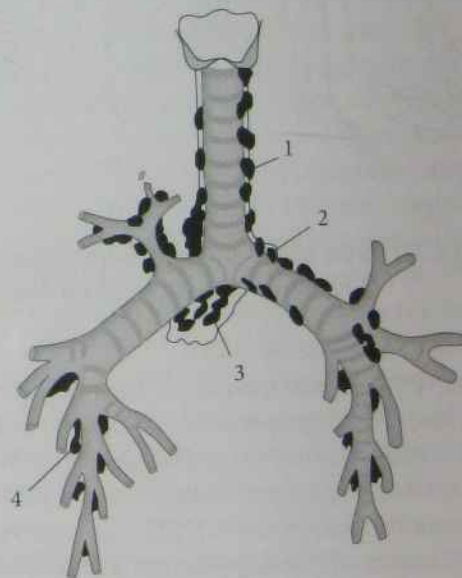
Діафрагма відокремлює грудну порожнину від черевної, діафрагма чітка. Праве склепіння

діафрагми розташоване на рівні 5–6 ребер, ліве склепіння — на одне ребро нижче.

З кожного боку діафрагма із стінками грудної клітки утворює реберно-діафрагмальні синуси — передні, бічні і задні. Із серцем діафрагма утворює правий і лівий серцево-діафрагмальні синуси.

У бічній проекції добре видно тіні грудини, лопаток, III–IX грудних хребців. Проміжки між грудиною, серцем і аортою називають *загрудинним (ретростернальним) простором*, а між серцем і хребтом — *засерцевим (ретрокардіальним) простором*.

Корені легень утворені легневими артеріями, венами, бронхами, лімфатичними судинами і лімфатичними вузлами. У передній проекції тінь кореня розташована на рівні передніх кінців II–IV ребер і займає не більше чверті поперечно-го розміру легені. Корінь лівої легені вище правого, нижня його частина не візуалізується на фоні тіні серця. Групи внутрішньогрудних лімфовузлів див. на рис. 12.9.



**Рис. 12.9.** Внутрішньогрудні лімфовузли (В. А. Сукенніков, 1920):

1 — паратрахеальні; 2 — трахеобронхіальні; 3 — біфуркаційні; 4 — бронхопульмональні

Легеневий малюнок у нормі утворений легеневиими артеріями та венами. Діаметр цих тіней поступово зменшується в напрямку від кореня до периферії, і на відстані близько 2 см вони не досягають грудної стінки.

Пристінкова плевра може простежуватися в прямій проекції над верхівкою легені у вигляді тонкої смужки товщиною 2–3 мм. Міжчасткова плевра в прямій проекції не візуалізується. Коса щілина в прямій проекції починається від III грудного хребця і прямує косо вниз до бічної поверхні IV ребра і далі вниз до середини діафрагми. Горизонтальна міжчасткова щілина правої легені розташована горизонтально, перетинає середину IV ребра. У бічній проекції плевра головної міжчасткової щілини починається від рівня IV грудного хребця і прямує косо до діафрагми. Горизонтальна міжчасткова щілина в бічній проекції починається від головної міжчасткової щілини на рівні кореня легені і направлена вперед до грудної стінки майже горизонтально (рис. 12.10).

Частки складаються з сегментів. Сегменти мають форму неправильних пірамід, їх верхівки направлені до кореня, а основи — до грудної стінки.

Рентгенологічні межі між бронхолегеневими сегментами не візуалізуються, проте необхідно знати топографію бронхіального дерева, часток і сегментів. Права легеня складається з 3 часток і 10 сегментів, ліва — з 2 часток і 10 сегментів (рис. 12.11, 12.12, 12.13 та табл. 12.1).

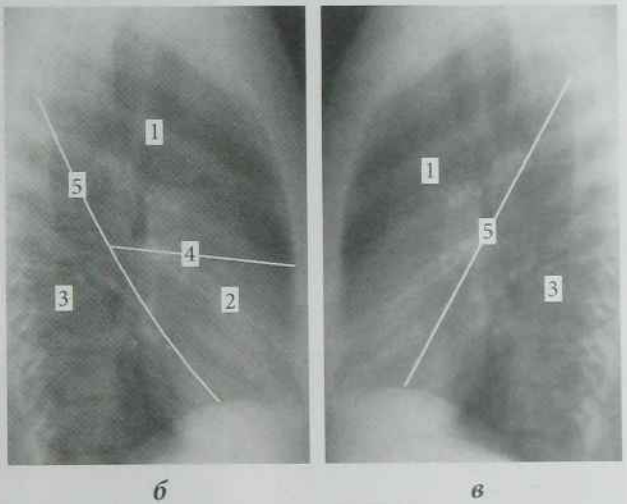
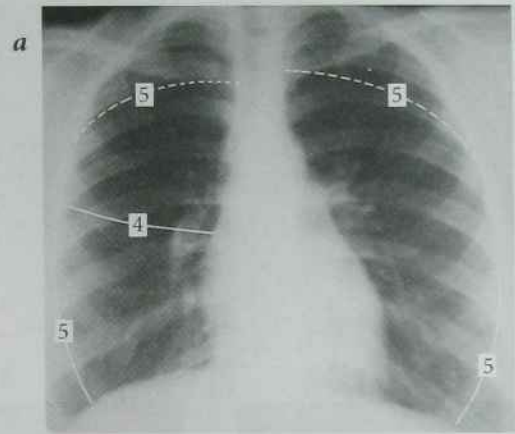
*Рентгеноанатомічні особливості органів дихання у дітей*

Грудна клітка у новонароджених коротка і широка. Міжреберні проміжки широкі. Грудина складається з окремих ядер скостеніння.

*Діафрагма:* діафрагма у дітей у віці до одного року розташована на рівні передніх відділів V–VI ребер.

У новонароджених трахея коротка (4–5 см). У дітей до 3–4 років на фоні середостіння диференціюються трахея і головні бронхи у вигляді подовжених просвітлень.

*Легені.* Косі міжчасткові плевральні щілини у новонароджених розташовані високо. Міжчасткові щілини не досягають коренів. У слизо-



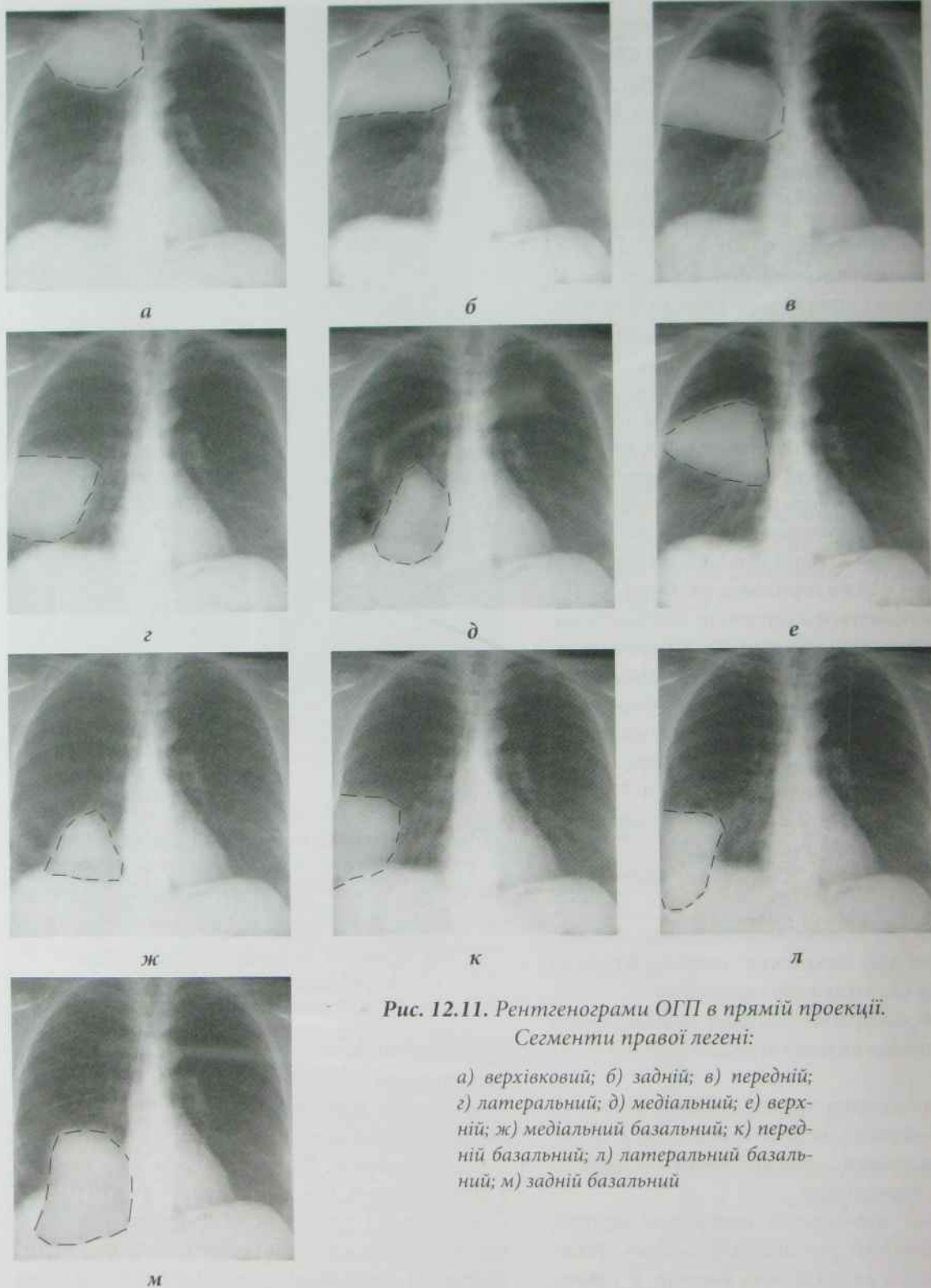
**Рис. 12.10.** Схема проекції часток і міжчасткових щілин на рентгенограмі (схема):

а — пряма проекція; б — права бічна проекція; в — ліва бічна проекція. 1 — верхня частка; 2 — середня частка; 3 — нижня частка; 4 — горизонтальна щілина; 5 — коса щілина

вій оболонці бронхів міститься велика кількість кровоносних і лімфатичних судин, тому при запаленні часто порушується прохідність бронхів, виникає бульозна емфізема і дрібні ателектази.

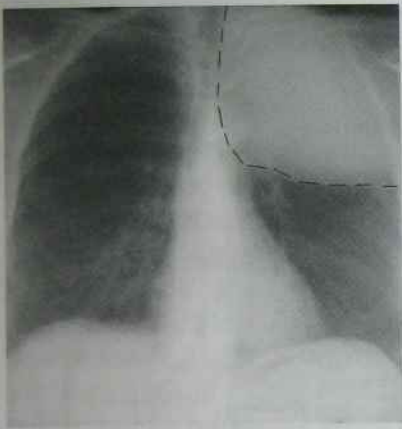
*Судини легень.* Діаметр легеневого стовбура у дітей більший, ніж діаметр аорти (до 10 років). Сегментарні і субсегментарні артерії у дітей у віці до 3 років відносно короткі, тому на рентгенограмі їх ортоградні проекції утворюють чітко



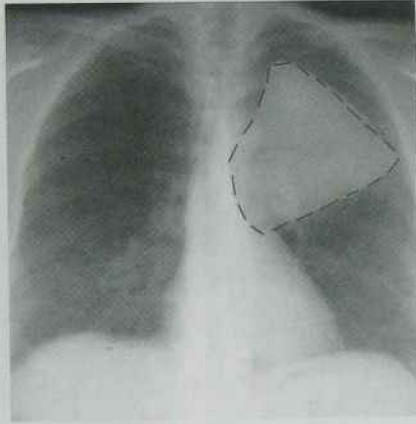


**Рис. 12.11.** Рентгенограми ОГП в прямій проекції.  
Сегменти правої легені:

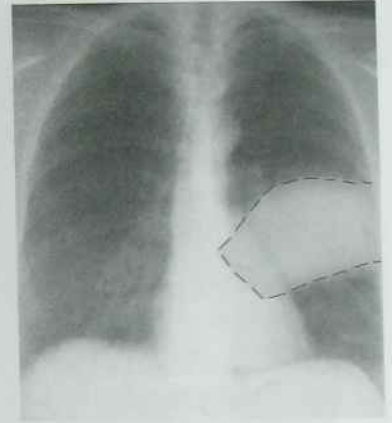
- а) верхівковий; б) задній; в) передній;
- г) латеральний; д) медіальний; е) верхній;
- ж) медіальний базальний; к) передній базальний; л) латеральний базальний;
- м) задній базальний



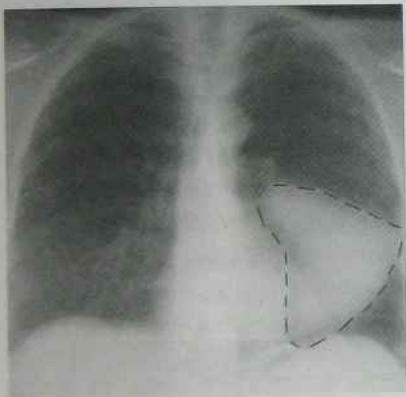
*а*



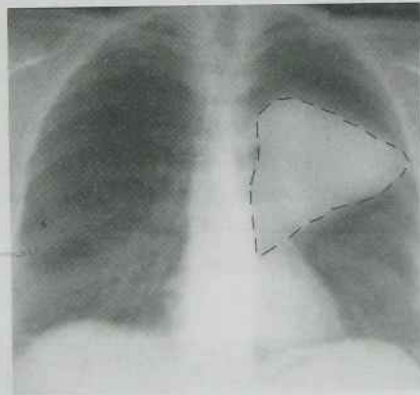
*б*



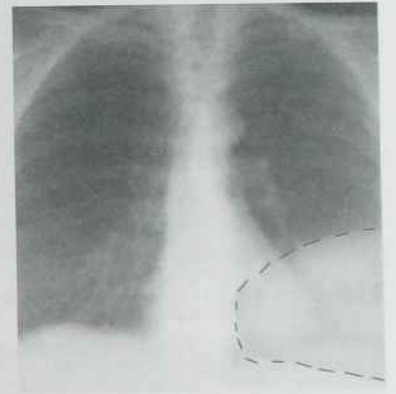
*в*



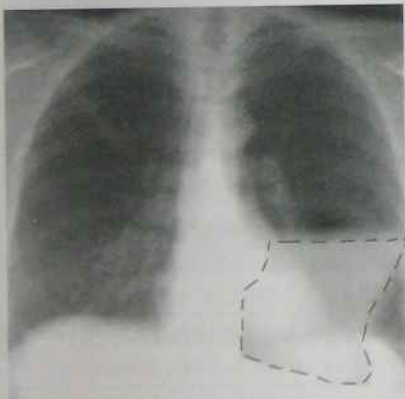
*г*



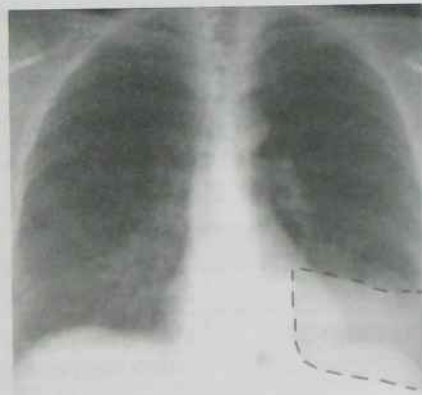
*д*



*е*



*ж*



*к*

**Рис. 12.12.** Рентгенограми ОГП в прямій проекції. Сегменти лівої легені:  
*а) верхівково-задній; б) передній; в) верхній язичковий; г) нижній язичковий; д) верхній;  
 е) передній базальний; ж) латеральний базальний; к) задній базальний*



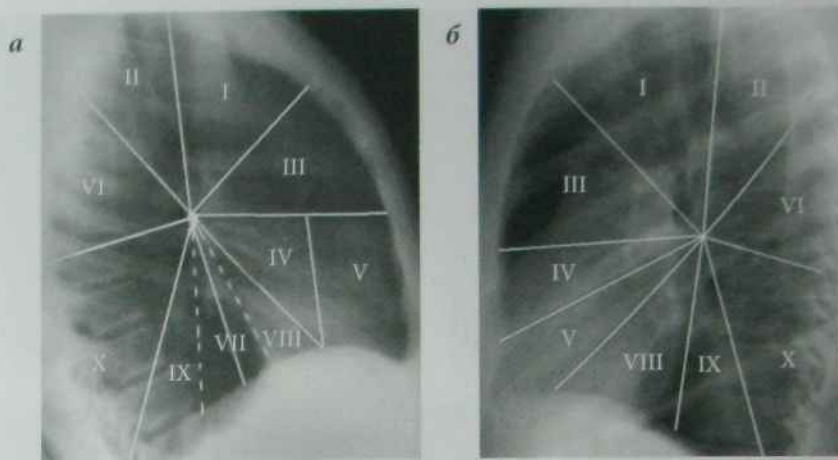


Рис. 12.13. Схематичне зображення сегментів легенів у правій бічній (а) та лівій бічній (б) проекціях:

I — верхівковий сегмент, II — задній сегмент, III — передній сегмент, IV — латеральний (у лівій легені — верхній язичковий) сегмент, V — медіальний (у лівій легені — нижній язичковий) сегмент, VI — верхівковий сегмент нижньої частки; VII — кардіальний сегмент (у лівій легені часто відсутній, на рис. 12.13, а — розташований між пунктирними лініями), VIII — передній базальний сегмент, IX — латеральний базальний сегмент, X — задній базальний сегмент

Таблиця 12.1. Сегменти легень

ПРАВА ЛЕГЕНЯ	ЛІВА ЛЕГЕНЯ
<b>Верхня частка:</b>	<b>Верхня частка:</b>
Верхівковий сегмент ( $D_1$ )	Верхівково-задній сегмент ( $S_{1+2}$ )
Задній сегмент ( $D_2$ )	
Передній сегмент ( $D_3$ )	Передній сегмент ( $S_3$ )
<b>Середня частка:</b>	
Латеральний сегмент ( $D_4$ )	Верхній язичковий сегмент ( $S_4$ )
Медіальний сегмент ( $D_5$ )	Нижній язичковий сегмент ( $S_5$ )
<b>Нижня частка:</b>	<b>Нижня частка:</b>
Верхній сегмент ( $D_6$ )	Верхній сегмент ( $S_6$ )
Медіальний (серцевий) базальний сегмент ( $D_7$ )	Медіальний базальний (кардіальний) сегмент ( $S_7$ ) часто відсутній
Передній базальний сегмент ( $D_8$ )	Передній базальний сегмент ( $S_8$ )
Латеральний базальний сегмент ( $D_9$ )	Латеральний базальний сегмент ( $S_9$ )
Задній базальний сегмент ( $D_{10}$ )	Задній базальний сегмент ( $S_{10}$ )

окреслені інтенсивні вогнищеві тіні правильної округлої або овальної форми.

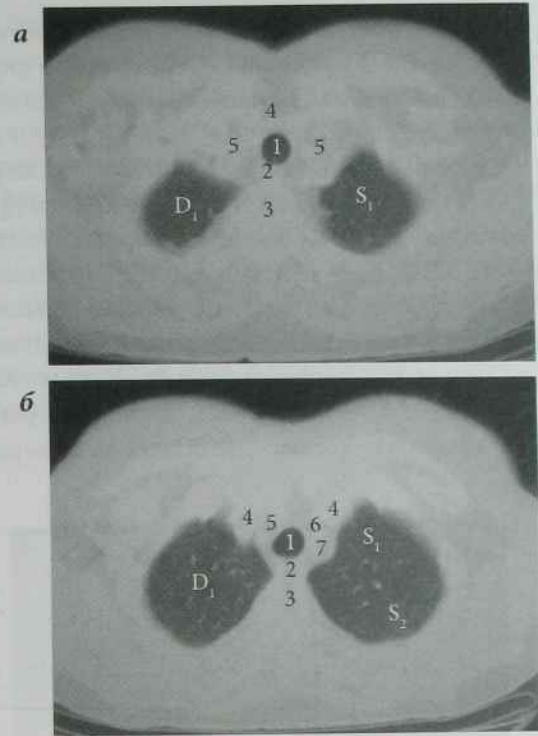
Корені легень дітей раннього віку розташовані на одному рівні, їх структура однорідна.

**КТ-анатомія органів грудної порожнини** (Коваль Г. Ю. зі співавторами, К., 1998)

Прийнято виконувати томографічні зрізи на певних анатомічних рівнях, відповідно до розробленої КТ- і МРТ- анатомії органів грудної порожнини.

1. Верхівковий рівень, або рівень верхньої апертури грудної клітки (0 мм), проходить через яремну вирізку і груднинно-ключичне з'єднання, VII шийний або I грудний хребець і I або II ребра (рис. 12.14, а). Легенева паренхіма представлена верхівковими сегментами верхніх часток легень. У центрі томографічного зрізу чітко візуалізується трахея. Між передньою стінкою трахеї і грудиною візуалізується щитоподібна залоза, а між задньою стінкою трахеї і передньою поверхнею хребта — стравохід. У передньолатеральних відділах з обох боків трахеї розташовані плечоголовні вени і артерії. Навколо трахеї візуалізуються лімфовузли паратрахеальної групи (їх діаметр у нормі не більше 5 мм). Судинний малюнок на цьому рівні має вигляд дрібних округлих або коротких стрічкоподібних тіней.

2. Рівень груднинно-ключичних з'єднань (20 мм) проходить по нижній поверхні ключиці, через ручку грудини, верхні ребра і II грудний хребець (рис. 12.14, б). Легенева паренхіма — це верхівкові сегменти верхніх часток легень. Судинний малюнок має вигляд округлих тіней. Попереду від трахеї розташовані плечо-головні вени діаметром близько 2 см. Між лівою плечо-головною веною і передньою стінкою трахеї розташована загальна сонна артерія, позаду від неї — ліва підключична артерія. Між правою плечо-головною веною і передньою стінкою трахеї розташований правий артеріальний плечо-головний стовбур. Між трахеєю і тілом II грудного хребця розташований стравохід.



**Рис. 12.14.** а) КТ грудної порожнини на рівні верхньої апертури грудної клітки. 1 — трахея, 2 — стравохід, 3 — Th<sub>I</sub>, 4 — щитоподібна залоза, 5 — плечо-головні судини; б) КТ грудної порожнини на рівні груднинно-ключичних з'єднань. 1 — трахея, 2 — стравохід, 3 — Th<sub>II</sub>, 4 — плечо-головна вена, 5 — плечо-головний стовбур, 6 — загальна сонна артерія, 7 — підключична артерія

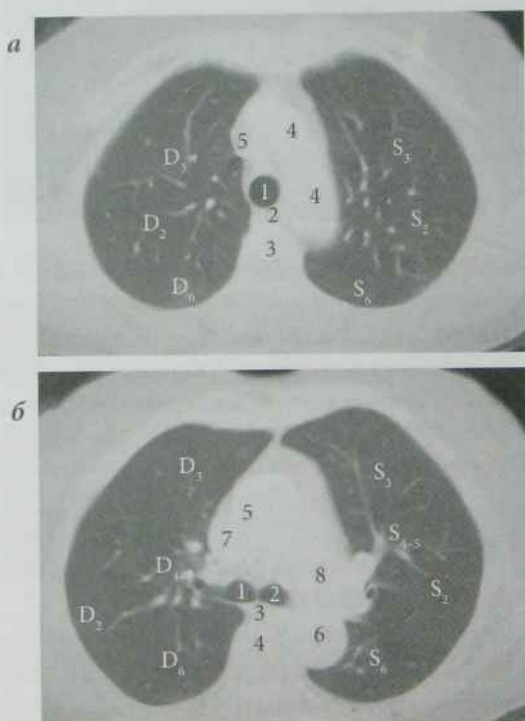
З обох боків трахеї розташовані лімфовузли паратрахеальної групи.

3. Рівень дуги аорти (60 мм) проходить через грудину, окремі ділянки ребер, IV грудні хребці і верхню третину лопатки (рис. 12.15, а). Легенева паренхіма передніх відділів представлена передніми сегментами, середніх відділів — задніми сегментами, в дорзальних відділах — верхівковими сегментами нижніх часток легень. Судинний малюнок легень біля кореня має вид округлих і стрічкоподібних тіней, які утворюються за рахунок поперечного і косо-го перетину сегментарних і субсегментарних судин сегментів. Артерії і вени на периферії легень на цьому зрізі однакові. Позаду від



груднини розташована висхідна аорта, яка прилягає до передньої стінки трахеї, а справа від неї — верхня порожниста вена. До дуги аорти прилягає стравохід.

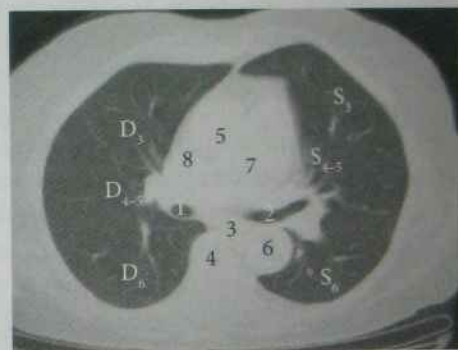
4. Рівень біфуркації трахеї (70 мм). До передньої грудної стінки широкою основою прилягають передні сегменти верхніх часток (рис. 12.15, б). У центральних ділянках цього зрізу знаходяться сегменти середньої частки правої легені і язичкових сегментів верхньої частки лівої легені; верхівки цих сегментів направлені до коренів, їх широка основа прилягає до передньобокової поверхні



**Рис. 12.15.** а) КТ грудної порожнини на рівні дуги аорти. 1 — трахея, 2 — стравохід, 3 — Th<sub>IV</sub>, 4 — дуга аорти, 5 — верхня порожниста вена; б) КТ грудної порожнини на рівні біфуркації трахеї. 1 — правий головний бронх, 2 — лівий головний бронх, 3 — стравохід, 4 — Th<sub>V</sub>, 5 — висхідна частина аорти, 6 — низхідна частина аорти, 7 — верхня порожниста вена, 8 — ліва легенева артерія

грудної стінки. Задні відділи цього зрізу займають верхні сегменти нижніх часток обох легень. Верхівки цих сегментів направлені до коренів. Попереду від біфуркації трахеї розташована висхідна аорта, дорзально та зліва від біфуркації — стравохід. Справа від висхідної аорти знаходиться верхня порожниста вена, зліва — ліва легенева артерія. Між задньою стінкою лівого головного бронха і тілом V грудного хребця розташована низхідна аорта.

5. Рівень легеневої артерії (100 мм) проходить через тіло груднини, VII, VI, V ребра і VII



**Рис. 12.16.** КТ грудної порожнини на рівні легеневої артерії:

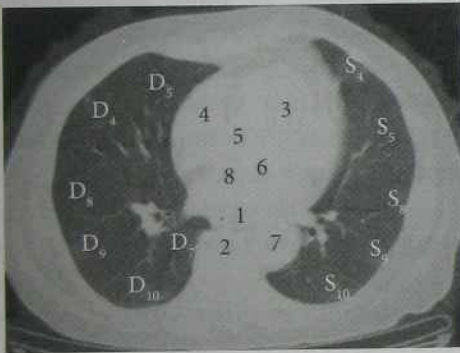
1 — правий головний бронх, 2 — лівий головний бронх, 3 — стравохід, 4 — Th<sub>VI</sub>, 5 — висхідна частина аорти, 6 — низхідна частина аорти, 7 — легеневий стовбур, 8 — верхня порожниста вена

грудний хребець (рис. 12.16). У легенях простежуються: справа спереду — передній сегмент верхньої частки правої легені, дорзально — середня частка і основа верхівкового сегменту нижньої частки; зліва попереду — передній сегмент, верхньоязичковий сегмент верхньої частки, зліва дорзально — основа верхівкового сегмента нижньої частки легень.

На цьому рівні чітко простежуються великі судини: попереду висхідна аорта, зліва від неї — легеневий стовбур і його гілки.

Між правою легеневою артерією і цибулиною аорти розташована верхня порожниста вена. Дорзально від правої і лівої легених артерій розташовані головні бронхи. Довжина правого бронха 2,2 см, ширина 1,5 см, лівого відповідно 5 см і 1,3 см. Артеріальні судини в легенях супроводжують бронхи і мають загальну топографію.

6. Рівень основи серця (140 мм): зріз проходить через основу серця, VIII, IX грудні хребці, нижні ребра (рис. 12.17). Передні ділянки легень представлені: справа — медіальний і латеральний сегменти середньої частки правої легені, зліва — язичкові сегменти верхньої



**Рис. 12.17.** КТ грудної порожнини на рівні основи серця:

1 — стравохід, 2 —  $Th_{VIII}$ , 3 — легеневий стовбур, 4 — праве передсердя, 5 — висхідна аорта, 6 — ліве передсердя, 7 — низхідна аорта

частки лівої легені. Середні ділянки легень займають передні базальні сегменти нижніх часток. У задніх відділах розташовані латеральні і задні базальні сегменти нижніх часток легень.

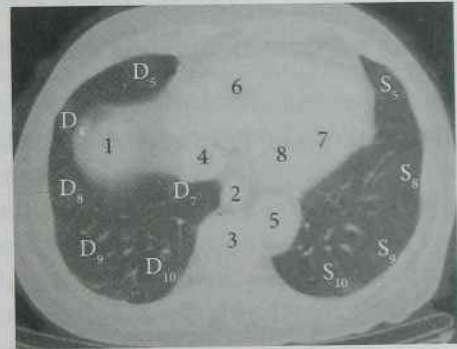
Судини легень цього рівня орієнтовані горизонтально і простежуються на зрізі від воріт легень, поступово звужуючись до периферії.

7. Рівень діафрагми (160 мм) проходить через IX–X грудні хребці, VII, IX, X ребра, мечоподібний відросток або нижній відрізок тіла груднини і нижні відділи серця (рис. 12.18).

Залежно від конституційних особливостей пацієнта на цьому рівні в центрі базального відділу правої легені візуалізується праве склепіння діафрагми. Паренхіма легень представлена тими ж сегментами, що і на попередньому рівні.

Між грудиною і тілами IX–X грудних хребців розташовується серце.

Попереду тіл IX–X грудних хребців розташований стравохід, зліва від нього — низхідна аорта, між тілами IX–X грудних хребців і стравоходом — непарна вена, а між тілами IX–X грудних хребців і аортою — напівнепарна.



**Рис. 12.18.** КТ грудної клітки на рівні діафрагми:

1 — праве склепіння діафрагми, 2 — стравохід, 3 — тіло  $Th_{IX}$ , 4 — нижня порожниста вена, 5 — низхідна аорта, 6 — правий шлуночок, 7 — лівий шлуночок

## Порядок вивчення рентгенограми легень

- ▶ Загальний огляд рентгенограми (оцінка якості, правильності укладки досліджуваного, величини і форми грудної клітки, топографії органів грудної порожнини).
- ▶ Вивчення стінок грудної порожнини (об'єм і структура м'яких тканин, стан кісткового скелета — лопаток, ребер, ключиць, хребців), положення і форми діафрагми, стану синусів.



- ▶ Вивчення легень — загальна порівняльна оцінка правої і лівої легені (прозорість, площа, форма), детальне вивчення часток, сегментів, легеневого малюнка, коренів.
- ▶ Вивчення органів середостіння — положення і форма серця, великих судин, трахеї, стравоходу, медіастинальних лімфатичних вузлів та ін.

## Променеві симптоми і синдроми патології органів дихання

### Симптоми патології органів дихання

Симптоми легеневої патології поділяють на дві групи: *морфологічні* (зміни прозорості легень, зміни коренів легень, легеневого малюнка, положення діафрагми і органів середостіння) і *функціональні*.

Для того щоб навчитися знаходити ознаки захворювань легень, необхідно добре знати норму, мати поняття про легеневий малюнок, патоморфологічний субстрат патологічних процесів.

До морфологічних відносяться ознаки, які супроводжуються зміною прозорості легень — зменшенням прозорості (ущільненням) або підвищенням прозорості легені (просвітленням). Ущільнення — це процеси, які супроводжуються збільшенням кількості тканини в одиниці об'єму. Просвітлення — це процеси, які супроводжуються зменшенням кількості тканини в одиниці об'єму. Має велике значення стан легеневого малюнка.

Деякі захворювання легень супроводжуються зменшенням або повною відсутністю повітря в альвеолах — це так званий симптом ущільнення, який виникає при пневмоніях, туберкульозі, пухлинах, кістах тощо. Це так звані внутрішньолегеневі процеси. Але причиною зниження прозорості легеневої тканини можуть бути позалегеневі процеси — рідина у плевральній порожнині, пухлини м'яких тканин грудної стінки, ребер та ін.

Інші захворювання супроводжуються підвищенням прозорості або пневматизації легень

(емфізема, дистрофія легень, повітряні кісти й інші порожнинні утворення). У частині випадків підвищення прозорості також може бути позалегеневим внаслідок накопичення повітря в плевральній порожнині.

Ознакою змін у легені є також процес у проміжній тканині, по ходу бронхів і судин, у так званій стромі легені. Ці зміни можуть бути зумовлені запальною інфільтрацією стромы, проростанням пухлини, накопиченням рідини при набряку або застої, або можуть розширюватися судини, які є компонентом легеневого малюнка, що буває при застої в легенях внаслідок порушення кровообігу в малому колі.

Щоб визначити, до якого захворювання відноситься та чи інша ознака, необхідно знайти загальні і типові ознаки, які можна об'єднати в синдроми, а потім провести внутрішньосиндромну діагностику. Кожний симптом легеневої патології необхідно характеризувати за наступними ознаками: положення, число, форма, розміри, інтенсивність, малюнок, контури, структура, зміцунаність.

- ▶ Положення у легенях, частках, сегментах чи позалегенева локалізація.
- ▶ Кількість тіней чи просвітлень — поодинокі чи множинні.
- ▶ Розміри вогнищевих тіней: до 3 мм — міліарні вогнища, 4–5 мм — дрібні вогнища, 6–7 мм — середні вогнища, 8–10 мм — великі вогнища.
- ▶ За наявності тіней розмірами більше 1 см вказувати їх розміри в сантиметрах.
- ▶ Форма (ущільнення або просвітлення): округла або овальна, трикутна, неправильна, лінійна, кільцеподібна, лінзоподібна і невизначена.
- ▶ Інтенсивність: слабка (тінь видно на тлі легеневого малюнка), середня (тінь видно на тлі переднього ребра), інтенсивна (за щільністю тінь наближається до щільності кіркового шару ребер) і тінь металевої щільності.
- ▶ Малюнок — легеневий малюнок незмінний, збагачений, збіднений, посилений, деформований.

- ▶ Контури чіткі, нечіткі, рівні або нерівні, випуклі, ввігнуті, хвилясті, позублені, поліциклічні.
- ▶ Структура — однорідна (гомогенна) і неоднорідна (негомогенна).
- ▶ Зміщеність при диханні, зміні положення тіла, при функціональних пробах та ін.

Простий мнемонічний спосіб допомагає запам'ятати перелік усіх показників рентгеновського зображення. Якщо прочитати перші склади перерахованих показників, виникне 2 слова — «ПО-КІ-ФО-РО ІН-МА-КО-С», які легко запам'ятати, а відтак запам'ятати усі ознаки симптомів легеневої патології.

### Функціональні симптоми визначаються при флюороскопічному дослідженні.

1. Зміна рухливості і форми тіней при диханні, симптом Гольцкнехта – Якобсона (короткочасне зміщення середостіння у хворий бік при частковій обтурації бронха).
2. Рухливість діафрагми, парадоксальний рух діафрагми (зміщення діафрагми на вдиху ввверх, на видиху — вниз).
3. Зміна прозорості легень при глибокому вдиху і видиху.

4. Порушення вентиляції легень, пов'язані з різними ступенями обтурації бронха (рис. 12.19):

- ▶ 1 ступінь обтурації бронха — часткова обтурація бронха — повітря в бронх потрапляє і з бронха повертається, легень розправляється не відразу, поки не вирівняється тиск в обох легенях. Рентгенологічно визначається **гіповентиляція ділянки легені**, що вентилюється патологічно зміненим бронхом і симптом Гольцкнехта – Якобсона;
- ▶ 2 ступінь обтурації бронха — вентиляна обтурація бронха — на висоті вдиху повітря в бронх проникає, а при видиху назад не повертається, з кожним вдихом у легень, до певної межі, нагнітається все більша кількість повітря. Рентгенологічно визначається **емфізема ділянки легені**, що вентилюється патологічно зміненим бронхом, підвищення тиску на ураженій стороні спричиняє зміщення середостіння у здоровий бік;
- ▶ 3 ступінь обтурації бронха — повна обтурація бронха — повітря у бронх не входить і назад не повертається. Повітря з альвеол ділянки

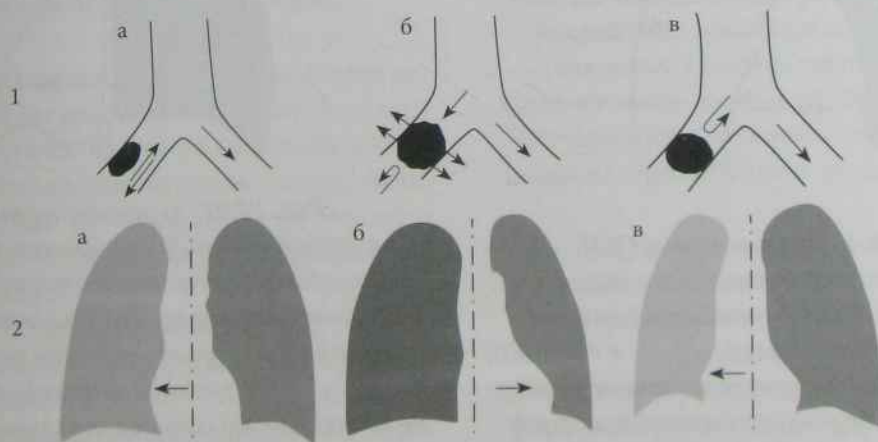


Рис. 12.19. Ступені порушення бронхіальної прохідності:

схематичне зображення (1) та схематичне зображення зміни повітряності легені (2) при частковій (а), вентиляній (б) та повній (в) обтурації бронха (напрямок зміщення середостіння вказаний стрілкою)



легені, що вентилювалася obtурованим бронхом, поступово дифундує в кров і альвеоли спадаються, виникає об'ємне зменшення не-вентилюваного відділу легені (*ателектаз*) та зниження тиску в ураженому гемітораксі. Рентгенологічно визначається гомогенна тінь ателектазованої легені і зміщення середостіння у бік obtурованого бронха.

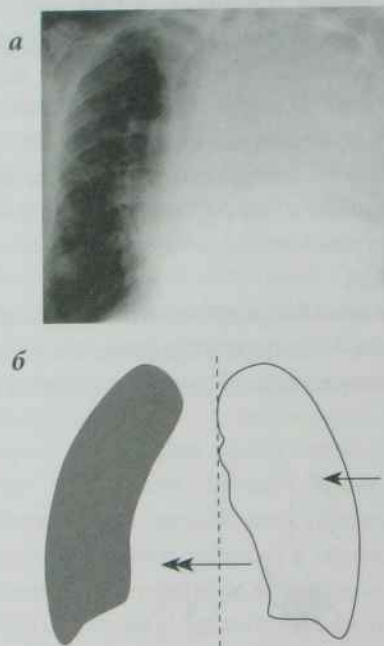
Правильна інтерпретація отриманої рентгенологічної інформації у поєднанні з клінікою дозволяють встановити точний діагноз. Знання патоморфологічного субстрата дозволяє здійснити

синдрому, міжсиндрому і внутрішньосиндрому діагностику захворювань легень.

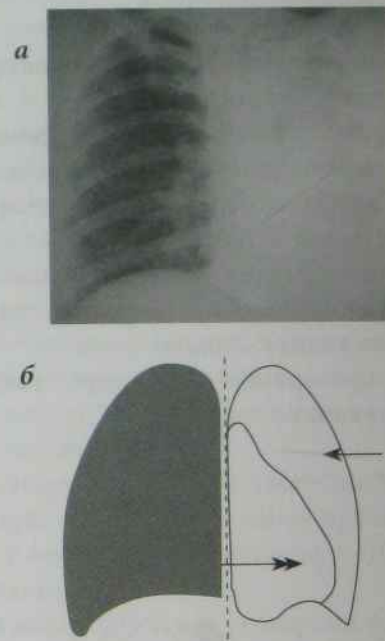
### Синдроми легеневої патології

#### 1. Синдром тотальної (субтотальної) тіні

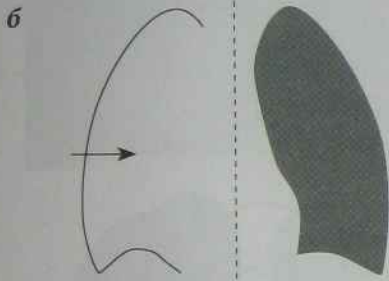
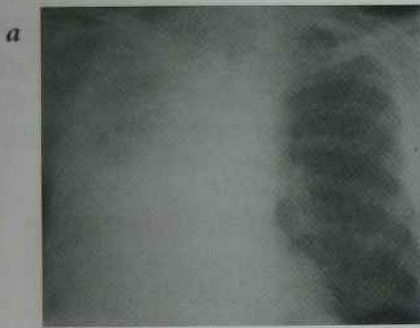
*Тотальна тінь* — це тінь, яка займає половину грудної порожнини, виникає при втраті повітряності всієї легені або при накопиченні рідини, що займає весь об'єм плевральної порожнини (рис. 12.20, 12.21, 12.22). Тотальна тінь може супроводжувати тотальну зливну крупозну пнев-



**Рис. 12.20.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення лівої половини грудної порожнини, що зливається з тінню лівого склепіння діафрагми та тінню лівої межі зміщеного вправо середостіння; ширина міжреберних проміжків лівого геміторакса збільшена. Синдром тотальної тіні. Тотальний лівобічний гідроторакс; б) схема (тотальна тінь позначена стрілкою, напрямом зміщення серединної тіні — позначено подвійною стрілкою)



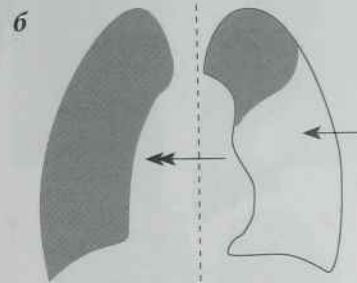
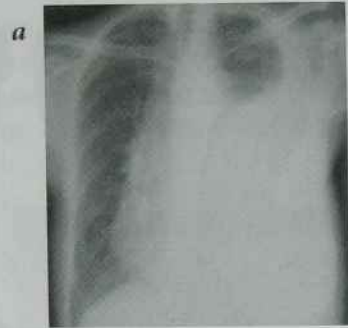
**Рис. 12.21.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення лівої половини грудної порожнини, що зливається з тінню склепіння діафрагми та лівої межі зміщеного вліво середостіння; ширина міжреберних проміжків лівого геміторакса зменшена. Синдром тотальної тіні. Центральний ендобронхіальний рак лівого головного бронха ускладнений ателектазом лівої легені; б) схема (тотальна тінь позначена стрілкою, напрямом зміщення серединної тіні — подвійною стрілкою)



**Рис. 12.22.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення правої половини грудної порожнини, що зливається із тінню діафрагми та тінню правої межі незміщеного середостіння; ширина міжреберних проміжків не змінена. Синдром тотальної тіні. Тотальна зливна лівобічна пневмонія; б) схема (тотальна тінь позначена стрілкою, серединна тінь не зміщена)

монію, ателектаз легені, плевропневмофіброз легені, тотальний ексудативний плеврит, недорозвинення легені та ін. Субтотальна тінь займає не менше  $\frac{2}{3}$  однієї половини грудної порожнини, виникає при втраті повітряності  $\frac{2}{3}$  об'єму легені чи при накопиченні рідини в плевральній порожнині (рис. 12.23).

Відмінності внутрішньолегенового процесу від позалегенового процесу (рис. 12.24.). Якщо патологічний процес уражує частку легені, то на рентгенограмі патологічна ділянка повторює форму частки з межею по міжчастковій плеврі. Зміщення середостіння в бік патології може бути обумовлено ателектазом, цирозом або операцією (лобектомія, пульмонектомія). Структура тіней при запаленні може бути неоднорідною вна-

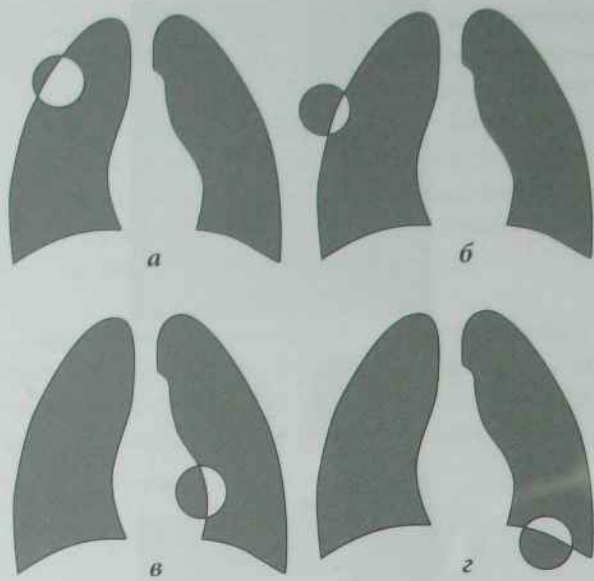


**Рис. 12.23.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення лівої половини грудної порожнини, розташоване від рівня лівого склепіння діафрагми до рівня переднього відрізка II ребра, медіально зливається з межею зміщеного вправо середостіння; верхня межа затемнення чітка, представлена у вигляді косо-висхідної лінії, що меніскоподібно увігнута вниз; ширина міжреберних проміжків лівого геміторака збільшена. Синдром субтотальної тіні. Субтотальний лівобічний гідроторакс; б) схема (тотальна тінь позначена стрілкою, напрямком зміщення серединної тіні – подвійною стрілкою)

слідок злиття вогнищ, при ателектазі структура ущільненої частки однорідна.

Якщо ущільнення розташовується в нижніх відділах грудної клітки, зливається з діафрагмою, однорідне за структурою, не відповідає розмірам і формі частки, а органи середостіння зміщені в здоровий бік — це ознаки накопичення рідини в плевральній порожнині. Вільна рідина переміщується і змінює свою форму і положення залежно від положення пацієнта.





**Рис. 12.24.** Синдром круглої тіні.

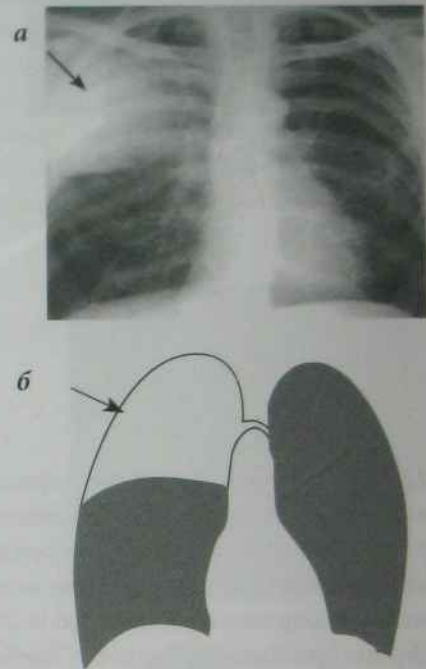
Схема зображення круглих тіней, обумовлених патологічним процесом у легеневої тканині (а), грудній стінці (б), середостінні (в) та діафрагмі (г)

## 2. Синдром обмеженої тіні

Обмеженою тінню називають тень частини легені, що за розмірами відповідає частці, сегменту, субсегменту. Субстратом такої тіні може бути запальний або пухлинний інфільтрат, вади розвитку легені, ателектаз частки або сегмента, обмежений пневмосклероз, інфаркт легені, конгломерат пневмоконіотичних вузликів, ділянки набряку легеневої тканини й ін. Обмежене затемнення може бути зумовлене також і позалегеновим процесом (плевральними ексудатом і швартами, гемотораксом, діафрагмальною грижею, пухлинною інфільтрацією плеври й ін.).

На знімках у прямій і бічній проекціях визначають форму і локалізацію тіні. Якщо тень відповідає локалізації частки або сегмента — це внутрішньолегеневий процес (рис. 12.25), якщо не відповідає проекції сегмента або частки — це позалегеновий процес (рис. 12.26); для уточнення локалізації тіні хворому виконують рентгенографію легень в бічній проекції чи проводять бага-

тоосьову поліпозиційну флюороскопію. Рідина може осумкуватись у міжчасткових щілинах; у такому випадку в бічних проекціях вона має форму двовипуклої лінзи або трикутника.



**Рис. 12.25.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції:

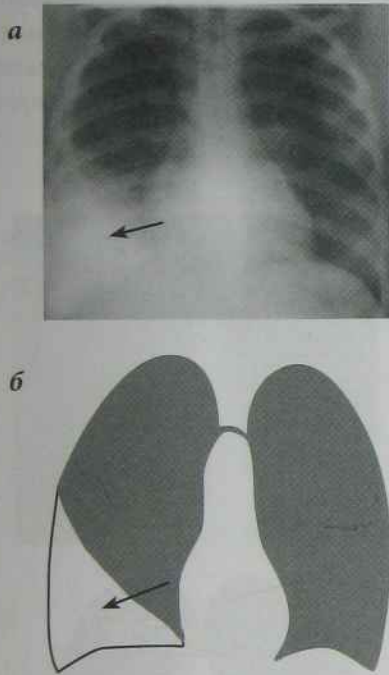
визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення верхньої частки правої легені, що медіально зливається з розширеним коренем правої легені; нижня межа затемнення чітка, розташована горизонтально на рівні середини переднього відрізка IV ребра; легеневий малюнок суміжних сегментів посилений, деформований; корінь правої легені розширений та неструктурний; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка. Синдром обмеженого затемнення. Правобічна верхньочасткова паренхіматозна пневмонія; б) схема (обмежена тень позначена стрілкою)

## 3. Синдром кулястої тіні

Кулястою тінню називають утворення округлої форми, які перевищують розмір 1 см в діаметрі (рис. 12.27). Необхідно враховувати розмір, фор-

му, контури, структуру, реакцію навколишньої тканини. Основні процеси, що зумовлюють синдром кулястої тіні: туберкульозний інфільтрат, туберкулома, блокована туберкульозна каверна,

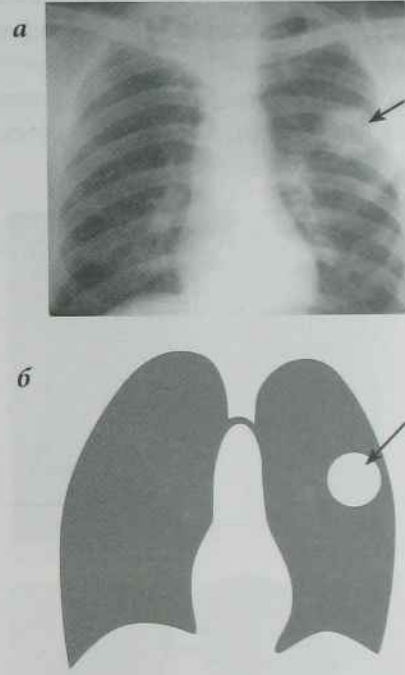
вий плеврит. Якщо форма округла, правильна, контури чіткі, структура однорідна, то це може бути доброякісна пухлина або кіста, якщо контур кулястої тіні горбистий — може бути злоякісна



**Рис. 12.26.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції:

визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення, що розташоване від рівня правого склепіння діафрагми до переднього відрізка IV ребра правої половини грудної порожнини та зливається з правою межею серця; верхня межа затемнення чітка, представлена у вигляді косо-висхідної лінії, що меніскоподібно увігнута вниз; легеневий малюнок суміжних сегментів згущений; ширина міжреберних проміжків не змінена. Синдром обмеженого затемнення. Правобічний гідроторакс; б) схема (обмежена тінь позначена стрілкою)

силікоми, “куляста” неспецифічна пневмонія, недренований абсцес, доброякісні та злоякісні пухлини, судинні мальформації, кісти, що виповнені рідиною, гематома, обмежений міжчастко-



**Рис. 12.27.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції:

визначається гомогенне високоінтенсивне кулясте затемнення (розміром близько 4 см у діаметрі) з чітким нерівним контуром, яке розташоване в III сегменті лівої легені; легеневий малюнок посилений, деформований; корінь лівої легені розширений, неструктурний. Синдром кулястої тіні. Периферичний рак лівої легені, вузлова форма; б) схема (куляста тінь позначена стрілкою)

пухлина, якщо куляста тінь розташована на тлі інфільтрації — то ймовірно це абсцес у стадії формування; запнення усередині округлої тіні більш характерні для туберкуломи.

#### 4. Синдром лінійного ущільнення

Лінійні ущільнення міжчасткової плеври (лінійні тіні) є результатом фібринозних нашарувань (рис. 12.28). Лінійні тіні можуть розташовуватися

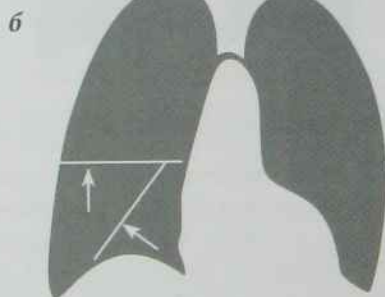
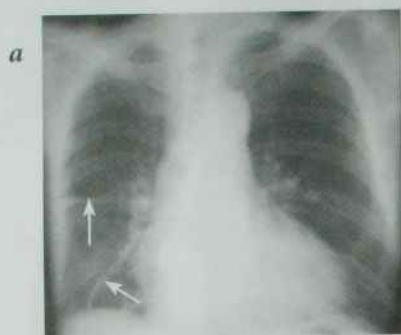


за ходом міжчасткових щілин (наприклад, при сухому плевриті), можуть виникати при розвитку ущільнень за ходом судин і бронхів, при застійних явищах у легенях, при хронічних бронхітах, пневмосклерозі, при перибронхіальній формі раку легень.

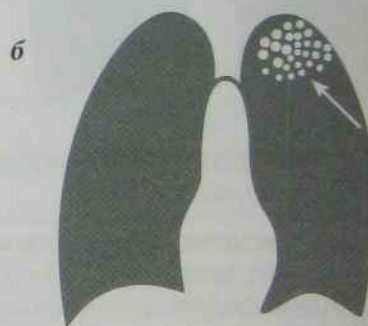
### 5. Синдром обмеженої та розповсюдженої вогнищевої дисемінації

Вогнищами називають ущільнення розміром до 1 см (рис. 12.29). Синдром обмеженої дисеміна-

ції характеризується розповсюдженням вогнищ у межах 1–2 сегментів в одній чи обох легенях. Якщо вогнища локалізуються більше ніж у двох сегментах, такий процес називається дисемінованим (синдром розповсюдженої дисемінації, рис. 12.30). Вогнищева дисемінація може бути зумовлена вогнищевим чи дисемінованим туберкульозом легень, неспецифічним запаленням легень, ділянками набряку легень, пневмоконіозами, саркоїдозом, пухлинами та ін.



**Рис. 12.28.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції: легені підвищеної пневматизації, легеневий малюнок у нижньому відділі правої легені посилений внаслідок периваскулярного та перибронхіального склерозу; правий корінь розширений в ділянці головки та тіла, малоструктурний; визначаються ущільнення плеври додаткової та головної міжчасткових щілин; ребра розташовані горизонтально; діафрагма сплюснена. Синдром лінійних ущільнень. Правобічний адгезивний міжчастковий плеврит; б) схема (лінійні тіні позначені стрілками)



**Рис. 12.29.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції: на верхівці лівої легені на тлі посиленого легеневого малюнка визначаються поліморфні множинні, різної щільності та розмірів вогнищеві тіні, корені легень розширені. Синдром обмеженої вогнищевої дисемінації. Вогнищевий туберкульоз верхівки лівої легені; б) схема (обмежена вогнищева дисемінація — стрілка)

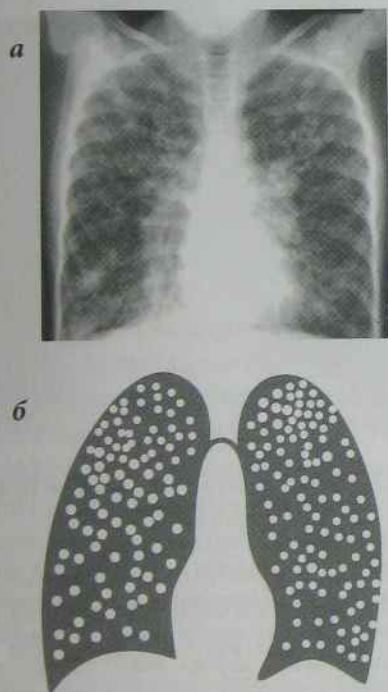
### б. Синдром патологічних змін легеневого малюнка

Анатомічним субстратом легеневого малюнка є кровоносні судини, бронхи, лімфатичні суди-

ни, перибронхіальна і периваскулярна сполучна тканина, лімфатичні вузли. У нормі зображення легеневого малюнка на рентгенограмі грудної клітки зумовлене в основному кровоносними судинами (легеневими артеріями та венами). Патологія будь-якого з перерахованих елементів може бути причиною зміни легеневого малюнка — набряк проміжної тканини легені, зміна кровонаповнення артерій і вен легень, інфільтрація проміжної тканини, вади розвитку судин і бронхів,

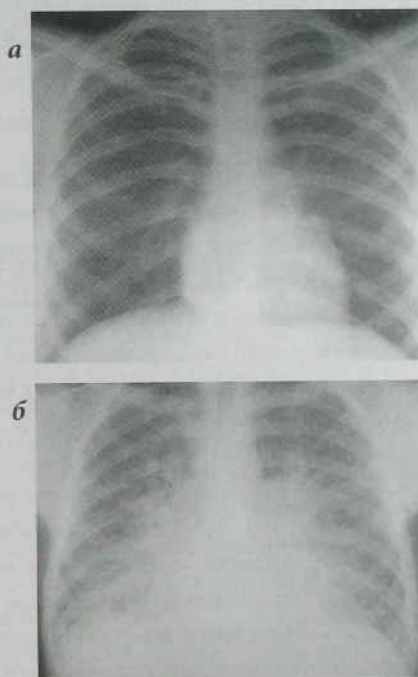
захворювання бронхів, склеротичне ущільнення стромы легені та ін. При цьому може спостерігатися посилення, послаблення, збагачення, збіднення (розрідження), згущення, розрідження легеневого малюнка, його деформація, поява незвичайних лінійних, трубчастих або сітчастих структур (рис. 12.31).

Розрізняють обмежену, поширену і тотальну зміну легеневого малюнка. Легеневий малюнок може посилюватися — якщо судини розширю-



**Рис. 12.30.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції:

на тлі збідненого легеневого малюнка на всьому протязі (переважно у верхніх ділянках легень) в обох легенях визначаються множинні, поліморфні, гомогенні, середньої та слабкої інтенсивності вогнищеві тіні; корені легень розширені, неструктурні. Синдром розповсюдженної вогнищеві дисемінації. Хронічний дисемінований туберкульоз легень; б) схема розповсюдженної вогнищеві дисемінації



**Рис. 12.31.** Рентгенограми ОГП в прямій проекції:

а) в нормі; б) синдром патологічних змін легеневого малюнка та коренів легень, інтерстиціальний набряк легень: визначається зниження пневматизації нижніх часток обох легень переважно за рахунок посилення та збагачення судинного компонента легеневого малюнка, корені легень розширені та малоструктурні, діафрагма нечітка.



ються (застій), або збагачуватися (якщо збільшується кількість судин в одиниці площі або об'єму легені за рахунок збільшення кількості дрібних судин).

Легеневий малюнок може бути збіднений при емфіземі легені. Легеневий малюнок може бути ослаблений (наприклад, при стенозі легеневої артерії тощо).

Легеневий малюнок може бути деформований за рахунок розвитку рубцевої тканини в проміжній стромі. При мітральному стенозі можуть спостерігатися лінії Керлі — горизонтальні смужки завдовжки до 2–2,5 і шириною 1–2 мм у нижніх відділах легень (як наслідок інтерстиціального набряку легень).

### 7. Синдром патологічних змін кореня легені

Тінь кореня легені на рентгенограмі зумовлена великими артеріальними і венозними судинами, частково бронхами (рис. 12.32, б). Зміни тіньової картини кореня легені можуть бути самостійними або супроводжувати інші захворювання; зокрема, можуть бути обумовлені запальними і пухлинними процесами, набряком його клітковини, недорозвиненням або, навпаки, повнокров'ям судин, що беруть участь в утворенні тіні кореня. Велике значення в діагностиці легеневих захворювань мають симптоми ураження лімфатичних вузлів, розташованих у коренях легені або середостінні. Ці вузли дають зображення на рентгенограмах при їх гіперплазії, пухлинному ураженні або внаслідок звалнення.

Ширина правого кореня — 1–1,5 см, довжина 6–8 см, лівий корінь частково перекритий тінню серця. Між правим коренем і тінню серця розташована смужка просвітлення — доріжка Прозорова (просвіт проміжного бронха).

### 8. Синдром кільцеподібної тіні (рис. 12.33)

Анатомічно кільцеподібні тіні характеризуються порожнинами в легенях, заповненими повітрям. Порожнина в легенях може бути з тонкими рівними стінками без рідини, що характерно для повітряної кісти. За наявності навколо порожнини вогнищ різної щільності і посиленого легеневого

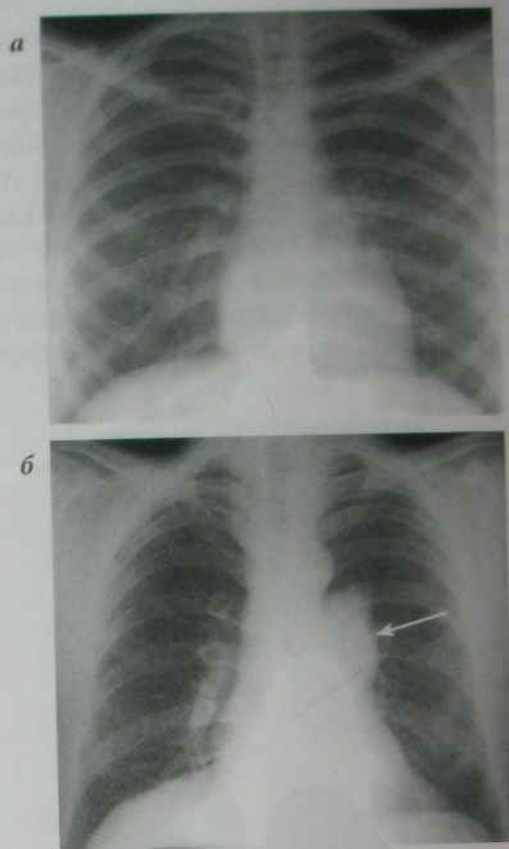
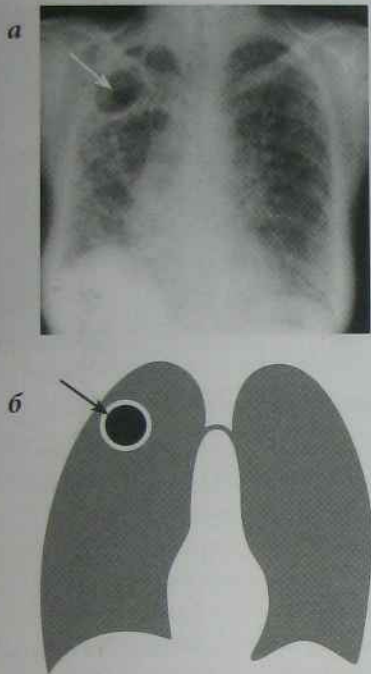


Рис. 12.32. Рентгенограми ОГП в прямій проекції:

а) в нормі; б) синдром патологічних змін кореня легені. Центральний екзобронхіальний рак лівої легені (легені звичайної пневматизації, корінь лівої легені розширений у ділянці тіла та хвоста за рахунок додаткової щільної гомогенної тіні з чітким поліциклічним зовнішнім контуром; діафрагма чітка)

малюнка слід думати про туберкульозну каверну. При абсцесі легені стінка досягає товщини 2–4 мм, контур її нечіткий, можлива наявність горизонтального рівня рідини (гнійні маси всередині порожнини абсцесу). При розпаді пухлини утворюється порожнина неправильної форми, стінки різної товщини, рідина буває рідко.

Множинні порожнини можуть бути при полікістозі легень, при абсцедуючій пневмонії та при



**Рис. 12.33.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції. На тлі вираженого фіброзу та множинних поліморфних щільних вогнищ у верхній частці правої легені визначається округлої форми просвітлення (близько 5 см у діаметрі) з чітким внутрішнім та нечітким зовнішнім контуром; корені легень розширені, неструктурні; контури діафрагми нечіткі; праве склепіння діафрагми розташоване на рівні V міжреберного проміжку, ліве — на рівні VII ребра; костальна плевра ущільнена, синуси облітеровані; синдром кільцеподібної тіні. Фіброзно-кавернозний туберкульоз; б) схема (кільцеподібна тінь — стрілка)

бронхоектазах. Для уточнення діагнозу може бути виконана бронхографія.

9. **Синдром поширеного підвищення прозорості** спостерігається при пневмотораксі (вільне повітря у плевральній порожнині, відсутність легеневого малюнка, чітка межа вісцеральної плеври, рис. 12.34) або при емфіземі легень (спостерігається при клапанній обтурації бронха, при ателектазах суміжних часток або сегментів тощо).

### Зміни положення тіні діафрагми і органів середостіння

Причиною високого положення діафрагми може бути її релаксація внаслідок парезу діафрагмального нерва, ателектазу або цирозу частки легені, збільшення печінки, піддіафрагмального абсцесу, асцити. Низьке положення діафрагма займає при емфіземі легень, ексудативному плевриті, пневмотораксі. Деформованим контур діафрагми буває в результаті діафрагмальної кири, плевральних спайок.

Зміщення тіні органів середостіння в здоровий бік може бути зумовлене ексудативним плевритом, пневмотораксом, емфіземою, пухлинною середостіння, а у бік патології — цирозом, пневмосклерозом, ателектазом, аплазією однієї легені.

### Рентгенофункціональні ознаки захворювань легень:

- ▶ симптом **Гольцкнехта – Якобсона** (зміщення органів середостіння в бік патології у фазі форсованого вдиху, а під час кашлю і видиху — в здоровий бік);
- ▶ симптом **Прозорова** (поштовхоподібне зміщення органів середостіння при кашлі, що обумовлено переважанням тиску в грудній клітці на здоровому боці порівняно з ураженим);
- ▶ відповідне бічне зміщення контрастованого стравоходу під час проведення проби Гольцкнехта – Якобсона та Прозорова.

У разі потреби диференціювати артеріовенозні аневризми, фіброзні зміни та свіжі інфільтративні зміни сполучної тканини та легень застосовують **проби Вальсальви або Мюллера**. Крім того, пробу Мюллера виконують для вивчення функції діафрагми.

### Проба Вальсальви (в умовах підвищення внутрішньопорожнинного тиску)

Після глибокого вдиху пацієнт закриває ніс та рот і намагається зробити видих при замкнутій голосовій щілині. При цьому підвищується тиск



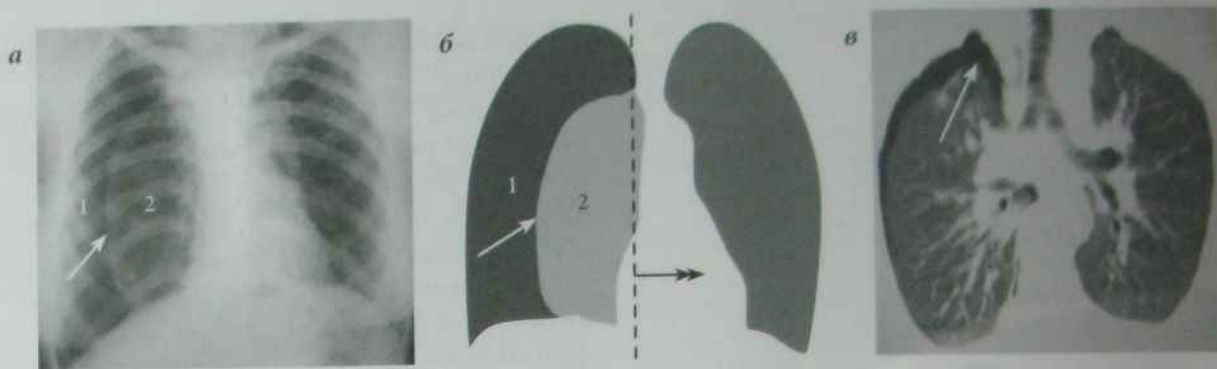


Рис. 12.34. а) рентгенограма ОГП в прямій проекції.

Підвищення прозорості правого геміторакас латеральніше правої середньоключичної лінії, легеневий малюнок не простежується; права легеня зменшена в об'ємі, має чіткий зовнішній контур, обумовлений вісцеральним листком плеври, прозорість частково колабованої правої легені рівномірно знижена, легеневий малюнок згущений; корені легень не розширені, структурні; праве склепіння діафрагми опущене та знаходиться на рівні VII міжреберного проміжку (на 1 міжреберний проміжок нижче від рівня розташування лівого склепіння діафрагми); органи середостіння зміщені від серединної лінії вліво. Синдром поширеного підвищення прозорості. Правобічний пневмоторакс; б) схема субтотального підвищення прозорості легень (1 — повітря в плевральній порожнині, 2 — колабована права легеня, контур легені — стрілка; в) КТ ОГП, коронарна реконструкція: правобічний пневмоторакс (вільне повітря в правій плевральній порожнині — стрілка)

повітря у верхніх дихальних шляхах та внутрішньопорожнинно, що зумовлює зменшення приливу крові до серця і частоти пульсу. Водночас збільшується прозорість легень.

**Проба Мюллера** (в умовах зниження внутрішньопорожнинного тиску)

Полягає в намаганні досліджуваного зробити глибокий вдих при закритій голосовій щілині та ніздрях. Це зменшує внутрішньопорожнинний тиск внаслідок розширення грудної клітини й зміщення діафрагми вниз та збільшення кровонаповнення легень. Повітря в легені не надходить, а це викликає зниження прозорості легень.

**Пробу Соколова** використовують для визначення функції зовнішнього дихання, а **рентгенокімографію** — для визначення типу, ритму, амплітуди дихальних рухів діафрагми, ребер та легень при диханні.

## Променева діагностика захворювань органів дихання

### Променева діагностика аномалій і вад розвитку органів дихання

**Природжена лійкоподібна деформація грудної клітки.** Формується на 6–9-му тижні ембріонального розвитку, внаслідок порушення процесу з'єднання обох половин груднини, надмірний ріст груднини, укорочення груднинно-діафрагмальної зв'язки, природжене вкорочення передніх відділів діафрагми. Грудна клітка плоска, реброві дуги розгорнені, епігастральний кут гострий, мечоподібний відросток недорозвинений; спостерігаються сколіози і кіфози.

Дефекти грудної стінки частіше поєднуються з вадами розвитку хребта і природженими сколіозами.

### Аномалії і вади розвитку трахеї

Дивертикули трахеї виникають внаслідок природженої дисплазії хрящів трахеї. Зустрічаються ізольовано або в комбінації з аномаліями бронхів.

**Стеноз трахеї.** Розрізняють три типи стенозу трахеї: поширений стеноз усієї трахеї, обмежений стеноз трахеї поблизу біфуркації і лічкоподібне звуження трахеї поблизу біфуркації.

**Синдром Мунье — Куна** характеризується дифузним розширенням трахеї і головних бронхів.

**Трахеальний бронх** — додатковий третій бронх, що відходить від трахеї. Трахеальний бронх відходить від правої задньої стінки трахеї на відстані 2–5 см вище біфуркації. Діаметр додаткового бронха 0,5–1 см, довжина 1,5–2 см. Бронх закінчується сліпо, утворюючи виступ на стінці трахеї, або проникає в додаткову, так звану трахеальну, частку легень.

**Езофаготрахеальна фістула** — при даній аномалії виникає патологічне сполучення просвітів трахеї та стравоходу. Рентгенологічно може бути виявлено при контрастному дослідженні стравоходу: контрастна речовина одночасно з контрастуванням просвіту стравоходу потрапляє через фістулу у просвіт трахеї (рис. 12.35).

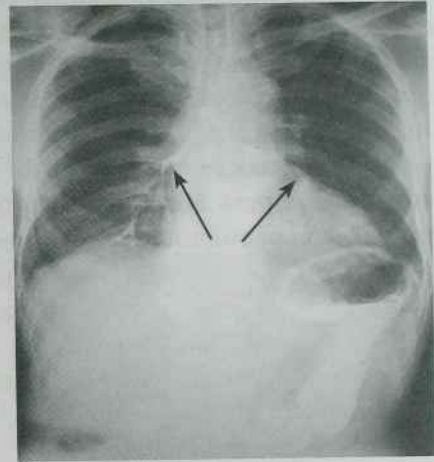
### Аномалії і вади розвитку легень

**Агенезія легені** — повна відсутність однієї або двох легень. Двобічна агенезія легень несумісна з життям. При агенезії місце відсутньої легені займає сполучна тканина, зміщені органи середостіння (трахея, стравохід, серце, великі судини) і діафрагма. Головний бронх агенезованої легені повністю відсутній. Протилежна легеня частково переміщена в бік агенезії і у вигляді медіастинальної грижі проникає в клітковину.

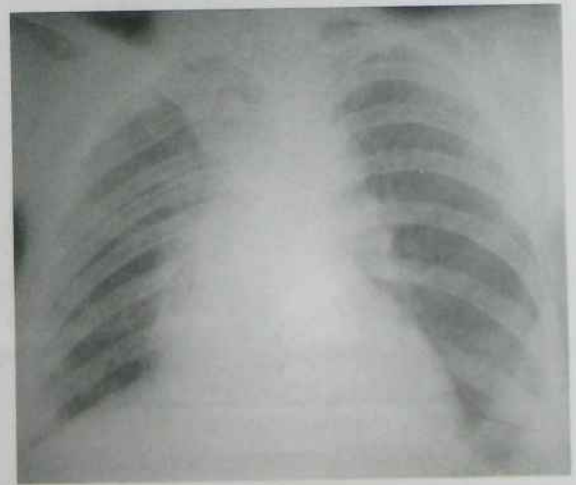
**Аплазія легені.** При цій ваді розвитку легеня відсутня, є тільки рудиментарний головний бронх. На бронхограмі при агенезії легені виявляється повна відсутність головного бронха, а при аплазії — рудиментарний короткий залишок головного бронха. Ангіографія виявляє повну відсутність розгалужень легеневої артерії.

**Гіпоплазія легені** характеризується частковим недорозвиненням бронхів та легеневої паренхі-

ми. Розрізняють просту та кістозну гіпоплазію, однібічну та двобічну гіпоплазію, а також гіпоплазію легені, частки або сегмента. При променевому дослідженні виявляють об'ємне зменшення легені (рис. 12.36).



*Рис. 12.35. Рентгенограма ОГП в прямій проекції після орального прийому барію сульфату. Визначаються контрастовані стінки трахеї, головних і базальних бронхів (стрілки) та виповнений контрастом шлунок. Езофаготрахеальна фістула*



*Рис. 12.36. Рентгенограма ОГП в прямій проекції. Гіпоплазія правої легені*



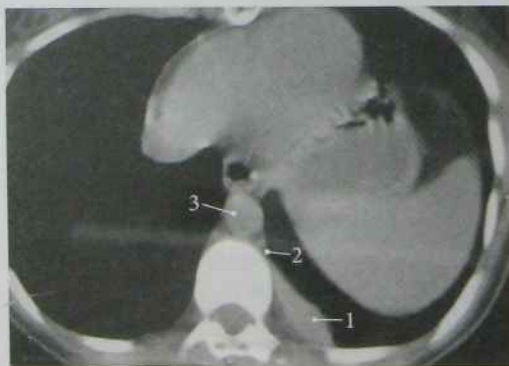
**Кісти легені** є результатом апластичного процесу розвитку, коли так звані легеневі бруньки замість ділення на відповідні розгалуження починають рости, збільшуватися в розмірі, набуваючи округлої або овальної форми кісти. Слизова оболонка кісти продукує рідину, при утрудненні дренажу відвідного бронха рідина починає заповнювати кісту, що рентгенологічно виявляється у вигляді гомогенної округлої тіні з чіткими контурами. Кістозна легеня часто ускладнюється запаленням.

**Природжена часткова емфізема.** В основі вади лежить відсутність або гіоплазія бронхіальних хрящів, або надмірний ріст слизової оболонки, яка утворює в просвіті бронха клапан. У деяких випадках відбувається стиснення бронха аномально розташованою артерією.

Рентгенологічно частка збільшена в об'ємі, повітряність її підвищена. На тлі роздутої частки легені видимі перетинки.

**Легенева секвестрація.** При цій ваді частина легені не має зв'язку з бронхіальною системою і забезпечується кров'ю від окремої артеріальної судини, що відходить від аорти (рис. 12.37). Венозний відтік відбувається в порожнисту вену. У ділянці секвестрації можуть бути порожнини — кісти.

**Гамартома** визначається як щільне утворення овальної форми з нерівними контурами і зі звап-



**Рис. 12.37.** КТ ОГП, аксіальний зріз. Легенева секвестрація: ущільнена ділянка безповітряної легеневої тканини (1), яка кровопостачається окремою судиною (2) від грудної аорти (3)

неннями усередині, розмір 1–3 см. Остаточний діагноз ставиться лише після гістологічного підтвердження.

**Бронхо-стравохідні нориці** розташовуються найчастіше на рівні біфуркації трахеї, рідше — на рівні головних і часткових бронхів. Клінічно бронхо-стравохідні нориці розпізнаються при затіканні молока із стравоходу в дихальні шляхи з подальшими явищами ціанозу, кашлю, асфіксії. При контрастуванні речовина, введена у стравохід, проникає в дихальні шляхи.

**Аномалії відходження бронхів:** неправильне розгалуження бронхів (сегментарні бронхи відходять від головних бронхів), неправильний напрямок бронхів, аномалії калібру бронхів, недорозвинені бронхи або гігантські бронхи. Аномалії бронхів пов'язані з аномаліями розвитку часток і сегментів легень, а також з аномаліями розвитку легеневої судини.

**Агенезія і аплазія легеневої судин.** Агенезія головної гілки легеневої артерії поєднується з агенезією головного бронха. В окремих випадках агенезія однієї головної гілки легеневої артерії зустрічається без агенезії головного бронха. Рентгенологічно виявляється відсутність тіні кореня легені, легеневий малюнок представлений мереживною сіткою вузьких судин. Прозорість легені значно підвищена ("світла легеня").

При **гіоплазії легеневої артерії** визначається ослаблення тіні кореня і легеневого малюнка.

**Додаткові частки легень.** Серед додаткових часток найчастіше зустрічається частка непарної вени (*lobus venae azygos*). Вона є анатомічним варіантом і завдяки наявності дуплікатури плеври добре візуалізується на рентгенограмі.

**Артеріовенозні аневризми і фістули** зустрічаються в будь-якому віці. Вони можуть бути поодинокими або множинними, однібокими чи двібокими. Рентгенологічно виявляються округлої форми утворення, що складаються з конгломератів звивистих судинних розгалужень, пов'язаних з хвостовою частиною кореня.

## Променева діагностика неспецифічних запальних захворювань органів дихання

**Хронічні неспецифічні захворювання легень (ХНЗЛ)** визначають як групу хронічних захворювань бронхолегеневої системи з різними причинами й механізмами розвитку, які мають ряд загальних клінічних, функціональних і морфологічних проявів (кашель, задишку, порушення бронхіальної прохідності, деструктивні й запальні зміни в бронхах, судинах, паренхімі легень). У структурі ХНЗЛ до 70 % складає хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) і хронічний бронхіт (ХБ), а решта припадає на бронхіальну астму (БА).

**Хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ)** характеризується не повністю оборотною обструкцією дихальних шляхів, прогресуючим перебігом. Поряд із ураженням легень, ХОЗЛ призводить до значних позалегенових супутніх захворювань, які обтяжують перебіг ХОЗЛ. При рентгенологічному дослідженні — легені підвищеної пневматизації, низьке розташування діафрагми, легеневе серце, іноді визначаються емфізематозні булі, ділянки пневмосклерозу.

**Бронхіальна астма (БА)** — хронічне запальне захворювання дихальних шляхів, що клінічно проявляється рецидивуючими симптомами порушення зовнішнього дихання (напади ядухи, кашель). Бронхообструктивний синдром при бронхіальній астмі обумовлений спазмом гладкої мускулатури бронхів, набряком слизової, дискринією. При рентгенологічному дослідженні виявляють підвищення пневматизації легень, низьке розташування діафрагми та легеневу форму серця.

**Бронхіт** — це дифузне запалення бронхів. При *гострому бронхіті* рентгенологічно визначають посилення та збагачення легеневого малюнка.

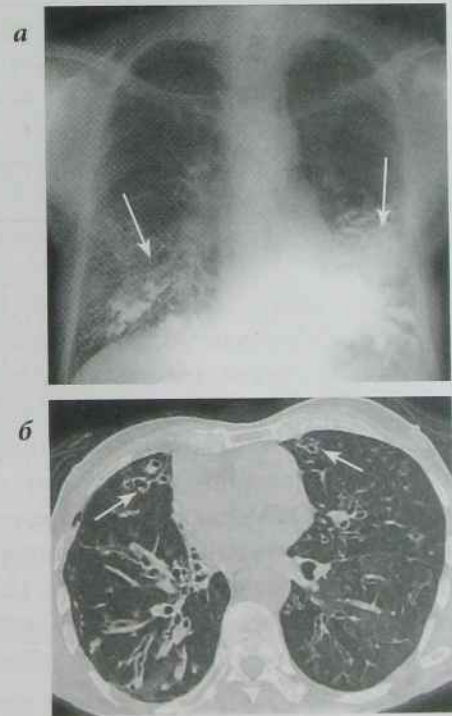
**Хронічний бронхіт** характеризується посиленням і деформацією легеневого малюнка. Потовщені стінки бронхів рентгенологічно виявляються у вигляді парних лінійних тіней (симптом "рейок") і кільцеподібних тіней при ортоградному розташуванні бронхів по відношенню до напряду пучка рентгенівського випромінювання. На бронхограмі і КТ помітна нерівність контурів

бронхів, бронхоектази (циліндрична та мішкоподібна деформація бронхів) (рис. 12.38). У частини хворих на бронхіт рентгенологічні зміни можуть бути відсутні.

### Пневмонія

Сучасна класифікація пневмоній: 1) негоспітальна (домашня); 2) госпітальна (виникає через 48 годин після госпіталізації хворого); 3) аспіраційна; 4) у осіб з імунодефіцитом.

**Пневмонія** — це запальний процес легень із залученням всіх складових частин легеневої



**Рис. 12.38.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції з контрастуванням бронхів базальних сегментів легень, хронічний бронхіт, бронхоектази: контрастовані просвіти бронхів нерівномірно розширені, ділянки звуження просвіту бронхів чергуються з ділянками їх розширення, що мають циліндричну та мішкоподібну форму; б) КТ ОГП, аксіальний зріз, хронічний бронхіт, бронхоектази: циліндрична та мішкоподібна деформація бронхів



тканини: бронхів, бронхіол, альвеол, сполучної тканини та ін. Класифікують пневмонії за етіологією (бактеріальна, вірусна, грибкова), за клініко-морфологічною характеристикою (часткова, сегментарна, часточкова, інтерстиціальна).

Пневмонія клінічно характеризується підвищенням температури тіла до 38–39 °С, головним болем, болем в грудній клітці, який посилюється під час кашлю.

**Паренхіматозна пневмонія** характеризується ураженням 1–2 сегментів, рідше всієї частки. Розрізняють 3 стадії (фази) перебігу паренхіматозної пневмонії: стадію гіперемії, стадію ексудації і стадію відновлення.

У першу стадію (триває близько 1–2 днів) виникає *гіперемія легені*. Рентгенологічно спостерігають посилення легеневого малюнка, іноді окремі пневмонічні вогнища малої інтенсивності, розширення нечітко структурованого кореня легені (рис. 12.39, б).

У стадії ексудації відбувається діapedез еритроцитів, лейкоцитів, фібрину в альвеоли ураженої частки (сегмента) легені. Рентгенологічно в стадії ексудації визначається інтенсивна майже гомогенна тінь ураженої ділянки легені з чітким контуром по міжчастковій щілині (рис. 12.39, в).

У стадії відновлення (триває 7–10 днів) відбувається протеоліз і розрідження фібрину; клінічно хворий виділяє значну кількість мокротиння. Рентгенологічно інтенсивність затемнення зменшується, тінь стає негомогенною (рис. 12.39, г). Посилення та збагачення легеневого малюнка зберігається протягом місяця після стадії відновлення.

При паренхіматозній пневмонії симптом повітряної бронхографії може бути виявлений на КТ (рис. 12.40).

**Вогнищева пневмонія (бронхопневмонія)** — запалення окремих легеневих часточок (ацинусів), що локалізується частіше в нижніх відділах легень. Рентгенологічно візуалізуються вогнищеві тіні середньої інтенсивності з нечіткими контурами, що розташовані переважно в базальних відділах легень та нерідко зливаються між собою (рис. 12.41). Легеневий малюнок збагачений, ко-

рінь легені розширений. Вогнищеві пневмонії характеризуються швидкою зміною рентгенологічної картини: протягом 4–6 днів симптоми нарастають, а через 10–12 днів вогнища розсмоктуються.

**Інтерстиціальна пневмонія** частіше має вірусну етіологію. Рентгенологічно (рис. 12.42, б) в легенях спостерігаються вогнищеві тіні різної величини, посилення і деформація легеневого малюнка, розширення коренів легень.

За допомогою КТ можна точніше визначити локалізацію і поширеність патологічного процесу.

### Ускладнення пневмонії

#### Абсцес легені

У стадії ексудації при несприятливому перебігу запального процесу можливе виникнення некрозу паренхіми легені з формуванням абсцесу.

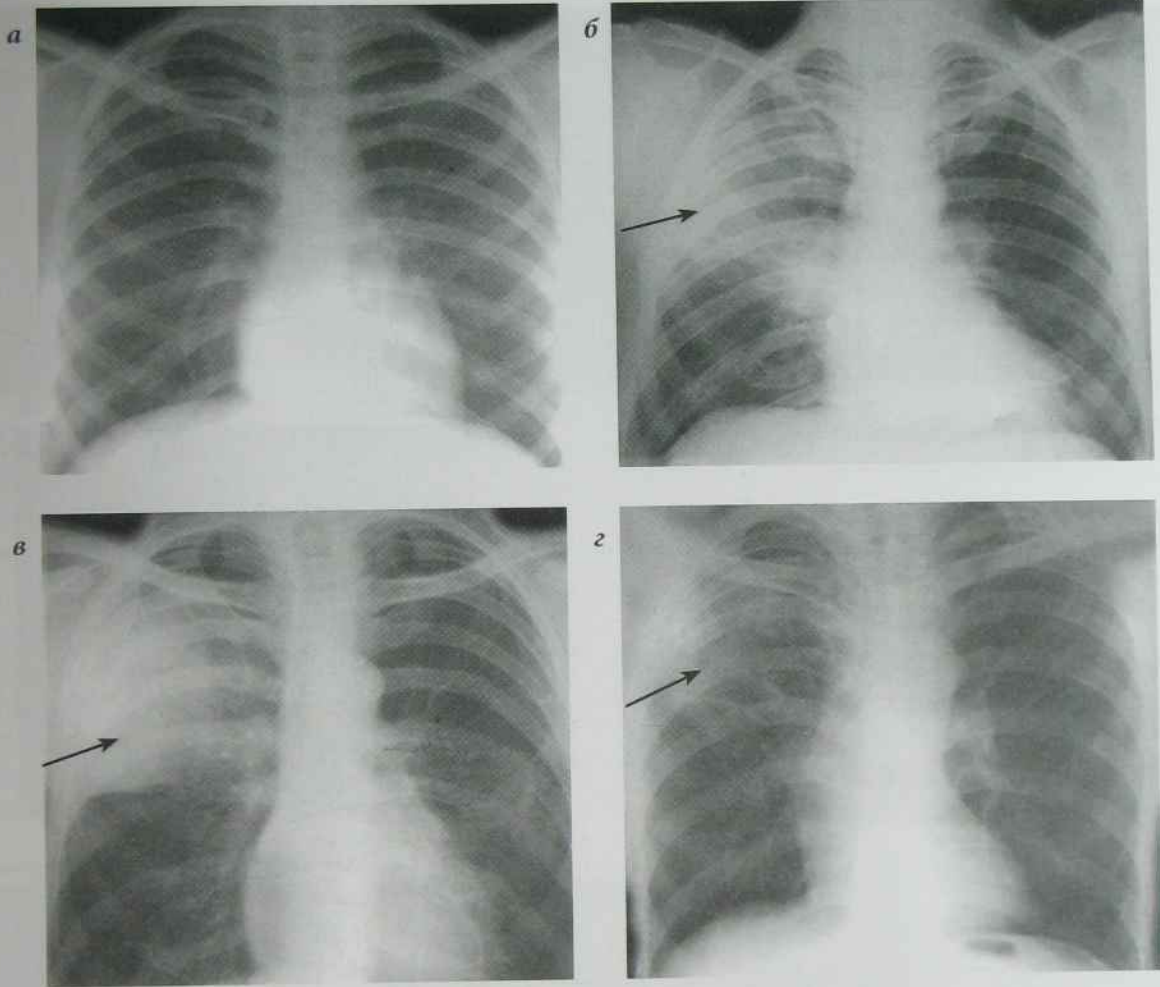
Розрізняють три стадії розвитку гострого абсцесу легені:

- ▶ перша стадія — деструкція інфільтрованої тканини і формування порожнини; рентгенологічно відзначається гомогенна тінь, інтенсивність якої збільшується від її периферії до центру;
- ▶ друга стадія — стадія дренивання порожнини абсцесу через бронх; рентгенологічно (рис. 12.43, б, в) на фоні інфільтрації визначається товстостінна кільцеподібна з нечітким зовнішнім контуром тінь з горизонтальним рівнем рідини (гнійними масами);
- ▶ третя стадія — зменшення розмірів і загоєння порожнини абсцесу.

#### Плеврит

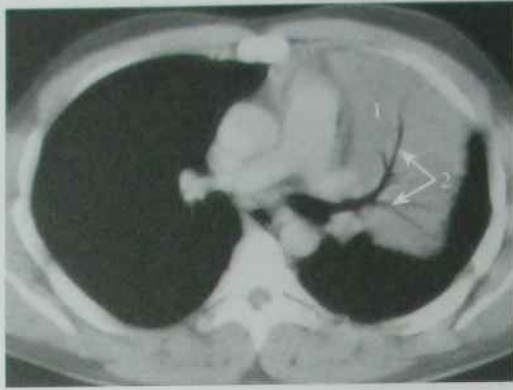
Розрізняють *сухий і ексудативний плеврит*. Рентгенологічно обмежений сухий плеврит не виявляється; поширений сухий плеврит супроводжується потовщенням міжчасткової і костальної плеври (до 1 см), зниженням прозорості легені, нечіткістю контурів реберно-діафрагмальних синусів. При ультразвуковому дослідженні виявляється невелика кількість рідини у плевральній порожнині.

Ексудативний плеврит характеризується накопиченням у плевральній порожнині рідини.



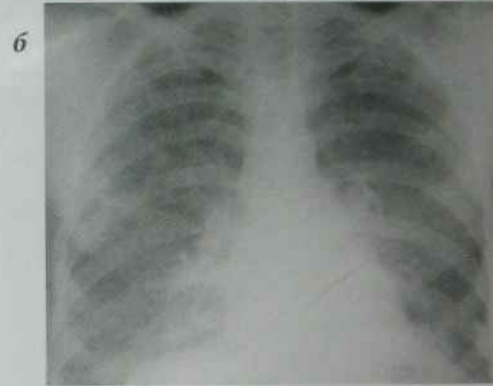
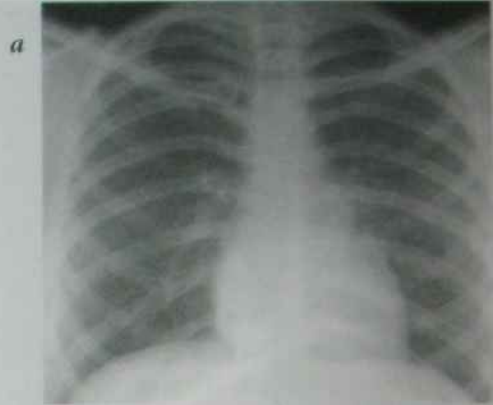
**Рис. 12.39.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається трикутної форми (широка основа трикутника направлена до периферії, вершина — до кореня легені) низької інтенсивності гомогенна тінь з чіткою нижньою межею та нечіткою верхньою межею (проекція 3 сегмента правої легені), легеневий малюнок посилений; корінь правої легені розширений, неструктурний. Правобічна сегментарна (D3) пневмонія, стадія гіперемії; в) рентгенограма ОГП в прямій проекції. Визначається трикутної форми (широка основа трикутника направлена до периферії, вершина — до кореня легені) інтенсивна гомогенна тінь з чіткою нижньою межею та нечіткою верхньою межею (проекція 3 сегмента правої легені), легеневий малюнок верхівкового сегмента посилений; корінь правої легені розширений, неструктурний. Правобічна сегментарна (D3) пневмонія, стадія ексудації; г) рентгенограма ОГП в прямій проекції. У проекції 3 сегмента правої легені на тлі посиленого та деформованого легеневого малюнка визначається середньої інтенсивності негомогенна тінь (внаслідок чергування ділянок інфільтративно зміненої та нормально пневматизованої легеневої тканини); правий корінь нерозширений, неструктурний. Правобічна сегментарна (D3) пневмонія, стадія відновлення



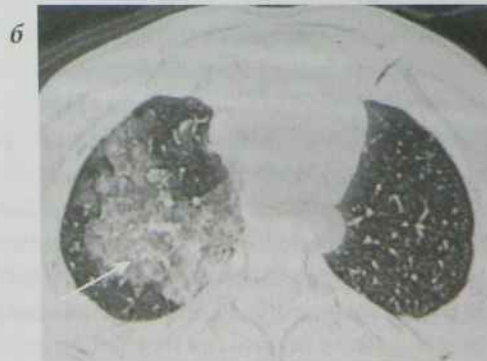
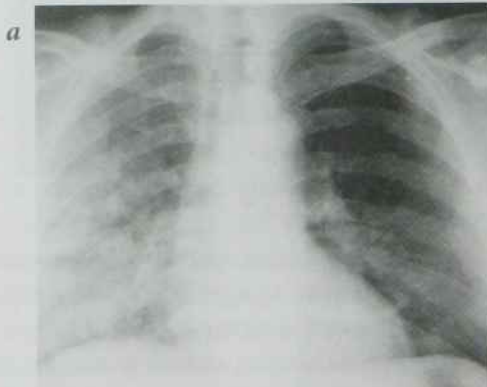


**Рис. 12.40.** КТ на рівні легеневої артерії (медіастинальне вікно):

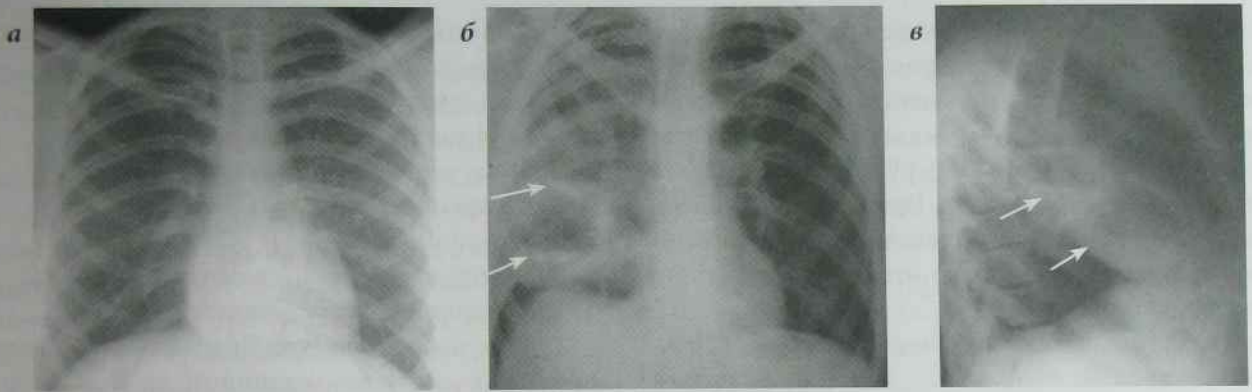
правобічна нижньочасткова паренхіматозна пневмонія, симптом повітряної бронхографії (1 — паренхіма легень у стадії ексудації, 2 — просвіти бронхів)



**Рис. 12.42.** а) рентгенограми органів грудної порожнини в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається виражене посилення та деформація легеневого малюнка переважно за рахунок судинного та бронхіального компонентів в обох легенях, корені легень розширені, неструктурні, діафрагма нечітка. Двобічна інтерстиціальна пневмонія



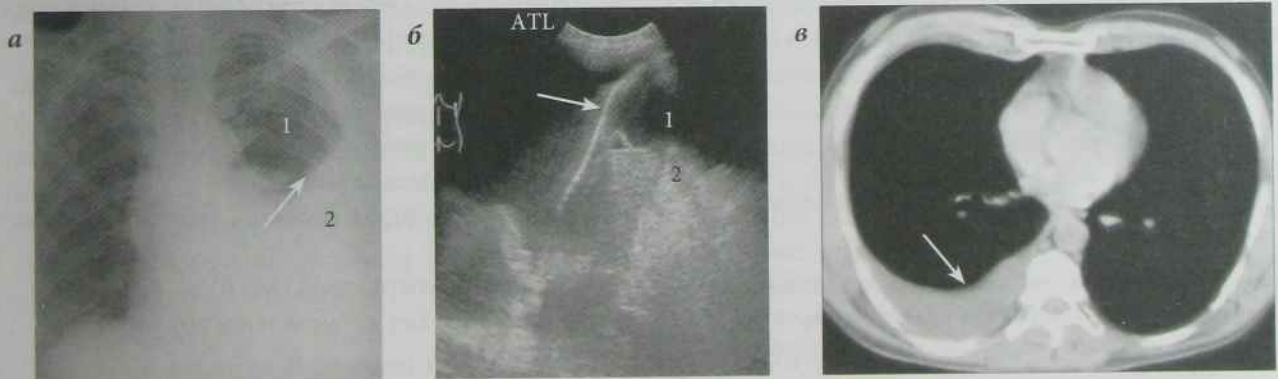
**Рис. 12.41.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається вогнищево-зливна інфільтрація сегментів середньої та нижньої часток правої легені, виражене посилення та деформація легеневого малюнка, корінь правої легені розширений, неструктурний. Правобічна бронхопневмонія з переважним ураженням середньої та нижньої часток правої легені; б) КТ ОГП, аксіальний зріз (легеневе вікно): правобічна нижньочасткова бронхопневмонія



**Рис. 12.43.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі. Рентгенограми ОГП в прямій (б) та бічній (в) проекціях: в середній частці правої легені визначаються кільцеподібні просвітлення з горизонтальними рівнями рідини в них; легеневий малюнок посилений, деформований; корінь правої легені неструктурний, розширений; абсцеси середньої частки правої легені (стрілками вказані горизонтальні рівні рідини в порожнинах абсцесів)

Рентгенографія дозволяє виявити в плевральній порожнині рідину об'ємом більше 50–100 мл, ультрасонографія — об'ємом більше 20 мл. При значному накопиченні рідини на рентгенограмах у прямій проекції виявляють тінь в реберно-діа-

фрагмальному синусі з чіткою верхньою меніскоподібно увігнутою межею з легенею (рис. 12.44). При зміні положення тіла (вертикальне, горизонтальне на спині, горизонтальне на боці) спостерігається зміна розташування та форми тіні.



**Рис. 12.44.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення, що розташоване від рівня лівого склепіння діафрагми до переднього відрізка II ребра лівої половини грудної порожнини та зливається з лівою межею серця; верхня межа затемнення чітка, представлена у вигляді косо-висхідної лінії, що меніскоподібно увігнута вниз; легеневий малюнок верхньої частки лівої легені згущений; ширина міжреберних проміжків зліва збільшена. Лівобічний ексудативний плеврит (1 — незмінена легенева тканина, 2 — рідини в плевральній порожнині, стрілка — верхня межа тіні рідини); б) ультрасонограма лівої плевральної порожнини: лівобічний ексудативний плеврит (1 — рідини в плевральній порожнині, 2 — легенева тканина, діафрагма — стрілка); в) КТ ОГП, аксіальний зріз: правобічний ексудативний плеврит (стрілка)



При вертикальному положенні пацієнта, якщо верхня межа рідини досягає рівня V ребра, то кількість рідини в плевральній порожнині складає близько 1 л, якщо верхня межа рідини досягає рівня III ребра, то кількість рідини в плевральній порожнині — близько 2 л. При накопиченні значної кількості рідини в плевральній порожнині відбувається зміщення органів середостіння в здоровий бік.

Осумкований ексудативний плеврит характеризується накопиченням ексудату в ділянці плевральної порожнини, обмеженій зрощеннями листків плеври. Характерною особливістю осумкованих плевритів є відсутність зміни форми та розташування рідини при зміні положення хворого. Залежно від локалізації розрізняють: верхівковий, міжчастковий, діафрагмальний, середостінний, пристінковий, косто-діафрагмальний плеврит (рис. 12.45).

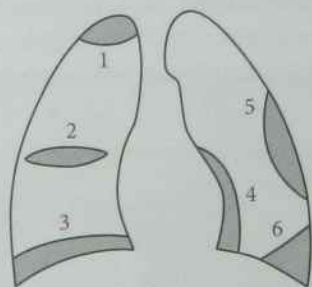


Рис. 12.45. Схематичне зображення осумкованих плевритів:

- 1 — верхівковий; 2 — міжчастковий;  
3 — діафрагмальний; 4 — середостінний;  
5 — пристінковий; 6 — косто-діафрагмальний

### Променева діагностика туберкульозу органів дихання

Туберкульоз — інфекційне захворювання, збудником якого є мікобактерії туберкульозу.

Класифікація туберкульозу (наказ № 499 МОЗ України від 28.10.2003)

#### Туберкульоз легень

- Первинний туберкульозний комплекс
- Дисемінований туберкульоз легень
- Вогнищевий туберкульоз легень
- Інфільтративний туберкульоз легень
- Казеозна пневмонія
- Туберкулома легень
- Фіброзно-кавернозний туберкульоз легень
- Циротичний туберкульоз легень
- Туберкульоз легень, комбінований з пиловими професійними захворюваннями легень (коніо-туберкульоз)

#### Позалегеневий туберкульоз

- Туберкульоз бронхів, трахеї, гортані та інших верхніх дихальних шляхів
- Туберкульоз внутрішньогрудинних лімфатичних вузлів
- Туберкульозний плеврит (емпієма)
- Туберкульоз нервової системи і мозкових оболонок
- Туберкульоз кісток і суглобів
- Туберкульоз сечостатевої системи
- Туберкульоз периферичних лімфатичних вузлів
- Туберкульоз кишківника, очеревини і брижових лімфатичних вузлів
- Туберкульоз шкіри і підшкірної клітковини
- Туберкульоз ока
- Туберкульоз вуха
- Туберкульоз наднирників
- Туберкульоз інших органів і систем (не зазначених вище)
- Міліарний туберкульоз (МТБ)
- Туберкульоз без встановленої локалізації

Примітка. До туберкульозу органів дихання, або туберкульозу дихальної чи респіраторної системи, відносять туберкульоз: носа, приносових пазух, гортані, трахеї, бронхів, легень, грудної порожнини (плеври, внутрішньогрудних лімфатичних вузлів).

Форми туберкульозу органів дихання характеризують за локалізацією, фазами туберкульозного процесу, наявністю бактеріовиділення (МБТ<sup>+</sup> і МБТ<sup>-</sup>).

## Туберкульоз легень

**Первинний туберкульозний комплекс** складається з: 1) первинного туберкульозного вогнища; 2) туберкульозного лімфангоїту; 3) туберкульозного лімфаденіту. Рентгенологічно виділяють 4 стадії перебігу первинного туберкульозного комплексу: інфільтрації, розсмоктування, ущільнення, кальцинації. У *першій (інфільтративно-пневмонічній) стадії* (рис. 12.46, б) виявляють, переважно у верхніх сегментах легень, гомогенну тінь середньої інтенсивності. У *другій стадії (стадії розсмоктування, тривалістю 2–7 місяців)*, внаслідок часткового розсмоктування перифокального запалення, тінь ділиться на дві частини: одна частина в легеневій паренхімі (відповідає первинному вогнищу), друга частина в ділянці кореня легень (відповідає ураженим лімфатичним вузлам); обидві частини сполучаються між собою тінню лімфангоїту. У *третьій стадії (стадії ущільнення)*, тривалістю 7–12 місяців, відбувається ущільнення, часткова кальцинація і зменшення зони пошкодження (рис. 12.46, в). *Четверта стадія (стадія петрифікації)* (рис. 12.46, г) характеризується петрифікацією первинного вогнища (формується вогнище Гопа) і уражених лімфовузлів.

Наслідки первинного туберкульозного комплексу: одужання (повне розсмоктування або формування вогнища Гопа), розпад, виникнення каверни, дисемінація, кровотеча, плеврит, пневмоторакс.

При профілактичних рентгенологічних обстеженнях населення вогнище Гопа виявляють у 10–15 % здорових людей.

## Дисемінований туберкульоз легень

Розрізняють наступні форми дисемінованого туберкульозу легень: гострий, підгострий і хронічний дисемінований туберкульоз легень.

- *Гострий дисемінований туберкульоз* характеризується вогнищевим ураженням більше ніж двох сегментів легень; характеризується наявністю великої кількості м'яких вогнищ на фоні посиленого легеневого малюнка, тіні коренів легень нечіткі (рис. 12.47, б).

- *Наслідки:* розсмоктування (одужання), злиття вогнищ, розпад, виникнення каверни, повторна дисемінація, кровотеча, пневмоторакс, плеврит.
- *Підгострий дисемінований туберкульоз* характеризується переважним вогнищевим ураженням I, II, VI сегментів, вогнища зливаються і утворюють інфільтрати різних розмірів та інтенсивності. Інфільтрати часто розпадаються з утворенням каверн. Каверни оточені вогнищами або істотно не зміненою легеневою тканиною. Підгострий дисемінований туберкульоз легень при недостатньо ефективному лікуванні переходить у хронічну форму.
- *Хронічний дисемінований туберкульоз:* рентгенологічно виявляють вогнища різної щільності і величини на фоні фіброзних і емфізематозних змін легеневої паренхіми, порожнин, деформованих коренів легень (рис. 12.47, в).

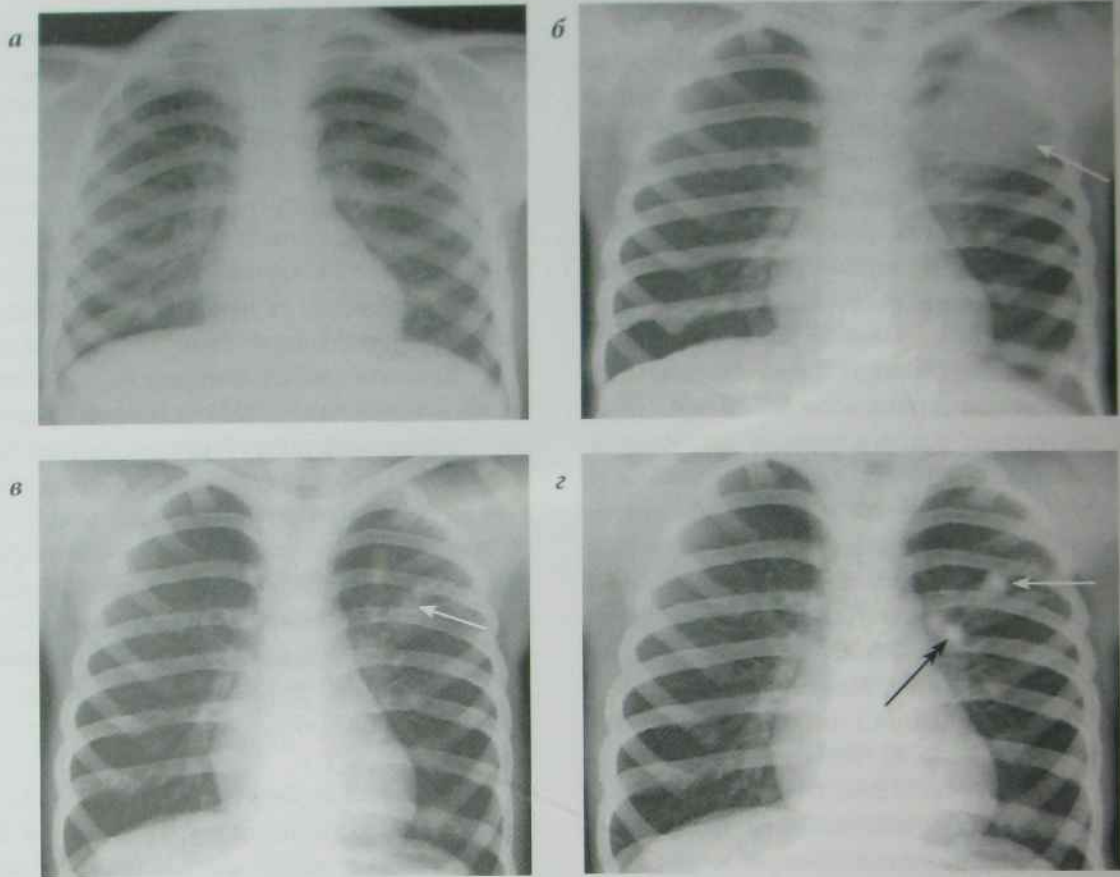
**Вогнищевий туберкульоз** (рис. 12.48, б) характеризується вогнищевим ураженням не більше двох сегментів легень, рентгенологічно на фоні посиленого легеневого малюнка виявляються вогнищеві тіні округлої форми малої інтенсивності з нечіткими контурами.

Наслідки: розсмоктування (одужання), ущільнення, петрифікація, злиття вогнищ, розпад, виникнення каверни, дисемінація, кровотеча, пневмоторакс, плеврит.

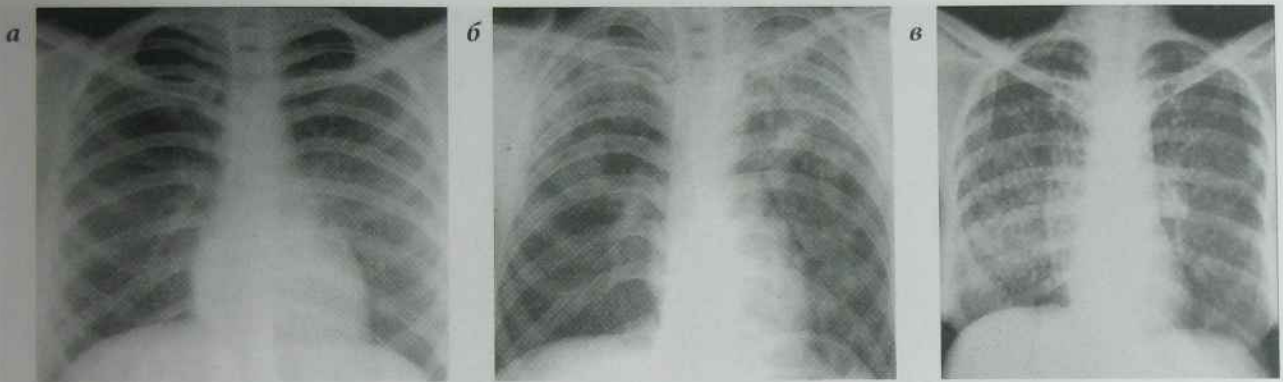
**Інфільтративний туберкульоз** спостерігається у 40–60 % вперше виявлених хворих на туберкульоз; розвивається частіше у верхніх сегментах легень внаслідок злиття первинних туберкульозних вогнищ, оточених перифокальним запаленням.

Рентгенологічно в I, II, VI сегментах виявляють інфільтрати різних типів. *Хмароподібний інфільтрат* представлений тінню малої інтенсивності з нечіткими контурами. Тінь займає весь сегмент або його частину (рис. 12.49, б). *Обмежений (підключичний)* (рис. 12.49, в) інфільтрат у вигляді округлої тіні малої інтенсивності, неоднорідної

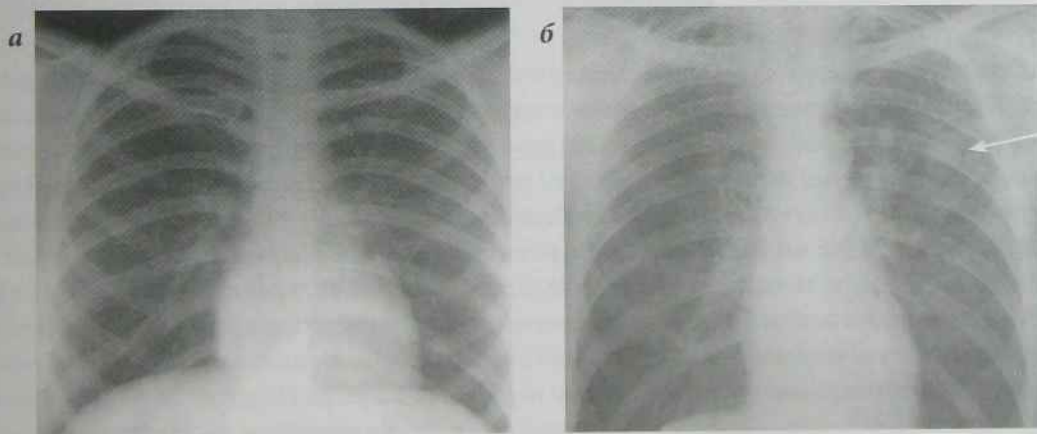




**Рис. 12.46.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в S2 визначається гомогенне середньої інтенсивності затемнення, що медіально зливається з розширеним коренем лівої легені; межі затемнення нечіткі; легеневий малюнок посилений, деформований; корінь лівої легені розширений та неструктурний; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка. Первинний туберкульозний комплекс, стадія інфільтрації (локалізація змін вказана стрілкою); в) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в S2 визначається інтенсивне затемнення з нечіткими нерівними контурами, що медіально зливається з розширеним коренем лівої легені (стрілка); легеневий малюнок посилений, деформований; корінь лівої легені розширений та неструктурний; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка. Первинний туберкульозний комплекс, стадія ущільнення; г) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в S2 на тлі посиленого та деформованого легеневого малюнка визначається округле інтенсивне гомогенне затемнення (близько 1 см в діаметрі) з чітким нерівним контуром; корінь лівої легені не розширений, неструктурний, ущільнений за рахунок звапнених лімфатичних вузлів; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка. Первинний туберкульозний комплекс, стадія петрифікації (стрілка — вогнище Гона, подвійна стрілка — звапнені трахеобронхіальні лімфатичні вузли)



**Рис. 12.47.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: на тлі збідненого легеневого малюнка обох легень визначаються множинні, гомогенні, низької інтенсивності вогнищеві тіні з нечіткими контурами; корені легень розширені, неструктурні; діафрагма розташована на рівні передніх відрізків VI ребер. Гострий дисемінований туберкульоз легень; в) рентгенограма ОГП в прямій проекції: на тлі збідненого легеневого малюнка на всьому протязі в обох легнях визначаються множинні, поліморфні, гомогенні, різної інтенсивності (низької, середньої та високої) вогнищеві тіні; корені легень розширені, неструктурні; діафрагма розташована на рівні передніх відрізків VI ребер. Хронічний дисемінований туберкульоз легень

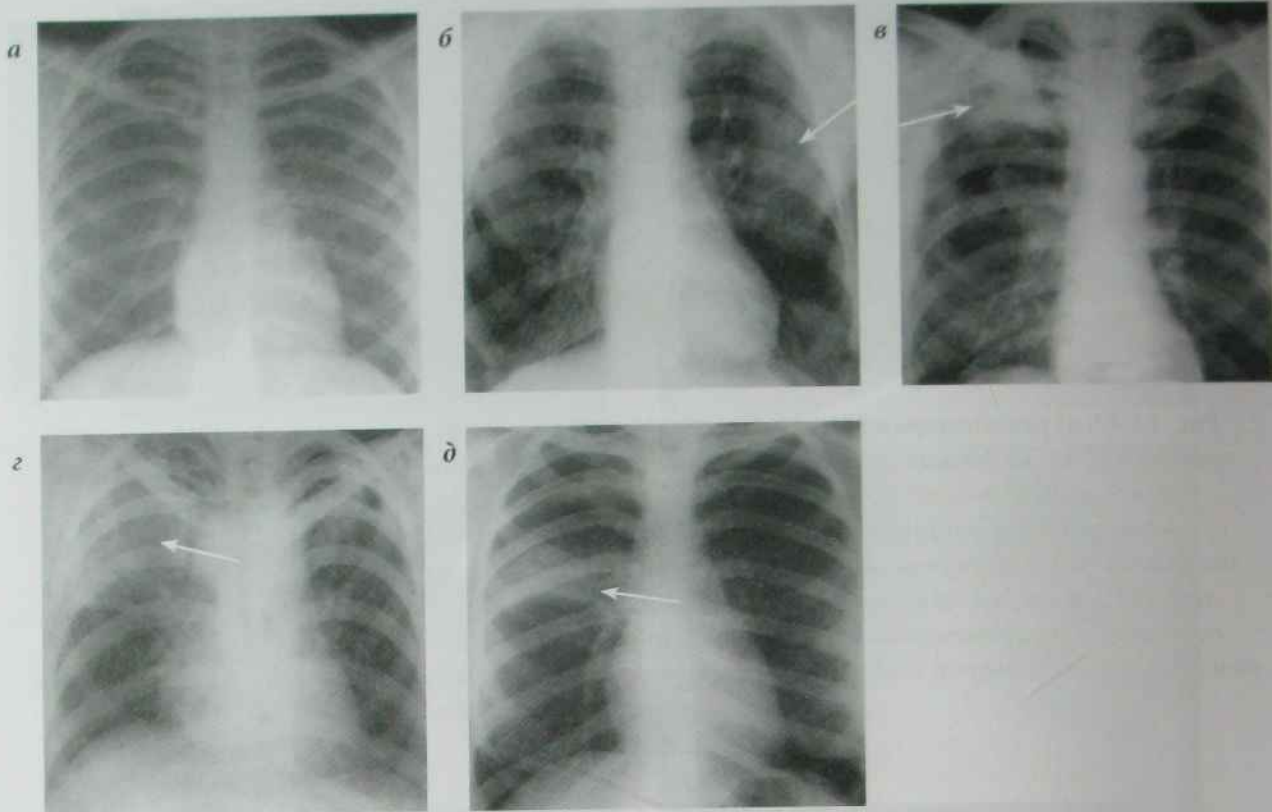


**Рис. 12.48.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в  $S_2-S_3$  на тлі посиленого легеневого малюнка визначаються поліморфні множинні, низької щільності, різних розмірів вогнищеві тіні з нечіткими контурами, корінь лівої легені розширений. Вогнищевий туберкульоз  $S_2-S_3$

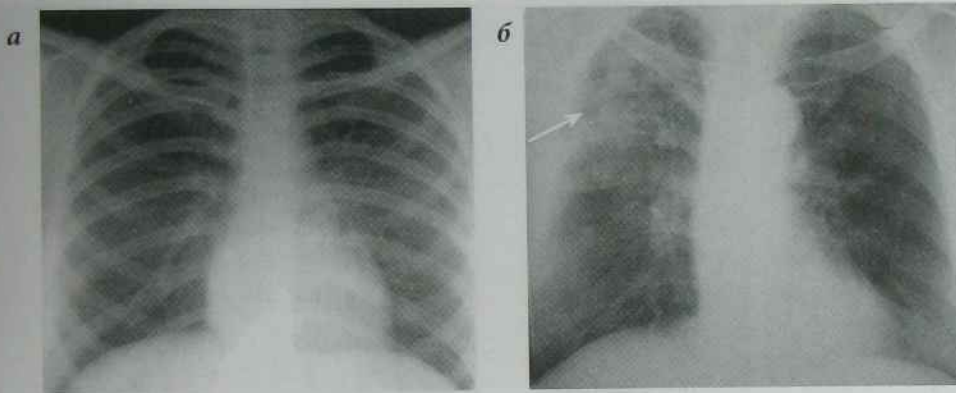
структури, неправильної форми, з нечіткими контурами, розміром 2–3 см. Бронхолобулярний інфільтрат нагадує вогнищево-зливну бронхоп-

невмонію. Частковий інфільтрат (рис. 12.49, г) охоплює всю частку і називається туберкульозним лобітом. Інфільтрат, який локалізується





**Рис. 12.49.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції. В проекції  $S_2-S_3$  визначається гомогенна низької інтенсивності без чітких меж тінь, легеневий малюнок посилений; корінь лівої легені розширений та неструктурний. Інфільтративний туберкульоз, хмароподібний інфільтрат  $S_2-S_3$ ; в) рентгенограма ОГП в прямій проекції. В проекції  $D1-D2$  визначається гомогенна низької інтенсивності без чітких меж тінь, легеневий малюнок посилений, деформований; корінь правої легені розширений та неструктурний в ділянці головки. Інфільтративний туберкульоз, підключичний інфільтрат  $D1-D2$ ; г) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне середньої інтенсивності затемнення верхньої частки правої легені, що медіально зливається з розширеним коренем правої легені; нижня межа затемнення чітка, розташована горизонтально на рівні середини переднього відрізка IV ребра; легеневий малюнок суміжних сегментів без видимих змін; корінь правої легені розширений та неструктурний; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка. Інфільтративний туберкульоз верхньої частки правої легені (туберкульозний лобіт); д) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в III міжреберному проміжку правої легені визначається гомогенне середньої інтенсивності затемнення, що медіально зливається з розширеним коренем правої легені; нижня межа затемнення чітка, розташована горизонтально на рівні середини переднього відрізка IV ребра; легеневий малюнок суміжних сегментів без видимих змін; корінь правої легені розширений та неструктурний; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка; плевра в проекції додаткової міжчасткової щілини правої легені ущільнена. Інфільтративний туберкульоз D3 сегмента (перисцисурит).



**Рис. 12.50.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається негомогенне середньої інтенсивності затемнення верхньої частки правої легені, що медіально зливається з розширеним коренем правої легені; нижня межа затемнення чітка, розташована горизонтально на рівні середини переднього відрізка IV ребра; на тлі інфільтрації виявляються округлі просвітлення близько 1 см в діаметрі з чітким нерівним внутрішнім контуром без наявності горизонтальних рівнів; легеневий малюнок суміжних сегментів без видимих змін; корінь правої легені розширений та неструктурний; ширина міжреберних проміжків не змінена; діафрагма чітка. *Казеозна пневмонія верхньої частки правої легені*

уздовж краю частки легені по ходу міжчасткової щілини, носить назву *туберкульозного перисцисуриту* (рис. 12.49, д).

Наслідки інфільтративного туберкульозу легень: розсмоктування (одужання), туберкулома, розпад, виникнення каверни, дисемінація, кровотеча, пневмоторакс, плеврит.

**Казеозна пневмонія** характеризується інфільтрацією всієї частки легені, швидким розвитком деструкції і важким клінічним перебігом. Контури інфільтрації і деструкції нечіткі, внаслідок контактного переходу процесу на сусідні частки. Спостерігається швидка поява численних вогнищ, схильних до злиття і розпаду, бронхогенне поширення процесу (рис. 12.50, б).

**Туберкулома** — осередок казеозного некрозу паренхіми легень кулястої форми, відокремлений від навколишньої легеневої тканини фіброзною оболонкою; частіше є результатом інфільтративного туберкульозу (рис. 12.51, б). Рентгенологічно туберкулома характеризується кулястою інтенсивною тінню з чіткими, іноді нерівними контурами, структура тіні неоднорід-

на, інкрустована солями кальцію, розмір 2–4 см в діаметрі.

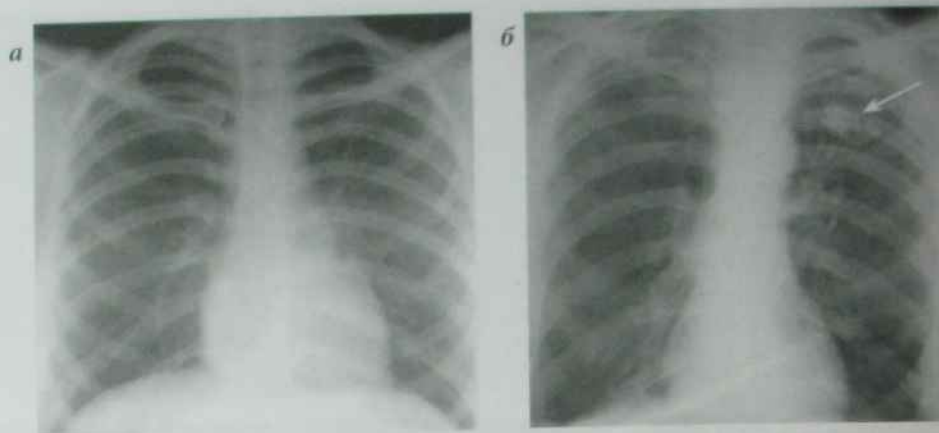
У фазі загострення зовнішні контури туберкуломи стають нечіткими внаслідок перифокального запалення, з'являються вогнища в суміжних сегментах легені, плеврит, доріжка лімфогіоїту.

**Фіброзно-кавернозний туберкульоз** виникає з будь-якої форми туберкульозу внаслідок невчасного виявлення хвороби, пізно розпочатого лікування, особливостей реактивності організму і в разі затяжного перебігу захворювання.

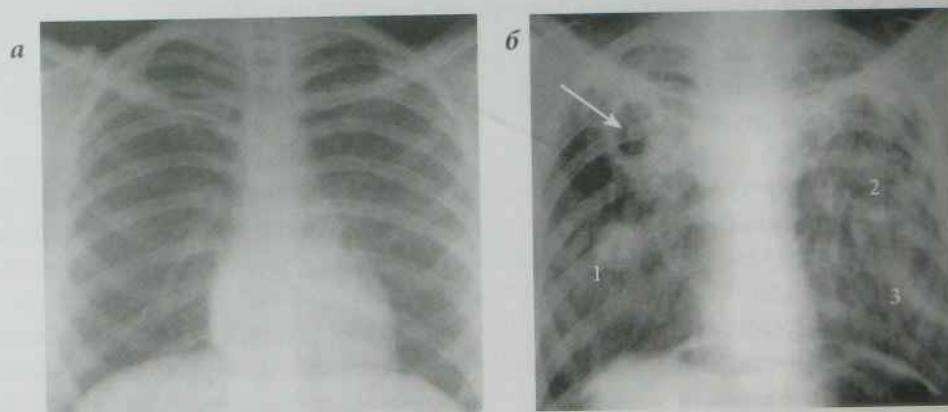
Рентгенологічно виявляється каверна з товстою тришаровою стінкою (внутрішній казеозний, середній грануляційний, зовнішній фіброзний шари), оточена склеротично зміненою легеневою тканиною, вогнищами різної інтенсивності, плевральними ущільненнями. Легеневий малюнок зони ураження посилений і деформований, корінь легені деформований (рис. 12.52, б).

Наслідки. При прогресуванні процесу з'являються дочірні каверни, дисемінація, кровотеча, пневмоторакс, плеврит, цироз легені.





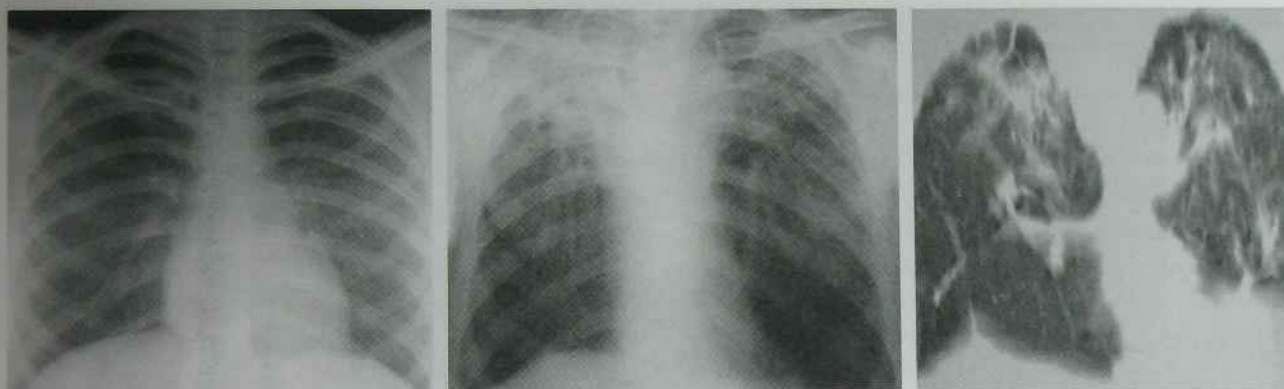
*Рис. 12.51. а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в  $S_1$  на тлі посиленого і деформованого легеневого малюнка та щільних поліморфних гомогенних вогнищ із чіткими контурами визначається овальної форми (розміром  $2 \times 3$  см) інтенсивна тінь з чіткими, нерівними контурами, структура тіні неоднорідна за рахунок дрібних звапнень; корінь лівої легені розширений та неструктурний. Туберкулома  $S_1$*



*Рис. 12.52. а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: на тлі посиленого та деформованого легеневого малюнка за рахунок периваскулярного та перибронхіального фіброзу в обох легенях визначаються множинні дрібні та середні, різної (низької, середньої та високої) щільності поліморфні вогнищеві тіні; в D1 визначається округлої форми просвітлення (близько 3 см в діаметрі) з чітким внутрішнім та нечітким зовнішнім контуром; в D6-сегменті візуалізується куляста тінь (близько 4 см в діаметрі) з чітким нерівним зовнішнім контуром з наявними брилчастими звапненнями; корені легень розширені, неструктурні, підтягнуті до верхівок легень; фіброзно-кавернозний туберкульоз легень (1 — туберкулома, 2 — дисемінація, 3 — цироз легені; каверна — стрілка)*

При правильному лікуванні може спостерігатися загоєння каверн і розвиток циротичного туберкульозу.

**Циротичний туберкульоз легень** розвивається в результаті надмірного розростання сполучної тканини легень (рис. 12.53, б, в). Частіше



а

б

в

**Рис. 12.53.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: на тлі посиленого та деформованого легеневого малюнка за рахунок периваскулярного та перибронхіального фіброзу визначаються множинні дрібні та середньої величини, середньої та високої щільності поліморфні вогнищеві тіні, переважно розташовані в верхніх частках обох легень; корені легень розширені, неструктурні, підтягнуті до верхівок легень; циротичний туберкульоз легень; в) КТ ОГП, коронарна реконструкція: циротичний туберкульоз легень

уражуються верхні частки. Рентгенологічно: частка зменшена в об'ємі, зберігаються казеозні вогнища, залишкові каверни, корінь ущільнений, підтягнутий догори, легеневий малюнок нагадує гілки "плакучої верби", середостіння може бути зміщене у бік переважного ураження, міжреберні проміжки звужені.

#### Позалегеневі форми туберкульозу

**Туберкульозний плеврит** має ті ж рентгенологічні ознаки, що і плеврит нетуберкульозної етіології (рис. 12.54, б).

**Туберкульоз верхніх дихальних шляхів, трахеї і бронхів** виникає за наявності у хворого інших клінічних форм туберкульозу легень. Рентгенологічні ознаки даної форми патології діагностують ендоскопічно або за допомогою КТ (звуження просвіту крупних бронхів або їх обтурація, стінки бронхів нерівномірно потовщені).

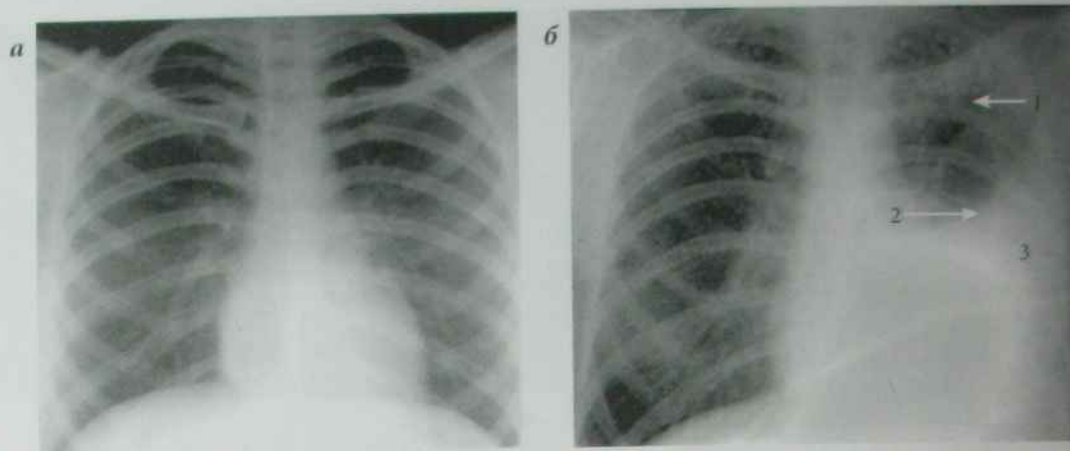
**Коніотуберкульоз** (туберкульоз органів дихання, комбінований з професійними пиловими хворобами легень). Найчастіше туберкульоз поєднується з силікозом (силікотуберкульоз). Рент-

генологічна картина складається з сукупності ознак обох захворювань.

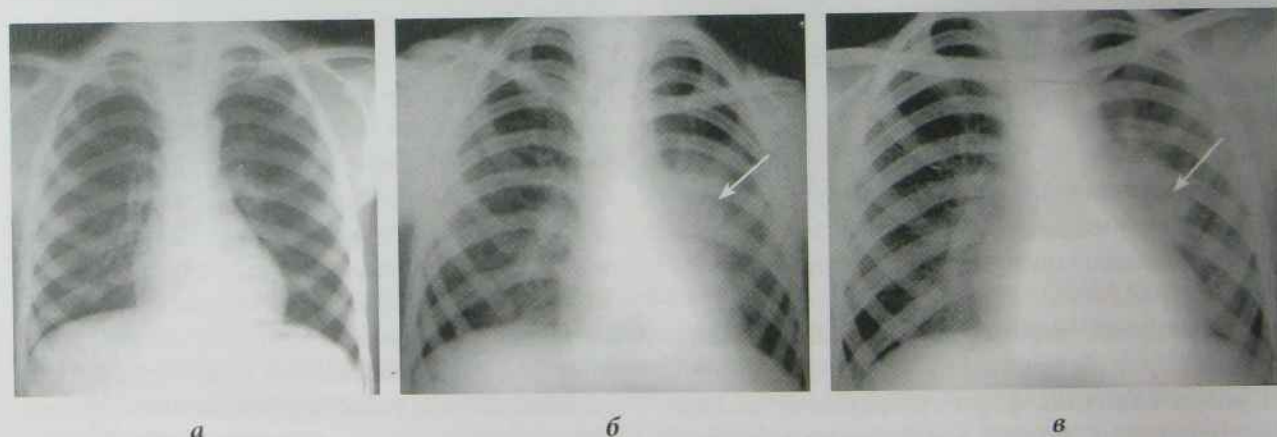
**Туберкульоз внутрішньогрудних лімфатичних вузлів (туберкульозний бронхоаденіт)** є первинним туберкульозом, який розвивається у 35–45 % дітей і у 1–3 % дорослих. Рентгенологічно розрізняють інфільтративну і пухлиноподібну форми туберкульозу внутрішньогрудних лімфатичних вузлів. При *інфільтративній формі туберкульозного бронхоаденіту* групи уражених казеозом бронхопультмональних лімфовузлів оточені перифокальним запаленням. Тіні коренів легень розширені, з нечітким контуром, легеневий малюнок посилений (рис. 12.55, б). При *пухлиноподібній формі туберкульозного бронхоаденіту* групи уражених казеозом бронхопультмональних лімфовузлів відмежовані фіброзною капсулою, яка перешкоджає виникненню перифокального запалення. Рентгенологічно бронхопультмональні лімфовузли мають вигляд тіні з чітким контуром (рис. 12.55, в).

**Міліарний туберкульоз** (від латин. *miliaris* — просяний) — гематогенно-дисемінована форма туберкульозу, що уражує легені і внутрішні



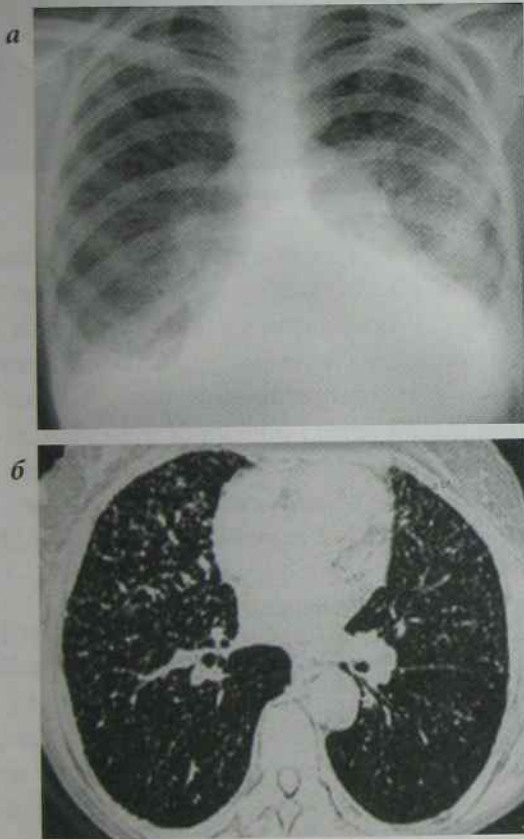


**Рис. 12.54.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне затемнення, що розташоване від рівня лівого склепіння діафрагми до рівня переднього відрізка IV ребра лівої половини грудної порожнини та зливається з лівою межею серця; верхня межа затемнення чітка, представлена у вигляді косо-висхідної лінії, що меніскоподібно увігнута вниз; в D1 та S1 на тлі посиленого та деформованого легеневого малюнка визначаються поліморфні множинні різної щільності та розмірів гомогенні вогнища; ширина міжреберних проміжків не змінена. Вогнищевий туберкульоз. Правобічний туберкульозний плеврит (1 — слабоінтенсивні туберкульозні вогнища, 2 — верхня межа рідини в лівій плевральній порожнині, 3 — рідина в плевральній порожнині)



**Рис. 12.55.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма органів грудної порожнини в прямій проекції. Визначається розширення тіні кореня лівої легені з нечітким контуром внаслідок перифокальної інфільтрації та посилення легеневого малюнка в прикореневій зоні. Туберкульоз внутрішньогрудних лімфовузлів, інфільтративна форма; в) рентгенограма органів грудної порожнини в прямій проекції. Визначається розширення тіні кореня лівої легені з чітким контуром. Туберкульоз внутрішньогрудних лімфовузлів, пухлиноподібна форма

органи. Променими методами дослідження в паренхімі легень на фоні послабленого легеневого малюнка виявляють дифузно розташовані вогнища діаметром 1–3 мм, корені легень неструктурні, розширені (рис. 12.56).



**Рис. 17.56.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: на тлі збідненого легеневого малюнка на всьому протязі обох легень визначаються множинні, гомогенні, середньої інтенсивності дрібні вогнища з чіткими контурами; корені легень розширені, неструктурні. Міліарний туберкульоз легень; б) КТ ОГП, аксіальний зріз: міліарний туберкульоз легень

### Променева діагностика пухлин органів дихання

Розрізняють доброякісні і злоякісні пухлини легень. Доброякісні пухлини: аденоми, папіломи, га-

мартоми, ліпоми, хондроми, міоми, невриноми, ангиоми. Рентгенологічно внутрішньолегеневі доброякісні пухлини зустрічаються у вигляді інтенсивних поодиноких округлих утворень з чіткими контурами. Легеневий малюнок не змінний. Рентгенологічна картина ендобронхіальних пухлин залежить від ступеня obturacii та порядку бронха. Діагностика ендоскопічна, а також променева (бронхографія, КТ, МРТ).

*Злоякісні пухлини:* первинні і вторинні, або метастатичні.

### Рак легень

Рак легень розвивається з епітелію бронхів, частіше уражуються великі бронхи (головні, часткові, рідше сегментарні), рідко периферичні.

Класифікація раку легень за Ю. Н. Соколовим (1956):

Первинні форми раку легень:

- ▶ центральний (ендобронхіальний, екзобронхіальний, перибронхіальний);
- ▶ периферичний (кулястий і порожнинний);
- ▶ нетипові форми (медіастинальний, верхівковий (Пенкоста) і міліарний канцероматоз.

Вторинні форми раку легень:

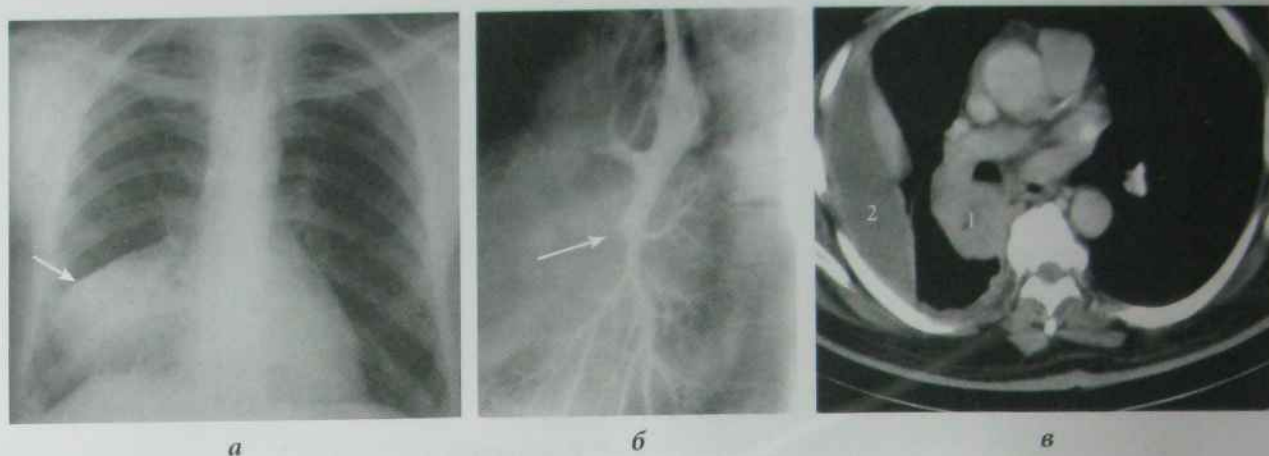
- ▶ метастази.

**Центральний рак легень** розвивається з епітелію бронхів I–III порядку (головний, частковий та сегментарний). Залежно від характеру росту пухлини по відношенню до просвіту бронха розрізняють: ендобронхіальний, екзобронхіальний і перибронхіальний рак.

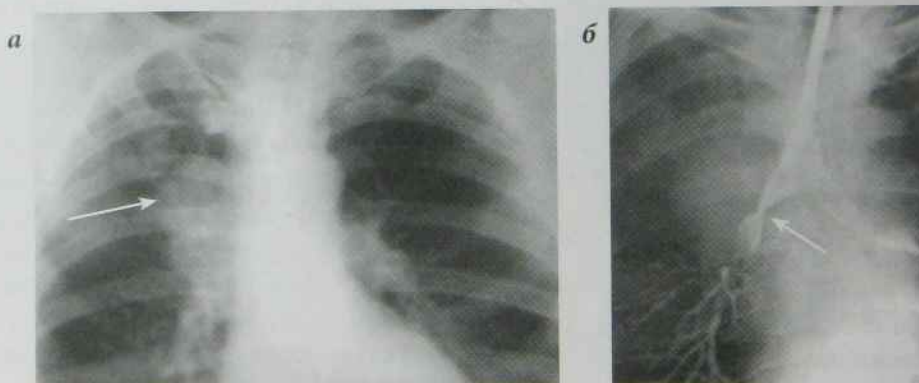
Рентгенологічна картина *центрального ендобронхіального раку* залежить від ступеня obturacii (рис. 12.19) і порядку obturovanogo bronxa (рис. 12.57, а). Бронхографія дозволяє визначити рівень obturacii (симптом ампутації бронха) (рис. 12.57, б). Комп'ютерна і лінійна томографія виявляють пухлину, яка звужує просвіт бронха (рис. 12.57, в).

*Центральний екзобронхіальний рак* легень характеризується розвитком пухлинного вузла в корені легень на стороні ураження. При значному розмірі пухлини можуть з'явитися симп-





**Рис. 12.57.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне, інтенсивне, трикутної форми (широка основа направлена до діафрагми, вершина — до кореня легені) затемнення, що розташоване від рівня правого склепіння діафрагми до рівня IV міжреберного проміжку; верхня межа затемнення чітка, має косо-низхідний напрямок; корінь правої легені та права межа серця зливаються з вказаною тінню. Центральний ендобронхіальний рак середньочасткового бронха правої легені ускладнений ателектазом середньої частки правої легені (тінь ателектазованої середньої частки правої легені — стрілка); б) бронхограма правої легені, симптом ампутації середньочасткового бронха (стрілка); в) КТ ОГП, аксіальний зріз: об'ємне зменшення правого геміторака, центральний ендобронхіальний рак проміжного бронха (1), осумкований плеврит (2)

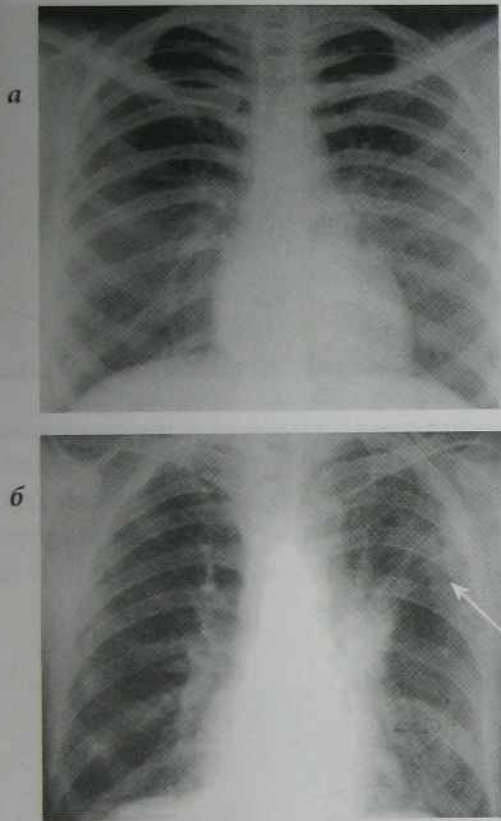


**Рис. 12.58.** Центральний екзобронхіальний рак правого головного бронха:

а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: легені звичайної пневматизації, корінь правої легені розширений в ділянці головки та тіла за рахунок додаткової інтенсивної гомогенної овальної тіні з чітким поліциклічним зовнішнім контуром (стрілка); діафрагма чітка. Центральний екзобронхіальний рак правої легені; б) бронхограма: циркулярне звуження правого головного бронха — стрілка

томи порушення бронхіальної прохідності. Корінь легені розширений, з нечітким контуром (рис. 12.58).

Центральний перибронхіальний рак (рис. 12.59, б) характеризується ростом пухлини вздовж бронхів у вигляді грубих тяжів, які на-



**Рис. 12.59.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: легені звичайної пневматизації, корінь лівої легені розширений у ділянці головки та тіла за рахунок додаткової тіні, що має нечіткий поліциклічний зовнішній контур; нечіткість контуру обумовлена наявністю перибронхіальних тяжів; діафрагма чітка. Центральний перибронхіальний рак лівої легені

гадують “промені сонця, що сходять”. Просвіти бронхів залишаються прохідними, ознаки порушення вентиляції легені не виявляються. На комп’ютерній і лінійній томограмах виявляють потовщення стінок бронхів внаслідок перибронхіального росту пухлини. На бронхограмі визначають рівномірне концентричне звуження просвіту бронхів на значному протязі і потовщення їх стінок. Для уточнення діагнозу використовують черезбронхіальну пункційну біопсію.

**Периферичний рак** виникає з епітелію слизової оболонки субсегментарних бронхів і бронхіол. Розрізняють кулясту і порожнинну форми периферичного раку. На рентгенограмі ОГП і на КТ периферичний рак виявляється у вигляді вузла діаметром 2–4 см і більше. Ознаки *кулястої форми периферичного раку* легені: неправильна куляста форма, неоднорідна структура тіні пухлини, нерівні нечіткі контури тіні, незмінена легенева тканина навколо тіні ракового вузла, зрідка наявність ракового лімфангоїту у вигляді “доріжки” до кореня легені (рис. 12.60, а, б). При субплевральній локалізації раку легень можлива його візуалізація за допомогою УЗД (рис. 12.60, в). На ПЕТ визначається вогнище гіперфіксації радіонукліда (кольорова вкладка: рис. 8)

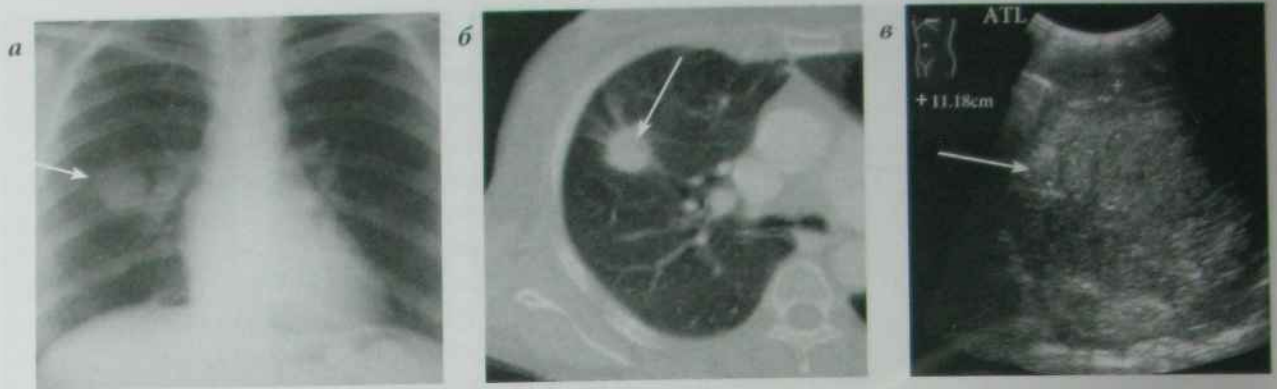
*Порожнинна форма периферичного раку* легень виникає в результаті розпаду центральної частини кулястого периферичного раку легень (рис. 12.61, б). Порожнина має неправильну форму з нерівними контурами, частіше без горизонтального рівня рідини. На ранніх стадіях розпад діагностують за допомогою КТ.

### **Нетипові форми раку легень**

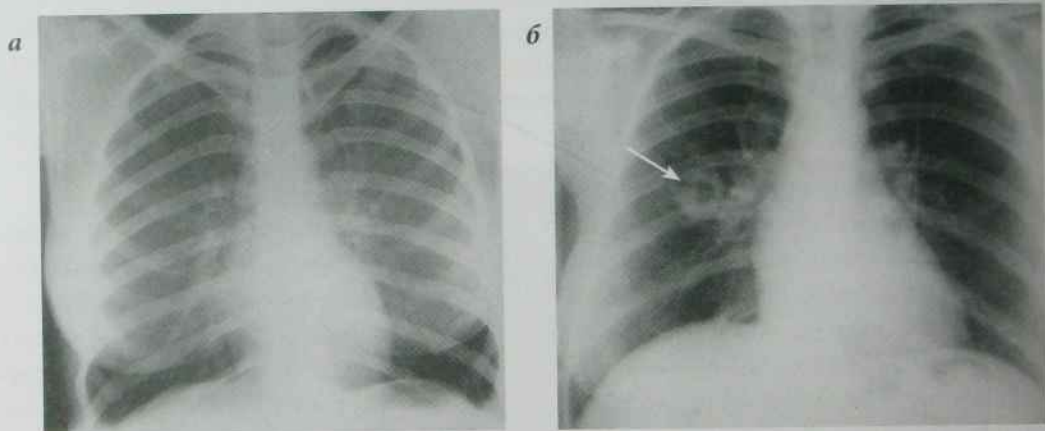
**Верхівковий рак (рак Пенкоста)** — це периферичний рак верхньої частки легені, розташовується субплеврально поблизу нервового плечового сплетення. Швидко уражує ребра і нервові сплетення, що зумовлює важку неврологічну клінічну картину: біль в грудній клітці, синдром Горнера (птоз верхньої повіки, міаз, енофтальм). Рентгенологічно: гомогенна тінь на верхівці легені, у занедбаних випадках деструкція задніх відділів ребер, а також поперечних відростків хребців на рівні розташування пухлини (рис. 12.62, б).

**Медіастинальний рак легень** (рис. 12.62, в) як самостійна нозологічна форма зустрічається рідко, частіше є проявом метастазування ракової пухлини з іншого органа. Клінічно характеризується компресійним синдромом ураження середостіння (синдром верхньої порожнистої вени, стиснення стравоходу, поворотного і діафрагмального нервів, набряк обличчя і шиї). Рентгенологічно визначається розширення се-





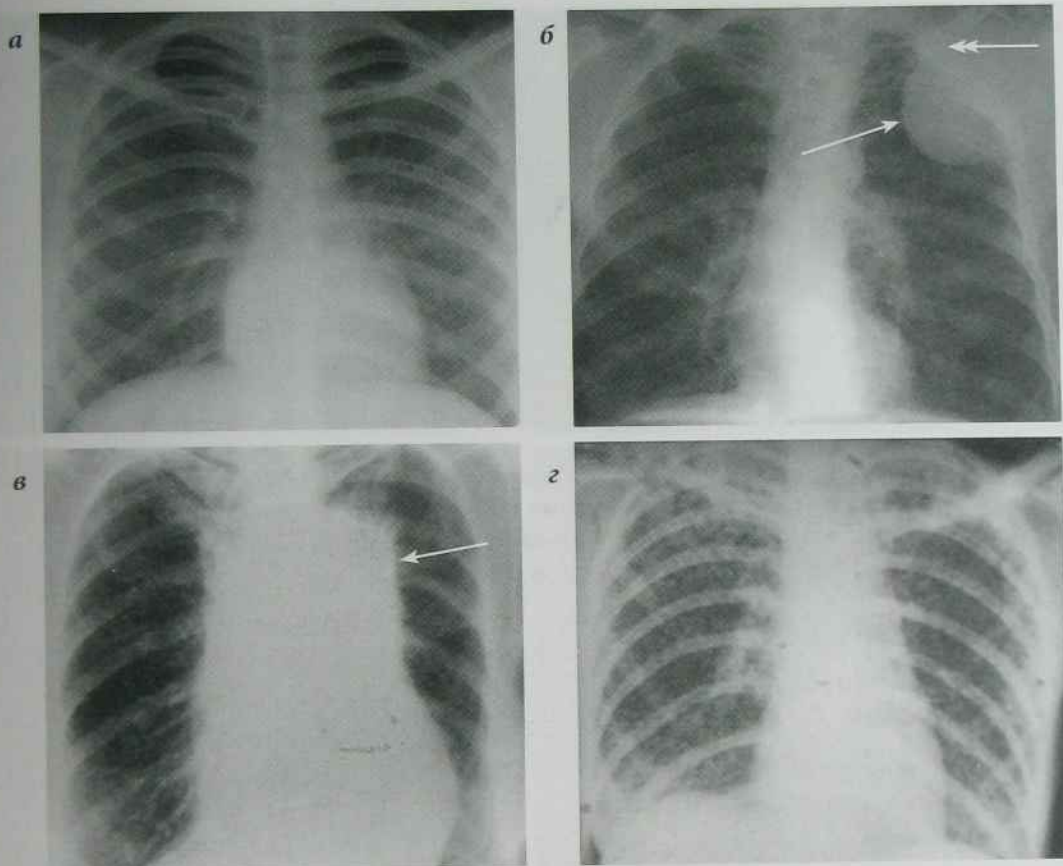
**Рис. 12.60.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається гомогенне високоінтенсивне кулясте затемнення (стрілка) з чітким нерівним контуром, яке розташоване в D<sub>6</sub>; легневий малюнок не змінений; корінь лівої легені розширений, структурний. Периферичний рак правої легені, куляста форма; б) КТ ОГП, аксіальний зріз: периферичний рак правої легені, куляста форма (стрілка); в) ультрасонограма ОГП: субплеврально розташоване гіперехогенне утворення в лівій легені (периферичний рак лівої легені – стрілка)



**Рис. 12.61.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в D<sub>6</sub> визначається негомогенна тінь (розміром близько 3,5 см в діаметрі) з ексцентрично розташованим просвітленням овальної форми (діаметром близько 1,5 см) з чітким нерівним внутрішнім та зовнішнім контуром; товщина стінки порожнини нерівномірна (від 0,5 до 1,5 см); легневий малюнок не змінений; корінь лівої легені розширений, структурний. Периферичний рак правої легені, порожниста форма (ексцентрично розташована порожнина розпаду в тіні пухлини, що нагадує форму “перся” — стрілка)

редостіння з переважним одностороннім ураженням, тінь гомогенна середньої або високої інтенсивності з досить чітким контуром. На КТ, МРТ виявляється гіперплазія уражених лімфовузлів.

Міліарний карциноз легень (рис. 12.62, г) як самостійна нозологічна форма зустрічається рідко, частіше є проявом метастазування ракової пухлини з іншого органа. На рентгенограмах



**Рис. 12.62.** а) рентгенограми ОГК в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в  $S_1-S_2$  сегментах визначається гомогенне високоінтенсивне з чітким округлим контуром затемнення (розміром  $6 \times 8$  см), що щільно прилягає до грудної стінки; легеневий малюнок прилеглих сегментів деформований; корінь лівої легені розширений, неструктурний; відзначається деструкція переднього відрізка II лівого ребра. Рак Пенкоста лівої легені (пухлинний вузол — стрілка, деструкція II ребра — подвійна стрілка); в) рентгенограма ОГП в прямій проекції: визначається розширення тіні верхнього середостіння за рахунок гомогенного високоінтенсивного утворення, розташованого парамедіастинально зліва, з чітким зовнішнім контуром. Тінь лівого кореня легені зливається з тінню розширеного середостіння. Медіастинальний рак; г) рентгенограма ОГП в прямій проекції: на тлі збідненого легеневого малюнка на всьому протязі в обох легенях визначаються множинні, поліморфні, гомогенні, середньої інтенсивності, дрібні вогнищеві тіні; корені легень розширені, неструктурні. Міліарний карциноз

і комп'ютерних томограмах у легенях виявляють множинні тіні, розміром до 3 мм, які з часом збільшуються.

#### Метастатичні пухлини легень

Метастазують в легені рак шлунка, молочної залози, наднирників, остеогенна саркома, хоріон-

епітеліома та ін. (рис. 12.63). Метастазування можливе гематогенним, лімфогенним і бронхогенним шляхами в одну або обидві легені, тіні метастатичних вузлів множинні, розміри метастазів від кількох міліметрів до кількох сантиметрів у діаметрі, їх форма частіше куляста, контури чіткі, можуть бути нерівні.



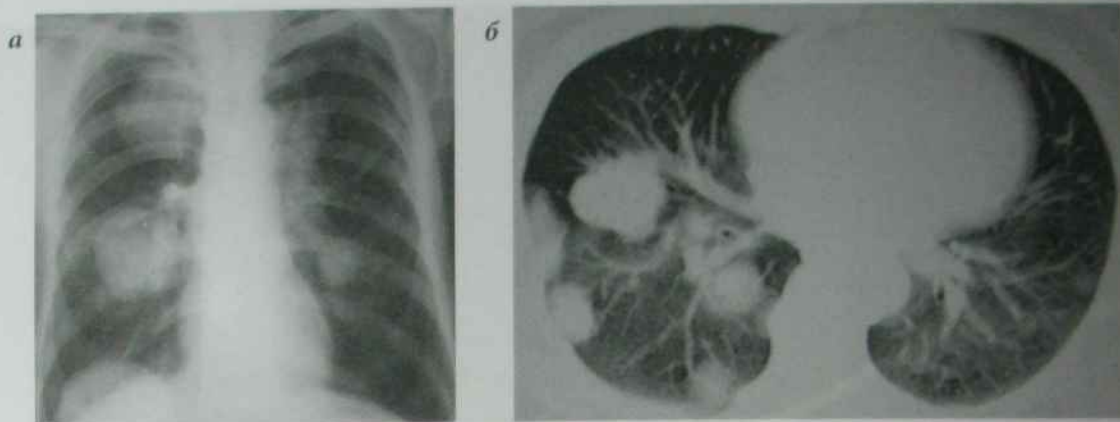


Рис. 12.63. а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в легенях визначаються середньої щільності округлої форми з чіткими горбистими контурами тіні, легеневий малюнок деформований, корені легень розширені, неструктурні, права частина діафрагми нечітка. Метастатичні пухлини легень; б) КТ ОГП, аксіальний зріз: метастатичні пухлини легень

### Променева діагностика невідкладних станів органів дихання

Травми грудної клітки бувають відкриті або проникаючі (вогнепальні, колоті, різані) і закриті (внаслідок удару, падіння, стиснення). Травми, що супроводжуються переломами кісток грудної клітки, часто ускладнюються пневмотораксом, гемотораксом, підшкірною емфіземою (рис. 12.64, а, б), забиттям (рис. 12.64, г) або розривом легені, трахеї, бронхів, пошкодженням серця, стравоходу, діафрагми та ін.

Пневмоторакс — патологічний стан, що характеризується накопиченням повітря у плевральній порожнині внаслідок відкритої або закритої травми грудної клітки. Рентгенологічно пневмоторакс проявляється просвітленням, легеневий малюнок відсутній, визначається тінь колабованої легені з чітким зовнішнім контуром за рахунок вісцеральної плеви (рис. 12.65).

Пневмогідроторакс характеризується наявністю в плевральній порожнині рідини з горизонтальним рівнем та повітрям над нею (рис. 12.66)

Спонтанний пневмоторакс може бути ускладненням різних захворювань легень (туберкульозу, емфіземи, кісти) внаслідок ураження патологічним процесом вісцеральної плеви та її

розриву. За допомогою КТ виявляють невелику кількість повітря у плевральній порожнині.

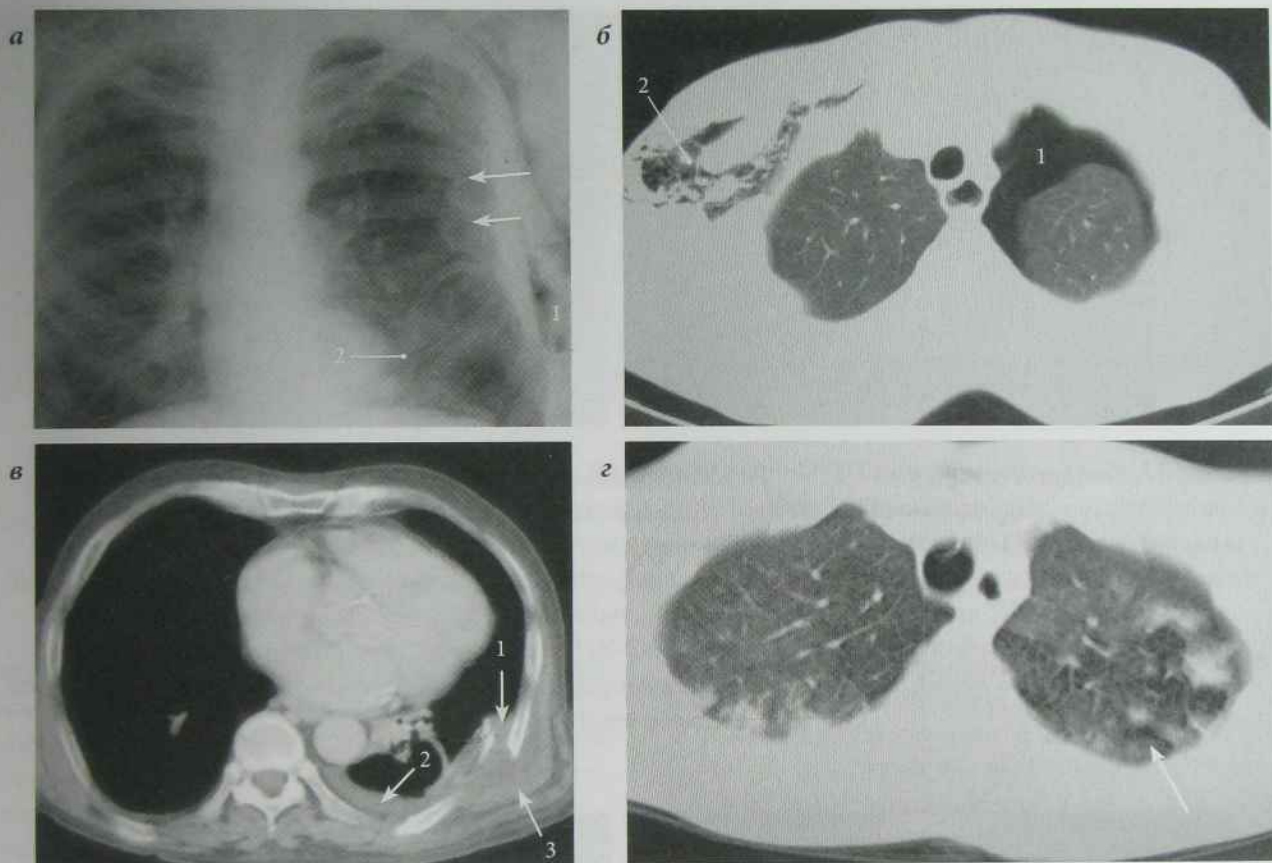
### Сторонні тіла бронхів

Розрізняють рентгеноконтрастні і нерентгеноконтрастні сторонні тіла.

Рентгеноконтрастні сторонні тіла — дрібні предмети високої щільності, виявляються на рентгенограмах легень, виконаних у двох проекціях у вигляді щільних тіней відповідно до форми, розмірів і положення стороннього тіла (рис. 12.67).

Нерентгеноконтрастні сторонні тіла (не затримують рентгенівські промені) — згустки крові, бобові, насіння соняшнику й ін. — викликають різний ступінь обтурації бронхів різного порядку, тому виявлення сторонніх тіл проводять за визначенням локалізації порушення бронхіальної прохідності. Широко використовують КТ, МРТ, бронхографію.

Набряк легень — це стан надмірного накопичення переважно в альвеолах (альвеолярний набряк) і проміжній тканині (інтерстиціальний набряк) плазми і деякої кількості клітинних елементів крові. Таке ділення видів набряку легень у значній мірі умовне.

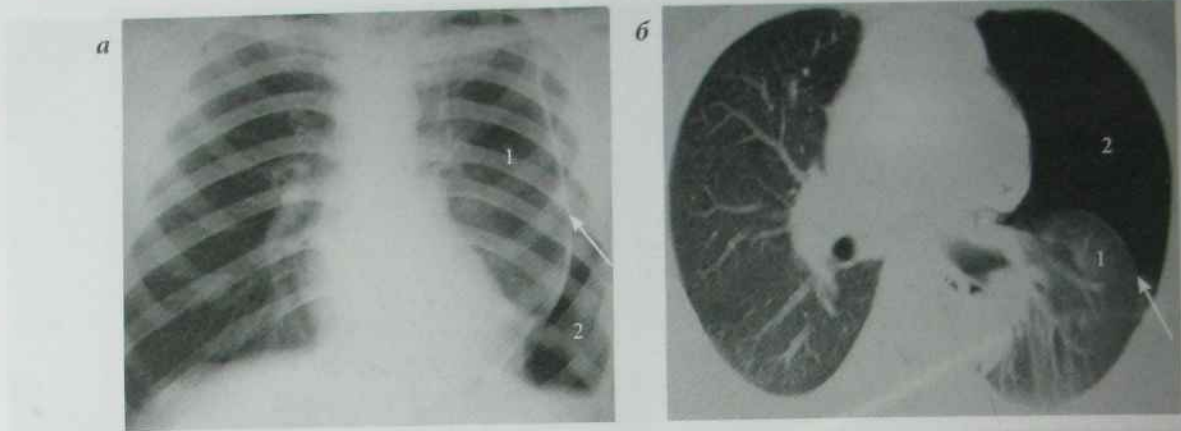


**Рис. 12.64.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: пневматизація легень знижена за рахунок забиття легеневої тканини; корені легень не розширені, структурні; діафрагма на рівні VI міжреберних проміжків; органи середостіння не зміщені від середньої лінії; на тлі легень та за їх межами визначаються лінійні просвітлення в місці розташування грудних м'язів, внаслідок наявності повітря в підшкірній жировій клітковині та між волокнами грудних м'язів; визначаються переломи VII–VIII ребер по лівій задній аксілярній лінії (стрілки); травматичний лівобічний пневмоторакс, міжм'язова та підшкірна емфізема; переломи VII–VIII ребер по лівій задній аксілярній лінії (1 — підшкірна емфізема, 2 — дренажна трубка в плевральній порожнині); б) КТ ОГП, аксіальна проекція (1 — вільне повітря в лівій плевральній порожнині, 2 — повітря в підшкірній жировій клітковині); в) КТ ОГП аксіальна проекція (1 — місце перелому ребра, 2 — гемоторакс, 3 — підшкірна гематома); г) КТ ОГП, аксілярний зріз. Забій легень (множинні хмароподібні субплевральні ущільнення легеневої тканини з нерівними нечіткими контурами (стрілка) обумовлені крововиливами в паренхіму легень, легеневий малюнок посилений)

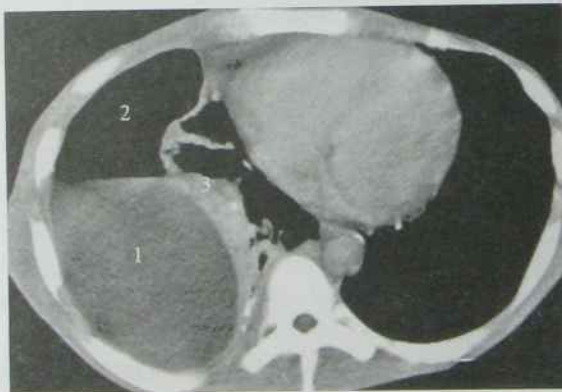
Гострий набряк легень (частіше кардіогенний набряк) розвивається в результаті підвищення тиску в малому колі кровообігу і вазомоторних

порушень, а також при підвищенні проникності стінок капілярів. Клініка: задишка, відчуття немотивованого страху, блідість, пітливість, по-

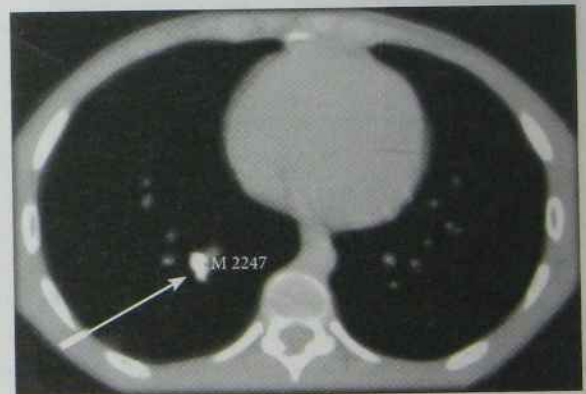




**Рис. 12.65.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції. Підвищення прозорості лівого геміторакус латеральніше лівої передньої аксиллярної лінії, легеневий малюнок не простежується; ліва легеня зменшена в об'ємі (має чіткий зовнішній контур по лівій передній аксиллярній лінії, обумовлений вісцеральною плеврою), прозорість частково колабованої лівої легені рівномірно знижена, легеневий малюнок згущений; корені легень не розширені, структурні; органи середостіння не зміщені від серединної лінії. Лівобічний пневмоторакс; б) КТ ОГП, аксіальний зріз. Лівобічний пневмоторакс (1 — колабована ліва легеня, 2 — вільне повітря в лівій плевральній порожнині, контур колабованої легені — стрілка)



**Рис. 12.66.** КТ ОГП, аксіальний зріз: правобічний пневмогідроторакс (1 — ексудат, 2 — газ у плевральній порожнині, 3 — потовщена плевра)

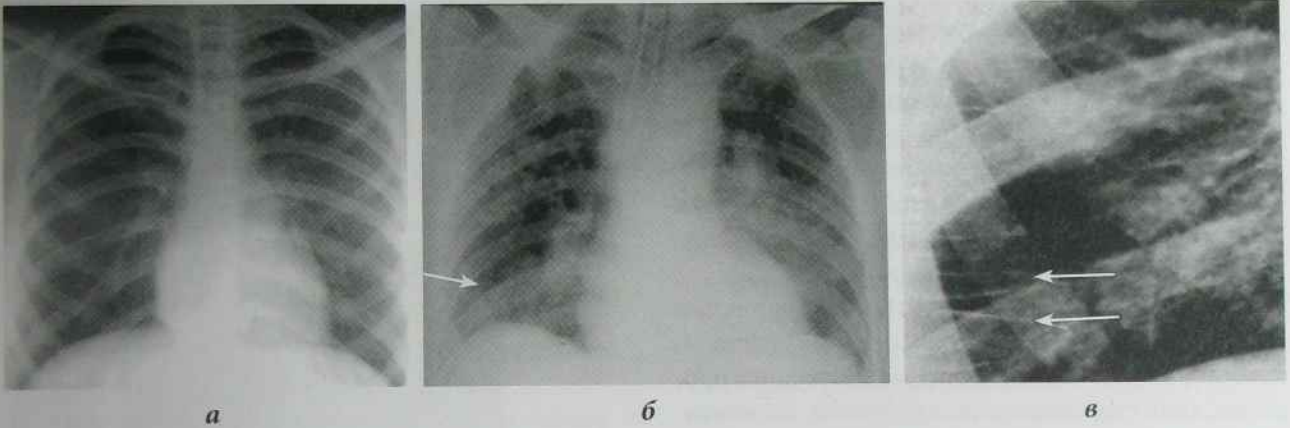


**Рис. 12.67.** КТ ОГП, аксіальний зріз: стороннє тіло металевої щільності (2247 НУ) правого нижньочасткового бронха (стрілка)

верхнє дихання (35–40 дихань у хвилину), болісний безперервний кашель з пінистим мокротинням, кровохаркання.

При інтерстиціальному набряку легень рентгенологічно (рис. 12.68, б) відзначається інтенсив-

не, гомогенне затемнення коренів легень, їх значне розширення і нечіткість контурів; збіднення легеневого малюнка на периферії обох легень за рахунок вираженого звуження дрібних артерій, розширення венозних судин переважно у верхніх

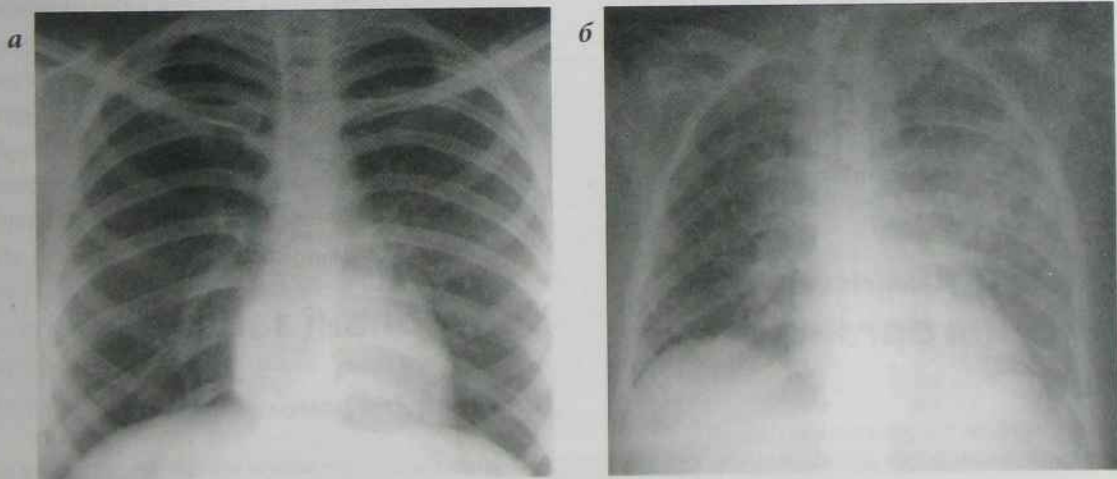


**Рис. 12.68.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції, зниження пневматизації легень за рахунок посилення легеневого малюнка в прикореневих відділах легень; тіні судин нечіткі; корені легень розширені, неструктурні, зовнішній контур нечіткий; діафрагма чітка; інтерстиціальний набряк легень; в) фрагмент рентгенограми ОГП: лінії Керлі (стрілки)

частках (перерозподіл кровотоку) або у всіх відділах легень; лінії Керлі (рис. 12.66, в), які являють собою щільні тонкі горизонтально розташовані смужки довжиною від 0,5 до 3,0 см у нижньолатеральних відділах легень, що виникають внаслідок накопичення рідини в міжчасточкових перетин-

ках; розширення та посилена пульсація стовбура легеневої артерії та її крупних гілок.

Рентгенологічні ознаки альвеолярного набряку легень (рис. 12.69, б): нерівномірне зниження пневматизації прикореневих відділів легень за рахунок появи вогнищевих тіней різних розмірів;



**Рис. 12.69.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції в нормі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: зниження пневматизації легень за рахунок вогнищево-зливної інфільтрації та посилення легеневого малюнка в прикореневих відділах легень та в нижній частці лівої легені; корені легень розширені, неструктурні, зовнішній контур нечіткий; склепіння діафрагми нечітке. Альвеолярний набряк легень



корені легень розширені, неструктурні; легеневий малюнок легень посилений, розмитий; ураження двобічне; розміри серця збільшені. Характерною ознакою набряку легень є швидка динаміка рентгенологічної картини під впливом лікування.

При *хронічному набряку легень* особливістю є ураження нижніх відділів легень і накопичення рідини у плевральній порожнині.

Інтерстиційний набряк легень спостерігається при стисненні (блокаді) великого лімфатичного колектора пухлиною чи хронічним запальним процесом, який супроводжується фіброзом, що викликає звуження і облітерацію дрібних лімфатичних судин. Решта судин переповнюються лімфою і розширюються, тиск в них підвищується, і відбувається трансудація лімфи в інтерстиційну тканину.

Типова ознака інтерстиційного набряку — наявність лінійних тіней за рахунок ущільнення й інфільтрації реберно-діафрагмальних септальних утворів — лінії Керлі.

### **Тромбоемболія легеневої артерії**

Тромбоемболія легеневої артерії (ТЕЛА) виникає внаслідок обтурації тромбом гілки легеневої артерії. Рентгенологічно виявляють вогнищеві зливні (у 65 % випадків), округлі (у 25 % випадків), рідко (у 3 % випадків) сегментарні затемнення.

Перфузійна сцинтиграфія виявляє в легенях ділянки з пониженою перфузією.

Ангіопульмонографія та СКТ (рис. 12.70) визначає локалізацію оклюзії гілки легеневої артерії.

## **Алгоритм променевого дослідження органів дихання**

Алгоритм променевого дослідження органів дихання включає наступні методики: флюорографію, рентгенографію, флюороскопію, лінійну томографію, КТ, СКТ, МРТ, сцинтиграфію, ОФЕКТ, ПЕТ, радіонуклідне сканування, УЗД.

Основні методики дослідження: рентгенографія, флюорографія, флюороскопія.



**Рис. 12.70.** Ангіограма лівої легеневої артерії:

*тромбоемболія верхньоязичкової легеневої артерії (визначається контрастований початковий сегмент верхньоязичкової артерії лівої легень протяжністю близько 3 см від верхньочасткової артерії — «симптом ампутації» (стрілка); дистальніше місця обтурації гілки верхньоязичкової артерії не контрастовані*

Додаткові методики дослідження: лінійна томографія, КТ, СКТ, УЗД.

Спеціальні методики дослідження:

- ▶ неінвазивні і малоінвазивні: МРТ, сцинтиграфія, КТ-ангіографія, МР-ангіографія;
- ▶ інвазивні: бронхографія, ангіопульмонографія, ангіографія бронхіальних артерій.

## **Контрольні завдання**

### **Питання для самоконтролю**

2. Перечисліть променеві методи дослідження органів дихання.
3. Намалюйте схему сегментарної будови легень.
4. Перечисліть променеві симптоми легеневої патології.
5. Перечисліть променеві синдроми легеневої патології.
6. Перечисліть рентгенологічні ознаки другого і третього ступенів порушення бронхіальної прохідності.

7. Перечисліть променеві ознаки гострого і хронічного бронхіту.
  8. Перечисліть променеві ознаки паренхіматозної пневмонії по стадіях її розвитку.
  9. Які ускладнення пневмонії вам відомі? Перечисліть променеві ознаки абсцесу легені.
  10. Ознаки накопичення рідини в плевральній порожнині.
  11. Перечисліть форми туберкульозу органів дихання.
  12. Перечисліть променеві ознаки стадій первинного туберкульозного комплексу.
  13. Перечисліть променеві ознаки гострого дисемінованого туберкульозу легень.
  14. Перечисліть променеві ознаки вогнищового туберкульозу легень.
  15. Перечисліть променеві ознаки інфільтративного туберкульозу легень.
  16. Перечисліть променеві ознаки туберкуломи легень.
  17. Перечисліть променеві ознаки фіброзно-кавернозного і циротичного туберкульозу.
  18. Перечисліть променеві ознаки інфільтративної форми туберкульозу внутрішньогрудних лімфатичних вузлів.
  19. Перечисліть променеві ознаки міліарного туберкульозу.
  20. Перечисліть променеві ознаки центрального ендобронхіального раку легень.
  21. Перечисліть променеві ознаки центрального екзобронхіального раку легень.
  22. Перечисліть променеві ознаки периферичного раку легень.
  23. Перечисліть променеві ознаки раку Пенкоста.
  24. Перечисліть променеві ознаки метастатичного ураження легень.
  25. Перечисліть променеві ознаки посттравматичного субтотального правобічного пневмогідротораксу.
  26. Перечисліть променеві ознаки альвеолярного набряку легень.
  27. Перечисліть променеві ознаки тромбоемболії легеневої артерії.
2. Світла смужка між коренем правої легені і тінню серця отримала назву:
    - а) доріжка Мюллера;
    - б) доріжка Вальсальви;
    - в) \*доріжка Прозорова.
  3. Ущільнення, що займають не менше 2/3 легені, відносять до синдрому:
    - а) \*поширеного ущільнення легені;
    - б) обмеженого ущільнення легені;
    - в) лінійного ущільнення легені.
  4. Порожнина з товстою стінкою, нечітким контуром і горизонтальним рівнем рідини найбільш імовірно свідчить про наявність:
    - а) повітряної кісти легені;
    - б) \*абсцесу легені;
    - в) каверни.
  5. Наявність вогнищ у ділянці верхівок легень характерна для:
    - а) \*туберкульозу;
    - б) пневмонії;
    - в) пневмоконіозу.
  6. Порожнина з рівними, тонкими стінками без рідини характерна для:
    - а) \*повітряної кісти;
    - б) абсцесу;
    - в) каверни.
  7. Органи середостіння зміщуються в бік, протилежний від ущільнення, при:
    - а) пневмонії;
    - б) \*тотальному плевриті;
    - в) ателектазі.
  8. Обмежене ущільнення, що за формою і локалізацією відповідає частці або сегменту, може бути при:
    - а) наявності осумкування рідини в міжчасткових щілинах;
    - б) осумкованій рідині в плевральній порожнині;
    - в) \*внутрішньолегеневому процесі (пневмонія, ателектаз).

### Тестові завдання

1. На оглядовій рентгенограмі ОГП в прямій проекції тіні ребер:
  - а) не визначаються;
  - б) \*візуалізуються тіні верхніх 7 пар ребер;
  - в) візуалізуються тіні нижніх 7 пар ребер.

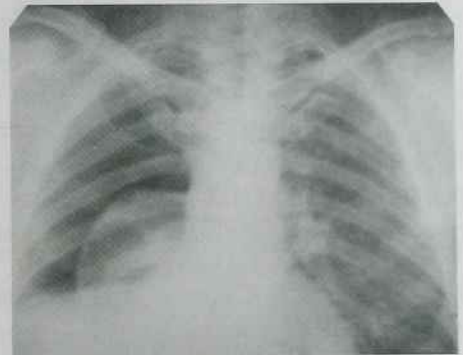


9. Поліциклічні контури коренів легень вказують на ураження:
- а) бронхів;
  - б) паренхіми;
  - в) \*лімфатичних вузлів.
10. Чим зумовлений горизонтальний рівень рідини у плевральній порожнині?
- а) характером випоту;
  - б) кількістю рідини;
  - в) \*наявністю рідини і газу у плевральній порожнині.
11. Хронічний бронхіт характеризується:
- а) \*посиленням і деформацією легеневого малюнка;
  - б) поширеним затемненням;
  - в) поширеним просвітленням.
12. При частковій паренхіматозній пневмонії в стадії ексудації спостерігається:
- а) посилення та збагачення легеневого малюнка;
  - б) \*обмежене затемнення;
  - в) вогнища та обмежена дисемінація.
13. Який синдром легеневої патології спостерігається при гідротораксі?
- а) вогнищевих тіней;
  - б) \*поширеного затемнення;
  - в) поширеного просвітлення.
14. Потовщені стінки бронхів при хронічному бронхіті виявляють у вигляді парних лінійних тіней, які мають назву:
- а) доріжки Прозорова;
  - б) \*симптом «рейок»;
  - в) лінії Керлі.
15. Наявність рідини у плевральній порожнині краще виявляється у положенні хворого:
- а) \*латеропозиції на боці;
  - б) горизонтально на спині;
16. Органи середостіння при паренхіматозній пневмонії:
- а) \*не зміщуються;
  - б) зміщуються в здоровий бік;
  - в) зміщуються в бік патології.
17. Хмароподібний туберкульозний інфільтрат при інфільтративному туберкульозі легень характеризується як:
- а) синдром кулястої тіні;
  - б) \*синдром обмеженого затемнення;
  - в) синдром поширеного затемнення.
18. Найчастіше циротичні зміни в легенях локалізуються:
- а) \*у верхніх частках;
  - б) в нижніх частках;
  - в) немає переважної локалізації.
19. Туберкульоз внутрішньогрудних лімфатичних вузлів розвивається частіше у:
- а) дорослих;
  - б) підлітків;
  - в) \*дітей.
20. Рентгенологічно туберкулома характеризується як:
- а) синдром кільцеподібної тіні;
  - б) \*синдром кулястої тіні;
  - в) синдром обмеженої вогнищевої дисемінації.
21. При фіброзно-кавернозному туберкульозі каверна характеризується:
- а) \*кільцеподібною тінню з товстою стінкою та склеротичними змінами навколо;
  - б) штапованою каверною;
  - в) кільцеподібною тінню з горизонтальним рівнем рідини.
22. При якому типі росту центрального раку легень виявляють зміни кореня легень?
- а) ендобронхіальному;
  - б) \*екзобронхіальному;
  - в) перибронхіальному.
23. При якій формі раку легень виявляють зміщення органів середостіння?
- а) периферичній;
  - б) медіастинальній;
  - в) \*центральної ендобронхіальної.

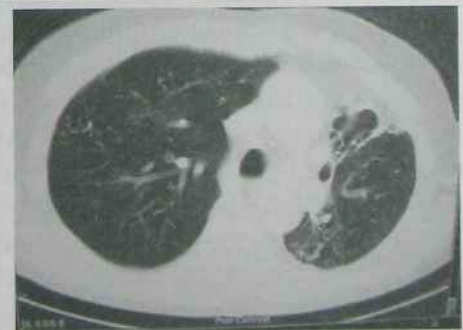
24. Для порожнинної форми периферичного раку легень характерна:
- тонкостінна кільцеподібна тінь на тлі незміненої легені;
  - \*порожнина з нерівномірною товщиною стінок;
  - кільцеподібна тінь з горизонтальним рівнем рідини.
25. Порушення бронхіальної прохідності спостерігається при доброякісних пухлинах, якщо вони ростуть:
- \*ендобронхіально;
  - екзобронхіально;
  - перибронхіально.
26. Яка форма центрального раку легень найчастіше призводить до порушення бронхіальної прохідності?
- \*ендобронхіальна;
  - екзобронхіальна;
  - перибронхіальна.
27. Яка форма периферичного раку легень характеризується симптомом "персня"?
- куляста;
  - \*порожниста;
  - куляста і порожниста.

### Ситуаційні задачі

12.1. У торакальне відділення клініки був доставлений постраждалий з проникаючим пораненням правої половини грудної клітки. Об'єктивно: блідість шкірних покривів та слизових оболонок, дихання поверхневе, ЧД 22 /хв., пульс 120/хв., ритмічний. Перкуторно-коробковий звук над правою легеню, аускультативно — різке ослаблення дихання. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



12.2. Пацієнт Н., 44 років, звернувся до терапевта зі скаргами на задишку, що виникає при фізичному навантаженні. З анамнезу відомо, що пацієнт 6 років тому протягом 3 місяців перебував у торакальному відділенні з приводу лівобічної верхньочасткової деструктивної пневмонії, ускладненої емпіємою плеври. Проведена рентгенографія ОГП в прямій проекції. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.

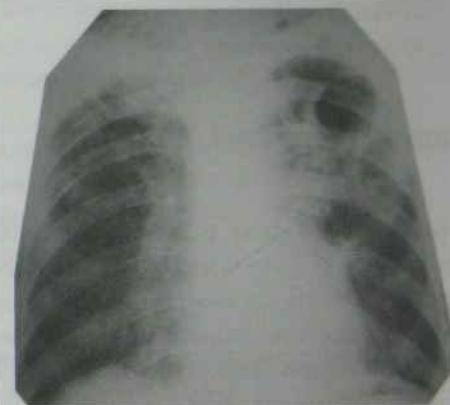




12.3. Пацієнт Ф, 35 років, звернувся до дільничного терапевта зі скаргами на підвищення температури тіла до 39 °С протягом тижня, кашель з відходженням значної кількості харкотиння, біль у лівій половині грудної клітки. Об'єктивно: дихання в нижніх відділах лівої легені ослаблене, з амфоричним відтінком. Результати аналізу крові: лейкоцитів  $10,4 \times 10^9$  /л, ШОЕ — 35 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



12.4. До дільничного терапевта звернувся хворий З., 56 років, зі скаргами на сухий кашель, задишку при фізичному навантаженні. В анамнезі: 7 років тому перебував на стаціонарному лікуванні в протитуберкульозному диспансері. Об'єктивно: пацієнт зниженої ваги, слизові оболонки та шкіра ціанотичного кольору; аускультативно — над легеньми розповсюджені сухі гудячі хрипи, шум тертя плеври, ослаблене дихання над верхівками легень, над верхівкою лівої легені амфоричний відтінок. Аналіз харкотиння: МБТ “-”. Аналіз крові: гемоглобін 140 г/л, лейкоцитів  $7,4 \times 10^9$  /л, ШОЕ — 20 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



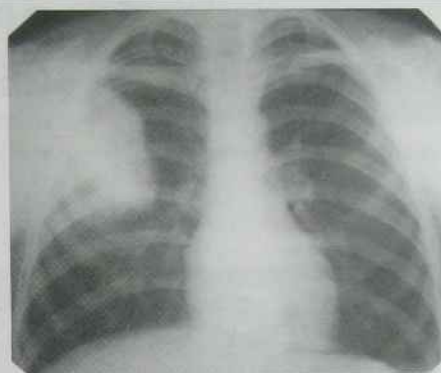
12.5. Пацієнт Ш, 53 роки. При профілактичній флюорографії виявлено збільшення розмірів кореня правої легені. Скарг не пред'являє, палить (близько 20 цигарок на день), протягом останніх 10 років не проходив профілактичної флюорографії. Об'єктивно: шкірні покриви та видимі слизові оболонки блідого кольору, вага знижена. Аускультативно — над легеньми розповсюджені сухі гудячі хрипи. Аналіз крові: Нб 100 г/л, лейкоцитів  $4,4 \cdot 10^9$  /л, ШОЕ — 35 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



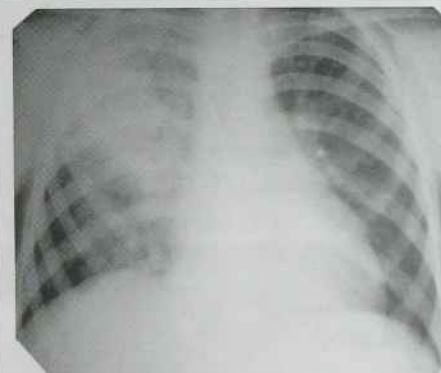
12.6. Пацієнт Я, 45 років, звернувся до дільничного терапевта зі скаргами на підвищення температури тіла до 39,5 °С, кашель, біль у правій половині грудної клітки, задишку. Хворобу пов'язує з переохолодженням. Об'єктивно: при перкусії над правою легенею тупий перкуторний звук, дихання над правою легенею ослаблене. Аналіз крові: лейкоцитів  $10,4 \cdot 10^9$  /л, ШОЕ — 35 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



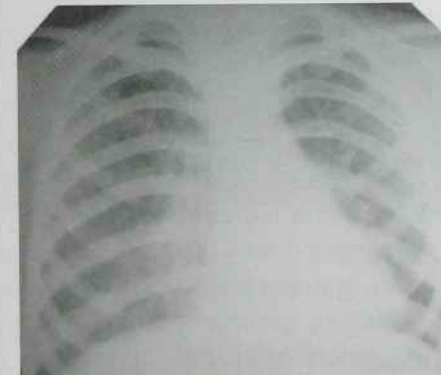
12.7. Пацієнт Ш., 47 років. Скарги на біль у правій половині грудної клітки, що посилюється при фізичному навантаженні та при глибокому диханні; палить (близько 15 цигарок на день), протягом останніх 10 років не проходив профілактичної флюорографії. Об'єктивно: шкірні покриви та видимі слизові оболонки блідого кольору, зниженої ваги. Аускультативно: над легеньми розповсюджені сухі хрипи, в верхній частці правої легені ослаблене дихання. Аналіз крові: Hb 105 г/л, лейкоцитів  $3,9 \times 10^9$  /л, ШОЕ — 40 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



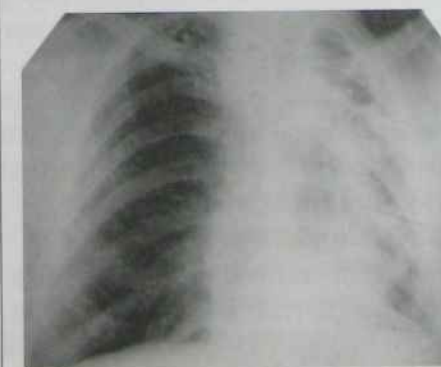
12.8. Працівник лісових розробок Ж., 45 років звернувся до дільничного терапевта зі скаргами на підвищення температури тіла до  $39,5^\circ\text{C}$ , кашель, біль у лівій половині грудної клітки. Два тижні тому з діагнозом ГРВЗ перебував на амбулаторному лікуванні, після покращення стану приступив до роботи. Погіршення стану та виникнення вищевказаних скарг відзначив три дні тому. Об'єктивно: при перкусії над верхньою часткою правої легені тупий перкуторний звук, дихання ослаблене, крепітація. Аналіз крові: лейкоцитів  $9,7 \times 10^9$  /л, ШОЕ — 33 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



12.9. Пацієнт Ж, 45 років, був госпіталізований у пульмонологічне відділення клініки зі скаргами на підвищення температури тіла до  $39,5^\circ\text{C}$ , кашель, біль в грудній клітці. Вважає себе хворим протягом 5 днів, захворювання почалося з підвищення температури тіла до  $37,8^\circ\text{C}$ , ознобу, риніту. З діагнозом ГРВЗ знаходився на амбулаторному лікуванні без відчутного покращення стану. Об'єктивно: розповсюджені дрібнопухирчасті хрипи, дихання ослаблене. Аналіз крові: лейкоцитів  $9,2 \times 10^9$  /л, ШОЕ — 25 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



12.10. Хворий 53 років, перебуває тривалий час на диспансерному обліку у фтизіатра з приводу перенесеного інфільтративного туберкульозу верхньої частки лівої легені, ускладненого бронхогенною дисемінацією та плевритом. Об'єктивно: пацієнт зниженої ваги, слизові оболонки та шкірні покриви ціанотичного кольору; аускультативно — над лівою легенею ослаблене дихання, шум тертя плеври. Над верхівкою лівої легені амфоричний відтінок. Аналіз харкотиння: МБТ “-”. Аналіз крові: гемоглобін 145 г/л, лейкоцитів  $6,2 \times 10^9$  /л, ШОЕ — 15 мм/год. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевиий висновок.





## Променеві методи дослідження серцево-судинної системи

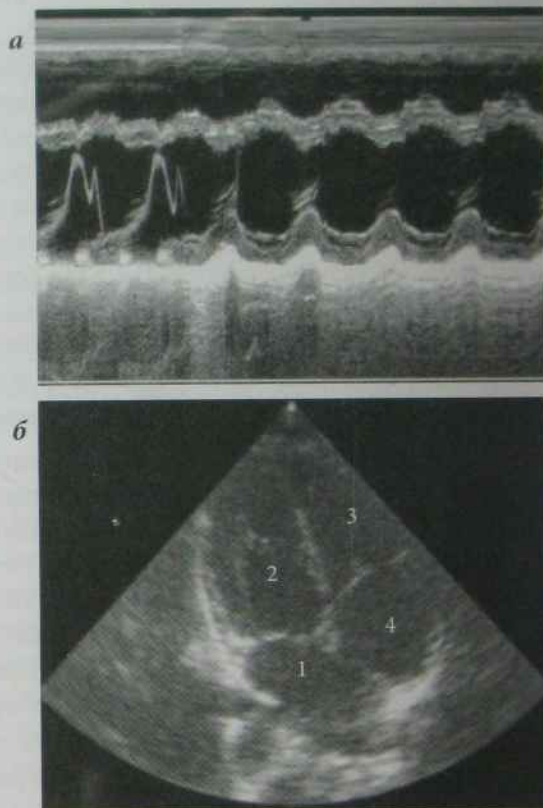
Методи променевих досліджень серця і судин ділять на неінвазивні (УЗД, флюороскопія, рентгенографія, КТ, МРТ, сцинтиграфія, ОФЕКТ, ПЕТ) та інвазивні (ангіокардіографія, вентрикулографія, коронарографія, аортографія, ангіографія, дигітальна субтракційна ангіографія).

### Неінвазивні методи

**УЗД.** Ультразвукове дослідження (ехокардіографія) є основним методом дослідження серця. М-метод дозволяє вивчати одновимірне зображення рухів окремих структур серця протягом серцевого циклу (рис. 13.1, а), а двовимірну (2D) ехокардіографія дозволяє вивчати анатомію, функцію, патологічні стани серця, скоротливу здатність міокарда, патологію перикарда (рис. 13.1, б). Доплероехокардіографія дозволяє візуалізувати напрямок і швидкість потоків крові для діагностики уражень клапанів і дефектів перегородки серця (кольорова вкладка: рис. 9).

**Флюороскопію** використовують для вивчення положення, форми, розмірів серця, пульсації його камер і крупних судин.

**Рентгенографію** виконують у чотирьох основних проєкціях: прямій, правій (першій) косій, лівій (другій) косій, лівій бічній. У прямій передній проєкції хворого розташовують лицем до екрана (або до касети з плівкою). Фронтальна



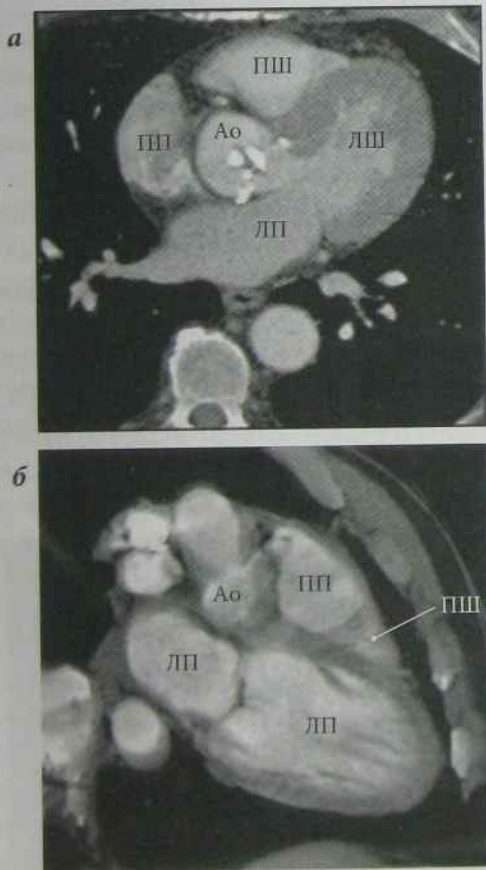
**Рис. 13.1.** Ультрасонограма серця в нормі:

а) УЗД серця в М-режимі, б) ультрасонограма у В-режимі (1 — праве передсердя, 2 — правий шлуночок, 3 — лівий шлуночок, 4 — ліве передсердя)

площина грудної клітки повинна бути паралельна рентгеновській касеті, кисті рук розміщують на попереку, а лікті максимально виводять вперед. У правій (першій) або лівій (другій) косій проєкціях пацієнта повертають правим або лі-

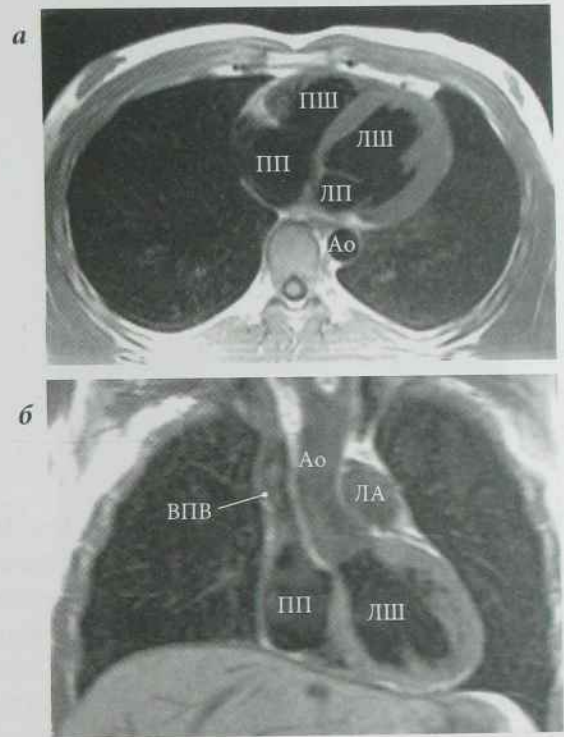
вим боком до екрана під кутом  $45^\circ$ , руки хворий утримує над головою; у лівій бічній проекції пацієнта ставлять лівим боком до екрана (руки хворий також утримує за головою). Флюороскопію і рентгенографію виконують з контрастуванням стравоходу для вивчення розмірів лівого передсердя.

**Комп'ютерна томографія** дозволяє отримувати зображення поперечних зрізів серця завтовшки 2 мм і менше протягом досить короткого часу (рис. 13.2). Сучасні СКТ дозволяють отримувати тривимірну (3D) модель досліджуваного серця в різні фази його скорочення.



**Рис. 13.2.** СКТ серця, візуалізація порожнин серця на аксіальному (а) та сагітальному зрізах (ЛШ — лівий шлуночок, ЛП — ліве передсердя, ПП — праве передсердя, ПШ — правий шлуночок, Ао — аорта)

**Магнітно-резонансна томографія** дозволяє вивчати морфологію серця, рух контрастної речовини в камерах серця, визначити об'єм, швидкість і напрям руху крові, функцію клапанів, скорочення серцевого м'яза, перфузію міокарда (рис. 13.3).



**Рис. 13.3.** МРТ,  $T_1$ -33 порожнин серця на аксіальному (а) та фронтальному зрізах (ЛШ — лівий шлуночок, ЛП — ліве передсердя, ПП — праве передсердя, ПШ — правий шлуночок, А — аорта, ЛА — легенева артерія, ВПВ — верхня порожниста вена)

#### Радіонуклідні дослідження

**Радіокардіографія.** Дослідження центральної гемодинаміки шляхом реєстрації гамма-випромінювання з порожнин серця і великих судин в процесі проходження по них введеного в/в 4 МБк/кг альбуміну людської сироватки крові, міченого  $^{99m}\text{Tc}$ . Запис радіокардіограм проводять за допомогою гамма-камери, ОФЕКТ, радіометра



та ін. Радіокардіограма в нормі має форму кривої з двома вершинами і відображає проходження РФП через праві та ліві камери серця (рис. 13.4).

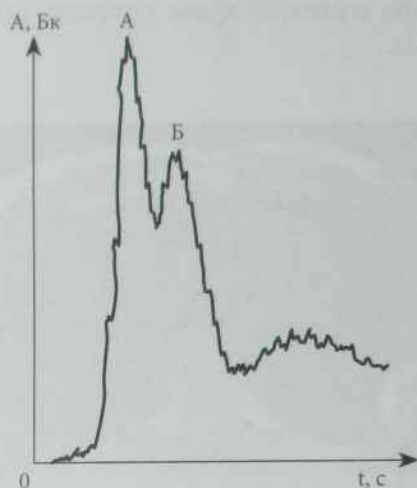


Рис. 13.4. Радіокардіограма в нормі

Одразу після в/в введення РФП кількість індикатора досягає максимуму, що представлено висхідним відрізком кривої і вершиною першої хвилі ("А"), наступне зниження активності відображає викид РФП з правого шлуночка в мале коло кровообігу. Перехід РФП з малого кола кровообігу в ліві відділи серця формує висхідний відрізок другої хвилі з вершиною "Б". Повторний спад активності відображає викид індикатора з лівого шлуночка у велике коло кровообігу.

**Радіонуклідна вентрикулографія.** Метод дозволяє визначити фракцію викиду лівого шлуночка, швидкість його наповнення і спорожнення та тривалість систоли і діастоли. Існують 2 варіанти методу (рівноцінні за інформативністю) — це статична і динамічна вентрикулографія. Статична вентрикулографія: після в/в введення 500–700 МБк АЛС, міченого  $^{99m}\text{Tc}$ , з допомогою гамма-камери або ОФЕКТ записують 300–500 серцевих циклів після повного розведення в крові РФП. За допомогою математичної обробки розраховують фракцію викиду, швидкість наповнення і звільнення шлуночка, тривалість

механічної систоли і діастоли та інші показники, які широко використовують в кардіології.

**Перфузійна сцинтиграфія** полягає в здатності здорового міокарда накопичувати тропні до нього РФП. Після в/в введення 55,5–74 МБк  $^{201}\text{Tl}$  виконують сцинтиграфію. В нормі накопичення РФП в різних відділах серця коливається в межах 15–20 %. Ознаками порушення перфузії міокарда є зони ослаблення або відсутності накопичення  $^{201}\text{Tl}$ .

ОФЕКТ-сцинтиграфія на відміну від планарної сцинтиграфії дозволяє отримати томограми різних зрізів серця для вивчення структури і товщини стінок міокарда (кольорова вкладка: рис. 10).

#### Інвазивні методи дослідження

**Зондування серця** проводять за допомогою зонда Сельдінгера з метою визначення тиску в порожнинах серця, дослідження газового складу крові порожнин серця і проведення інтервенційного втручання (рис. 13.5).

**Загальна ангіокардіографія.** Використовується для визначення форми, розмірів серця і великих судин, для виявлення патологічних зрощень між ними. Розрізняють венозну загальну (рис. 13.6) ангіокардіографію (рентгеноконтрастну речовину вводять у ліктьову вену) і катетеризаційну (контрастну речовину вводять у порожнину серця через катетер Сельдінгера).

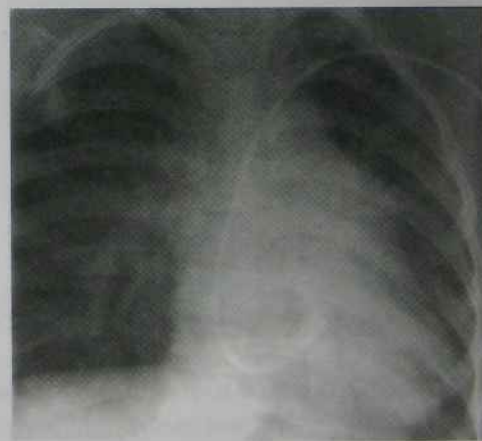
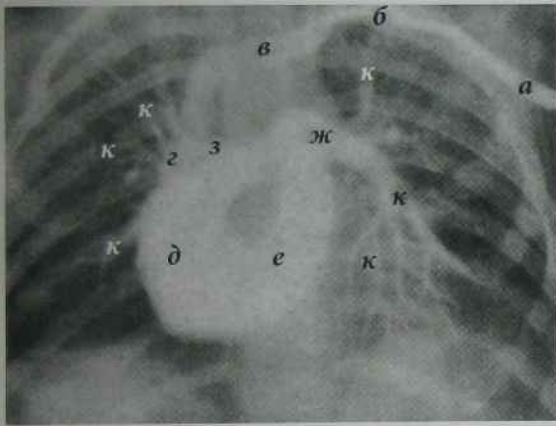


Рис. 13.5. Рентгенограма ОГП в прямій проекції. Зондування серця



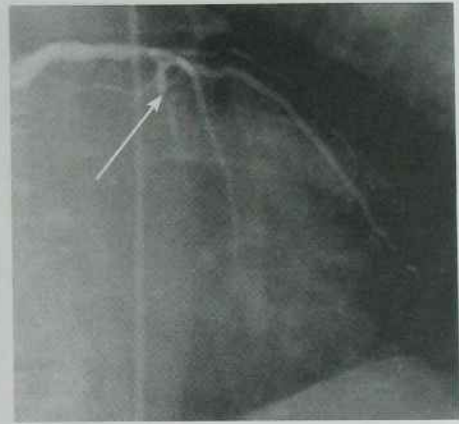
**Рис. 13.6.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції.  
Загальна ангіокардіограма

а) ліва плечова вена; б) ліва підключична вена; в) ліва безіменна вена; г) верхня порожниста вена; д) праве передсердя; е) правий шлуночок; ж) ліва гілка легеневої артерії; з) права гілка легеневої артерії; к) гілки легеневої артерії

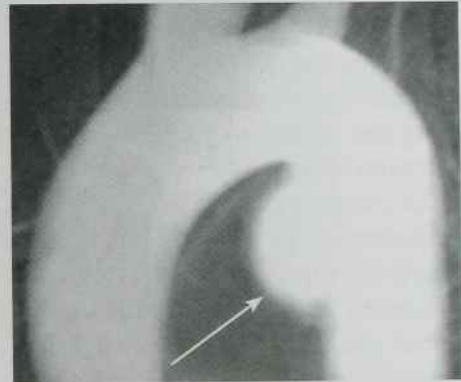
**Аортографія.** Виконують пункцію стегнової артерії за Сельдінгером, проводять катетер в аорту, вводять рентгенконтрастну речовину і виконують серію знімків. Метод дозволяє діагностувати аномалії розвитку аорти. В наш час використовують УЗД, КТ, МРТ.

**Коронарографія** — це контрастне дослідження вінцевих артерій для виявлення ступеня звуження артерій, оцінки стану колатерального кровообігу (рис. 13.7). Виконують пункцію стегнової артерії за Сельдінгером, проводять катетер в устя правої або лівої вінцевої артерії і вводять контрастну речовину. Одночасно проводять запис результатів дослідження.

**Цифрова субтракційна ангіографія.** Зображення судин отримують з рентгнівського екрана і за допомогою комп'ютера, який від зображення, отриманого на екрані після введення контрасту в судину, віднімає зображення, отримане до введення контрасту; таким чином забирається фонове зображення навколишніх органів, що покращує якість зображення контрастованих судин (рис. 13.8).



**Рис. 13.7.** Коронарограма: оклюзія гілки задньої вінцевої артерії



**Рис. 13.8.** Фрагмент цифрової субтракційної аортограми: аневризма нижхідної частини грудної аорти (стрілка)

## Променева анатомія серцево-судинної системи

У передній прямій проекції розрізняють два контури серця — правий і лівий (рис. 13.9, а). Правий контур серця утворений двома дугами, а лівий — чотирма дугами (дуги відповідають контурам відділів серця і крупних судин).

Перша (верхня) дуга правого контура серця утворена верхньою порожнистою веною і висхідною частиною аорти, друга (нижня) дуга право-



го контура серця утворена правим передсердям. Між цими дугами невелике заглиблення — правий серцево-судинний кут (передсердно-судинний кут).

Перша (верхня) дуга лівого контура серця — аорта; друга дуга — легеневий стовбур; третя дуга — вушко лівого передсердя; четверта (нижня) дуга — лівий шлуночок. Заглиблення між другою і третьою дугами — лівий серцево-судинний кут. На рівні серцево-судинних кутів розташовується “талія” серця.

Тінь серця з діафрагмою утворює правий і лівий серцево-діафрагмальні кути.

У **правій косій проекції** передній контур серцево-судинної тіні утворений трьома дугами: перша (верхня) дуга — висхідна частина аорти, друга дуга — артеріальний конус правого шлуночка і легеневий стовбур, третя (нижня) дуга — лівий шлуночок. Задній контур серцево-судинної тіні утворений двома дугами: перша (верхня) дуга — верхня порожниста вена і частково висхідна частина аорти, друга (нижня) дуга — ліве передсердя (зверху) і праве передсердя (знизу). Контрастований стравохід прилягає до задньої поверхні лівого передсердя (рис. 13.9, б).

У **лівій косій проекції** передній контур серцево-судинної тіні утворений двома дугами: перша дуга — висхідна частина аорти і дуга аорти, друга дуга — праве передсердя і правий шлуночок. Задній контур судинної тіні утворений дугою аорти і низхідною частиною аорти, а задній контур серцевої тіні — лівим передсердям і лівим шлуночком. Таким чином, у лівій косій проекції передній контур серцевої тіні утворений правими відділами серця, а задній — лівими (рис. 13.9, в).

У **лівій бічній проекції** передній контур серцево-судинної тіні утворений трьома дугами: перша дуга — аорта, друга дуга — легеневий конус і третя — правий шлуночок. Задній контур серцево-судинної тіні утворений трьома дугами: перша дуга — аорта, друга дуга — ліве передсердя, третя — лівий шлуночок. Між тінню правого шлуночка і грудниною визначається ретростернальний простір (передній світлий трикутник); між стравоходом, тінню лівого шлуночка і діа-

фрагмою в нормі визначається ретрокардіальний простір (задній світлий трикутник) (рис. 13.9, г).

На рентгенограмі серця в нормі у прямій передній проекції визначають наступні розміри серцево-судинної тіні (рис. 13.10).

**Поперечний розмір серця** — це сума довжин перпендикулярів, проведених з найбільш віддалених точок лівого і правого контурів серця до серединної лінії (Mg+MI).

**Поперечний розмір судинного пучка серця** — це сума довжин перпендикулярів, проведених від найбільш віддалених точок лівого і правого контурів судинного пучка серця до серединної лінії (AMg+AMl).

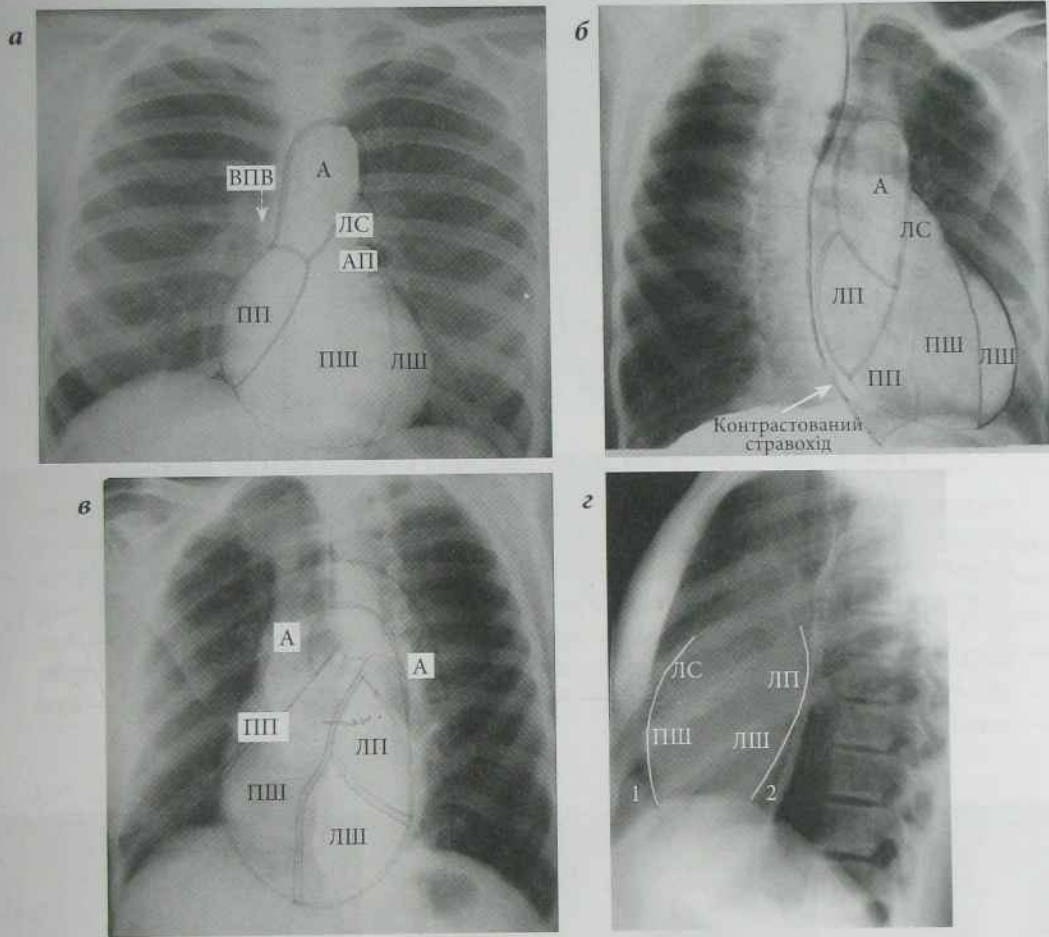
**Повздовжній розмір серця (L)** — це відстань між правим серцево-судинним кутом (D) і лівим серцево-діафрагмальним кутом. Повздовжня вісь серця з горизонтальною лінією утворює **кут нахилу серця** ( $\alpha$ ).

**Висота серця (D-D<sub>1</sub>)** — це лінія, яка з'єднує правий серцево-судинний (D) і правий серцево-діафрагмальний кут (D<sub>1</sub>).

**Висота судинного пучка (A-D)** — перпендикуляр, опущений з верхнього контура дуги аорти (A) до горизонталі, проведеної через правий серцево-судинний кут (D).

**Серцево-легеневий коефіцієнт** — це процентне відношення поперечного розміру серця (A) до поперечного розміру грудної клітки (B), на рівні середини правого склепіння діафрагми (рис. 13.11, б). У нормі співвідношення A/B = 1/2 (складає 50 %).

**Положення серця** визначають за кутом нахилу осі серця ( $\alpha$ ). Розрізняють косе, вертикальне і горизонтальне положення серця. Положення серця залежить від конституціональних особливостей, віку, форми грудної клітки. Косе положення характерне для нормостеніків, кут нахилу серця складає біля 45°. Вертикальне положення серця відзначається в астеніків, осіб похилого віку; кут нахилу осі серця близько 55°. Горизонтальне положення зустрічається у гіперстеніків, осіб з ожирінням, у вагітних (внаслідок високого розташування діафрагми); кут нахилу серця близько 30° (рис. 13.11).



**Рис. 13.9.** Краєутворюючі дуги серця:

а) рентгенограма ОГП в прямій передній проекції; б) рентгенограма ОГП в правій косій проекції; в) рентгенограма ОГП в лівій косій проекції; г) рентгенограма ОГП в лівій бічній проекції (А — аорта; ЛС — легеневий стовбур; ЛП — ліве передсердя; ЛШ — лівий шлуночок; ПШ — правий шлуночок; ПП — праве передсердя; ВПВ — верхня порожниста вена; НА — нижня частина аорти); 1 — прекардіальний простір, 2 — ретрокардіальний простір

**Форма серця** визначається за ступенем вираженості краєутворюючих дуг контура серцево-судинної тіні в прямій проекції.

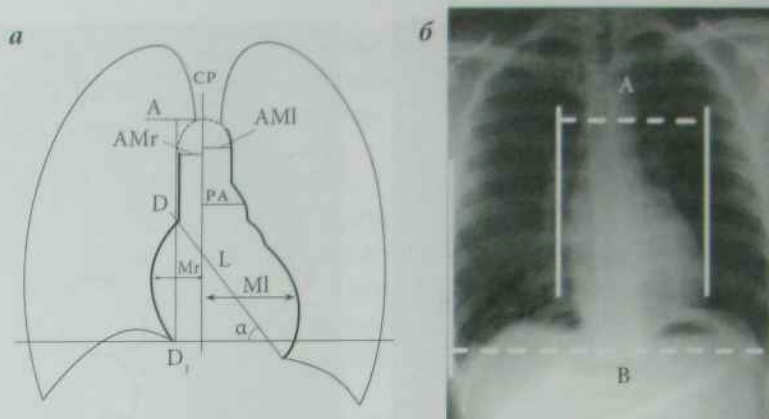
Розрізняють звичайну, мітральну, аортальну, трапецієподібну (трикутну) і кулясту форми серця.

**Звичайна форма серця** у нормостеніків (рис. 13.12, а) характеризується плавним переходом дуг контурів серця. Назва форми серця співпадає з назвою синдрому серцевої патології.

**Мітральна форма серця (синдром мітральної форми серця)** характеризується збільшенням другої і третьої дуг уздовж лівого контура серця, згладженням талії серця, зміщенням догори правого серцево-судинного кута; мітральна форма серця характерна для мітральної вади серця (рис. 13.12, б).

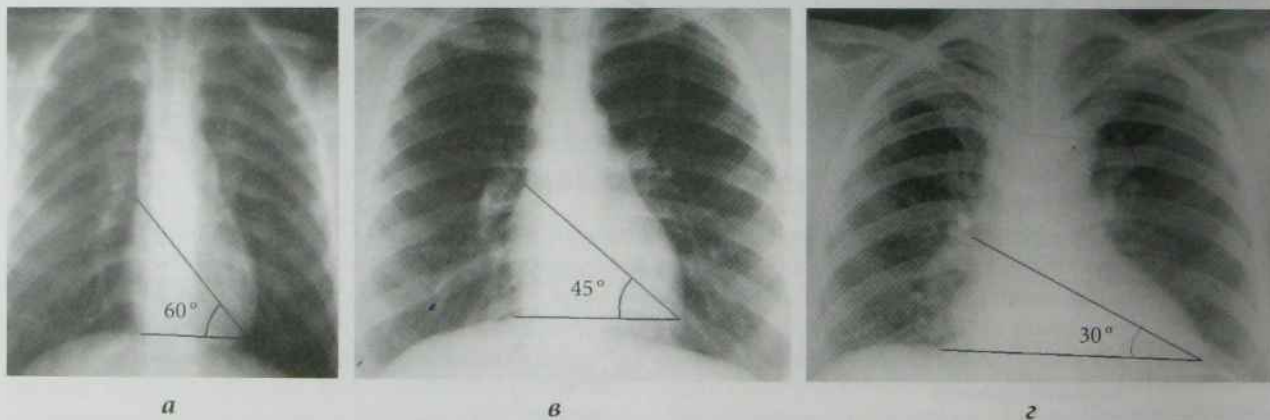
**Ознаки аортальної форми серця (синдром аортальної форми серця):** значно виступає вліво дуга





**Рис. 13.10.** Зображення розмірів серця і крупних судин у нормі:

а) схема; б) рентгенограма ОГП в прямій передній проекції (CP — серединна лінія, А — рівень верхнього контура дуги аорти, D — правий серцево-судинний кут, D1 — правий серцево-діафрагмальний кут, АМr — відстань від серединної лінії до правого контура судинного пучка, АМl — відстань від серединної лінії до лівого контура судинного пучка, РА — відстань від серединної лінії до правого контура легеневого стовбура, L — довжина серця, Мr — відстань від серединної лінії до правого контура правого передсердя, Мl — відстань від серединної лінії до лівого контура лівого шлуночка, кут  $\alpha$  — кут нахилу осі серця)

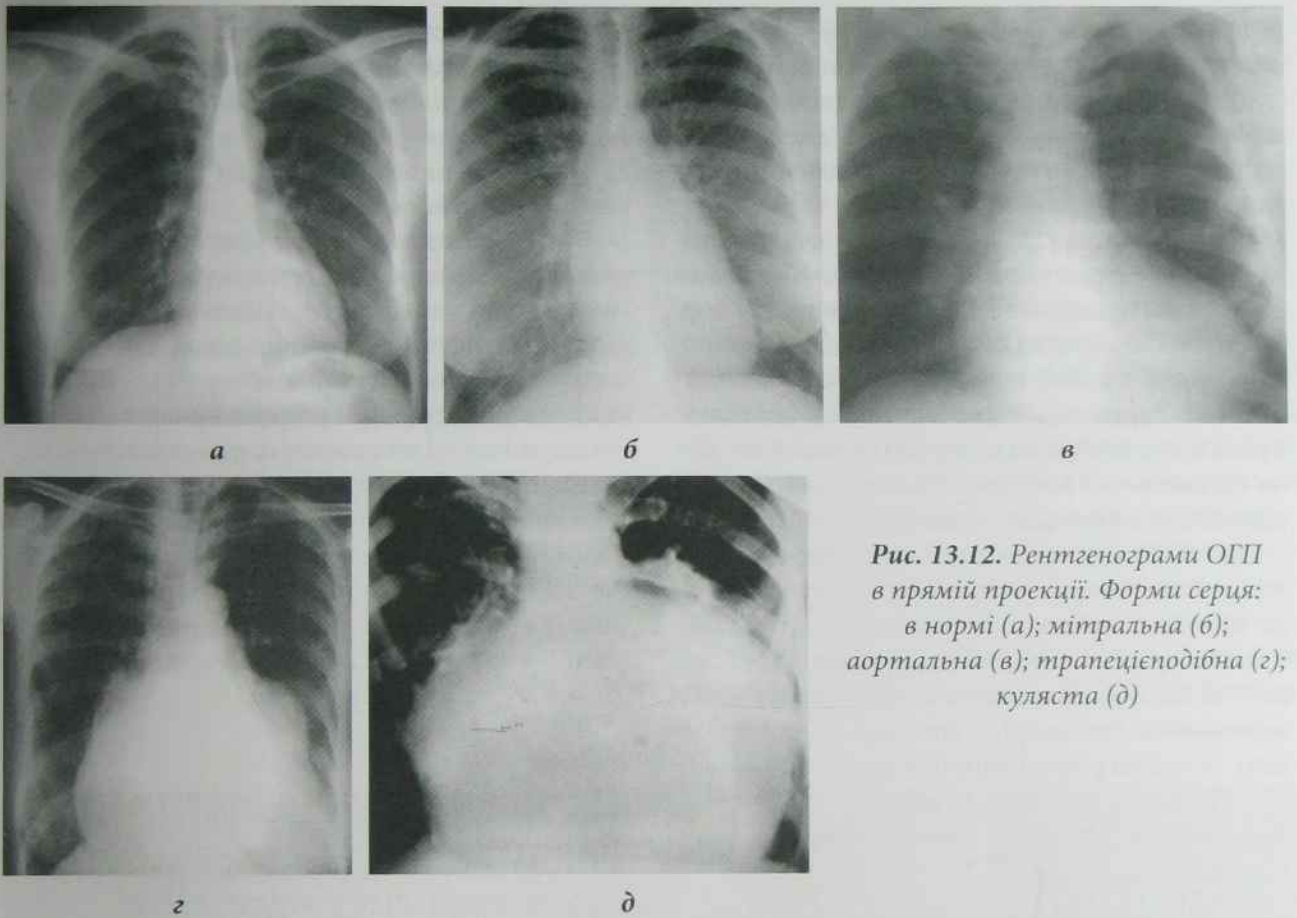


**Рис. 13.11.** Рентгенограми ОГП в прямій проекції. Положення серця:

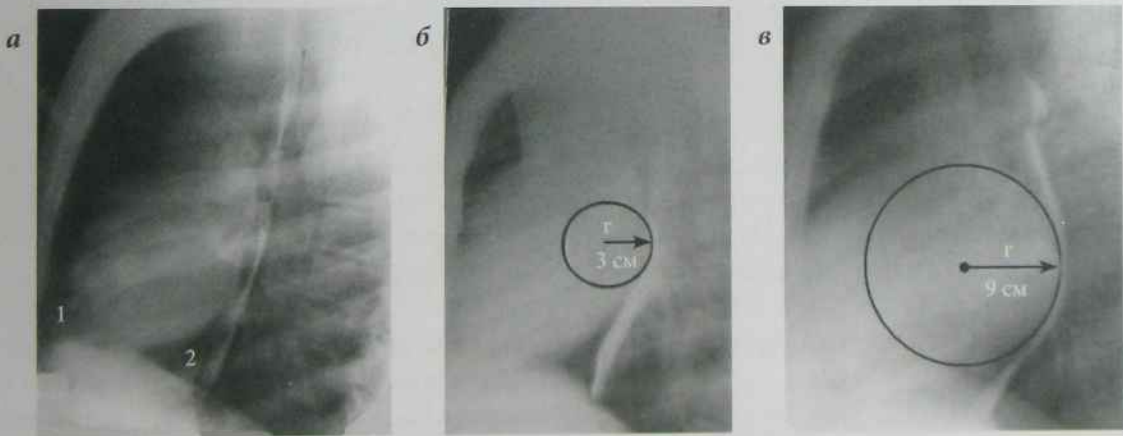
вертикальне положення (а); косе положення (б); горизонтальне положення (в)

лівого шлуночка, виражені висхідна частина і дуга аорти, виражена талія серця, зміщений вниз правий серцево-судинний кут, друга і третя дуги лівого контура серця не змінені; аортальна форма серця характерна для аортальної вади серця, гіпертонічної хвороби, атеросклерозу аорти (рис. 13.13, в).

Для трапецієподібної форми серця (синдром трапецієподібної форми серця) характерні згладження краютворюючих дуг і плавний перехід однієї дуги в іншу, широке прилягання серця до діафрагми, що буває при запальних процесах міокарда і перикарда (рис. 13.13, г).



**Рис. 13.12.** Рентгенограми ОГП в прямій проекції. Форми серця: в нормі (а); мітральна (б); аортальна (в); трапецієподібна (г); куляста (д)



**Рис. 13.13.** Рентгенограми ОГП в лівій бічній проекції з контрастуванням стравоходу, розташування стравоходу:

а) розташування стравоходу в нормі (1 — ретростернальний простір, 2 — ретрокардіальний простір); б) зміщення стравоходу по дузі малого радіуса ( $r$  до 6 см); в) зміщення стравоходу по дузі великого радіуса ( $r$  — більше 6 см)



*Куляста форма серця (синдром кулястої форми серця)* характеризується значною випуклістю дуг правого передсердя і лівого шлуночка, розташованих симетрично з обох боків від серединної лінії; зустрічається при деяких вроджених вадах (рис. 13.13, д).

Рентгенологічне дослідження серця супроводжується контрастуванням стравоходу, який безпосередньо прилягає до лівого передсердя; в нормі стравохід у косих і бічній проекціях розташований прямолінійно (рис. 13.13, а). При збільшенні лівого передсердя стравохід може бути відхилений назад *по дузі малого радіуса* ( $r$  до 6 см) або *по дузі великого радіуса* ( $r$  більше 6 см). Ступені відхилення стравоходу — див. рис. 13.13, б, в.

При УЗД і флюороскопії визначають амплітуду, ритм, частоту скорочень серця. Амплітуда пульсації лівого шлуночка в нормі складає 5–6 мм, правого шлуночка — 3–4 мм, передсердя — 2–2,5 мм. Пульсація з більшою амплітудою називається глибокою, з меншою — поверхневою. За силою розрізняють посилену, нормальну і послаблену пульсацію; за ритмом — ритмічну, аритмічну; за частотою — прискорену, звичайну, сповільнену.

## Вікові особливості серця і крупних судин

У новонароджених серце кулястої форми, серцево-легеневий коефіцієнт зменшений, поперечні розміри серця і судин переважають над вертикальними. Горизонтальне положення серця новонароджених зумовлене високим розташуванням діафрагми. У дітей у віці 2–3 років серце розміщене косо, у 6-річних дітей серце розташовується вертикально, серцево-легеневий коефіцієнт наближається до 1:2.

На рентгенограмах новонароджених і дітей перших років життя в прямій передній проекції краєутворюючими з обох боків серцево-судинної тіні є дві дуги. Правий контур утворений верхньою порожнистою веною і дугою правого передсердя. Лівий контур утворений дугою аорти

і лівим шлуночком. У загруднинному просторі розташована вилочкова залоза. До 16 років серце за розмірами, положенням і формою наближається до таких серця дорослого.

Амплітуда скорочень серця у дитини поверхнева, частота прискорена.

У людей похилого віку на рентгенограмах в передній прямій проекції серце аортальної форми, поперечний розмір серця збільшений за рахунок лівого шлуночка, положення серця наближається до горизонтального. В лівій косій і бічній проекціях спостерігається широке прилягання лівого шлуночка до діафрагми. Аорта склерозована.

Діаметр аорти у людей похилого віку збільшений до 3,5–4 см (у 30 років діаметр аорти складає близько 2 см). У передній прямій проекції висхідна частина аорти стає краєутворюючою у верхньому відділі правого контура серцево-судинної тіні. В окремих випадках спостерігаються звуження стінок дуги аорти.

## Променева діагностика захворювань серцево-судинної системи

### Набуті вади серця

#### Мітральні вади

*Ізольовані вади* — стеноз лівого атріовентрикулярного отвору або недостатність мітральних клапанів — зустрічаються рідко, частіше зустрічаються комбіновані мітральні вади з переважанням стенозу атріовентрикулярного отвору або з переважанням недостатності мітральних клапанів.

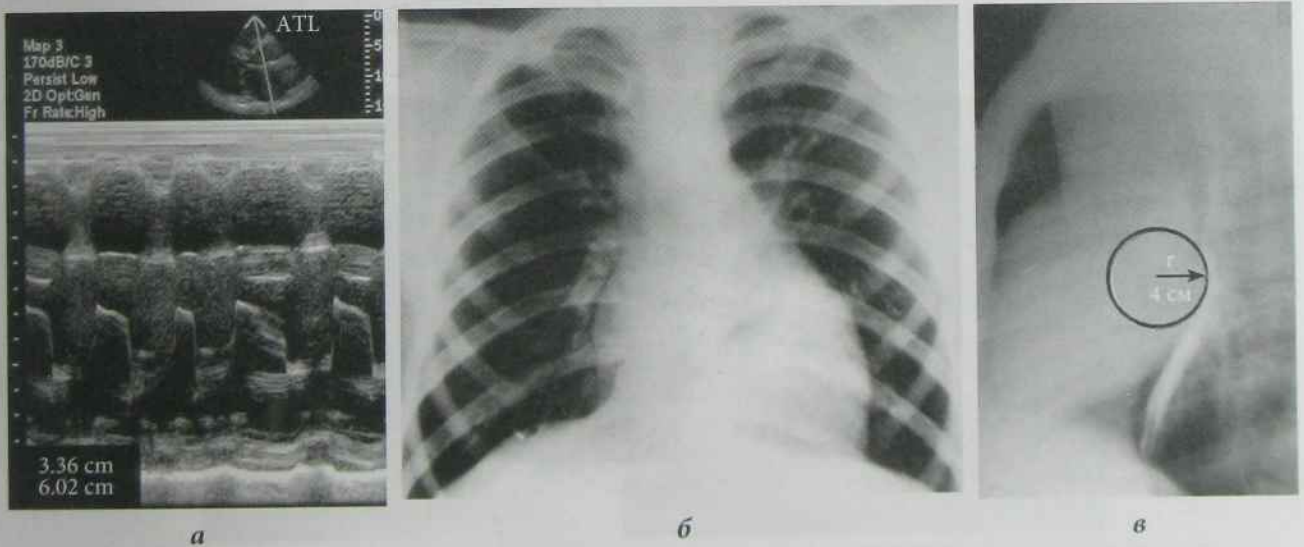
*Вада лівого передсердно-шлуночкового отвору з переважанням стенозу* розвивається внаслідок зрощення стулок мітрального клапана поблизу його фіброзного кільця в місці переходу однієї стулки в іншу у осіб з хронічним ревмоендокардитом.

Зменшення площі лівого передсердно-шлуночкового отвору до 1,5–2 см<sup>2</sup> (у нормі — 4–6 см<sup>2</sup>) призводить до збільшення тиску в порожни-

ні лівого передсердя у 2–3 рази, внаслідок чого розвивається гіпертрофія стінки і розширення (дилатація) порожнини лівого передсердя. Підвищення тиску в порожнині лівого передсердя передається на легеневі вени, капіляри і артерії, виникає пасивна легенева гіпертензія, внаслідок чого розвивається гіпертрофія правого шлуночка. У частини хворих підвищення тиску в лівому передсерді і легневих венах є причиною рефлекторного спазму легневих артерій, рефлексу Китаєва, що запобігає підвищенню тиску в капілярах і виникненню набряку легень. Міокард правого шлуночка (долаючи опір крові в результаті звуження лівого передсердно-шлуночкового отвору) гіпертрофується, потім виникає дилатація, що призводить до збільшення правого атріовентрикулярного отвору та появи відносної недостатності трикуспідального клапана і збільшення правого передсердя. В результаті цих змін розвивається застій у венах великого кола крово-

обігу, збільшується печінка, з'являються периферичні набряки, асцит. УЗД виявляє розширення порожнин лівого передсердя і правого шлуночка, збільшення товщини їх стінок, зменшення порожнини лівого шлуночка; зменшення площі мітрального отвору (рис. 13.14, а). На доплерограмі (кольорова вкладка: рис. 11) визначають збільшення швидкості кровотоку через звужений лівий атріовентрикулярний отвір.

Рентгенологічні ознаки вади мітрального клапана з переважанням стенозу в прямій проекції: мітральна форма серця, талія серця згладжена або відсутня, збільшена дуга правого передсердя, правий серцево-судинний кут зміщений догори (рис. 13.14, б). У правій косій і лівій бічній проекціях контрастований стравохід відхиляється лівим передсердям по дузі малого радіуса (рис. 13.14, в). У лівій бічній проекції зменшений або відсутній ретростернальний простір за рахунок збільшеного правого шлуночка, а також зменше-



**Рис. 13.14.** Мітральний стеноз. а) Ультрасонограма серця в М-режимі. Рентгенограми ОГП в прямій проекції (б) і лівій бічній проекції з контрастуванням стравоходу (в). Пневматизація легень у межах норми; легневий малюнок посилений за рахунок судинного компонента, збагачений; корені легень розширені, малоструктурні; контури скеління діафрагми чіткі, синуси вільні; поперечний розмір серця збільшений переважно за рахунок правого шлуночка, талія серця згладжена, правий атріовазальний кут зміщений догори, збільшена дуга легеневого стовбура, стравохід відхилений по дузі малого радіуса



ний ретрокардіальний простір за рахунок збільшеного лівого передсердя.

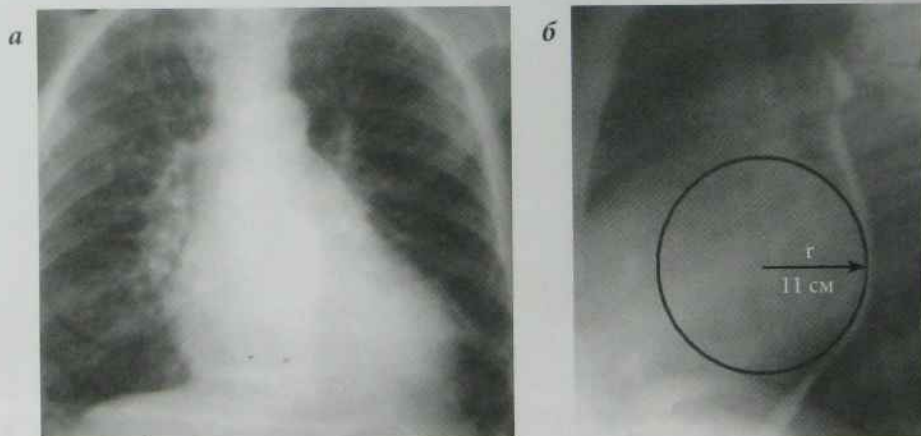
*Рентгенологічні зміни у легенях при мітральному стенозі.* У прямій проекції корені легень розширені, легeneвий малюнок посилений, простежується до периферії. Набряк інтерстиціальної тканини є причиною виникнення ліній Керлі — горизонтально розташованих лінійних тіней довжиною 2–30 мм, шириною до 2 мм, розташованих на відстані 1 см одна від іншої на периферії легень над реберно-діафрагмальними синусами, частіше в правій легені. Тривала легенева гіпертензія супроводжується розвитком гемосидерозу легень, що виявляються у вигляді дрібновогніщевих (1–2 мм) розповсюджених тіней.

*Недостатність мітрального клапана.* При недостатності мітрального клапана під час систоли частина крові з лівого шлуночка переміщується в ліве передсердя внаслідок неповного закриття мітрального отвору стулками мітрального клапана. У лівому передсерді підвищується тиск крові, передсердя гіпертрофується, а пізніше виникає його дилатація.

Підвищення тиску в лівому передсерді супроводжується підвищенням тиску в легeneвих венах, у малому колі кровообігу і порожнині правого шлуночка. В ліве передсердя потрапляє більший об'єм крові (кров з легeneвих вен і кров, яка повернулася в ліве передсердя під час попередньої систоли лівого шлуночка), у зв'язку з чим розвивається гіпертрофія і дилатація лівого передсердя.

УЗД в М-режимі дозволяє візуалізувати ущільнення стулок мітральних клапанів, ступінь порушення закриття стулками клапана мітрального отвору в систолу шлуночків, збільшення розмірів лівого шлуночка і лівого передсердя; на доплєрограмі виявляють регургітацію крові в систолу шлуночків з порожнини лівого шлуночка в порожнину лівого передсердя, оцінюють ступінь регургітації (кольорова вкладка: рис. 12).

Рентгенологічно серце набуває мітральної форми: визначається випинання дуг легеневого стовбура, лівого передсердя та лівого шлуночка; згладження талії серця; високе розташування правого серцево-судинного кута (рис. 13.15, а); збільшення кута біфуркації трахеї і відхилення контраст-



**Рис. 13.15.** Недостатність мітрального клапана у фазі декомпенсації на рентгенограмах у прямій проекції (а) та в лівій бічній проекції з контрастуванням стравоходу (б). Пневматизація легень у межах норми; легeneвий малюнок посилений та збагачений переважно в верхніх частках та в прикореневиx зонах за рахунок судинного компонента; корені легень розширені, малоструктурні; склепіння діафрагми чіткі, синуси вільні; поперечний розмір тіні серця збільшений за рахунок правого та лівого шлуночків, талія серця відсутня, правий атріовазальний кут зміщений догори, збільшена дуга легеневого конуса та лівого передсердя, стравохід відхилений по дузі великого радіуса

тованого стравоходу у правій косій і лівій бічній проекціях по дузі великого радіуса (рис. 13.15, б).

Мітральна недостатність супроводжується посиленням і деформацією легеневого малюнка, розширенням коренів легень.

Під час флюороскопії серця в прямій проекції виявляється симптом "коромисла", який полягає в одночасному русі тіней лівого шлуночка і лівого передсердя в протилежних напрямках. Віссю цих рухів є межа між дугами лівого шлуночка і лівого передсердя.

СКТ і МРТ дозволяє виявити регургітацію крові з лівого шлуночка в ліве передсердя.

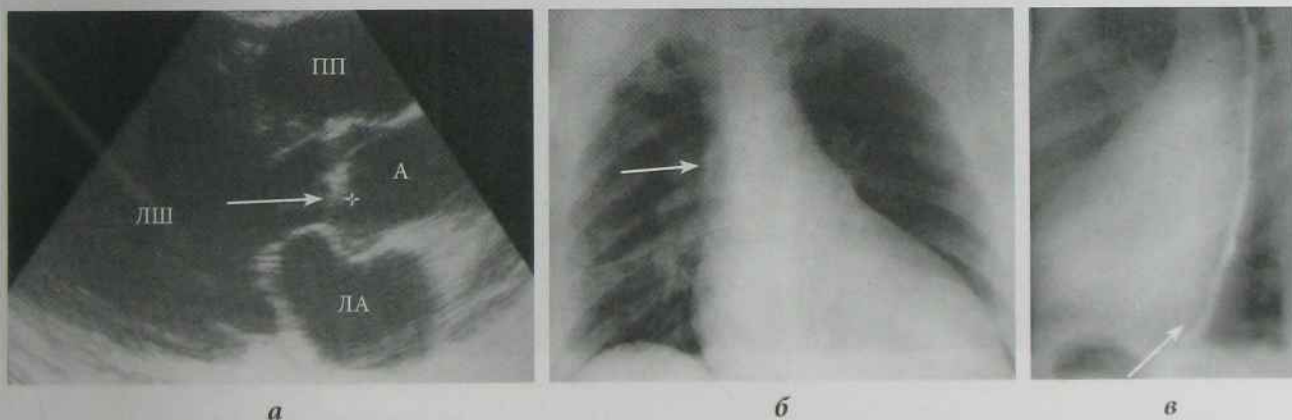
### Аортальні вади

Аортальні вади розвиваються частіше в результаті ревматичного та атеросклеротичного ураження аортального клапана.

**Стеноз устя аорти.** Порушення кровообігу виникає при зменшенні площі аортального отвору менше  $1,5 \text{ см}^2$  (у нормі —  $2,4 \text{ см}^2$  і більше). Над аортою вислуховується грубий систолічний шум.

УЗД виявляє звужений аортальний отвір, потовщення стінки лівого шлуночка і міжшлуночкової перегородки, зменшення (при компенсованій ваді) та збільшення (при декомпенсованій ваді) об'єму порожнини лівого шлуночка, ущільнення стінок аорти, локальне післястенотичне розширення висхідної аорти (рис. 13.16, а). Доплерографія дозволяє визначити збільшення швидкості потоку крові з лівого шлуночка в аорту через звужений аортальний отвір (кольорова вкладка: рис. 13).

На рентгенограмі серце аортальної форми, талія підкреслена, дуга лівого шлуночка виступає вліво, верхівка серця опущена вниз і заглиблена в діафрагму (рис. 13.16, б), на рентгенограмі в лівій косій проекції з контрастуванням стравоходу ретрокардіальний простір заповнений збільшеним лівим шлуночком (рис. 13.16, в). В лівій косій проекції висхідна частина аорти локально розширена в місці постійного впливу тонкого струменя крові під великим тиском із звуженого отвору аорти. При флюороскопії хвилі скорочення лівого шлуночка глибокі, посилені, сповіль-



**Рис. 13.16.** Стеноз устя аорти: а) ультрасонограма (стенозоване устя аорти — стрілка). б) рентгенограма ОГП в прямій проекції. Пневматизація легень в межах норми; легеневий малюнок не змінений; корені легень не розширені; ліве склепіння діафрагми прикрите тінню серця, правий реберно-діафрагмальний синус вільний; поперечний розмір серця збільшений за рахунок дуги лівого шлуночка (ліва межа серця на рівні передньої аксиллярної лінії), визначається випинання дуги висхідної аорти (стрілка); в) рентгенограма ОГП в лівій косій проекції з контрастуванням стравоходу (ретрокардіальний простір зайнятий збільшеним лівим шлуночком — стрілка)



нені. Звапнення аортального клапана, яке свідчить про значне звуження устя аорти, виявляють рентгенологічно і на КТ.

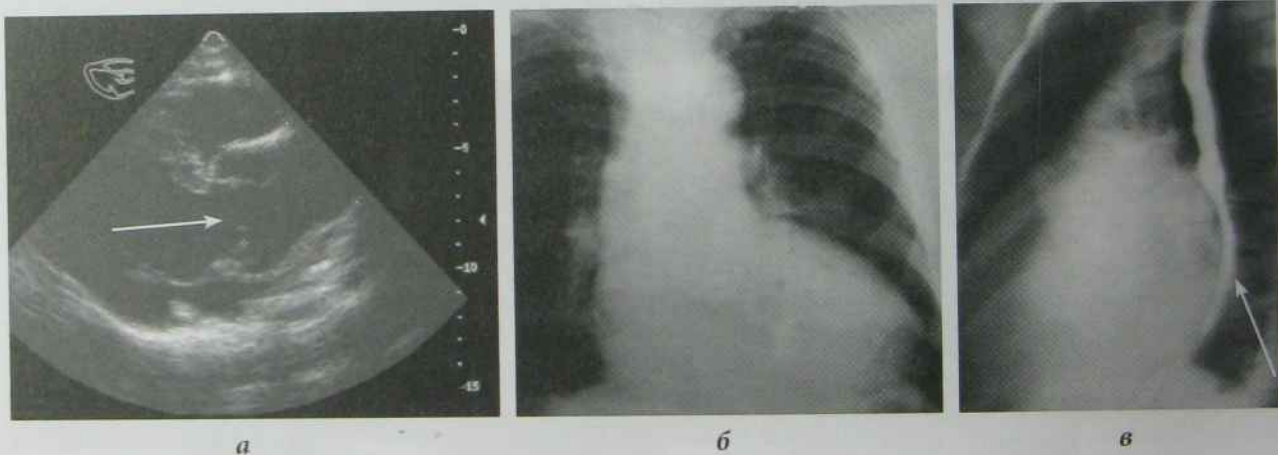
**Недостатність аортальних клапанів.** Причинами аортальної недостатності є ревматичне ураження аортальних клапанів, атеросклероз, септичний ендокардит. Під час діастолі частина крові з аорти повертається в порожнину лівого шлуночка. Лівий шлуночок викидає в аорту більший об'єм крові, ніж у нормі, внаслідок чого спочатку виникає його гіпертрофія і тоногенна дилатація, потім розвивається міогенна дилатація (рис. 13.17). Хворі скаржаться на непритомність, швидку стомлюваність, шум у вухах, біль в серці. Під час огляду у хворих виявляють блідість шкірних покривів, посилену пульсацію сонних артерій ("танець каротид"). Артеріальний тиск під час систоли високий, а в діастолу різко знижений.

**УЗД-ознаки недостатності аортального клапана:** підвищення ехогенності стулок аортального клапана, збільшення просвіту аорти, роз-

ширення порожнини лівого шлуночка без помітного збільшення товщини його стінок. При доплерографії визначається регургітація крові з аорти в порожнину лівого шлуночка (кольорова вкладка: рис. 14).

**Рентгенологічно:** аортальна форма серця, дуга аорти розширена, талія серця підкреслена, дуга лівого шлуночка виступає вліво, верхівка серця дещо піднята вгору, правий серцево-судинний кут зміщений вниз. При розвитку дилатації лівого шлуночка виникає відносна недостатність мітрального клапана, що спричиняє відхилення контрастованого стравоходу в лівій косій проекції по дузі великого радіуса. При флюороскопії виявляють збільшення амплітуди пульсації дуги аорти у момент систоли лівого шлуночка і зменшення діаметра аорти під час діастолі.

При аортографії, на швидкісних КТ і МРТ з контрастуванням виявляється регургітація частини контрастованої крові з аорти в порожнину розширеного лівого шлуночка.



**Рис. 13.17.** Недостатність аортального клапана:

а) ультрасонограма (стулки аортального клапана не змикаються у фазу діастолі — стрілка); б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: пневматизація легень у межах норми; легеневий малюнок не змінений; корені легень не розширені, малоструктурні; ліве склепіння діафрагми нечітке, прикрите тінню серця, реберно-діафрагмальні синуси вільні; поперечний розмір тіні серця збільшений за рахунок дуги лівого шлуночка (ліва межа серця на рівні передньої аксиллярної лінії), талія тіні серця підкреслена, аорта розширена; в) рентгенограма серця з контрастованим стравоходом у бічній проекції (ретрокардіальний простір заповнений розширеним лівим шлуночком, відхилення контрастованого стравохода по дузі великого радіуса — стрілка)

## Вроджені вади серця

Вроджені аномалії розвитку серця складають 1–2% від усіх органічних захворювань серця. Вроджені вади ділять на три групи: вади серця із збільшеним легеневим кровотоком (дефект міжпередсердної перегородки, дефект міжшлуночкової перегородки, незарощена артеріальна протока), вади серця із зменшеним легеневим кровотоком (тетрада і триада Фалло, ізольований стеноз легеневої артерії), вади серця з незмінним легеневим кровотоком (коарктація аорти, ізольований стеноз отвору аорти).

**Дефект міжпередсердної перегородки (ДМПП).** За наявності дефекту міжпередсердної перегородки кров переміщується з лівого передсердя в праве передсердя, внаслідок чого відбувається переповнення кров'ю правих відділів серця.

При УЗД визначається локалізація і розміри дефекту міжпередсердної перегородки, збільшен-

ня порожнин правих відділів серця, зменшення порожнини лівого шлуночка, глибока пульсація шлуночків і легеневого стовбура (рис. 13.18, а). Доплерографія дозволяє визначити ступінь переміщення крові з лівого передсердя в праве передсердя (кольорова вкладка: рис. 15).

При рентгенологічному дослідженні відзначають збагачення і розширення легневих артерій і вен, розширення і тяжистість коренів легень. У прямій проекції серце мітральної форми внаслідок різкого випинання дути легеневого стовбура (рис. 13.18, б). Верхівка серця зміщена вліво збільшеним правим шлуночком. Правий серцево-судинний кут зміщений догори.

При дефекті міжпередсердної перегородки під час катетеризації серця можливе проведення катетера з правого передсердя в ліве передсердя.

**Дефект міжшлуночкової перегородки (ДМШП).** Супроводжується переміщенням крові з лівого шлуночка в правий, внаслідок чого відбувається переповнення малого кола кровообігу

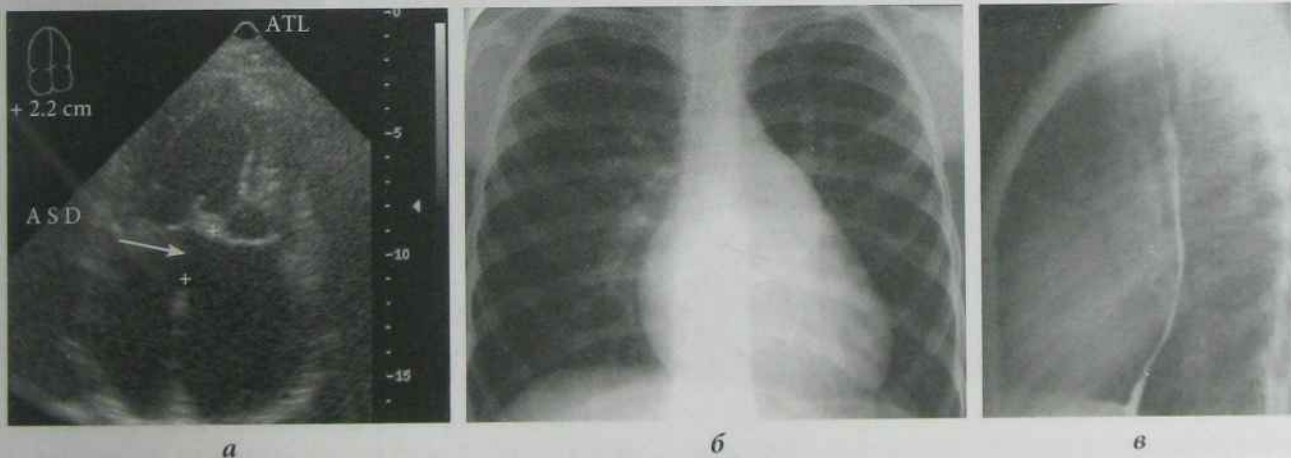


Рис. 13.18. ДМПП:

а) ультрасонограма (дефект міжпередсердної перегородки — стрілка); б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: пневматизація легень в межах норми; легеневий малюнок посилений за рахунок судинного компонента, збагачений переважно в прикореневих зонах; корені легень розширені, малоструктурні; склепіння діафрагми чіткі, синуси вільні; поперечний розмір тіні серця збільшений за рахунок правого шлуночка, талія тіні серця згладжена, правий атріовазальний кут зміщений догори, збільшена дуга легеневого конуса та лівого передсердя; в) рентгенограма ОГП в лівій бічній проекції з контрастованим стравоходом (ретростернальний простір відсутній за рахунок збільшення правого шлуночка)



і недостатнє наповнення кров'ю великого кола кровообігу. Клінічно відзначається затримка фізичного розвитку дитини, скарги на задишку при навантаженні. Об'єктивно визначається блідість шкірних покривів, розширення меж серця вправо, грубий систолічний шум на верхівці серця.

При УЗД визначають локалізацію і розмір дефекту міжшлуночкової перегородки, збільшення порожнини і товщини стінки правого шлуночка, зменшення розмірів лівого шлуночка (рис. 13.19, а). При доплерографії відзначається наявність аномального потоку крові з лівого шлуночка в правий шлуночок через дефект міжшлуночкової перегородки (кольорова вкладка: рис. 16).

На рентгенограмі корені легень розширені, легеневий малюнок посилений. Серце мітральної форми, збільшені дуги легеневого стовбура і лівого шлуночка, верхівка серця дещо піднята

і заокруглена, права межа тіні серця розширена за рахунок збільшеного правого шлуночка (рис. 13.19, б, в).

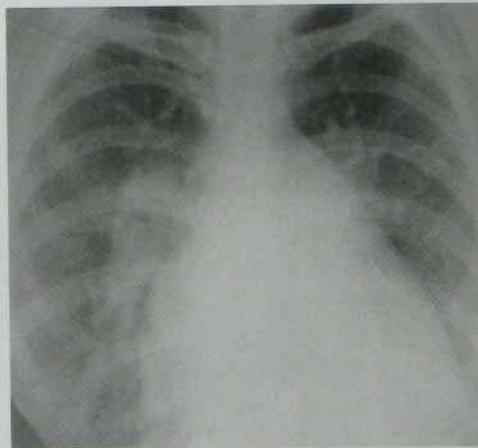
При вентрикулографії відзначається переміщення контрастної речовини з лівого шлуночка в правий.

При зондуванні серця часто можна провести зонд без перешкод з правого шлуночка в лівий шлуночок.

**Незарощена артеріальна (боталлова) протока** сполучає дугу аорти з легеневим стовбуром і забезпечує у внутрішньоутробному періоді поєднання між артеріальною і венозною системами кровообігу. Надалі протока облітерується і до кінця першого року життя залишається відкритою приблизно в 1 % випадків. Частина крові з великого кола кровообігу переміщується в мале коло кровообігу через відкриту артеріальну протоку, що призводить до недостатньої оксигенації



а



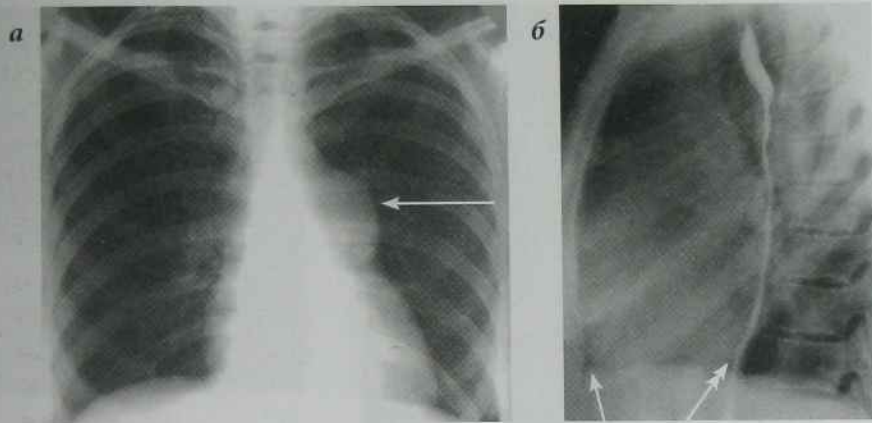
б



в

Рис. 13.19. ДМШП:

а) ультрасонограма серця (дефект міжшлуночкової перегородки вказаний стрілкою), б) рентгенограма ОГП в прямій проекції. Пневматизація легень знижена за рахунок посилення та збагачення судинного компонента легеневого малюнка в прикореневих зонах та в базальних відділах; корені легень розширені, малоструктурні; поперечний розмір тіні серця збільшений за рахунок правого та лівого шлуночків, талія тіні серця згладжена, правий атріовазальний кут зміщений догори, збільшена дуга легеневого конуса та лівого передсердя, верхівка серця піднята над рівнем діафрагми; в) рентгенограма ОГП в лівій бічній проекції з контрастним стравоходом: ретрокардіальний та ретрокардіальний простори не візуалізуються



**Рис. 13.20.** Відкрита артеріальна протока:

*а) рентгенограма ОГП в прямій проекції. пневматизація легень у межах норми; легеневи малюнок посилений та збагачений за рахунок судинного компонента у верхніх частках та в прикореневих зонах; корені легень розширені, малоструктурні; склепіння діафрагми чіткі; поперечний розмір тіні серця не змінений, правий атріовазальний кут зміщений догори, значно збільшена дуга легеневого конуса (розширення тіні серця по лівому контуру в ділянці легеневого конуса — стрілка); б) рентгенограма ОГП в лівій бічній проекції з контрастованием стравоходом (відсутність прекардіального /стрілка/ та ретрокардіального /подвійна стрілка/ просторів внаслідок розширення шлуночків*

крові у великому колі кровообігу і проявляється тахікардією, задишкою і відставанням у фізичному розвитку.

УЗД: збільшення діаметра легеневого стовбура, збільшення порожнини лівого шлуночка, потовщення стінок правого шлуночка. Доплерографія виявляє аномальний потік крові з аорти в легенево-артерію (кольорова вкладка: рис. 17).

На рентгенограмі органів грудної порожнини в прямій проекції легеневи малюнок збагачений, корені легень розширені, серце мітральної форми, збільшена дуга легеневої артерії, правий атріовазальний кут зміщений догори (рис. 13.20, а). У першій косій (рис. 13.20, б) проекції ліве передсердя збільшене, збільшені дуги *conus pulmonalis* (стовбура легеневої артерії). У другій косій проекції збільшені дуги правого шлуночка і лівих відділів серця.

**Коарктація аорти** — це вроджене звуження (частіше перешийка) аорти від 1 см до 1–2 мм. У лівому шлуночку і в артеріальних гілках, що відходять від аорти до місця звуження і живлять верхні відділи тулуба, тиск підвищений, що викликає

компенсаторний розвиток колатералей, розширюються передні і задні міжреберні артерії, підшкірні артеріальні гілки на передній грудній стінці. У артеріях, що відходять нижче звуження і живлять нижні відділи тулуба, тиск понижений, що є причиною гіпотрофії нижньої частини тіла хворого.

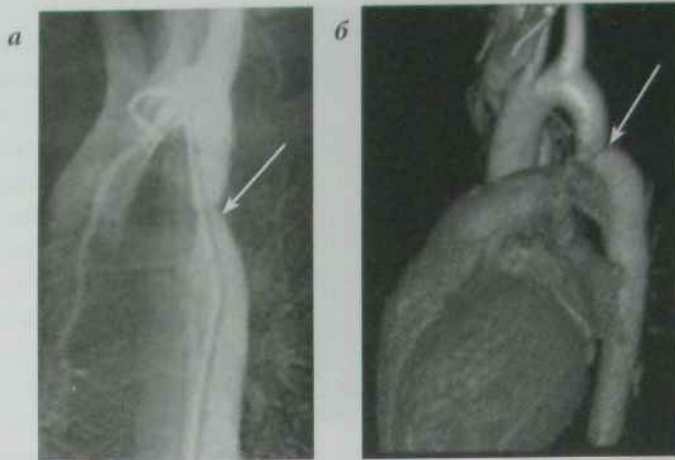
На рентгенограмах грудної клітки хворих у віці після 12 років визначаються узури нижніх країв симетричних ребер III–VI. Серце аортальної форми, лівий шлуночок гіпертрофований, його верхівка заокруглена і розташована над діафрагмою.

При флюороскопії амплітуда пульсації лівого шлуночка і висхідної частини аорти поглиблена, амплітуда пульсації низхідної частини аорти — зменшена.

На аортограмі визначається розширення висхідної аорти, ділянка стенозу і розширені міжреберні артерії (рис. 13.21, а).

На КТ визначається збільшення порожнин лівого передсердя і шлуночка, потовщення їх стінок, а також розширення висхідної частини аорти і звуження в ділянці стенозу аорти (рис. 13.21, б).





*Рис. 13.21. Коарктація аорти: звуження нижньої частини дуги аорти (стрілки) на аортограмі (а) та СКТ в тривимірній реконструкції (б)*

При УЗД визначається звуження аорти, посилена пульсація аорти і турбулентний потік крові дистальніше звуження. Для діагностики коарктації аорти можна використовувати МРТ.

**Тетрада Фалло** — це складна вроджена вада серця, яка включає чотири вади: стеноз устя легеневої артерії, дефект міжшлуночкової перегородки, розміщення аорти над обома шлуночками (декстрапозиція отвору аорти) і гіпертрофію правого шлуночка. При цій ваді серця частина венозної крові переміщується з правого шлуночка у велике коло кровообігу, що є причиною недостатності легеневого кровообігу і недостатньої оксигенації крові, що призводить до ціанозу тіла.

Під час УЗД (рис. 13.22, а) візуалізується звужене устя легеневої артерії, дефект міжшлуночкової перегородки, розширення аорти і зміщення її вправо (аорта “сидить” на міжшлуночковій перетинці), потовщення стінки правого шлуночка. При доплерографії виявляють аномальне переміщення крові через дефект міжшлуночкової перегородки (кольорова вкладка: рис. 18), збільшення швидкості потоку крові в легеневій артерії.

На рентенограмі в прямій передній проекції легеневий малюнок збіднений, корені легень зменшені. Серце аортальної форми з підведеною догори та різко заокругленою верхівкою в результаті збільшення правого шлуночка (рис. 13.22, б). Розширена висхідна частина аорти зміщена впра-

во. У лівій бічній проекції прекардіальний простір заповнений збільшеним правим шлуночком, ретрокардіальний простір заповнений зміщеним дорзально лівим шлуночком (рис. 13.22, в). При флюороскопії визначається глибока пульсація правого шлуночка і глибока пульсація висхідної частини аорти.

При лівобічній вентрикулографії контрастована кров з лівого шлуночка одночасно заповнює аорту і легеневу артерію.

**Триада Фалло** — це вроджена вада, що включає стеноз устя легеневої артерії, дефект міжпередсердної перегородки і гіпертрофію правого шлуночка. При рентгенологічному дослідженні серце збільшене за рахунок лівого передсердя і правого шлуночка. Верхівка тіні серця заокруглена і піднята догори. Легеневий малюнок збіднений, корені легень зменшені, пульсація їх ослаблена. При ангіографії виявляється переміщення крові з правого в ліве передсердя і одночасне їх контрастування, далі контрастована кров поступає в шлуночки.

**Стеноз легеневого стовбура** є причиною гіпертрофії правого шлуночка з подальшою дилатацією його порожнини, потім розвивається гіпертрофія і дилатація правого передсердя.

#### *Ізольований стеноз стовбура легеневої артерії*

Порушення гемодинаміки виникає внаслідок звуження легеневого стовбура і утруднення

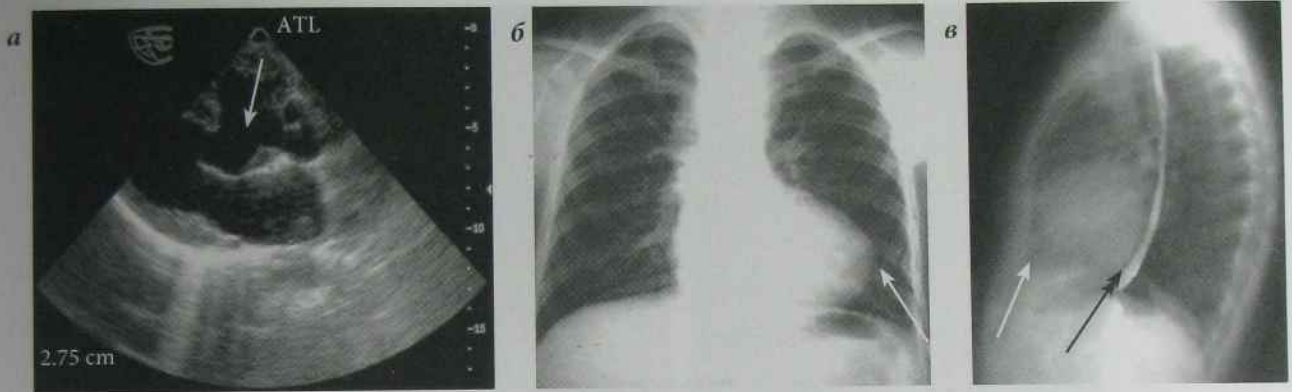


Рис. 13.22. Тетрада Фалло:

а) УЗД: візуалізується дефект міжшлуночкової перегородки (стрілка); б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: серце розширене в поперечнику, ліва межа серця на рівні лівої передньої аксиллярної лінії, верхівка серця піднята над рівнем правого склепіння діафрагми, талія серця підкреслена, висхідна аорта розширена, дуга конуса легеневої артерії не виражена (розширення тіні серця по лівому контуру в ділянці лівого шлуночка — стрілка); в) рентгенограма ОГП в лівій бічній проекції з контрастованием стравоходу (відсутність прекардіального /стрілка/ та ретрокардіального /подвійна стрілка/ просторів

відтоку крові з правого шлуночка. При збільшенні ступеня стенозу зменшується легеневий кровотік.

Рентгенологічно в прямій проекції легеневий малюнок збіднений, корені легень зменшені, серце мітральної форми, гіпертрофованим правий шлуночок зміщує догори і дорзально лівий шлуночок і утворює край уздовж лівого контура серця. При прогресуючій правошлуночкової недостатності розвивається недостатність тристулкового клапана, збільшується праве передсердя. Ліві відділи серця не змінені. УЗД, КТ, МРТ, ангіографія і вентрикулографія дозволяють уточнити діагноз і своєчасно виконати оперативне втручання.

**Декстрокардія** — аномалія розвитку, при якій ліві відділи серця розташовані по правому контуру, а праві — по лівому контуру серця. Декстрокардія може буди ізольованою (рис. 13.23, а), може поєднуватися із дзеркальним розташуванням органів черевної порожнини (*situs viscerus inversus*) (рис. 13.23, б), може бути складовою синдрому Картагенера (декстрокардія, бронхоектатична хвороба, полісинуйт).

## Захворювання міокарда

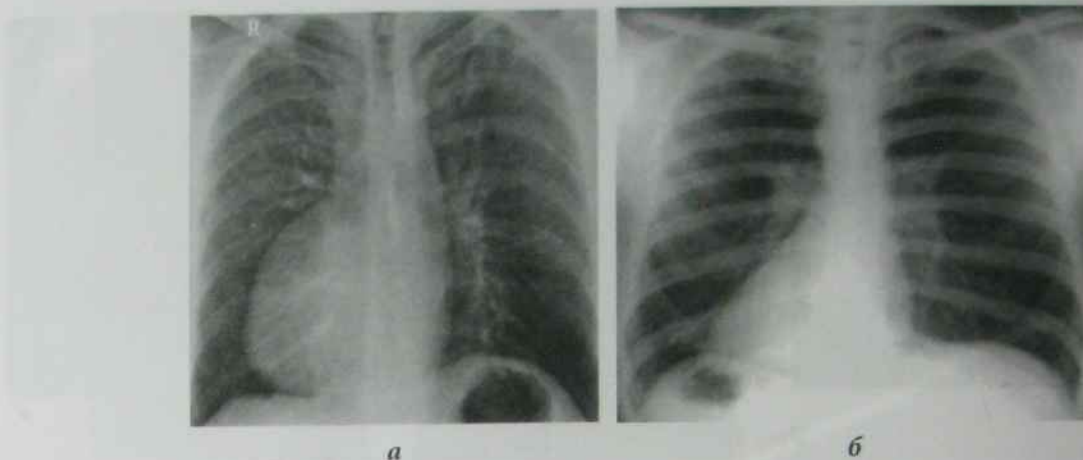
**Міокардит** — запальне захворювання серцевого м'яза, яке виникає внаслідок ревматизму, червеного тифу, іншої бактеріальної та вірусної інфекції.

УЗД: збільшення розмірів порожнин серця, зниження ударного об'єму крові і зменшення фракції викиду.

Рентгенологічно серце трикутної форми, поперечний розмір збільшений. Тонус міокарда знижений, краєутворюючі дуги згладжені, погано диференціюються. Скоротлива здатність знижена, пульсація ослаблена, поверхнева, часто аритмічна. При вдиху поперечник серця зменшується, при видиху — збільшується. З допомогою КТ, МРТ можна виміряти розміри всіх відділів серця.

**Кардіоміопатія** — це захворювання, при яких спостерігається дифузне ураження міокарда з розвитком кардіомегалії. Розрізняють первинну ідіопатичну кардіоміопатію невідомої етіології та вторинну, яка є наслідком захворювань на системний червоний вовчак, амілоїдоз, хронічний алкоголізм тощо. Ідіопатична кардіоміопатія





**Рис. 13.23.** а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: легені звичайної пневматизації, легеневий малюнок структурний, незначно підсилений у верхніх частках, корені легень не розширені, склепіння діафрагми чіткі, синуси вільні; верхівка серця направлена вправо, лівий шлуночок серця розширений (зовнішня межа знаходиться на 2 см латеральніше правої середньоключичної лінії), талія серця підкреслена; правобічне розташування дуги аорти; газовий міхур шлунка та печінка розташовані звичайно; декстрокардія; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: легені звичайної пневматизації, легеневий малюнок структурний, корені легень не розширені, діафрагма чітка, синуси вільні; верхівка серця направлена вправо, лівий шлуночок серця розширений (зовнішня межа знаходиться на 2 см латеральніше правої середньоключичної лінії), талія серця підкреслена; правобічне розташування дуги аорти, під правою частиною діафрагми — просвітлення, обумовлене газовим міхуром шлунка, печінка розташована під лівою частиною діафрагми; зворотнє розташування внутрішніх органів (*Situs viscerus inversus*)

може бути дилатаційною, гіпертрофічною та рестриктивною.

**Дилатаційна (застійна) кардіоміопатія** характеризується вираженою дилатацією серця (рис. 13.24). На УЗД визначається зниження систолічного викиду крові та відносна мітральна і тристулкова недостатність.

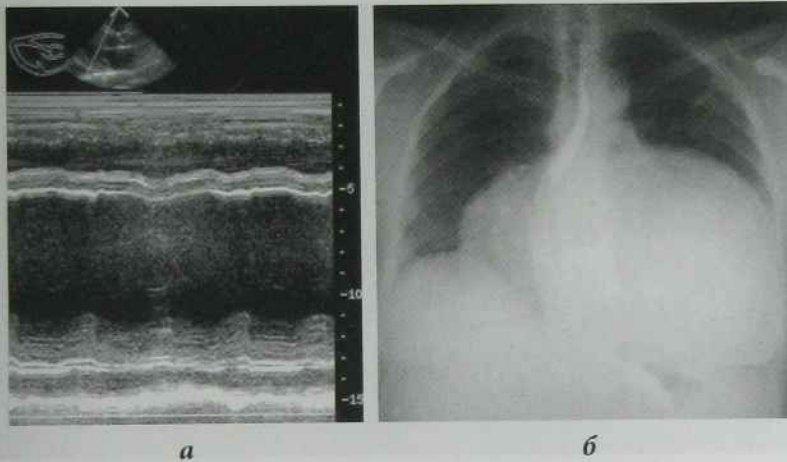
**Гіпертрофічна кардіоміопатія** на УЗД проявляється гіпертрофією міокарда, ригідністю його стінок, порушенням діастолічної функції.

**Рестриктивна кардіоміопатія** — ураження одного чи обох шлуночків, що характеризується ущільненням ендокарда з подальшим зменшенням розмірів порожнин серця і відповідним зменшенням кровонаповнення шлуночків.

**Ішемічна хвороба серця** клінічно проявляється болем у серці (стенокардією), розвивається

внаслідок порушення коронарного кровообігу і розвитку ішемії міокарда. Просвіт вінцевих артерій зменшується внаслідок атеросклерозу або спазму. Прокідність вінцевих артерій вивчають за допомогою коронарографії. На коронарограмах визначають локалізацію, протяжність, характер стенозів або оклюзій уражених судин (рис. 13.7). КТ з контрастуванням дозволяє визначити локалізацію ділянки ішемізованого міокарда.

Тривалий спазм склеротично звужених вінцевих артерій викликає інфаркт міокарда. Діагноз інфаркту міокарда встановлюється на підставі клінічної картини, ЕКГ, результатів біохімічних досліджень та ін. Локалізацію і поширеність ураження міокарда визначають за допомогою УЗД, МРТ і сцинтиграфії.

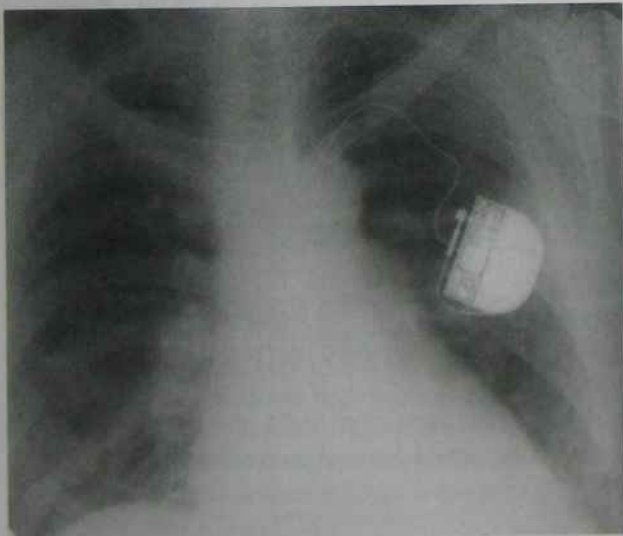


**Рис. 13.24.** Дилатаційна кардіоміопатія:

а) ультрасонограма в М-режимі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: легені звичайної пневматизації, легеневий малюнок деформований, корені легень і ліве склепіння діафрагми прикриті тінню серця, правий реберно-діафрагмальний синус вільний. Серце значно розширене в поперечнику (займає  $\frac{3}{4}$  поперечного розміру грудної клітки), права межа серця знаходиться на рівні правої середньоключичної лінії, ліва межа співпадає з лівим контуром грудної клітки, дуги серця не диференціюються, дуга аорти зміщена догори

Ускладненням інфаркту міокарда можуть бути аритмія, аневризма серця, серцева недостатність, набряк легень, внутрішньосерцевий тромб та ін.

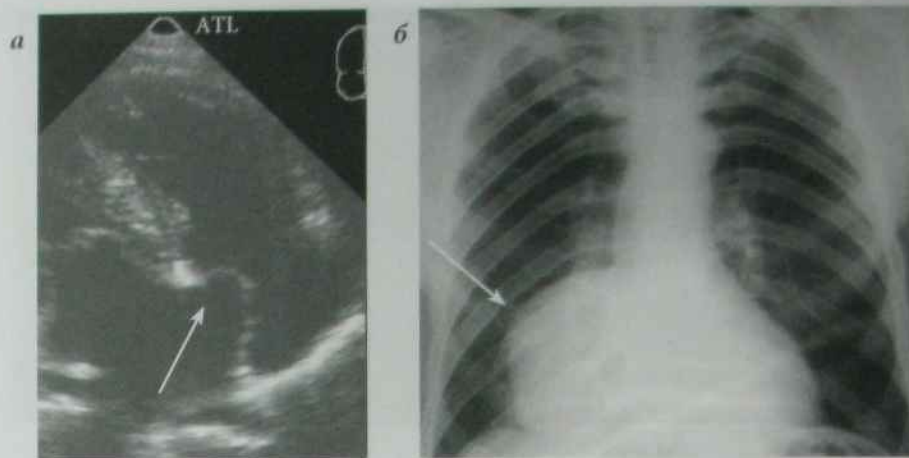
При деяких видах аритмій використовують штучні водії ритму серця (рис. 13.25).



**Аневризма серця** утворюється в місці некротизованої ділянки міокарда. Внаслідок внутрішньосерцевого тиску тонкий шар сполучної тканини, що виникла в ділянці некрозу міокарда, випинається. При УЗД визначають

**Рис. 13.25.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції: пневматизація легень знижена в базальних відділах внаслідок посилення та збагачення легеневого малюнка; корінь правої легені розширений, ліва частина діафрагми прикрита тінню серця, реберно-діафрагмальні синуси вільні; поперечний розмір серця збільшений за рахунок дуги лівого шлуночка (ліва межа серця на рівні лівої середньої аксиллярної лінії), аорта розширена; в проекції II та III міжреберних проміжків лівої легені визначається тінь, обумовлена штучним водієм ритму та електродами (в анамнезі інфаркт міокарда з порушенням ритму серця). Гіпертонічне серце з ознаками венозного застою в малому колі кровообігу





**Рис. 13.26.** а) Ультрасонограма: аневризма міжпередсердної перегородки (стрілка); б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: пневматизація легень в нормі, корені легень розширені; права частина склепіння діафрагми частково прикрита тінню серця, реберно-діафрагмальні синуси вільні; поперечний розмір тіні серця збільшений за рахунок додаткової інтенсивної гомогенної округлої тіні діаметром близько 9 см з чітким рівним контуром (стрілка), яка зливається з правою межею серця. Аневризма правого передсердя

випинання і стоншення ураженої ділянки міокарда (рис. 13.26, а). На рентгенограмі в ділянці аневризми візуалізується розширення тіні серця круглястої форми з чітким контуром (рис. 13.26, б). При флюороскопії характерною ознакою аневризми серця є парадоксальна пульсація тіні випинання у фазі систоли: під час скорочення серця відбувається розширення тіні аневризми.

**Внутрішньосерцевий тромб** як ускладнення інфаркту міокарда може бути діагностований УЗД у вигляді додаткового утворення в одній з порожнин серця, ехогенність тромбу залежить від давності його виникнення (свіжі тромби мають низьку ехогенність, організований тромб має високу ехогенність) (рис. 19.27).

Тромб на МР-томограмі в  $T_2$ -ЗЗ візуалізується у вигляді додаткового утворення в порожнині серця з яскравим МР-сигналом.

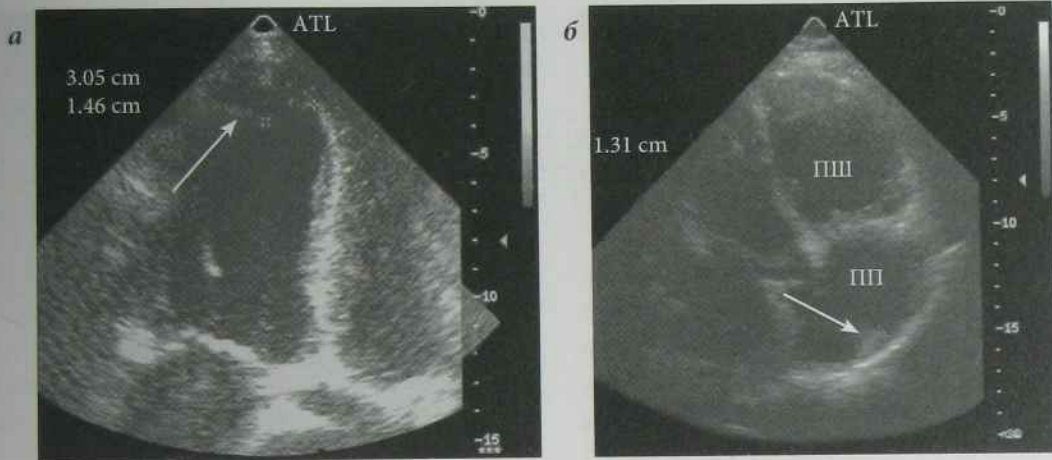
### Легеневе серце

Утруднення току крові в малому колі кровообігу при захворюваннях легень призводить до формування так званого "легеневого серця". Причи-

ною легеневого серця може бути тромбоемболія легеневої артерії, гостра пневмонія, клапанний пневмоторакс, туберкульоз, емфізема, пневмосклероз та ін.

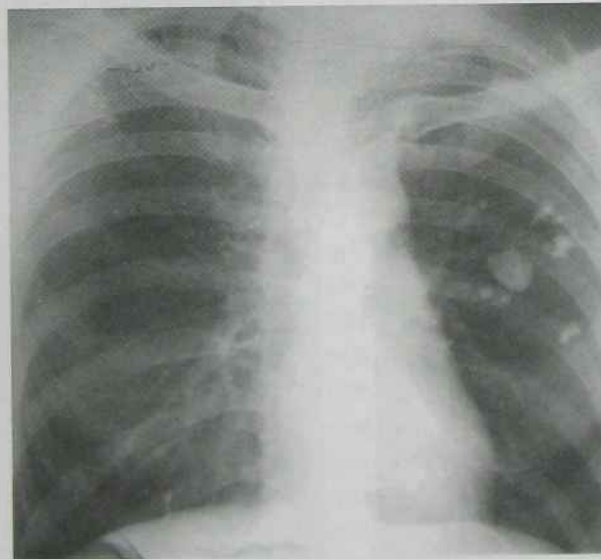
Рентгенологічно *гостре легеневе серце* проявляється розширенням коренів легень, збільшенням розмірів правих відділів серця, розширенням верхньої порожнистої вени, високим розташуванням правого склепіння діафрагми. На рентгенограмі в прямій проекції *хронічне легеневе серце* характеризується вертикальним положенням, мітральною формою, відносно малим поперечним розміром щодо розміру висоти серця, випинанням дуги легеневого стовбура і дуги правого шлуночка. Відносно малі розміри легеневого серця пов'язані з недостатнім заповненням його порожнин кров'ю внаслідок утрудненого легеневого кровообігу (рис. 13.28).

Уточнити характер змін порожнин і великих судин серця можна за допомогою УЗД, КТ і МРТ.



**Рис. 13.27.** Внутрішньосерцевий тромб:

а) ультрасонограма, свіжий тромб у порожнині лівого шлуночка (стрілка); б) ультрасонограма, організований тромб у порожнині правого передсердя (стрілка)



**Рис. 13.28.** Рентгенограма ОГП в прямій проекції. Легеневе серце.

Легені підвищеної пневматизації, на тлі деформованого та посиленого за рахунок бронхо-судинного компонента легеневого малюнка визначаються поліморфні щільні однорідні з нерівними чіткими контурами різних розмірів вогнищеві тіні з переважним розташуванням у D1, D2, S3 сегментах. Також в S3 візуалізується овальна (2×3 см) щільна негетерогенна за рахунок звапнень тінь з чітким рівним контуром. Корені легень розширені, ущільнені. Склепіння діафрагми чіткі, розташовані на рівні VI міжреберних проміжків. Поперечник вертикально розташованого серця зменшений внаслідок повороту серця, виражена дуга легеневого конуса. Міжреберні проміжки розширені з обох боків



## Серце при гіпертонічній хворобі

При гіпертонічній хворобі збільшується навантаження на лівий шлуночок, внаслідок чого розвивається гіпертрофія шлуночка і подальша дилатація його порожнини.

При УЗД визначається збільшення товщини стінки лівого шлуночка та збільшення розміру його порожнини. При рентгенологічному дослідженні (рис. 13.29) серце аортальної форми, талія підкреслена, розширення дуги лівого шлуночка вліво, верхівка серця занурена в діафрагму. Тінь аорти розширена на всьому протязі. Пульсація контура лівого шлуночка посилена, глибока. УЗД, КТ і МРТ дозволяють уточнити характер змін порожнин серця.

## Захворювання перикарда

Причиною виникнення *перикардиту* можуть бути ревматизм, туберкульоз, пневмонія, уремія, інфаркт міокарда, злоякісні пухлини легень і се-

редостіння. Розрізняють сухі (фібринозні) і випітні (ексудативні) перикардити.

Клініка: задишка, тахікардія, біль в серці, зниження артеріального тиску, глухі тони серця. При сухому перикардиті в III–IV межребер'ях зліва від тіла грудини вислуховується шум тертя перикарда.

*Сухий перикардит* рентгенологічно не визначається. Іноді можна виявити тінь потовщеного перикарда у вигляді смужки вздовж контура серця завтовшки близько 2 мм або його звапнення у вигляді окремих грудочок кальцію чи суцільного звапнення ("панцирне серце").

*Ексудативний перикардит* рентгенологічно візуалізується при накопиченні в порожнині перикарда не менше 100–150 мл рідини. Серце набуває трапецієподібної або кулястої форми, поперечний розмір збільшений, висота судинного пучка знижена, краєутворюючі дуги не диференціюються при великій кількості ексудату (рис. 13.30). Пульсаторні рухи серця ослаблені або відсутні, пульсація аорти збережена.

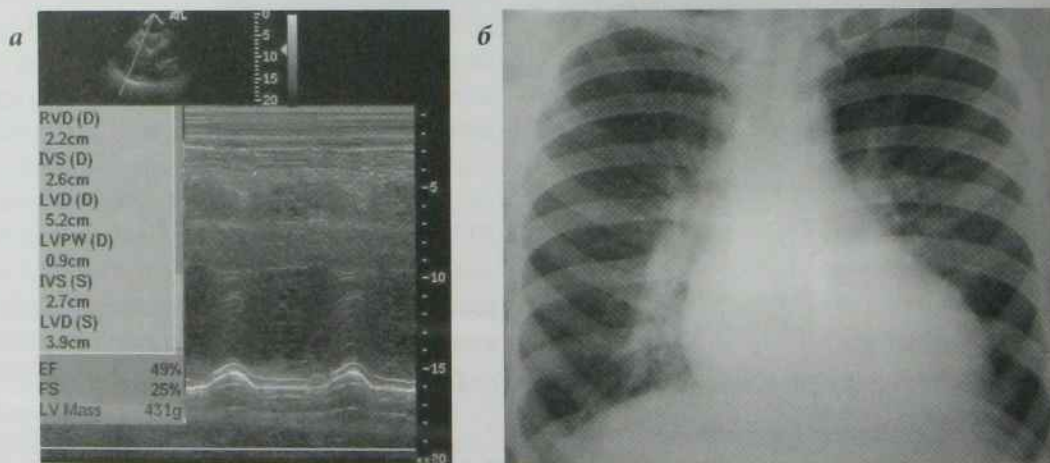


Рис. 13.29. Серце при гіпертонічній хворобі:

а) ультрасонограма в М-режимі; б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: пневматизація легень у межах норми; легеневий малюнок посилений у прикореневих відділах легень; корені легень розширені; ліва частина діафрагми частково прикрита тінню серця, реберно-діафрагмальні синуси вільні; поперечний розмір тіні серця збільшений за рахунок дуги лівого шлуночка (ліва межа серця на рівні передньої аксиллярної лінії), талія серця підкреслена, аорта розширена

## Патологія судин

### Атеросклероз

Із крупних судин найчастіше уражується аорта, рідше — верхня порожниста вена і легенеий стовбур.

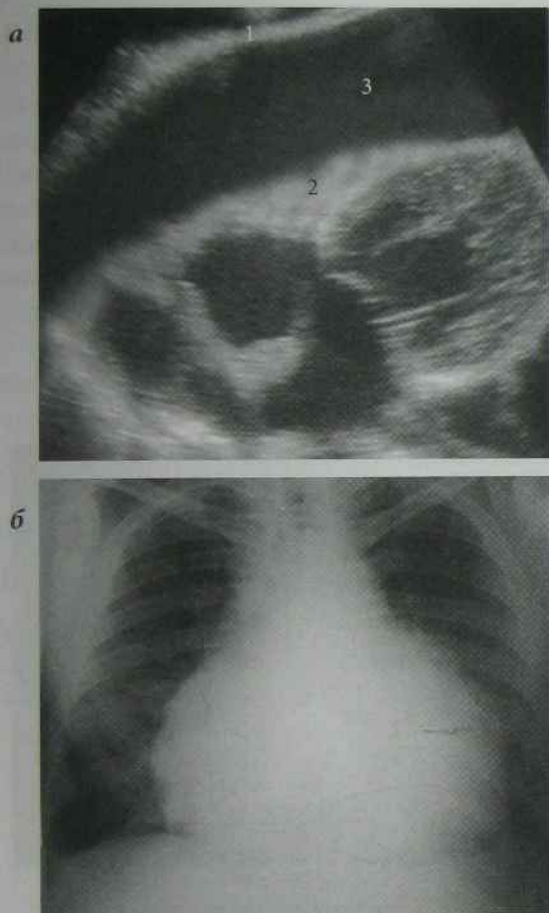
При атеросклерозі відбувається відкладання ліпідів у стінці судини, утворення атероматозних бляшок, розростання сполучної тканини з відкладенням солей кальцію. Рентгенологічно склеротичні зміни судин характеризуються розширенням просвіту і ущільненням стінки судини. На ангиограмах можуть бути виявлені нерівність контурів і крайові дефекти наповнення за рахунок атероматозних бляшок.

Атеросклероз аорти зустрічається в літньому віці, частіше уражує черевну частину, рідше — дугу і грудну частину аорти. Рентгенологічними ознаками атеросклерозу аорти є зміщення аорти вліво, високе положення верхнього краю дуги. Грудна частина аорти може зміщувати трахею і стравохід вправо. На рентгенограмі в лівій косій проекції визначається збільшення діаметра аорти до 5–6 см, розширення аортального вікна, іноді ознаки звапнення стінки аорти.

Склероз верхньої порожнистої вени супроводжується збільшенням її довжини і ширини. При рентгенологічному дослідженні в прямій проекції вздовж правого контура серця визначається інтенсивна тінь з випуклим латеральним контуром.

**Аневризма аорти** — веретеноподібне або мішкоподібне значне розширення аорти до 5–12 см. Аневризми аорти розділяють на: 1) справжні, коли випинаються всі три шари артеріальної стінки; 2) несправжні, коли розривається інтима і середній шар, а випинається тільки адвентиція; 3) розшаровуючі, коли формується простір між шарами артеріальної стінки. За формою розширень розрізняють циліндричні, веретеноподібні і мішкоподібні аневризми (рис. 13.8, 13.31).

Більшість аневризм виникають унаслідок атеросклерозу або травми, локалізуються переважно в низхідній частині грудної аорти, травматичні — в ділянці дуги аорти. Рентгенологічно визначається додаткова тінь з чіткими рівними конту-



**Рис. 13.30.** Ексудативний перикардит:

*а) сонокардіограма в В-режимі (1 — перикард, 2 — міокард, 3 — рідина в перикардальній порожнині);*

*б) рентгенограма органів грудної порожнини в прямій проекції: легені звичайної пневматизації, корені легень прикриті тінню серця, реберно-діафрагмальні синуси вільні. Серце розширене в поперечнику: права межа серця знаходиться на рівні правої середньоключичної лінії, ліва — на рівні лівої передньої аксиллярної лінії, дуги серця не диференціюються, дуга аорти зміщена вгору*

За допомогою УЗД, КТ, МРТ можна виявити невелику кількість рідини (50 мл) і розподіл її у порожнині перикарда.



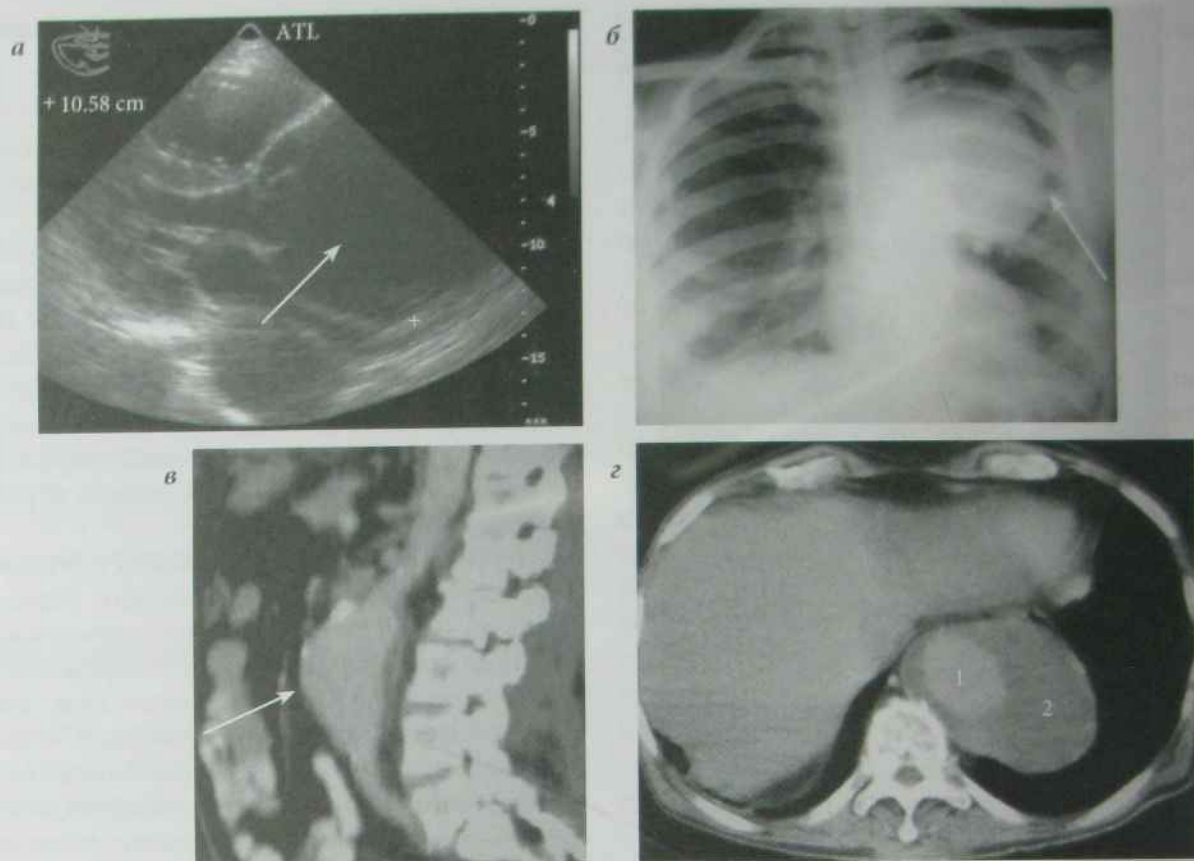


Рис. 13.31. Аневризми аорти.

а) ультрасонограма аорти: аневризма аорти (стрілка); б) рентгенограма ОГП в прямій проекції: в проекції верхньої частки лівої легені визначається куляста (діаметром близько 9 см) з рівними чіткими контурами інтенсивна гомогенна тіннь, що зливається з тінню верхнього середостіння та з лівим коренем легені; корінь правої легені не розширений, структурний; склепіння діафрагми чіткі, реберно-діафрагмальні синуси вільні; поперечний розмір тінні серця збільшений за рахунок дуги лівого шлуночка (ліва межа серця розташована на 2 см латеральніше лівої середньоключичної лінії), талія серця підкреслена; аневризма нижньої частини грудної аорти; в) СКТ черевної порожнини та заочеревинного простору з контрастним підсиленням, сагітальний зріз: аневризма черевної аорти; г) СКТ черевної порожнини та заочеревинного простору з контрастним підсиленням, аксіальний зріз: розширююча аневризма черевної аорти (1 — просвіт контрастованої аорти; 2 — простір між шарами стінки аорти заповнений згортками неконтрастованої крові)

рами, яка широкою основою прилягає до аорти. В грудній частині аорти може спостерігатися зміщення трахеї і контрастованого стравоходу вправо, в черевній — узури тіл хребців. Рентгенологічно визначається виражена пульсація за відсутності тромбів у порожнині аневризми.

Діагностику аневризм проводять за допомогою УЗД, КТ, МРТ. Найважче діагностуються розширюючі аневризми. Вони характеризуються несприятливим прогнозом через можливість розриву їх стінки.

### Облітеруючий ендартеріт

При облітеруючому ендартеріті відбувається звуження переважно периферичних судин. Триваллий спазм артерій призводить до хронічної ішемії тканин, внаслідок чого настає гіперплазія інтими, фіброз адвентиції, дегенеративні зміни нервового апарату судинної стінки. Морфологічні зміни створюють умови для тромботворення й облітерації просвіту артерії. Характер і протяжність ураження судин облітеруючими ендартерітом діагностують за допомогою артеріографії (рис. 13.32).

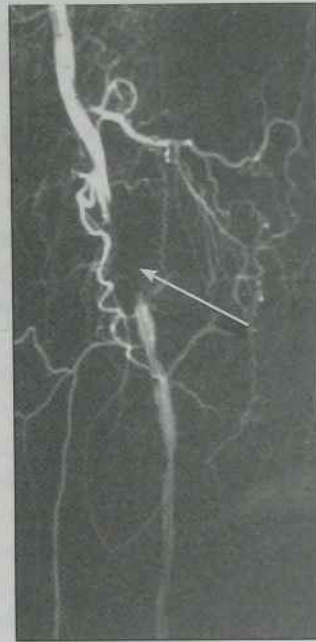


Рис. 13.32. Субтракційна дигітальна ангиографія лівої стегнової артерії:

облітеруючий ендартеріт: повна оклюзія середньої третини лівої стегнової артерії (стрілка)

## Алгоритм променевого дослідження серцево-судинної системи

### Серце

- ▶ За черговістю: первинні (УЗД, рентгенографія, флюороскопія) і додаткові методи дослідження (за спеціальними показаннями: радіонуклідні, КТ, МРТ);
- ▶ За інвазивністю: неінвазивні (УЗД, рентгенографія, флюороскопія, КТ, МРТ) та інвазивні (черезстравохідна ехокардіографія, ехокардіографія з внутрішньовенним контрастуванням, радіонуклідна вентрикулографія, сцинтиграфія міокарда, СКТ та МРТ з контрастуванням)
- ▶ За отриманою інформацією: морфологічні (УЗД, рентгенографія, флюороскопія, КТ, МРТ, контрастні методики) і функціональні (УЗД, флюороскопія, радіонуклідні методики).

### Кровоносні судини

1. Основні (первинні) методи дослідження: УЗД;
2. Додаткові методи дослідження (за спеціальними показаннями):  
*Неінвазивні і малоінвазивні:* УЗД з контрастуванням, КТА, МРТ, МРА;  
*Інвазивні:* інтраваскулярне УЗД, артеріографія, флебографія.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть методи променевого дослідження серця.
2. Перечисліть групи радіонуклідних методів дослідження серця.
3. Перечисліть інтервенційні методи дослідження серця.
4. Перечисліть краютворюючі дуги серця в прямій і лівій бічній проекції.
5. Перечисліть варіанти форм серця.
6. Перечисліть основні рентгенологічні синдроми серцевої патології.
7. Контрастування стравоходу, його роль у діагностиці серцевої патології.
8. Перечисліть вікові особливості серця.
9. Перечисліть променеві ознаки недостатності мітрального клапана.
10. Перечисліть променеві ознаки стенозу устя аорти.



11. Перечисліть класифікацію вроджених вад серця.
12. Перечисліть променеві ознаки тетради Фалло.
13. Перечисліть променеві ознаки ДМПП.
14. Перечисліть променеві ознаки ДМШП.
15. Перечисліть променеві ознаки коарктації аорти.
16. Перечисліть променеві ознаки ІХС.
17. Перечисліть променеву семіотику аневризм серця.
18. Перечисліть променеві ознаки перикардиту.
19. Перечисліть променеві ознаки захворювань периферичних судин.

### Тестові питання

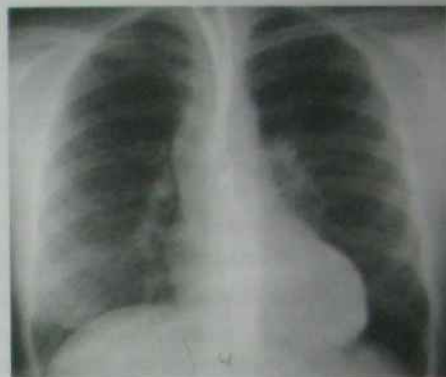
1. Двовимірна ехокардіографія дозволяє вивчати:
  - а) анатомічні особливості;
  - б) функціональні зміни серця;
  - в) скоротливу здатність міокарда;
  - г) патологію перикарда;
  - д) \* все вищенаведене.
2. Який з перерахованих методів УЗД дозволяє візуалізувати напрямок і швидкість потоків крові в серці?
  - а) \* доплероехокардіографія;
  - б) двовимірна ехокардіографія;
  - в) тривимірна ехокардіографія;
  - г) все вищенаведене.
3. Магнітно-резонансна томографія при дослідженні серця дозволяє вивчати:
  - а) морфологію стінок серця;
  - б) функцію клапанів та скорочення серцевого м'яза;
  - в) перфузію міокарда;
  - г) \* все вищенаведене.
4. Контрастне рентгенологічне дослідження вінцевих артерій для виявлення ступеня звуження артерій, оцінки стану колатерального кровообігу має назву:
  - а) \* коронарографія;
  - б) аортографія;
  - в) вентрикулографія;
  - г) пульмонографія.
5. Методика отримання рентгенівського зображення судин в результаті "віднімання" від зображення, отриманого на екрані після введення контрасту в судину, зображення, отриманого до введення контрасту, називається:
  - а) \* цифрова субтракційна ангіографія;
  - б) селективна ангіографія;
  - в) коронарографія;
  - г) вентрикулографія.
6. Процентне відношення поперечного розміру серця до поперечного розміру грудної клітки на рівні правого склепіння діафрагми називається:
  - а) поперечний розмір серця;
  - б) \* серцево-легеневий коефіцієнт;
  - в) довжник серця.
7. Форма серця визначається за:
  - а) \* ступенем вираженості красутворюючих дуг контура серцево-судинної тіні в прямій проекції;
  - б) кутом нахилу осі серця;
  - в) поперечним розміром серця;
  - г) серцево-легеневим коефіцієнтом.
8. Форма серця, що характеризується збільшенням другої і третьої дуг уздовж лівого контура серця, згладженням талії серця, зміщенням вгору правого серцево-судинного кута, називається:
  - а) \* мітральною;
  - б) аортальною;
  - в) звичайною;
  - г) кулястою.
9. Форма серця, що характеризується зменшенням другої і третьої дуг лівого контура серця, вираженістю талії серця, збільшенням дуги лівого шлуночка, аорти, зміщенням вниз правого серцево-судинного кута, називається:
  - а) \* аортальною;
  - б) мітральною;
  - в) трапезієподібною;
  - г) кулястою.
10. Виявлення регургітації крові в систолу шлуночків з порожнини лівого шлуночка в порожнину лівого передсердя характерне для:
  - а) мітрального стенозу;
  - б) \* недостатності мітрального клапана;

- в) тетради Фалло;  
г) аортального стенозу.
11. Відхилення стравоходу по дузі малого радіуса (діаметр менше 6 см) у лівій бічній проекції характерно для:  
а) аортального стенозу;  
б) \*мітрального стенозу;  
в) недостатності мітрального клапана;  
г) недостатності аортального клапана.
12. Відхилення стравоходу по дузі великого радіуса (діаметр більше 6 см) у лівій бічній проекції характерно для:  
а) аортального стенозу;  
б) мітрального стенозу;  
в) \*недостатності мітрального клапана;  
г) недостатності аортального клапана.
13. До вад серця із збільшеним легеневим кровотоком належать:  
а) дефект міжпередсердної перегородки;  
б) дефект міжшлуночкової перегородки;  
в) незарощена артеріальна протока;  
г) \*всі вищенаведені.
14. До вад серця із зменшеним легеневим кровотоком належать:  
а) тетрада Фалло;  
б) тріада Фалло;  
в) ізольований стеноз легеневої артерії;  
г) \*всі вище наведені.
15. До вад серця з незміненим легеневим кровотоком належать:  
а) \*коарктація аорти;  
б) тетрада Фалло;  
в) тріада Фалло;  
г) ізольований стеноз легеневої артерії.
16. Візуалізація переміщення крові з лівого передсердя в праве передсердя у фазу систоли передсердь характерна для:  
а) \*дефекту міжпередсердної перегородки;  
б) дефекту міжшлуночкової перегородки;
- в) ізольованого стенозу отвору аорти;  
г) недостатності мітрального клапана.
17. Візуалізація аномального потоку крові з лівого шлуночка в правий шлуночок характерна для:  
а) \*дефекту міжшлуночкової перегородки;  
б) ізольованого стенозу отвору аорти;  
в) недостатності мітрального клапана;  
г) дефекту міжпередсердної перегородки.
18. Візуалізація збільшення діаметра легеневого стовбура, збільшення порожнини лівого шлуночка, потовщення стінок правого шлуночка, аномальний потік крові з аорти в легеневу артерію характерна для:  
а) дефекту міжшлуночкової перегородки;  
б) ізольованого стенозу отвору аорти;  
в) \*відкритої артеріальної протоки;  
г) дефекту міжпередсердної перегородки.
19. Узурація нижніх країв симетричних III–VI ребер та аортальна форма серця можуть викликати підозру на наявність:  
а) дефекту міжшлуночкової перегородки;  
б) ізольованого стенозу отвору аорти;  
в) недостатності аортального клапана;  
г) \*коарктації аорти.
20. Стеноз устя легеневої артерії, дефект міжшлуночкової перегородки, декстрапозиція отвору аорти і гіпертрофія правого шлуночка є ознаками:  
а) \*тетради Фалло;  
б) декстрокардії;  
в) гіпертрофічної кардіоміопатії;  
г) легеневого серця.



**Ситуаційні задачі**

13.1. Хвора З., 45 років, перебуває на диспансерному обліку у ревматолога протягом 4 років з приводу гострої ревматичної лихоманки. Скарги на слабкість, запаморочення, стискаючий біль в ділянці серця, задишку при фізичному навантаженні. Об'єктивно: систолічне тремтіння в 2 міжребер'ї праворуч, систолічний шум над точкою Боткіна, що проводиться в ділянку яремної вирізки. Виконана рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму, сформулюйте клініко-променевий висновок та вкажіть метод променевого дослідження, що дозволить визначити прямі ознаки захворювання даного пацієнта.



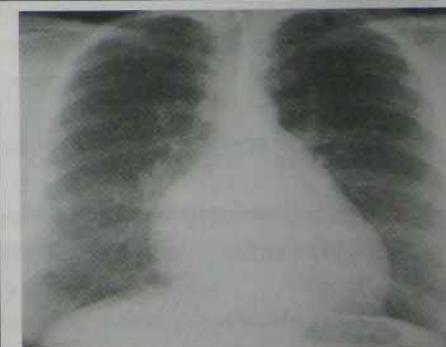
13.2. Пацієнтка З. 57-ми років з комбінованою мітрально-аортальною вадою серця госпіталізована в ревматологічне відділення. Скарги на виражену задишку, сухий непродуктивний кашель, важкість у правому підребер'ї, ниючий біль в ділянці серця. Об'єктивно: акроціаноз, набряки на ногах, дихання поверхневе, ЧД 24 /хв., пульс ритмічний, ЧСС 102 уд./хв., при аускультатії легенів визначається ослаблення дихання в нижніх відділах легенів, сухі розсіяні хрипи. Виконана рентгенографія ОГП. Враховуючи клініко-рентгенологічні дані, вкажіть, яке ускладнення розвинулося у пацієнтки.



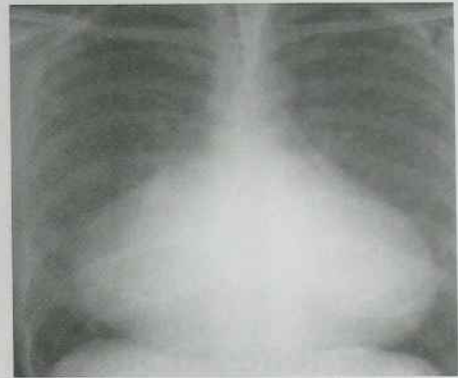
13.3. Хворий М., 45 років, звернувся зі скаргами на набряки на ногах, задишку, серцебиття, ниючий біль та перебої в роботі серця. Зловживає алкоголем більше 10 років. Об'єктивно: шкірні покриви блідо-ціанотичного кольору, дихання поверхневе, ЧД 22 /хв., пульс 110, ритмічний, печінка виступає з-під реберної дути, межі серцевої тупості розширені; аускультативно над серцем систоло-діастолічний шум, акцент другого тону над легеневою артерією. Проведена рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



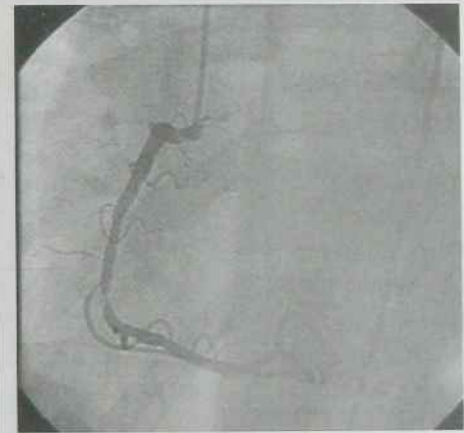
13.4. Пацієнтка Г., 40 р., скаржить на біль в ділянці серця, серцебиття, задишку, квалість, швидко втому навіть при виконанні легкої домашньої роботи. Об'єктивно: шкірні покриви бліді, на обличчі, рум'янець щік та ціанотичність губ. При аускультатії серця визначається "ритм перепілки" і діастолічний шум. Виконана рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму, сформулюйте клініко-променевий висновок та вкажіть метод променевого дослідження, що дозволить визначити прямі ознаки захворювання даної пацієнтки.



13.5. Хворий Н. 53 років скаржиться на ниючий біль в ділянці серця, задишку при помірному фізичному навантаженні, серцебиття, підвищення температури тіла до  $38^{\circ}\text{C}$ , важкість та біль у правому підребер'ї. Об'єктивно: положення ортопное, шкіра обличчя блідо-ціанотична, пульс 105 за хв., малий. Перкуторно: межі серцевої тупості розширені. Верхівковий поштовх не пальпується. Тони серця різко ослаблені, печінка +2 см виступає з-під краю реберної дуги, болюча. Виконана рентгенографія ОГП. Проаналізуйте представлену рентгенограму, сформулюйте клініко-променевий висновок та вкажіть метод променевого дослідження, що дозволить визначити прямі ознаки захворювання даної пацієнтки.



13.6. Хвора С. доставлена машиною швидкої допомоги в кардіологічне відділення зі скаргами на сильний стискаючий біль за грудниною протягом 3-х годин, що не зменшився після прийому 4-х таблеток нітрогліцерину, задишку при помірному фізичному навантаженні, слабкість, нездужання. Біль виник після важкого фізичного навантаження. Об'єктивно: хвора збуджена, шкіра бліда, волога на дотик, АТ 110/70 мм рт.ст., пульс 88 уд./хв., ЧД 22 /хв., І тон ослаблений, дихання везикулярне, живіт м'який, не болючий. На ЕКГ визначається патологічний зубець Q, зменшення амплітуди зубця R, підйом інтервалу ST негативний T в II, III, aVF відведеннях. В аналізі крові підвищення рівня тропоніну T та I. Проведена коронарографія. Сформулюйте клініко-променевий висновок.



13.7. Хворий Х. 48 років був доставлений в клініку зі скаргами на біль в животі. Об'єктивно: у свідомості, АТ 150/100 мм рт.ст., пульс 100 уд/хв, при пальпації в черевній порожнині визначається пульсуюче утворення. Хворому виконали СКТ черевної порожнини. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



13.8. Хворий У. 53 р. був доставлений в лікарню швидкої допомоги зі скаргами на різкий біль у животі більше зліва, що іррадіює в попереk і промежину. Об'єктивно: живіт м'який, симптоми подразнення очеревини негативні, визначається пульсуюче утворення, при аускультатції над ним вислуховується систолічний шум. Аналіз крові: гемоглобін 120 г/л, лейкоцитів  $6 \cdot 10^9$ /л, ШОЕ — 15 мм/год. Аналіз сечі: білок 0,033 г/л, питома вага — 1015, еритроцити — відсутні, лейкоцити 1–2 в п/з. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.





## Променеве дослідження слинних залоз

### Променева анатомія слинних залоз

Слинні залози (привушна, піднижньощелепна і під'язикова) мають складну трубчасто-альвеолярну будову.

У дорослих вертикальний розмір привушної залози 4–6 см, сагітальний 3–5 см, поперечний 2–4 см. Довжина протоки привушної залози (стенонова протока) становить 40–70 мм, діаметр — 3–5 мм.

Розміри піднижньощелепної залози у дорослих: довжина — 3–4,5 см; ширина — 1,5–2,5 см; товщина — 1,2–2 см. Довжина основної протоки 40–60 мм, ширина 2–3 мм. Протока відкривається з обох боків від вуздечки язика.

Розміри під'язикової залози 3,5×1,5 см. Довжина великої протоки під'язикової залози (бартоліневої) 20 мм, відкривається з обох боків від вуздечки язика.

Методи променевого дослідження слинних залоз: безконтрастна рентгенографія, сіалографія, пневмосубмандибулографія, КТ, УЗД, МРТ, сіалосцинтиграфія (рис. 14.1).

Для виконання сіалографії у вивідну протоку вводять 1–2 мл водорозчинної рентгеноконтрастної речовини (верографін, уротраст, омніпак) і виконують серію рентгенограм (на 15-й с, на 60-й с та на 2-й хвилині). Досліджують прохідність проток і будову залози в паренхіматозну фазу і фазу розсмоктування.

Сіалосцинтиграфію виконують  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетатом після його внутрішньовенного введення. У нормі залоза накопичує РФП дещо інтенсивніше в центральних частинах, має овальну форму і рівні контури.

При патології слинних залоз на УЗД, КТ, МРТ виявляють порушення їх симетрії, форми і розмірів.

### Променева діагностика захворювань слинних залоз

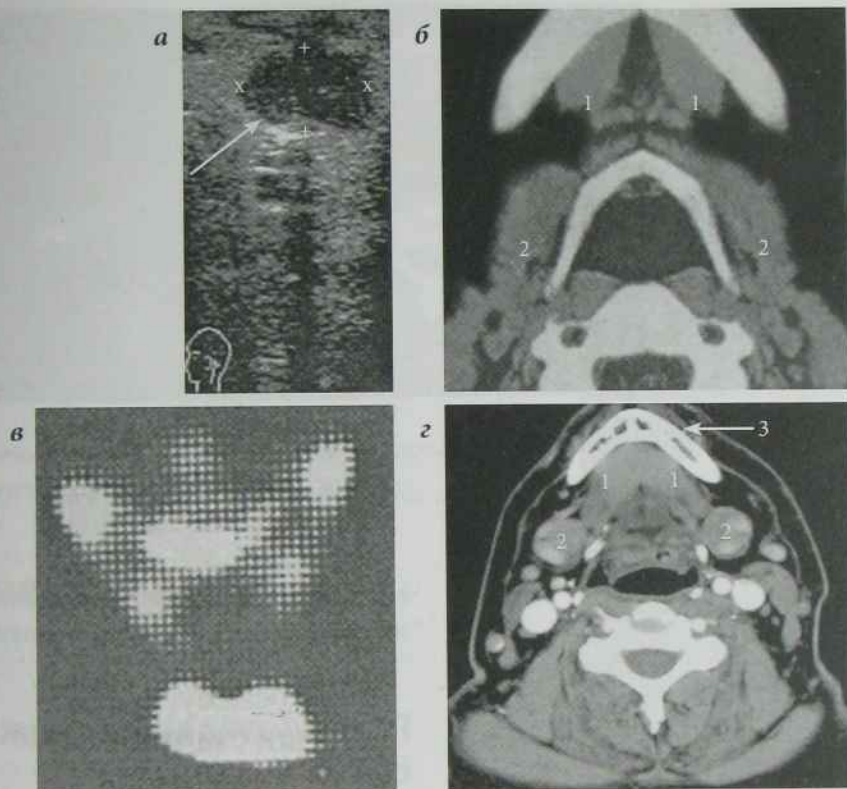
**Ксеростомія** — *сухість порожнини рота*. Етіологія невідома. Патогенез пов'язаний з пригніченням слиновиділення. Спостерігається також при синдромі Шегрена, променевої хвороби, діабеті.

Симптоми: відчуття сухості в роті, парестезія язика. Слизова оболонка суха, яскраво-червоного кольору. Слина густа, спінена. Захворювання може ускладнитися пошкодженням слизової оболонки.

Камені слинних залоз і проток (сіалолітіаз, рис. 14.2). Рентгеноконтрастні камені слинних залоз і проток виявляють на звичайних рентгенограмах і КТ, а неконтрастні камені — при сіалографії, УЗД, КТ, МРТ.

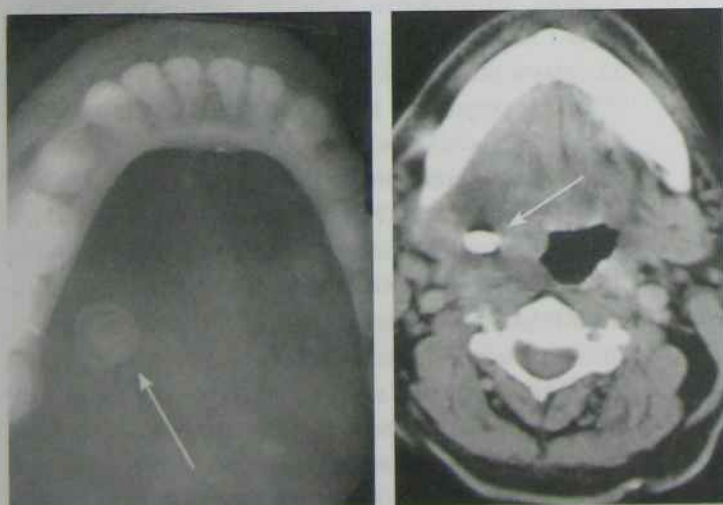
При **сіалоаденіті** (запаленні слинної залози, рис. 14.3) в гострій фазі на УЗД, КТ, МРТ і сіалограмі виявляють збільшення розмірів залози і звуження протоки залози. Розширення слинних проток спостерігається в хронічній фазі в результаті парезу їх м'язового шару.

На сцинтиграмах при гострому сіалоаденіті накопичення  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату вище



**Рис. 14.1.** Слинні залози в нормі:

а) УЗД підщелепної залози; б) КТ шиї, аксіальний зріз: підщелепна (1) та привушна (2) залози; в) сцинтиграма підщелепної і привушної залоз; г) КТ шиї, аксіальний зріз (1 — підщелепна залоза, 2 — привушна залоза, 3 — нижня щелепа)



**Рис. 14.2.** Конкремент у протоці правої піднижньощелепної залози (позначено стрілками):

а) рентгенограма дна рота;  
б) КТ шиї, аксіальний зріз





**Рис. 14.3.** Гостра фаза сіалоаденіту лівої привушної залози (збільшена залоза — стрілки):

- а) УЗД лівої привушної залози;
- б) КТ ший, аксіальний зріз

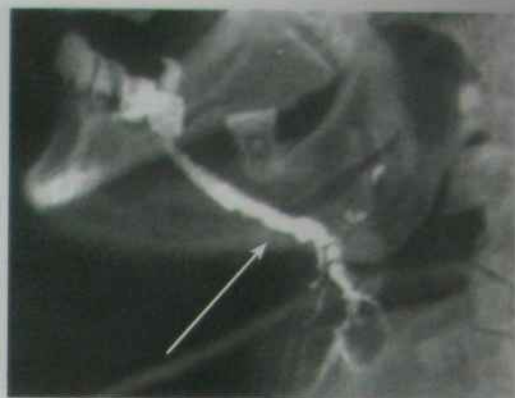
нормального, а при хронічному сіалоаденіті спостерігається зниження накопичення РФП.

При **сіалодохіті** (запалення протоки слинної залози) на сіалограмах визначається чергування звужених і розширених ділянок проток (рис. 14.4).

### Пухлини слинних залоз

**Доброякісні пухлини** (аденома, змішана пухлина, аденолімфома) діагностують за результатами УЗД, КТ, МРТ у вигляді об'ємних утворень з чіткими рівними контурами.

**Злоякісні пухлини** (рак, саркома) клінічно супроводжуються болем, парезом лицевого нерва. На сіалограмах визначають симптом “ампутації” слинної протоки. На УЗД, КТ, МРТ, сцинтиграмах залоза неоднорідна, збільшена в розмірах,



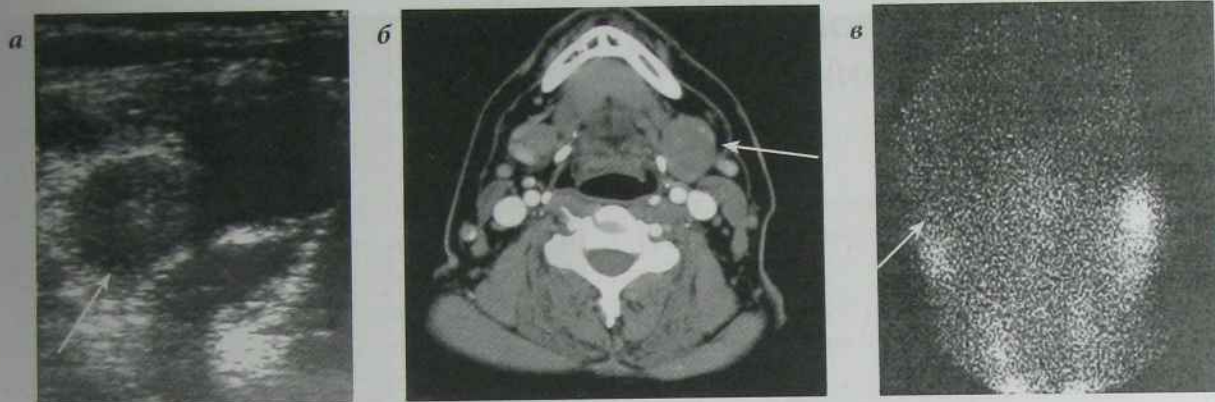
**Рис. 14.4.** Сіалограма протоки правої піднижньощелепної залози, сіалодохіт (стрілка)

з нечіткими контурами. На сцинтиграмах частіше накопичення РФП в пухлині зменшене (рис. 14.5).

## Радіонуклідне дослідження слинних залоз

Сіалосцинтиграфія слинних залоз показана при діагностиці пухлин, кіст, абсцесів, запальних процесів у слинних залозах, сіалолітіазі і ксеростомії.

Сіалосцинтиграфію виконують у динамічному і статичному режимах. Результати дослідження дозволяють оцінити здатність утворювати і виділяти слину. Дослідження виконують на гамма-камері натщесерце після в/в введення  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату активністю 1,5 МБк на 1 кг маси тіла досліджуваного. У нормі слинні залози рівномірно накопичують РФП. При гострих запальних процесах слинних залоз спостерігають високе накопичення РФП в залозі. При хронічному паротиті з атрофією залозистої тканини слинні залози не візуалізуються. При сіалолітіазі спостерігається зниження або відсутність секреції. При пухлинах слинної залози (циліндрома, змішана пухлина, ракові і метастатичні ураження) виявляють ділянки зниженого накопичення  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату. При травматичному пошкодженні слинних залоз РФП визначається за межами контурів слинної залози.



**Рис. 14.5.** Злоякісні пухлини правої привушиної залози (стрілки):

а) УЗД правої привушиної залози; б) КТ шиї, аксіальний зріз; в) сцинтиграма

## Променеве дослідження глотки

### Променева анатомія глотки

На рентгенограмах у бічній проекції без контрастування глотка має лійкоподібну форму, контури її чіткі та рівні. Верхня межа глотки розташована на рівні склепіння черепа, нижня — на рівні VI шийного хребця. Чітко простежуються анатомічні елементи глотки (рис. 14.6).

### Променева діагностика захворювань глотки

**Сторонні тіла глотки** можуть виявлятися рентгенологічно (якщо вони рентгеноконтрастні), у випадку слабкої контрастності — за допомогою КТ або МРТ. Як правило, об'єкти, що застрягають на рівні глотки, мають великі розміри або гострі кінці.

Пухлини глотки можуть бути як доброякісними (лейоміома, невринома, поліп), так і злоякісними (рак, саркома). При променевому дослідженні у разі раку глотки виявляють деформацію глотки (асиметричне або симетричне звуження), потовщення стінки глотки, деформацію рельєфу



**Рис. 14.6.** Рентгенограма глотки в лівій бічній проекції:

1) склепіння глотки; 2) носоглотка; 3) ротоглотка; 4) гортаноглотка; 5) надгортанник; 6) перснеподібний хрящ; 7) надгортанні ямки; 8) грушоподібні заглибини

слизової оболонки глотки, дефект наповнення та депо контрасту у випадку розпаду пухлини. КТ та МРТ частіше використовують для стадіювання процесу, оцінки ступеня ураження прилеглих структур та лімфатичних колекторів.



## Методи променевого дослідження органів травного каналу

Методи променевого дослідження органів травного каналу поділяють на основні (УЗД, РД, КТ) і додаткові (МРТ і РНД).

Найбільш ефективним інструментальним не-променевим методом дослідження шлунково-кишкового тракту є ендоскопія.

Променеве дослідження показано за наявності або при підозрі на патологію органів травлення.

Загальні протипоказання до призначення променевих методів дослідження: вкрай важкий стан пацієнтів (коли будь-яке дослідження не може принести користі хворому, а викликає лише додаткові страждання); масивна кровотеча до її зупинки. Відносні протипоказання: дитячий вік, вагітність, період лактації.

Внутрішні органи (стравохід, шлунок, підшлункова залоза, селезінка, печінка та ін.) не мають природної контрастності і тому при флюороскопії і на рентгенограмах не візуалізуються.

На **безконтрастних рентгенівських знімках** ШКТ можуть бути виявлені рентгенопозитивні

сторонні тіла, кальцинати (рис. 14.7), кишкова непрохідність, вільний газ у черевній порожнині при перфорації порожнистих органів черевної порожнини та абсцеси з горизонтальним рівнем.

Для візуалізації ШКТ використовують **штучне контрастування** речовинами з високою (сульфат барію тощо.) і низькою атомною масою (повітря, кисень, вуглекислий газ та ін.). Стандартна барієва суспензія є водною суспензією (100 г порошку сульфату барію і 100 мл води). Змінюючи вміст води, отримують барієву суспензію різної консистенції: рідку або густу.

Загальні принципи дослідження травного каналу: 1) штучне контрастування; 2) двоетапність дослідження (у фазі тугого наповнення органа контрастною масою та у фазі рельєфу слизової оболонки); 3) поліпозиційне, багатоосьове дослідження у вертикальному, горизонтальному положеннях лежачи на спині, на животі, на боці та в положенні Тренделенбурга.

Останніми роками широко використовують Барвіпс — препарат, що має високу адгезивність, дисперсність, відсутність флокуляції в широких межах значень кислотності шлункового вмісту.

При **тугому заповненні** просвіту шлунково-кишкового тракту суспензією сульфату барію

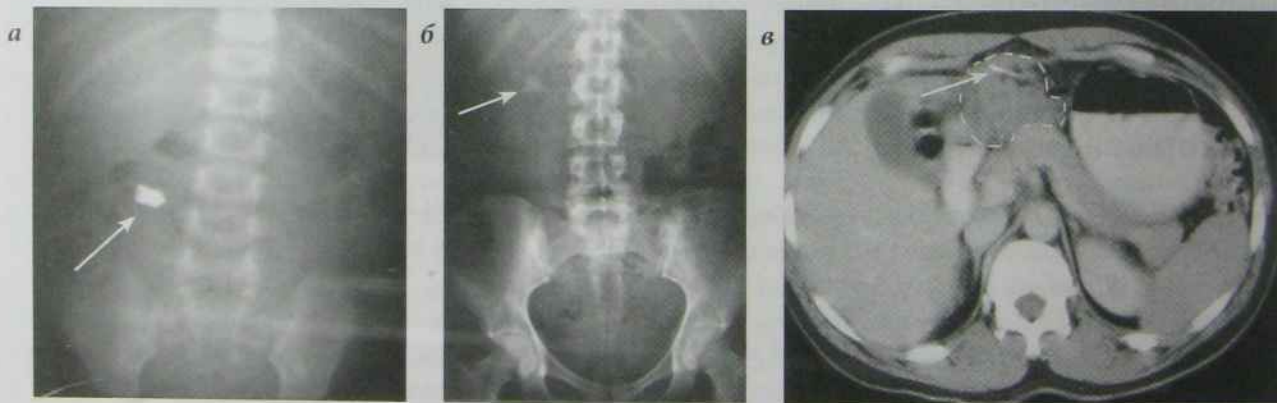
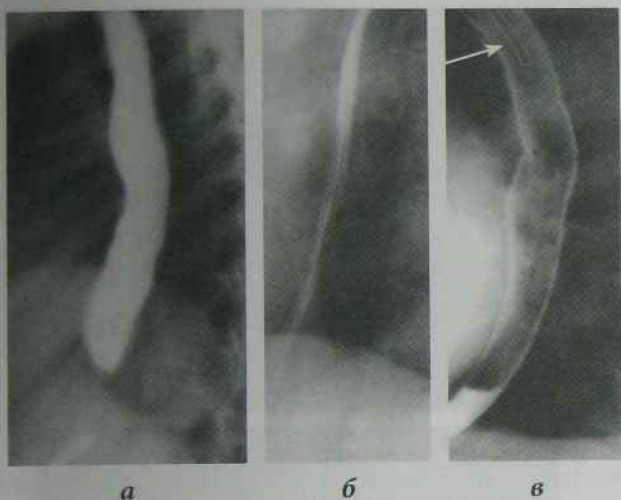


Рис. 14.7. Сторонні тіла черевної порожнини:

а) рентгенограма черевної порожнини в прямій проекції: стороннє тіло травного тракту (стрілка); б) рентгенограма черевної порожнини, сечокам'яна хвороба: тїнь конкременту (стрілка) в проекції миски правої нирки; в) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: стороннє тіло (риб'яча кістка — стрілка), абсцес черевної порожнини (вказано пунктирною лінією)



**Рис. 14.8.** Рентгенограми контрастованого стравоходу у лівій косій проекції в нормі:

а) туге заповнення стравоходу; б) рельєф слизової оболонки; в) подвійне контрастування стравоходу (катетер у стравоході — стрілка)

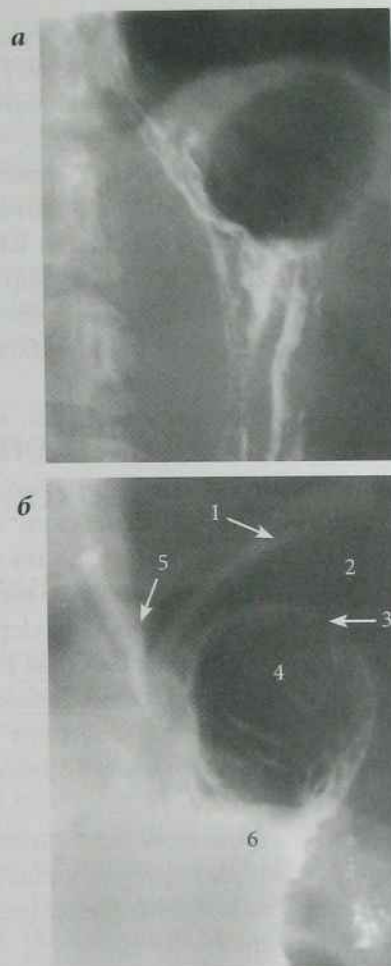
можна визначити форму, розміри, положення, зміщеність, контури, перистальтику, евакуаторну функцію (рис. 14.8 а).

При дослідженні травного каналу малою порцією сульфату барію добре виявляються особливості рельєфу слизової оболонки (рис. 14.8 б).

Контрастні рентгенологічні дослідження низькоатомними контрастними речовинами (повітря, кисень та інші гази) виконують шляхом введення останніх через зонд у порожнину стравоходу, шлунка або кишечника.

**Подвійне контрастування.** Хворому вводять у порожнину стравоходу, шлунка або в порожнину кишечника невелику кількість барієвої суспензії, після чого вводять повітря (рис. 14.8 в). При цьому на тлі прояснення з'являється рельєф складок слизової оболонки і патологічні утворення на її поверхні.

**Потрійне контрастування.** Після виконання подвійного контрастування (наприклад, шлунка) в черевну порожнину вводять 1000–1500 см<sup>3</sup> повітря. При цьому отримують зображення внутрішньої і зовнішньої поверхні стінки органа, ви-



**Рис. 14.9.** Прицільні рентгенограми верхньої частини контрастованого шлунка при подвійному (а) та потрійному (б) контрастуванні у вертикальному положенні пацієнта в прямій передній проекції в нормі:

1) діафрагма; 2) повітря в черевній порожнині; 3) стінка дна шлунка; 4) газовий міхур шлунка; 5) контрастований стравохід; 6) сульфат барію в порожнині шлунка

значають товщину стінки і взаємозв'язок з навколишніми тканинами і органами (рис. 14.9). У даний час потрійне контрастування використовують рідко.

При флюороскопії шлунка і кишечника проводять дозовану компресію черевної стінки



за допомогою спеціальних тубусів і виконують прицільні рентгенограми зони інтересу.

**Підготовка пацієнта до рентгенологічного дослідження ШКТ.**

Контрастне рентгенологічне дослідження стравоходу, шлунка, тонкої кишки проводять натщесерце. За три дні до дослідження пацієнтові призначають безшлакову дієту, сорбенти і ферментні препарати; напередодні увечері і вранці (за 1 годину) до дослідження виконують очисну клізму.

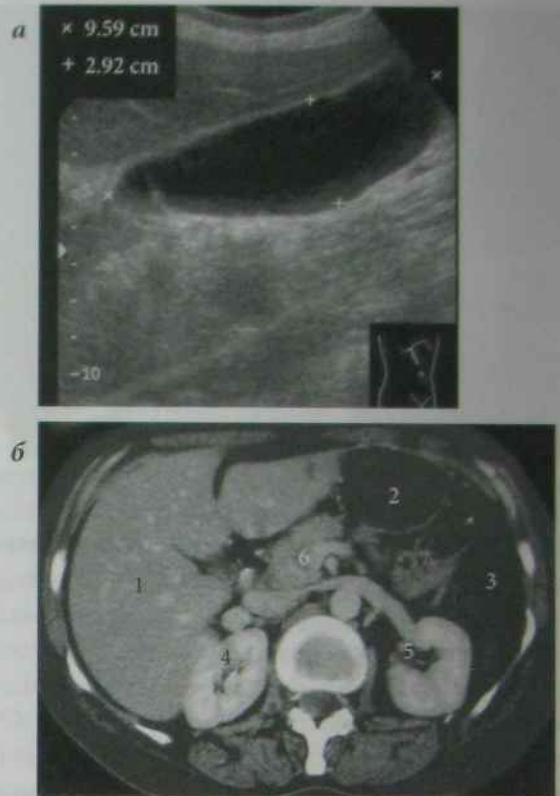
Фармакологічні препарати (атропін, метацин, бускопан) застосовують з метою зняття спазму або зниження тонуусу (штучна гіпотонія) для проведення диференціальної діагностики органічних і функціональних звужень травного каналу.

Протипоказанням до контрастного дослідження з барієвою суспензією є наявність перфорації шлунка або кишечника. У такому разі використовують контрастні водорозчинні речовини або газу, які краще проникають у черевну порожнину через перфоративний отвір (пряма ознака перфорації).

**Ангіографія.** З метою визначення поширення пухлин шлунка в черевну артерію вводять омніпак, утравіст та ін. за методом Сельдінгера і виконують серію знімків.

**Ультразвукове дослідження** є основним методом дослідження паренхіматозних органів травної системи і жовчовивідних шляхів (рис. 14.10, а). Використовуючи внутрішньошлунковий або ректальний датчики, виявляють зміни стравоходу і прямої кишки; трансабдомінальне УЗД шлунка і товстої кишки виконують після їх заповнення дегазованою водою. При цьому визначають товщину і поширену будову стінки органа, стан регіонарних лімфовузлів.

**Комп'ютерна томографія** дозволяє виявити потовщення стінки органа, локалізацію пухлини (рис. 14.10, б), її розміри, проростання в суміжні органи, збільшення регіонарних лімфовузлів. КТ є методом вибору при діагностиці апендикулярного інфільтрату, флегмони, непрохідності, крововиливу, перфорації органів шлунково-кишкового тракту.



**Рис. 14.10.** а) ультрасонограма жовчного міхура в нормі; б) КТ, аксіальна томограма черевної порожнини в нормі:

1 — печінка, 2 — шлунок, 3 — кишечник,  
4 — права нирка, 5 — ліва нирка, 6 — гол-  
ловка підшлункової залози

**Магнітно-резонансна томографія** при дослідженні органів черевної порожнини поступає за роздільною здатністю комп'ютерної томографії, проте вільний вибір площин зображення дозволяє краще орієнтуватися в анатомічних структурах. Використання  $T_1$ - і  $T_2$ -ЗЗ дозволяє виявити ураження невеликих розмірів, наявність метастатичного ураження.

**Радіонуклідне дослідження** дозволяє визначити функціональний стан паренхіми печінки, жовчного міхура та гастроєзофагеальний рефлюкс (сцинтиграфія міченими  $^{99m}Tc$  колоїдами), внутрішню кровотечу (сцинтиграфія міченими  $^{99m}Tc$  еритроцитами), пухлини ШКТ, стан печін-

кового кровообігу (ОФЕКТ), рівень важливих для організму специфічних гормонів травної системи — гастрин, секретин, холецистокінін, панкреатичний поліпептид, мотилін, нейротензин та інші (використовують спеціальні тест-набори для PIA).

## Променеві ознаки захворювань травного каналу

Отримані результати дослідження шлунково-кишкового тракту можуть відповідати нормі або патологічному процесу. Морфологічні патологічні зміни травного каналу можуть бути представлені наступними ознаками:

- ▶ **локальне розширення** — розширення порожнини порожнистого органа на обмеженому протязі (може бути симетричним та асиметричним);
- ▶ **дифузне розширення** — розширення порожнини порожнистого органа на значному протязі (симетричне, асиметричне);
- ▶ **локальне звуження** — звуження порожнини порожнистого органа на обмеженому протязі (симетричне, асиметричне);
- ▶ **дифузне звуження** — звуження порожнини порожнистого органа на значному протязі (симетричне, асиметричне);
- ▶ **нерівність контура** (випрямлення, “ніша”, дефект наповнення);
- ▶ **ураження слизової оболонки** (перебудова рельєфу, “ніша”, дефект наповнення);
- ▶ **дислокація органа** — зміщення органа відносно його нормального розташування;
- ▶ **вільне повітря в черевній порожнині;**
- ▶ **здуття порожнистого органа;**
- ▶ **стороні тіла та конкременти.**

Виявлені променеві ознаки захворювань дозволяють визначити провідний синдром патології травного каналу. Виділяють наступні променеві синдроми захворювань травного каналу: “гострого живота” (перфорація, непрохідність

кишок), запалення (езофагіт, гастрит, ентерит, коліт); виразкової хвороби шлунка і 12-палої кишки та її ускладнень; злоякісних (рак, саркома) та доброякісних (поліпи, лейоміома) пухлин; функціонального розладу (функціональні розлади по атонічному, гіпертонічному та гіпотонічному типу, рефлюкс); вад розвитку.

Результати дослідження відносять до відповідного синдрому, а потім проводять внутрішньосиндромну діагностику.

## Променеве дослідження стравоходу

### Променева анатомія стравоходу

До народження дитини її стравохід майже повністю сформований, має лікоподібну форму. Стравохід розташований поблизу передньої поверхні хребта. У грудному віці стравохід починається на рівні тіла IV шийного хребця, у 2-річному віці — на рівні V, у 12 років — на рівні VI, а у дорослої людини — на рівні VI–VII шийних хребців. Нижня межа стравоходу знаходиться на рівні IX–X грудних хребців. Довжина стравоходу у новонародженого близько 10 см, у 10 років — 18 см і в 15 років — 19 см. Ширина просвіту стравоходу у новонародженого близько 5–8 мм, в 6–12 років — 12 мм.

Залежно від статі довжина стравоходу складає 21–28 см, а ширина в різних відділах 14–28 мм.

У стравоході розрізняють три фізіологічні звуження: перше — на рівні переходу глотки у стравохід, друге — на рівні дуги аорти і третє — на рівні стравохідного отвору діафрагми.

Розрізняють три відділи стравоходу: шийний, грудний, черевний. Шийний відділ завдовжки 5–8 см розташований між нижнім краєм глотки і входом у верхній отвір грудної порожнини. Передня поверхня шийного відділу стравоходу межує з щитоподібною залозою та трахеєю, задня — з хребтом, бічні поверхні межують зі щитоподібною залозою і сонними артеріями.



Грудний відділ стравоходу завдовжки 16–19 см розташований в задньому середостінні між входом у верхній отвір грудної порожнини і стравохідним отвором діафрагми. Передня поверхня грудного відділу стравоходу межує з трахеєю і перикардом, справа — з лівим головним бронхом, зліва — з медіастинальною плеврою. Черевний відділ стравоходу завдовжки 2–5 см розташований між стравохідним отвором діафрагми і кардіальним відділом шлунка. Передня поверхня черевного відділу стравоходу межує з печінкою, задня — з лівою ніжкою діафрагми.

Стінка стравоходу складається з 4 шарів — слизової оболонки, підслизової оболонки, м'язової й адвентиційної оболонок. Слизова оболонка утворює 2–4 поздовжніх складки. Товщину стінки (у нормі 3–5 мм) вивчають за допомогою УЗД (рис. 14.11, а), КТ (рис. 14.11, б), МРТ.

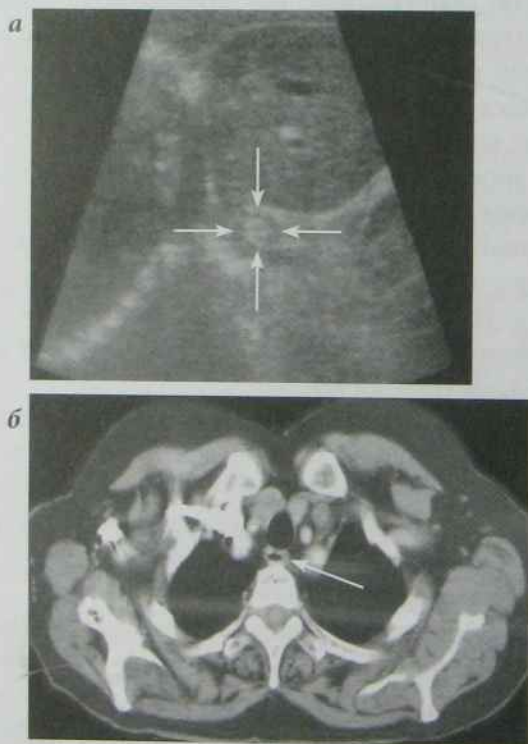


Рис. 14.11. Стравохід у нормі (стрілки):

а) ультрасонограма; б) КТ ОГП, аксіальний зріз

Основні рентгенологічні методики дослідження стравоходу — флюороскопія і рентгенографія.

Рентгенологічне дослідження повинне бути багатоплощинним (у прямій, бічній і косих проєкціях), поліпозиційним (у вертикальному, нахиленому, при необхідності — в горизонтальному або положенні Тренделенбурга) з виконанням прицільних знімків.

Показання до променевого дослідження стравоходу — неприємні відчуття в ділянці стравоходу, дисфагія.

Радіонуклідне дослідження стравоходу виконують при обструкції, стриктурах, травматичному пошкодженні стравоходу, ахалазії, норицях. Дослідження проводиться після рідкого болюса 55,5 МБк  $^{99m}\text{Tc}$ -фінону або  $^{113m}\text{In}$ -кіонолю в об'ємі 15 мл води, згодом вводять твердий болюс — коагульоване куряче яйце з міченим колоїдом. Езофагеальний транзит (час від моменту появи активності у стравоході до моменту її появи в шлунку) в нормі становить 3–4,5 с з рідким болюсом та 6–9 с із твердим болюсом.

## Променева діагностика окремих захворювань стравоходу

### Вроджені вади розвитку стравоходу

Порушення розвитку стравоходу: *аплазія* (повна відсутність стравоходу), *атрезія* (облітерація просвіту стравоходу — повна або часткова), вроджені стенози (різного ступеня звуження) та інші порушення (вкорочення, подовження, подвоєння).

Розрізняють декілька видів *атрезії* стравоходу:

1. Верхній відрізок стравоходу закінчується сліпим мішком, а нижній сполучений з трахеєю (рис. 14.12, а).
2. Верхній відрізок стравоходу сполучається з трахеєю, а нижній закінчується сліпим мішком (рис. 14.12, б).
3. Повна атрезія — обидва кінці стравоходу закінчуються сліпими мішками (рис. 14.12, в).
4. Верхній та нижній відрізки стравоходу сполучені з трахеєю (рис. 14.12, г).

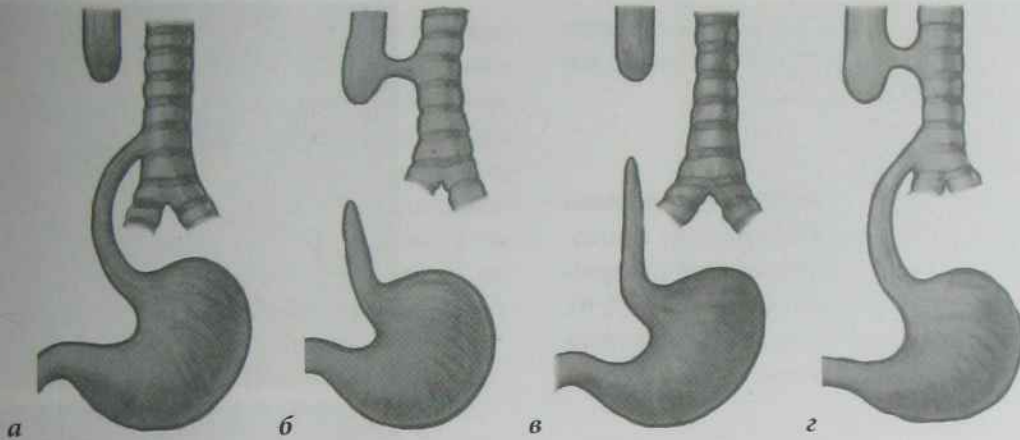


Рис. 14.12. Схема вроджених атрезій стравоходу:

а) атрезія стравоходу з трахеостравохідною норницею (дистального відділу); б) атрезія стравоходу з трахеостравохідною норницею (проксимального відділу); в) повна атрезія стравоходу; г) атрезія стравоходу з подвійною трахеостравохідною норницею

**Стравохідно-трахеальні нориці** характеризуються сполученням стравоходу і трахеї фістулою, що знаходиться між задньою стінкою трахеї і передньою стінкою стравоходу (рис. 12.34).

**Звуження стравоходу.** Вроджені стенози формуються на 1–2 місяці ембріонального життя, коли стравохід ще сполучений з трахеєю. Вони можуть бути на будь-якому відрізку стравоходу, але частіше виникають у нижній третині, протяжність звуження не перевищує 2–3 см. Розрізняють наступні види звужень. 1. *Циркулярне звуження* просвіту стравоходу на обмеженій ділянці різного ступеня внаслідок виникнення фіброзного або хрящового кільця чи обмеженої гіпертрофії м'язового шару. У половині випадків звуження локалізується в середній третині стравоходу, рідше — у кардіальному відділі. 2. *Перетинкова форма* звуження, при якій просвіт стравоходу частково закритий слизовою оболонкою (мембраною), що частково звужує просвіт стравоходу в дистальному його відділі. 3. *Обтураційне звуження* внаслідок розростання слизової оболонки шлунка в стінці стравоходу.

**Розширення стравоходу** на всьому протязі його за типом *megaesophagus* або на обмеженій ділянці зустрічаються рідко.



Рис. 14.13. Рентгенограма ОГП в прямій проекції з контрастуванням стравоходу: атрезія верхньої третини грудного відділу стравоходу

**Короткий стравохід, або "грудний шлунок, що не опустився".** При цій ваді стравохід не доходить до діафрагми, частина шлунка розташована в грудній порожнині над діафрагмою.

#### Сторонні тіла стравоходу

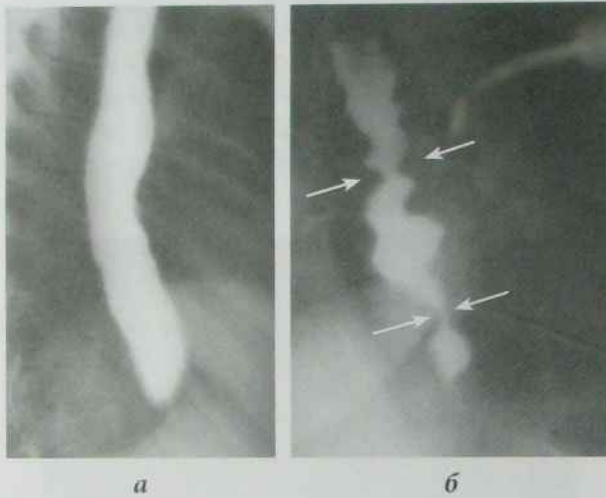
Частіше локалізуються в шийному відділі стравоходу. Металеві сторонні тіла добре виявляються на рентгенограмах. Для діагностики нерентгеноконтрастних сторонніх тіл використовую-



ють контрастування барієм або водорозчинним контрастом. При перфорації контраст може локалізуватися за межами стравоходу.

#### Дискінезія стравоходу

Дискінезія стравоходу — функціональні розлади рухової і тонічної функції. Розрізняють: гіпотонічний (гіпокінетичний) і гіпертонічний (гіперкінетичний) типи порушень функції (рис. 14.14, б). Дискінезії стравоходу можуть супроводжуватися гастроєзофагеальним рефлюксом, тобто закидан-



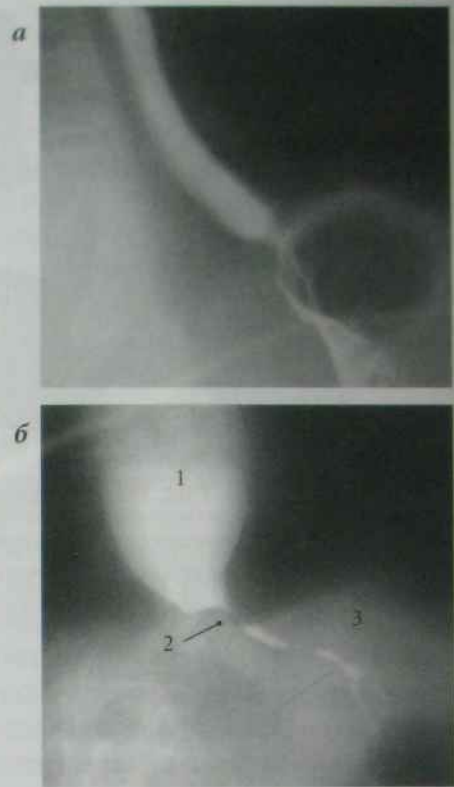
**Рис. 14.14.** Рентгенограма середньої і нижньої третини стравоходу в правій косій проекції у фазу тугого наповнення:

а) в нормі; б) дискінезія стравоходу за гіперкінетичним типом, сегментарні спазми середньої та нижньої третини стравоходу (стрілки)

ням вмісту шлунка в стравохід. Для діагностики гастроєзофагеального рефлюксу використовують рентгенологічний метод, СКТ, МРТ, радіонуклідний метод (сцинтиграфія).

#### Ахалазія кардії

Ахалазія (*a* — заперечення, *halasio* — розкриття) — перистальтика стравоходу відсутня внаслідок глибоких дегенеративно-дистрофічних змін



**Рис. 14.15.** Прицільні рентгенограми нижньої третини стравоходу та верхньої третини шлунка в прямій проекції у фазі тугого наповнення:

а) в нормі; б) ахалазія стравоходу: провіт контрастованого стравоходу дифузно розширений до 6 см (1), стінки рівні, чіткі, тонус знижений, кардіальний відділ звужений до 4 мм (2), пасаж контрасту уповільнений, газ у ділянці дна шлунка відсутній (3)

в його нервово-м'язовому апараті (рис. 14.15, б). Стравохід розширюється до значних розмірів і може вміщувати 1–1,5 л харчових мас. Тонус кардії нормальний, проте через відсутність перистальтики стравоходу кардія не розкривається, рідка частина їжі тонким струменем поволі проникає в шлунок під впливом гідростатичного тиску стовпа вмісту стравоходу. Розрізняють 4 стадії ахалазії: I стадія характеризується короткочасною затримкою бар'єрової суміші у страво-

ході; II стадія характеризується довшою затримкою барієвої суміші у стравоході, надходженням барієвої суміші в шлунок окремими порціями, дифузним розширенням стравоходу до 5 см; при III стадії стравохід розширений до 8 см, барієва суміш затримується в стравоході на кілька годин; при IV стадії ширина стравоходу досягає 12 см, барієва суміш затримується в стравоході до однієї доби. Важливою променевою ознакою є відсутність газового мішура шлунка.

### Халазія

Халазія — це функціональна недостатність стравохідно-шлункового переходу внаслідок вродженого короткого стравоходу або грижі стравохідного отвору діафрагми чи підвищеного тиску в черевній порожнині (асцит, пухлина тощо.). Ознаками халазії є: недостатність кардіального сфінктера, переміщення вмісту шлунка у стравохід, розвиток рефлюкс-езофагіту.

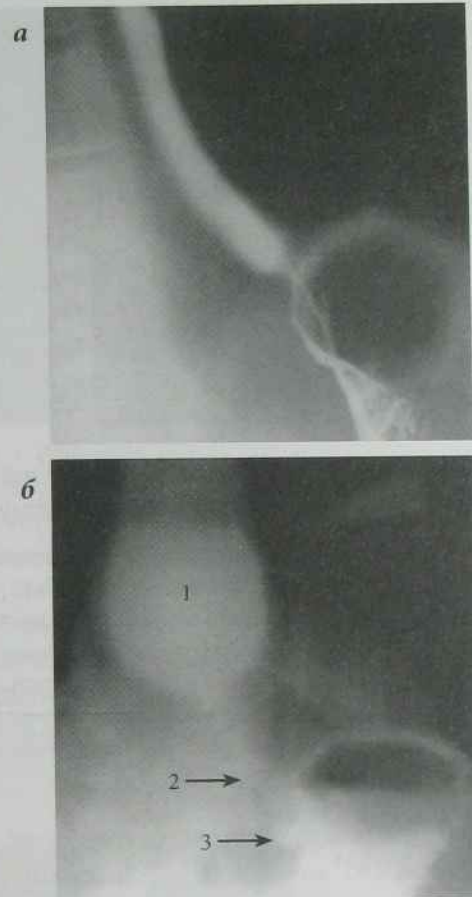
### Кардіоспазм

Кардіоспазм — це тривалий спазм кардіального відділу шлунка, внаслідок чого їжа затримується у стравоході, що поступово призводить до його розширення (рис. 14.16, б). Спазм кардіального відділу шлунка може бути рефлекторним при захворюваннях стравоходу, виразці шлунка і дванадцятипалої кишки. Контрастна речовина повільно дрібними порціями проникає в шлунок, перистальтика посилена. Після введення пацієнтові спазмолітика прохідність кардії відновлюється (на час дії спазмолітика).

### Дивертикули стравоходу

Дивертикули — це випинання стінки порожнистого органа. Дивертикули можуть бути у будь-якому відділі шлунково-кишкового тракту.

Розрізняють тракційні і пульсійні дивертикули стравоходу. **Тракційні дивертикули** (від латин. *traccio* — тягнути) утворюються в результаті тракції стінки стравоходу спайками, які виникли внаслідок запального процесу поряд зі стравоходом (наприклад, в результаті медіастиніту). Рентгенологічно визначають конусоподібне локальне



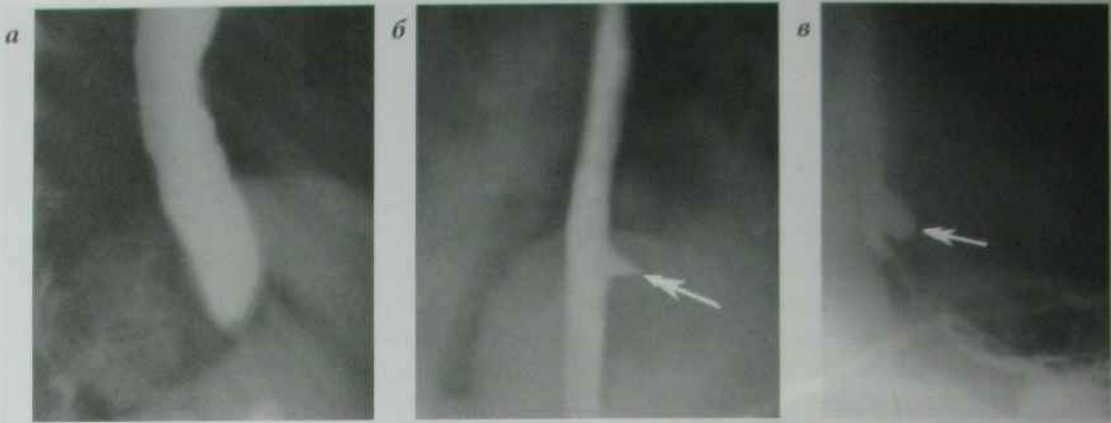
**Рис. 14.16.** Прицільні рентгенограми нижньої третини стравоходу та верхньої третини шлунка в прямій проекції:

а) в нормі; б) виразка малої кривини субкардіального відділу шлунка, кардіоспазм: просвіт контрастованого стравоходу мішкоподібно розширений до 4 см в наддіафрагмальній частині (1), стінки рівні, чіткі, тонус збережений; кардіальний відділ звужений (2); газовий місур в ділянці дна шлунка округлої форми; по малій кривині в субкардіальній частині шлунка визначається контурна ніша (3) округлої форми розміром близько 6 мм

розширення стравоходу з загостреною верхівкою (рис. 14.17, б).

**Пульсійні дивертикули** (від латин. *pulsio* — тиснути) розвиваються в результаті локального





**Рис. 14.17.** Рентгенограми середньої та нижньої третини стравоходу в правій косій проекції у фазу тугого наповнення:

*а) в нормі; б) тракційний дивертикул середньої третини стравоходу: просвіт контрастованого стравоходу в середній частині стравоходу по передній поверхні конусоподібно розширений (стрілка), широка основа конуса направлена до просвіту стравоходу; в) пульсійний дивертикул нижньої третини стравоходу: просвіт контрастованого стравоходу в нижній частині розширений за рахунок мішкоподібного, туго виповненого контрастом додаткового утворення на лівій стінці (стрілка) з рівними чіткими контурами, яке вузькою частиною зв'язане з просвітом стравоходу*

недорозвинення м'язового шару стравоходу. При проходженні їжі внутрішньостравохідний тиск призводить до локального випинання стінки стравоходу в місці недорозвиненого м'язового шару, синдром локального розширення ШКТ. Рентгенологічно пульсійні дивертикули мають круглясту форму, чіткі контури, різні розміри (рис. 14.17, в).

**Глотково-стравохідний пульсійний (ценкерівський) дивертикул** формується в ділянці переходу глотки в стравохід і може досягати великих розмірів.

При запаленні дивертикула (дивертикуліті) спостерігається тривала затримка контрасту в дивертикулі з горизонтальним рівнем рідини (у вертикальному положенні пацієнта).

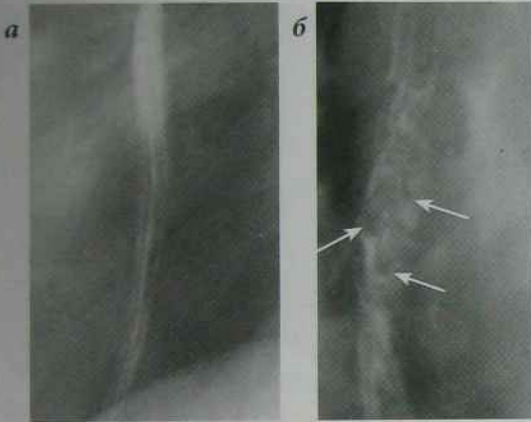
#### **Варикозне розширення вен стравоходу**

Варикозне розширення вен стравоходу є наслідком порушення відтоку крові через портальну вену (портальна гіпертензія, наприклад, при цирозі печінки). При контрастному дослідженні

з сульфатом барію на рентгенограмі у фазу рельєфу слизової оболонки (рис. 14.18, б) в нижній третині стравоходу визначаються численні круглясті випинання слизової у вигляді дефектів наповнення з рівними і чіткими контурами (венозні вузли, що виступають у просвіт стравоходу). При рентгеноскопії, на відміну від ракового ураження стравоходу, при варикозному розширенні вен стравоходу спостерігається мінливість малюнка рельєфу слизової оболонки стравоходу внаслідок зміни форми та розмірів венозних вузлів.

#### **Опіки стравоходу**

Опіки стравоходу бувають хімічні (кислотою або лугом) і рідше — термічні. Розрізняють гостру стадію і стадію наслідків. У гострій стадії (декілька днів або тижнів після опіку) переважають гіперемія і набряк слизової оболонки з утворенням ерозій і виразок. У важких випадках можуть виникнути некроз стінки і перфорація. У стадії наслідків утворюються грануляції і рубцеві зміни, які призводять до звуження і деформації органа.



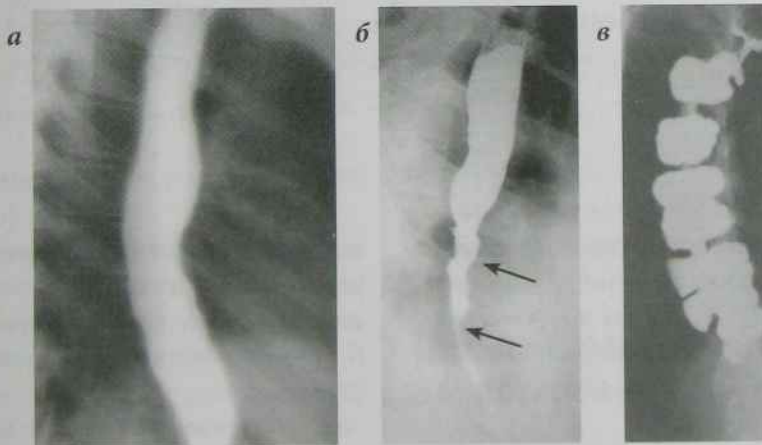
**Рис. 14.18.** Рентгенограми середньої та нижньої третини стравоходу в лівій косій проекції у фазі контрастування слизової оболонки:

а) в нормі; б) варикозне розширення вен стравоходу: слизова оболонка в нижній третині стравоходу представлена множинними круглястими дефектами наповнення (зміна форми та розмірів дефектів наповнення виявляється при флюороскопії)

Дослідження опіків проводять у стадії наслідків. Рентгенологічно визначається нерівномірне дифузне рубцеве звуження в місцях фізіологічних звужень стравоходу; частіше спостерігається ураження нижньої третини стравоходу (рис. 14.19, б) внаслідок довшої затримки хімічної речовини над кардіальним сфінктером. При тугому контрастуванні визначається нерівність контурів і дифузне звуження ураженої частини стравоходу та супрастенотичне розширення стравоходу; у фазу рельєфу слизової оболонки складки не візуалізуються. Для проведення диференційної діагностики з раковим процесом необхідно виконати фіброезофагоскопію з біопсією. При значному звуженні стравоходу чи виникненні малігнізації виконують пластику стравоходу (рис. 14.19, в).

### Пухлини стравоходу

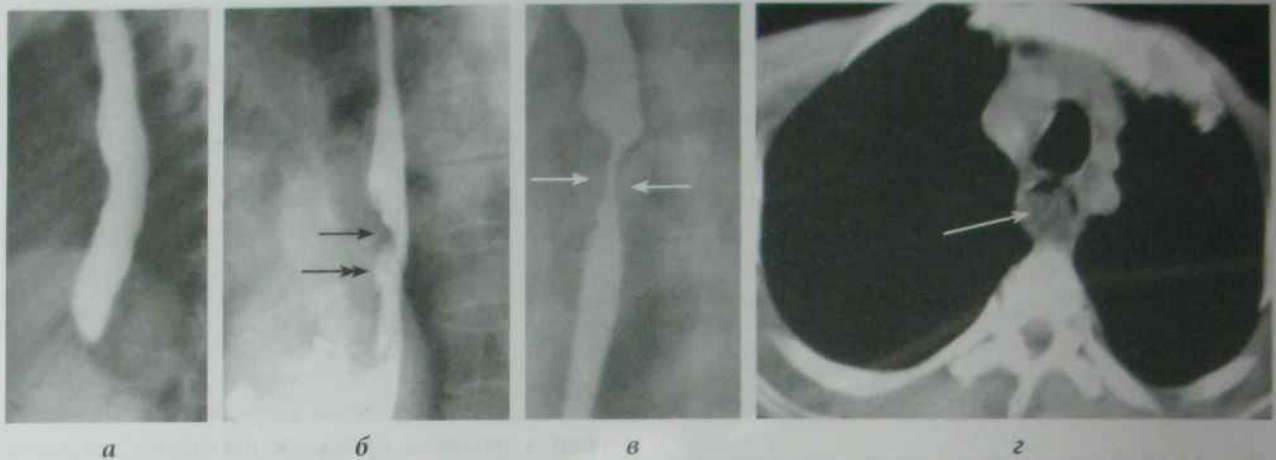
**Доброякісні пухлини** (лейоміоми, поліпи, фіброми та ін.) виявляють при контрастному дослідженні стравоходу у вигляді круглястих дефектів наповнення з чіткими контурами.



**Рис. 14.19.** Рентгенограми середньої та нижньої третини стравоходу в правій косій проекції у фазу тугого наповнення:

а) норма; б) опік стравоходу: просвіт контрастованого стравоходу в середній та нижній частині циркулярно нерівномірно звужений (до 1–0,5 см) на протязі близько 10 см, в місці звуження контур стравоходу чіткий, нерівний; над ділянкою звуження просвіт стравоходу дифузно розширений, з чіткими рівними контурами; в) пластика стравоходу товстою кишкою: в задньому середостінні візуалізується туго наповнений контрастом фрагмент товстої кишки, що з'єднує проксимальний та дистальний відділи видаленого стравоходу





**Рис. 14.20.** а) рентгенограма стравоходу в лівій бічній проекції у фазі тугого наповнення барієвою суспензією в нормі; б) прицільна рентгенограма верхньої та середньої третини стравоходу в лівій бічній проекції у фазі тугого наповнення. Просвіт контрастованого стравоходу в середній третині нерівномірно звужений до 0,6 см за рахунок дефекту наповнення 6 × 1,5 см з нечітким нерівним контуром, ракова “ніша” розміром 1 × 11,5 см; екзофітний рак середньої третини стравоходу ускладнений виразкуванням (стрілка — дефект наповнення, подвійна стрілка — ракова ніша); в) прицільна рентгенограма верхньої третини стравоходу в правій косій проекції у фазі тугого наповнення: просвіт контрастованого стравоходу в верхній третині циркулярно звужений до 0,4 см на протязі близько 3,5 см, у місці звуження контур стравоходу чіткий, нерівний; вище місця звуження стравохід розширений, нижче ділянки звуження просвіт стравоходу не змінений, з чіткими рівними контурами; ендофітний рак верхньої третини стравоходу (циркулярне звуження — стрілки); г) КТ органів грудної порожнини, аксіальний зріз: екзофітний рак стравоходу (пухлина в просвіті стравоходу — стрілка)

Стінки стравоходу в ділянці пухлини еластичні, складки слизової оболонки не змінені, огинають пухлину. На КТ, МРТ і УЗД при доброякісних пухлинах спостерігається локальне потовщення стінки.

### Злоякісні пухлини

Розрізняють екзофітний і ендофітний рак, переважно він локалізується в середній третині стравоходу.

**Екзофітний рак** (рис. 14.20, б, г) росте в просвіт стравоходу, рентгенологічно виявляють дефект наповнення з нечіткими, нерівними контурами, складки слизової оболонки обриваються біля краю пухлини, порушується про-

хідність стравоходу. При розпаді пухлини може утворитися “депо” барію — ніша з нерівними контурами — ознака виразкування пухлини. В ураженій ділянці стравоходу відсутня перистальтика.

**Ендофітний рак** (рис. 14.20, в) дифузно інфільтрує стінку стравоходу і не виступає в просвіт стравоходу, стінка його потовщена, випрямлена. В зоні ураження просвіт стравоходу звужений, може порушуватися прохідність (синдром локального звуження ШКТ), перистальтика відсутня, може виникати супрастенотичне розширення стравоходу. Складки слизової оболонки в ділянці пухлини на початку захворювання ригідні, згодом не диференціюються.

# Променеве дослідження шлунка

## Променева анатомія шлунка

У перші 24 години життя дитини повітря виповнює весь шлунково-кишковий тракт. Ємкість шлунка у новонародженого дорівнює 25–30 мл, в 1 рік — близько 250 мл. Слизова оболонка шлунка товста, багата кровоносними судинами, еластична тканина і м'язовий шар погано розвинені в кардіальному відділі, але добре розвинуті в ділянці воротаря. Чим менша дитина, тим більш виражений рельєф слизової оболонки шлунка. У новонародженого шлунок розташовується вертикально. М'язовий шар тонкий. Газовий міхур великий.

Шлунок розташований переважно в лівій половині черевної порожнини під діафрагмою. Нижня межа шлунка у чоловіків розташована на рівні гребінцевої лінії, у жінок — на 4–5 см нижче гребінцевої лінії. Ретрогастральний простір не повинен бути менше ширини тіла поперекового хребця. Товщина стінки шлунка в нормі 0,3–0,5 см. Стінка шлунка складається з трьох шарів: слизового, м'язового і серозного.

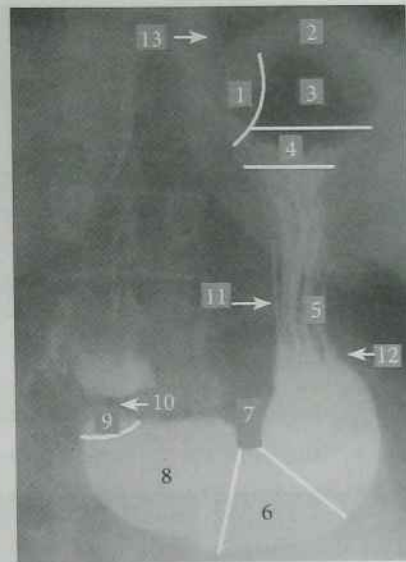
Рентгенологічна номенклатура відділів шлунка — рис. 14.21.

Нормальний шлунок на рентгенограмі, КТ і УЗД — рис. 14.22.

У тілі шлунка виявляють 4–5 поздовжніх складок, паралельних до малої кривини. Косі складки, переходячи з передньої стінки шлунка на задню, зумовлюють зубчастість великої кривини.

У нормі газовий міхур шлунка круглястої форми, рідина і слиз натщесерце в порожнині шлунка відсутні, одночасно на контурі шлунка виникає 2–3 перистальтичних хвилі, які починаються від середини тіла і згасають біля воротаря. В нормі евакуація бар'ю зі шлунка відбувається протягом 1,5–2 годин.

Радіонуклідне дослідження шлунка проводять після пробного сніданку (200 мл манної каші з 37 МБк колоїдного розчину, міченого  $Tc^{99m}$ ). Визначають термін половинного спорожнення шлунка (в нормі  $50,5 \pm 7$  хвилин). Методика до-



**Рис. 14.21.** Рентгеновська номенклатура відділів шлунка:

1 — кардіальна частина шлунка; 2 — дно (склепіння) шлунка; 3 — газовий міхур шлунка; 4 — субкардіальний відділ шлунка; 5 — тіло шлунка; 6 — синус шлунка; 7 — кут шлунка; 8 — антральний відділ шлунка; 9 — препілоричний відділ шлунка; 10 — пілорус; 11 — мала кривина шлунка; 12 — велика кривина шлунка; 13 — кут Гіса

зволяє визначити тип евакуації — нормальна, прискорена чи уповільнена.

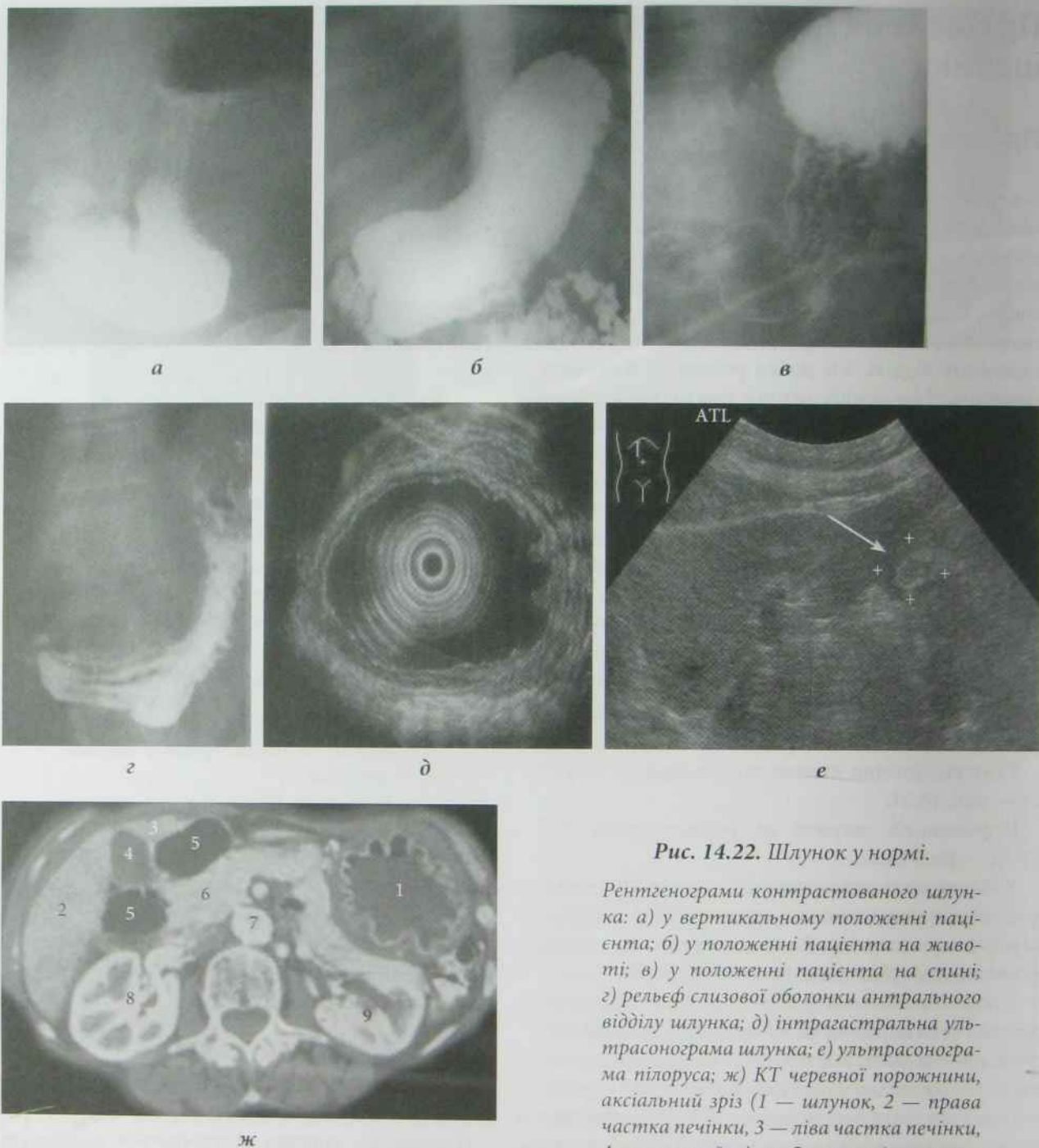
## Променева діагностика окремих захворювань шлунка

**Порушення розвитку:** декстрагастрія, мікрогастрія, макрогастрія, подвоєння шлунка, дивертикули шлунка, пілоростеноз.

**Подвоєння шлунка** зустрічається рідко при цьому другий шлунок знаходиться в грудній порожнині.

**Атрезія шлунка** може спостерігатися в ділянці воротаря, виявляється великих розмірів шлунок і повна відсутність повітря в петлях кишечника.





**Рис. 14.22.** Шлунок у нормі.

Рентгенограми контрастованого шлунка: а) у вертикальному положенні пацієнта; б) у положенні пацієнта на животі; в) у положенні пацієнта на спині; г) рельєф слизової оболонки антрального відділу шлунка; д) інтрагастральна ультрасонограма шлунка; е) ультрасонограма пілоруса; ж) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (1 — шлунок, 2 — права частка печінки, 3 — ліва частка печінки, 4 — жовчний міхур, 5 — петлі кишечника, 6 — підшлункова залоза, 7 — аорта, 8 — права нирка, 9 — ліва нирка)

**Пілоростеноз** — вроджене звуження ворота-ря внаслідок гіпертрофії та гіперплазії циркулярних м'язів. При пілоростенозі товщина стінки пілоричного каналу досягає 0,7 мм (у нормі — 0,3 мм).

#### **Променеві ознаки пілоростенозу**

- ▶ помітне зменшення газів у кишечнику;
- ▶ у шлунку натщесерце наявна рідина;
- ▶ розміри шлунка збільшені;
- ▶ перистальтика глибока, сегментуюча;
- ▶ воротар звужений, тривало закритий (іноді від 2 до 5 годин);
- ▶ різко сповільнена евакуація зі шлунка.

#### **Променеві ознаки пілороспазму**

- ▶ в кишечнику багато газів;
- ▶ натщесерце відсутня рідина в шлунку;
- ▶ шлунок звичайних розмірів, форми і положення;
- ▶ перистальтика слабка;
- ▶ воротар закритий мінімум 15–20 хвилин, після відкриття воротаря контрастна маса великими порціями переходить у петлі тонкої кишки;
- ▶ евакуація контрастної маси із шлунка відбувається протягом 3–6 годин.

#### **Функціональні порушення шлунка**

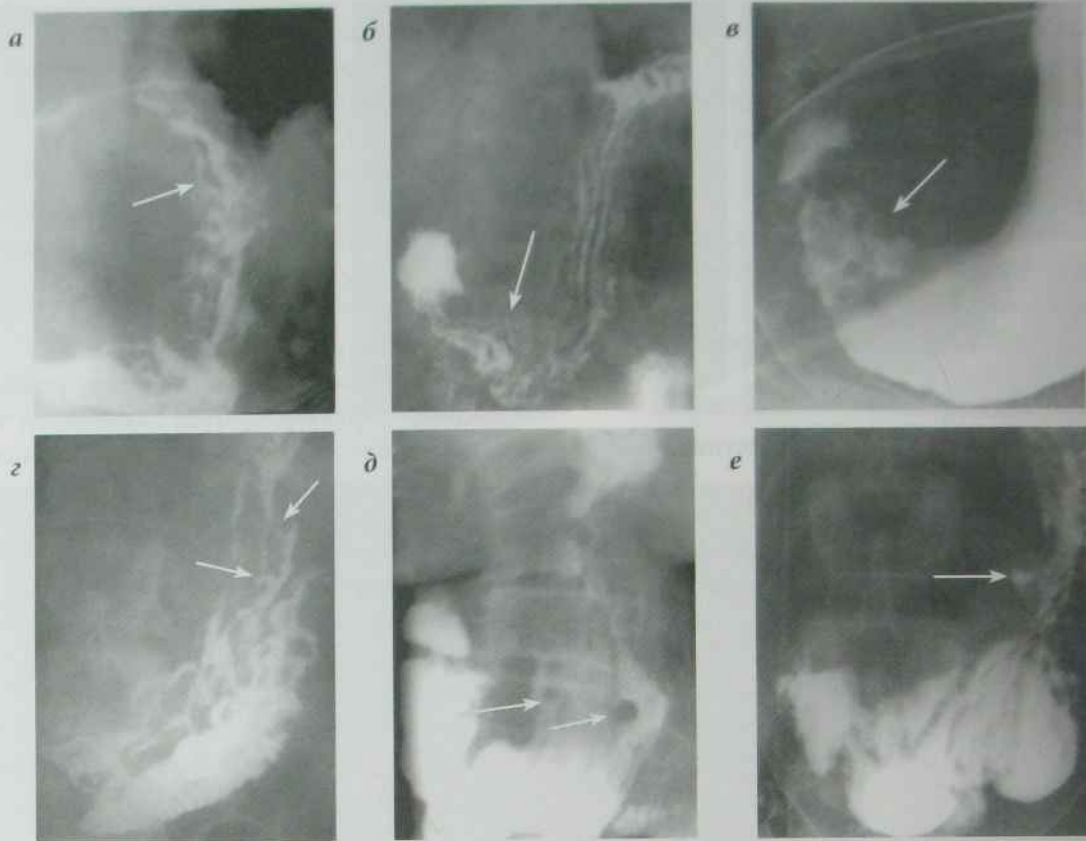
- ▶ за гіпертонічним типом: шлунок розташований горизонтально, тонус його підвищений; натщесерце шлунок містить рідину та слиз, газовий міхур шлунка сплюснений; перистальтика посилена, глибина перистальтичних хвиль збільшена;
- ▶ за гіпотонічним типом: розмір шлунка збільшений, форма його видовжена, газовий міхур шлунка видовжений (у вигляді вертикального овалу), синус розтягнутий, вихідний відділ розташований косо або вертикально; перистальтика ослаблена, глибина перистальтичних хвиль зменшена;
- ▶ за змішаним типом: тонус, перистальтика, швидкість евакуації можуть змінюватися протягом одного дослідження.

#### **Хронічний гастрит**

Діагностують хронічний гастрит ендоскопічно або рентгенологічно. Рентгенологічна класифікація гастритів за Ю. М. Соколовим:

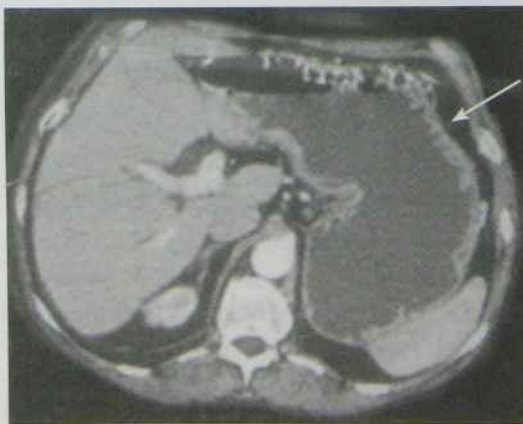
1. Хронічний універсальний (поширений) гастрит рентгенологічно характеризується наявністю нерівномірно потовщених звивистих складок слизової оболонки у всіх відділах шлунка (рис. 14.23, а, 14.24) (шлунок у нормі на рентгенограмі, КТ і УЗД — рис. 14.22).
2. Хронічний антральний гастрит рентгенологічно характеризується наявністю косо і поперечно розташованих складок слизової оболонки в антральному відділі шлунка (рис. 14.23, б).
3. Ригідний антральний гастрит рентгенологічно характеризується відсутністю складок в антральному відділі шлунка, антральний відділ звужений, ригідний, перистальтика відсутня. За відсутності терапевтичного ефекту через один місяць після початку лікування, хворого слід направити на консультацію до онколога у зв'язку з великою вірогідністю малігнізації антрального відділу шлунка (рис. 14.23, в).
4. Хронічний ерозивний гастрит рентгенологічно характеризується наявністю дрібних поверхневих ерозій, заповнених барієвою суспензією (частіше у вихідному відділі шлунка), розташованих на потовщених складках слизової оболонки (рис. 14.23, г).
5. Хронічний поліпоподібний гастрит рентгенологічно характеризується наявністю множинних круглястих дефектів наповнення з чіткими рівними контурами, що зумовлено множинними поліпами в шлунку (рис. 14.23, д).
6. Хронічний гастрит, що супроводжує виразкову хворобу. При виразковій хворобі шлунка спостерігаються зміни рельєфу слизової оболонки, які рентгенологічно істотно не відрізняються від змін, характерних для хронічного універсального гастриту (рис. 14.23, е).





**Рис. 14.23.** Варіанти хронічного гастриту (прицільні рентгенограми шлунка):

а) хронічний універсальний гастрит (звивисті складки слизової оболонки шлунка — стрілка); б) хронічний антральний гастрит (поперечно розташовані складки слизової оболонки антрального відділу шлунка — стрілка); в) ригідний антральний гастрит (антральний відділ — стрілка); г) хронічний ерозивний гастрит (ерозії слизової оболонки — стрілки); д) хронічний поліпозний гастрит (поліпи — стрілки); е) гастрит при виразковій хворобі шлунка (виразка — стрілка)



**Рис. 14.24.** КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: універсальний гастрит (потовщені складки шлунка — стрілка)

### Хвороба Менетріє

Хвороба Менетріє характеризується наявністю гігантських звивистих складок у всіх відділах шлунка (рис. 14.25).

### Виразкова хвороба шлунка

Виразкова хвороба шлунка — це поліетіологічне хронічне рецидивуюче захворювання, що морфологічно характеризується виникненням виразки в стінці шлунка. Виразка шлунка — це

дефект стінки шлунка, який проникає на різну її глибину. Переважна локалізація виразки шлунка — мала кривина, частіше середня третина тіла або препілоричний відділ шлунка.

Прямі рентгенологічні ознаки виразки шлунка: “ніша” в стінці шлунка або депо барієвої суміші на рельєфі слизової оболонки (рис. 14.26, а); запальний виразковий вал у вигляді кільцеподібного просвітлення навколо ніші за рахунок набряку слизової та підслизової оболонок; конвергенція складок слизової оболонки шлунка (радіарне розташування складок слизової оболонки шлунка в напрямку виразки, рис. 14.26, б). В гострій стадії виразкової хвороби виразкова ніша круглястої форми з чітким контуром, візуалізується за межами контура шлунка. За розмірами розрізняють невеликі (2–10 мм), середні (11–20 мм), великі (21–40 мм) та гігантські (понад 40 мм) ніші.

Непрямі рентгенологічні ознаки виразки: функціональні порушення шлунка за гіпертонічним типом, спазм циркулярних м'язів на рівні виразки — ознака “вказівного пальця” (рис. 14.26, в), хронічний гастрит, що супроводжує виразкову хворобу.

Ускладнення виразкової хвороби: пенетрація, перфорація, малігнізація, стеноз воротаря, виразкова кровотеча.

**Перфорація** — проникнення виразки в черевну порожнину, що супроводжується виходом вмісту (газу, хімусу) порожнистого органа в черевну порожнину. Газ у черевній порожнині займає найвище положення (під діафрагмою при вертикальному положенні хворого). Вільний газ легко виявляється рентгенологічно у вигляді смуги прояснення під склепіннями діафрагми (рис. 14. 27 а), а також на КТ (рис. 14. 27 б), МРТ і УЗД.

Проникнення виразки в сусідній орган називають **пенетрацією**. Променеві ознаки пенетруючої виразки: глибока виразкова ніша з дво- чи тришаровим вмістом (горизонтальний рівень барієвої суспензії і слизу та газу в ніші (рис. 14. 27 в).

**Малігнізація виразки** виникає у 10–12 % хворих на хронічну виразку, при цьому порушується

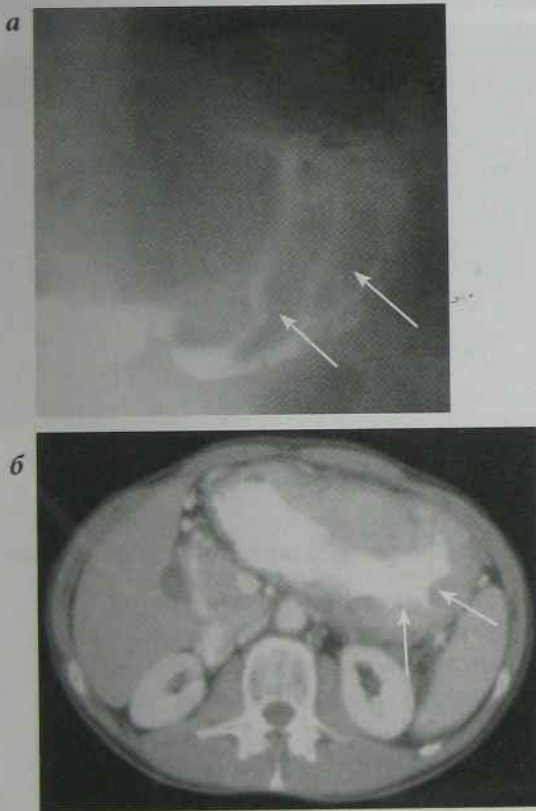


Рис. 14.25. Хвороба Менетріє (розширені складки вказані стрілками):

а) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі контрастування рельєфу слизової оболонки; складки слизової оболонки шлунка розширені у всіх його відділах, звивисті; б) КТ черевної порожнини з контрастуванням шлунка, аксіальна проекція, складки слизової оболонки значно потовщені (стрілки)



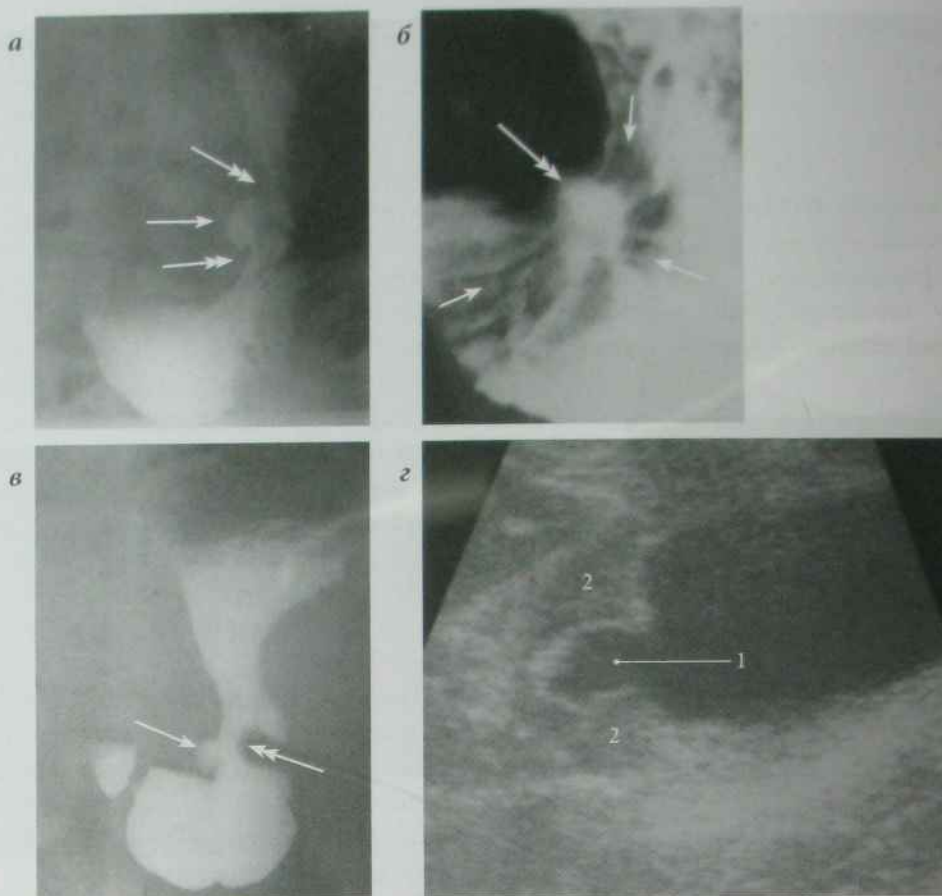


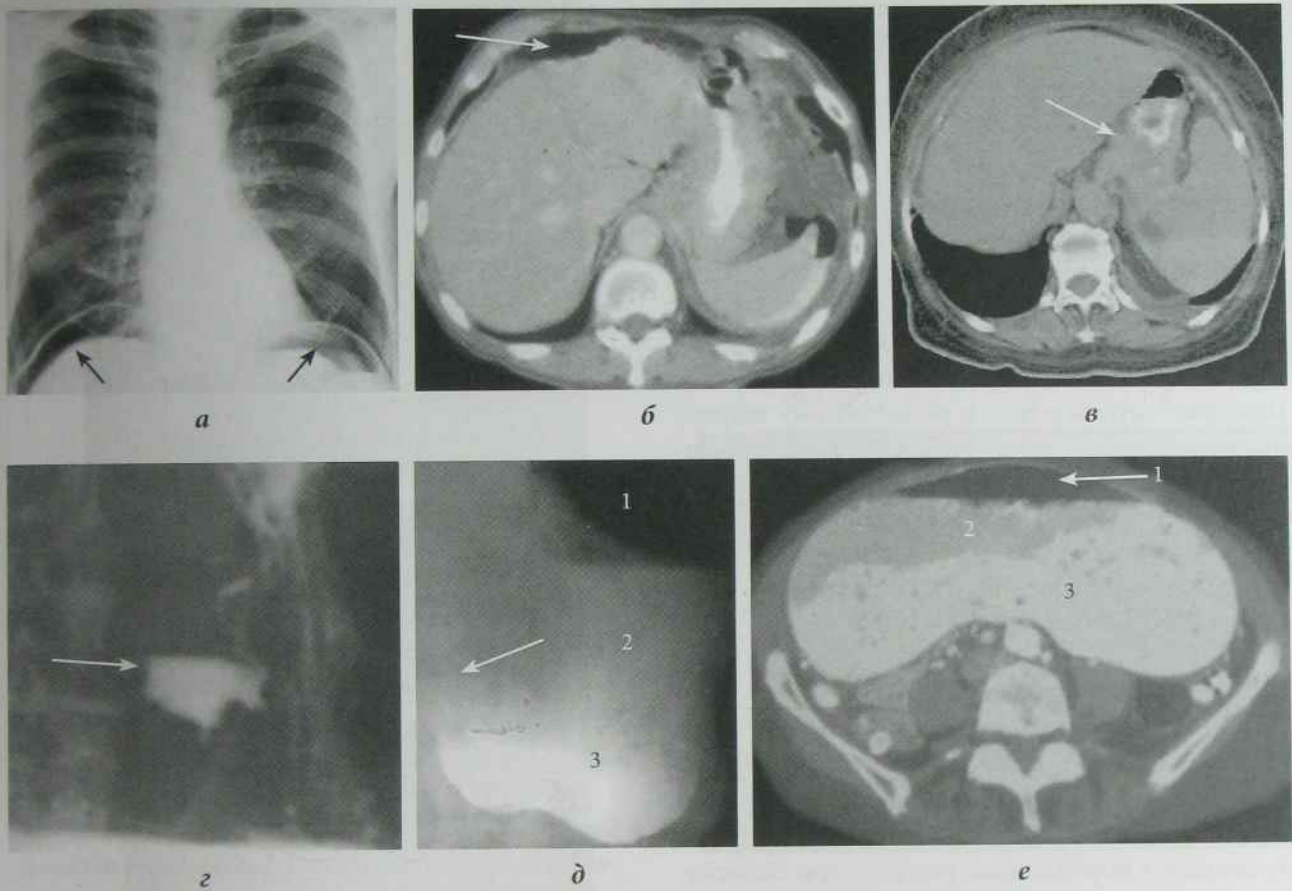
Рис. 14.26. Виразкова хвороба шлунка, виразка малої кривини середньої третини тіла шлунка:

а) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі контрастованого рельєфу слизової оболонки; на малій кривині в середній третині тіла шлунка визначається овальної форми ( $0,8 \times 1,5$  см) з чіткими рівними контурами ніша (стрілка), оточена запальним валом (подвійна стрілка), слизова оболонка шлунка потовщиена, з нечіткими контурами;

б) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі тугого наповнення в умовах дозованої компресії; на малій кривині в середній третині тіла шлунка визначається круглястої форми (діаметром 1,5 см) рельєфна ніша (подвійна стрілка) з нечіткими нерівними контурами внаслідок радіарно розташованих навколо виразки складок слизової оболонки шлунка (стрілки);

в) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазу тугого наповнення; на малій кривині в нижній третині тіла шлунка визначається овальної форми ( $0,7 \times 1,2$  см) з чіткими рівними контурами ніша (стрілка), оточена запальним валом, на рівні ніші по великій кривині дефект наповнення з рівними чіткими контурами за рахунок спазму м'язового шару шлунка (симптом "вказівного пальця" — подвійна стрілка);

г) УЗД — виразкова ніша (1 — виразкова ніша, 2 — виразковий вал)



**Рис. 14.27.** Ускладнення виразкової хвороби:

*а) рентгенограма ОГП в прямій проекції: під склепіннями діафрагми визначаються серпоподібні просвітлення (ознака вільного газу в черевній порожнині, стрілки); перфорація порожнистого органа; б) КТ черевної порожнини в аксіальній проекції: вільний газ вказаний стрілкою; в) КТ черевної порожнини в аксіальній проекції: потовщення стінки шлунка (стрілка) з нерівними контурами в ділянці малігнізації; г) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі контрастованого рельєфу слизової оболонки; на малій кривині в середній третині тіла шлунка визначається неправильної форми (розміром 2×3 см) з чіткими нерівними контурами ніша (стрілка) — малігнізація виразки малої кривини середньої третини тіла шлунка; д) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі тугого контрастування; шлунок збільшений в розмірах, натще містить значну кількість рідини та слизу (2); контрастна речовина (3) затримується в ділянці вихідного відділу шлунка (стрілка); стеноз воротаря шлунка; е) КТ черевної порожнини в аксіальній проекції: у значно збільшеному шлунку міститься повітря (1), значна кількість слизу (2), контрастної речовини (3); стеноз воротаря шлунка*



правильна форма виразкової порожнини, контур виразкової ніші і виразкового вала стає нерівним (рис. 14.27, г). Для уточнення діагнозу виконують гастроскопію з біопсією.

**Стеноз воротаря** (рис. 14.27, д, е) розвивається в результаті рубцювання виразки воротаря або внаслідок росту пухлини, яка звужує пілоричний канал. Розрізняють три ступені стенозу воротаря. Перший ступінь — компенсований стеноз (бар'єра завись затримується в шлунку до 6 годин). Другий ступінь — субкомпенсований стеноз (контраст затримується в розширеному шлунку від 6 до 12 годин, іноді через 24 години в шлунку залишається 1/3 об'єму прийнятої бар'євої зависи). Третій ступінь — декомпенсований стеноз (через 24 години в значно розширеному шлунку знаходиться більше ніж 1/2 об'єму прийнятої контрастної речовини).

### Дивертикули шлунка

Дивертикули шлунка виникають у місцях слабкості м'язового шару. При контрастному дослідженні виявляють додаткові тіні правильної круглястої форми з чіткими контурами, які сполучаються з порожниною шлунка; при ендоскопічному дослідженні можна виявити складки слизової оболонки стінки шлунка на внутрішній поверхні справжнього дивертикула (рис. 14.28).

### Пухлини шлунка

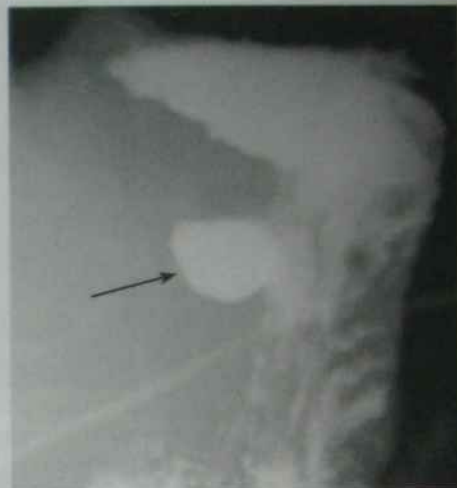
Розрізняють доброякісні і злоякісні пухлини шлунка.

**Доброякісні пухлини** — поліпи (частіше множинні), аденоми, лейоміоми, фіброми, ліпоми, невриноми, судинні пухлини ростуть поволі, мають правильну круглясту форму з чіткими контурами (рис. 14.29). Перистальтика й евакуація вмісту із шлунка не порушені. Часто малігнізуються.

**Рак шлунка** — найчастіше злоякісне захворювання, спостерігається переважно у чоловіків.

Розрізняють екзофітну, ендофітну та змішану форми раку шлунка.

**Екзофітна форма раку шлунка** росте переважно в просвіт шлунка. Рентгенологічно (рис. 14.30, а, в) пухлина візуалізується у вигляді



**Рис. 14.28.** Прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції контрастованого малою порцією барію сульфату у вертикальному положенні пацієнта: просвіт контрастованого шлунка у верхній третині тіла по малій кривині розширений за рахунок мішкоподібного, туго виповненого контрастом додаткового утворення діаметром близько 3 см з рівним чітким контуром, просвіт якого вузькою частиною сполучається з порожниною шлунка. Дивертикул малої кривини верхньої третини тіла шлунка

дефекту наповнення з нерівними контурами. На поверхні дефекту наповнення може бути виразка значних розмірів у вигляді депо контрастної речовини (блюдоподібний рак). Біля краю дефекту наповнення складки слизової оболонки обриваються. **Поліпозний рак шлунка** (рис. 14.30, б) розвивається з доброякісних пухлин шлунка, частіше з поліпів; вони зливаються між собою та утворюють дефект наповнення; стінки шлунка ригідні, перистальтика в зоні ураження відсутня, складки слизової оболонки обриваються на межі з пухлиною. При локалізації екзофітної форми раку в ділянці пілороантрального відділу шлунка можливе порушення евакуації із шлунка.

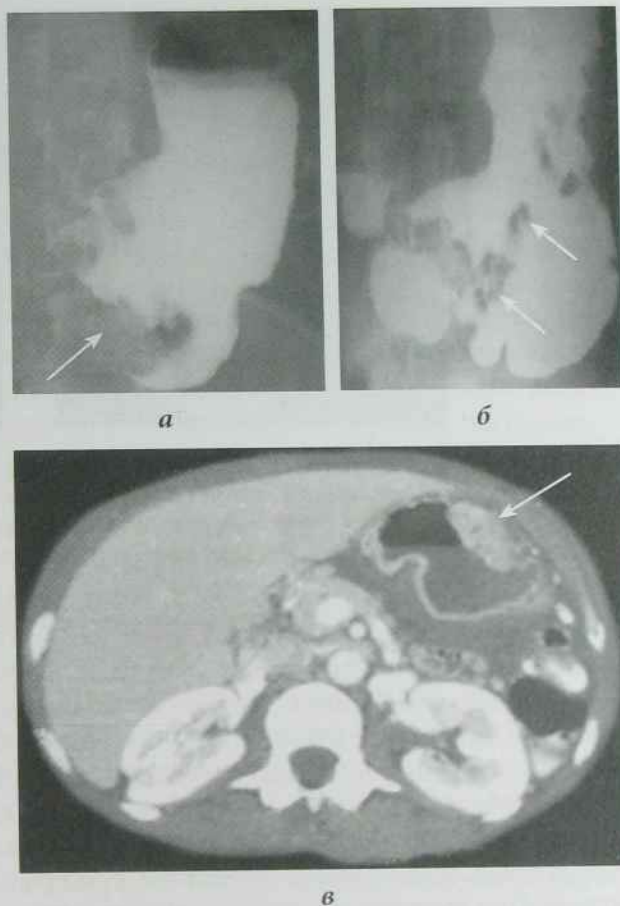
КТ шлунка виконують з метою визначення поширеності процесу. Екзофітна форма раку шлунка візуалізується у вигляді додаткового утвору



**Рис. 14.29.** Доброякісні пухлини шлунка:

а) УЗД; у просвіті шлунка (1) визначається гіперехогенне утворення, зв'язане ніжкою зі стінкою шлунка (2); б) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі тугого наповнення; в тілі шлунка визначається округлої форми з чітким рівним контуром дефект наповнення близько 10 см у діаметрі (стрілка), на тлі дефекта наповнення рельєф слизової оболонки згладжений; лейоміома тіла шлунка

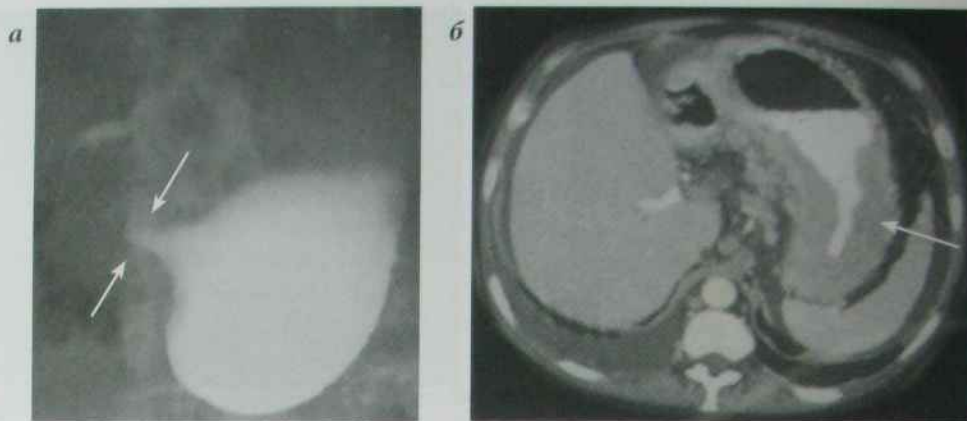
в стінці шлунка, ізоденсивного зі стінкою шлунка. Нечіткість зовнішнього контуру в ділянці пухлинного росту свідчить про проростання пухлини в суміжні органи чи тканини.



**Рис. 14.30.** Екзофітна форма раку шлунка:

а) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі тугого наповнення: в ділянці нижньої третини тіла та синуса шлунка визначається дефект наповнення неправильної форми з нерівними нечіткими контурами 4 × 6 см, складки слизової оболонки не візуалізуються; екзофітний рак нижньої третини тіла та синуса шлунка; б) прицільна рентгенограма шлунка в прямій проекції у фазі тугого наповнення в умовах дозованої компресії: в ділянці середньої, нижньої третини тіла та антрального відділу шлунка визначаються множинні овальної форми дефекти наповнення розмірами 1–3 см з нерівними нечіткими контурами; поліпозний рак шлунка; в) КТ черевної порожнини, аксіальна проекція: екзофітний рак тіла шлунка (стрілка)





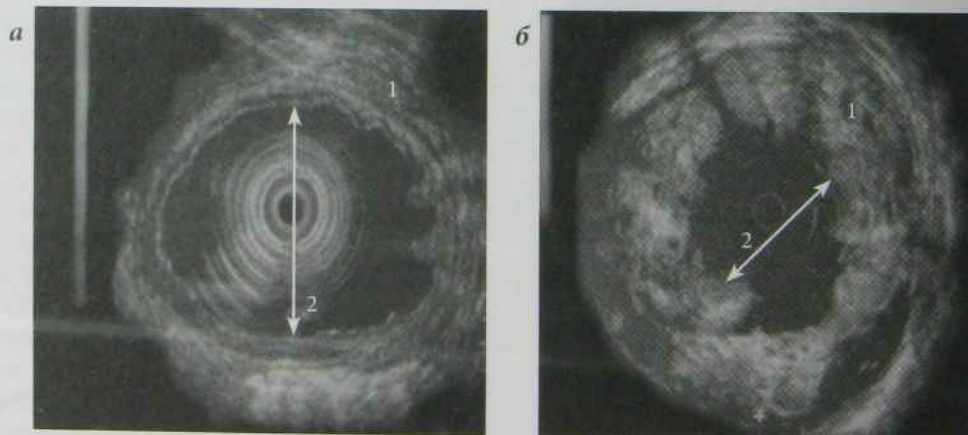
**Рис. 14.31.** Ендофітна форма раку шлунка:

а) прицільна рентгенограма дистальної половини шлунка в прямій проекції у фазі тугого наповнення: антральний відділ шлунка циркулярно звужений до 3 мм, деформований, вкорочений, контури чіткі, нерівні (стрілки); ендофітний рак антрального відділу шлунка; б) КТ черевної порожнини, аксіальна проекція: ендофітний рак тіла шлунка (стрілка)

Ендофітна форма раку шлунка (рис. 14.31, а, б) характеризується ригідністю стінок шлунка, відсутністю перистальтики, атиповим рельєфом слизової оболонки, ригідністю складок слизової оболонки на рівні пухлини, випрямленням контура шлунка, циркулярним звуженням просвіту шлунка. При ураженні антрального відділу шлун-

ка виникає його концентричне звуження, стінки ригідні, воротар зяє, складки слизової оболонки не диференціюються.

На ультрасонограмі при дифузній формі ендофітного раку візуалізується значне циркулярне звуження просвіту шлунка та потовщення стінки шлунка (рис. 14.32).



**Рис. 14.32.** Внутрішньопорожнинні ультрасонограми антрального відділу шлунка:

а) в нормі (1 — стінка шлунка, 2 — ширина просвіту нормального шлунка); б) ендофітна форма раку шлунка (1 — потовщена стінка шлунка, 2 — звужений просвіт шлунка)

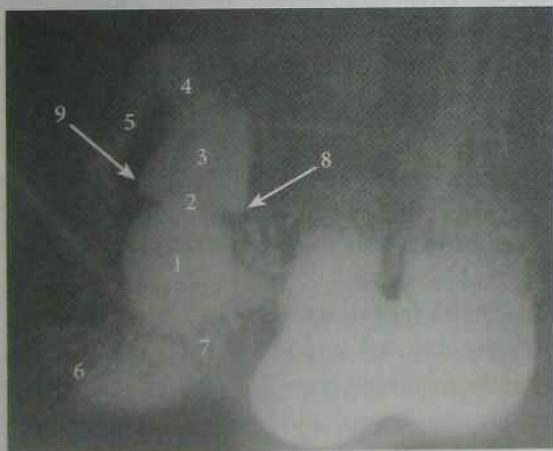
## Променеве дослідження тонкої кишки

### Променева анатомія тонкої кишки

Тонка кишка складається з трьох відділів: дванадцятипалої (довжина 25–30 см), порожньої і клубової кишок. Довжина тонкої кишки складає 4–5 м, її діаметр — від 1,5 до 3 см. Номенклатура відділів дванадцятипалої кишки — див. рис. 14.33.

### Методи дослідження тонкої кишки

Дослідження тонкої кишки в основному є продовженням дослідження шлунка (рис. 14.34, а). Дослідження необхідно проводити кожну годину протягом 5–6 годин, оскільки пасаж барію



**Рис. 14.33.** Номенклатура дванадцятипалої кишки (12-п.к.):

- 1 — препілорична частина шлунка;
- 2 — пілорус;
- 3 — цибулина 12-п.к.;
- 4 — верхня горизонтальна частина 12-п.к.;
- 5 — низхідна частина 12-п.к.;
- 6 — нижня частина 12-п.к.;
- 7 — висхідна частина 12-п.к.;
- 8 — медіальна кишеня цибулини 12-п.к.;
- 9 — латеральна кишеня цибулини 12-п.к.

по тонкому кишечнику в нормі триває близько 6 годин; дослідження рельєфу слизової оболонки утруднене внаслідок тугого заповнення тонкого кишечника контрастом.

Існує методика Пандсорфа (прискороного контрастування тонкої кишки): приготований на фізіологічній розчині NaCl і охолоджений до +4°C сульфат барію дають хворому випити по 50 мл кожних 15 хвилин протягом 1 години, перед кожним подальшим і через 15 хвилин після останнього прийому контрасту виконують рентгенологічне дослідження. Переваги методики: можливість вивчення рельєфу слизової оболонки всієї тонкої кишки і скорочення часу дослідження до 1–1,5 годин.

Для виявлення патології дванадцятипалої кишки часто використовують дуоденографію в стані штучної гіпотонії. Хворому вводять дуоденальний зонд до низхідної частини дванадцятипалої кишки, потім вводять спазмолітик; через 15–20 хвилин настає гіпотонія дванадцятипалої кишки. Через дуоденальний зонд туго заповнюють дванадцятипалу кишку барієвою суспензією (туге наповнення) і виконують рентгенографію; потім контраст через той же зонд відсмоктують і вводять повітря (подвійне контрастування). Методика дослідження дозволяє оцінити стан рельєфу слизової оболонки, виявити дрібні патологічні утворення, постбульбарні виразки і дивертикули. При необхідності швидкого контрастування тонкої кишки виконують ентероклізму — через дуоденальний зонд, введений у низхідну частину дванадцятипалої кишки, туго заповнюють рідким барієм тонкий кишечник і виконують рентгенографію. Після евакуації контрасту з тонкої кишки вводять повітря і виконують рентгенографію кишечника у фазі подвійного контрастування (рис. 14.34, б).

Радіонуклідне дослідження кишечника виконують з метою діагностики інвагінації дивертикула Меккеля та оцінки всмоктувальної здатності. Сцинтиграфію виконують через 45 хвилин після в/в введення 37 МБк <sup>99m</sup>Tc-пертехнетату. Ознакою дивертикула Меккеля (у випадках ектопованої слизової оболонки шлунка) є поява



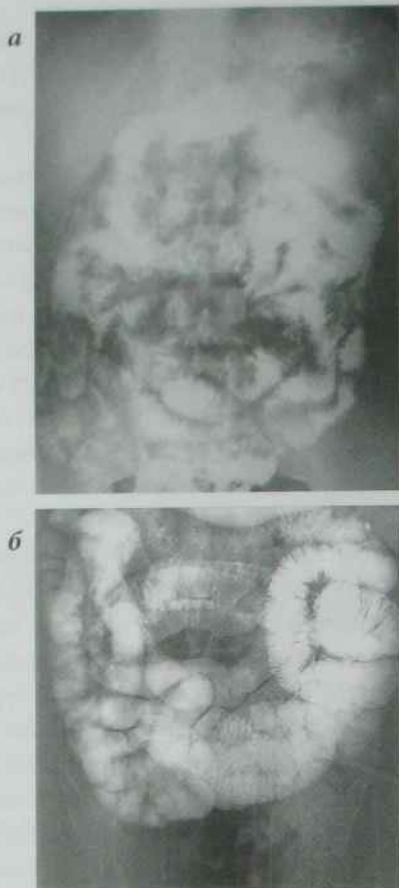


Рис. 14.34. Тонкий кишечник у нормі (рентгенограми ОЧП):

- а) пероральне контрастування;  
б) подвійне контрастування

аномальної зони радіоактивності одночасно з зображенням шлунка.

## Променева діагностика окремих захворювань тонкої кишки

### Вади розвитку тонкої кишки

**Атрезія дванадцятипалої кишки** складає близько половини всіх вад розвитку тонкої кишки. Атрезія і стеноз дванадцятипалої кишки зумов-

лені стисненням або закриттям просвіту кишки зсередини або ззовні. При цьому можливі наступні варіанти: 1) повна вроджена облітерація дванадцятипалої кишки, повний або частковий внутрішній стеноз; 2) перетинкова атрезія — кишковий просвіт закритий мембраною, яка має один або кілька точкових отворів; 3) трубчасте звуження кишкового просвіту по довжині внаслідок гіпертрофії стінки кишки.

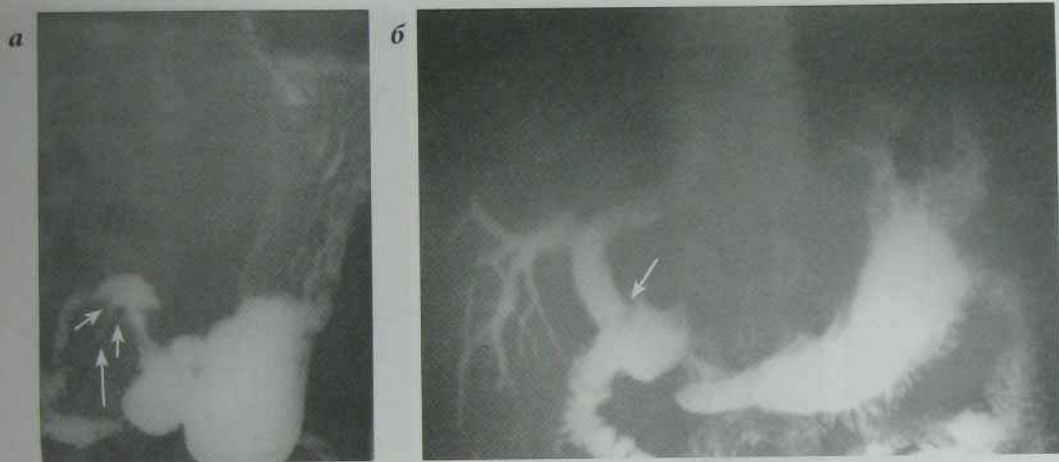
**Мегадуоденум** — вроджене збільшення дванадцятипалої кишки, спостерігається при різних патологічних станах: атрезії дванадцятипалої кишки, порушенні нормального повороту кишечника і здавленні дванадцятипалої кишки ззовні ембріональними тяжами, підшлунковою залозою, аномальною судиною, а також при здавленні просвіту зсередини при вродженому стенозі.

**Дивертикул Меккеля** — залишок *ductus omphalomesentericus*, жовчно-брижова протока між термінальним відділом клубової кишки і пупком, що у нормі до моменту народження заростає. При облітерації тільки одного кінця жовчно-брижової протоки утворюється сліпий мішок (дивертикул Меккеля), що розташовується у клубовій кишці на відстані 50–100 см від клубово-сліпокишкової заслінки. Дивертикул має форму конуса, кулі або циліндра, розміром від 1 до 20 см. Дивертикул Меккеля може бути причиною виникнення інвагінації, кровотечі, завороту тонкої кишки.

**Вроджені атрезії кишечника** спостерігаються на всьому протязі кишкової трубки або сегментарно. Розрізняють три форми вродженого порушення прохідності кишечника: повне закриття просвіту кишок, перетинкове звуження у вигляді мембрани і повний перерив кишкової трубки. Проявляється виникненням вродженої кишкової непрохідності.

### Виразкова хвороба дванадцятипалої кишки

Рентгенологічна картина виразки дванадцятипалої кишки істотно не відрізняється від рентгенологічної картини виразки шлунка (рис. 14.35). Найчастіша локалізація — цибулина дванадцятипалої кишки. У гострій стадії розвитку захво-



**Рис. 14.35.** Виразкова хвороба дванадцятипалої кишки:

*а) рентгенограма шлунка та дванадцятипалої кишки в прямій проекції у фазі тугого наповнення: глибока вузька виразкова ніша в латеральній кишені цибулини 12-п.к. (стрілка) оточена запальним виразковим валом (головки стрілок); пенетрація виразки дванадцятипалої кишки в головку підшлункової залози; б) рентгенограма верхньої половини черевної порожнини в прямій проекції: після перорального прийому контрастної речовини одномоментно візуалізується туге контрастування шлунка, дванадцятипалої кишки та жовчних проток внаслідок пенетрації виразки цибулини дванадцятипалої кишки в жовчну протоку; холедоходуоденальна норія (стрілка)*

рювання виникає ніша з вираженим навколо неї запальним валом. Рубцювання виразки дванадцятипалої кишки супроводжується деформацією цибулини дванадцятипалої кишки.

Ускладнення: перфорація, пенетрація, малігнізація. Діагностика виразкової хвороби постбульбарної локалізації утруднена через спазм м'язового шару кишки, тому для діагностики постбульбарної виразки використовують методику дуоденографії в стані штучної гіпотонії.

### Туберкульоз тонкої кишки

Виникає вторинно за наявності специфічного ураження інших органів. Розрізняють виразкову, пухлиноподібну стенозуючу і змішану форми туберкульозного ураження. Контури уражених відділів дванадцятипалої, порожньої, клубової кишок або ілеоцекального переходу деформовані, позублені, нерівні. Складки слизової оболонки частіше потовщені, кишка ригідна, її зміщуваність обмежена.

### Термінальний ілеїт

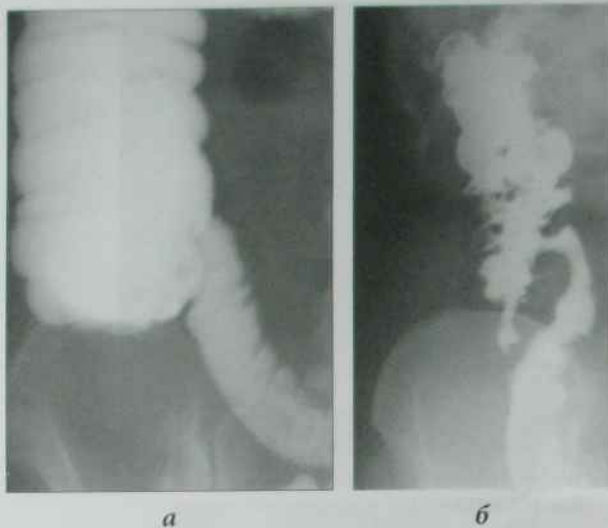
Термінальний ілеїт (хвороба Крона) частіше локалізується в термінальному відділі тонкої кишки. Рентгенологічна картина захворювання характеризується сегментарним ураженням, зникненням складок слизової оболонки і наявністю численних дрібних вузьких виразок, просвіт кишки нерівномірної ширини (рис. 14.36, б), перистальтика й евакуація різко сповільнені.

### Дивертикули тонкої кишки

Дивертикули тонкої кишки частіше зустрічаються на медіальній стінці низхідної частини дванадцятипалої кишки, у вигляді додаткових порожнин круглястої форми, що з'єднуються з просвітом кишки (рис. 14.37).

При дивертикуліті (запаленні дивертикула) в порожнині дивертикула визначається горизонтальний рівень рідини і газ над ним (рис. 14.38).





**Рис. 14.36.** Фрагменти іриграм у фазі тугого контрастування. Ілеоцекальний перехід:

*а) в нормі; б) прицільна іриграма сліпої та термінального відділу здувнинної кишки у фазі тугого наповнення; просвіт сліпої та термінального відділу здувнинної кишки нерівномірно звужений, деформований; на латеральній та медіальній стінках визначаються множинні виразкові ніші розміром від  $0,1 \times 0,3$  до  $0,2 \times 1,2$  см, ілеоцекальний перехід звужений; хвороба Крона*

### Ентерит

Ентерит — запальне ураження тонкої кишки. При контрастному рентгенологічному дослідженні слизова оболонка атрофована, малюнок рельєфу слизової оболонки відсутній. Ентерит є наслідком гострих кишкових захворювань, зловживання алкоголем та ін.

### Пухлини тонкої кишки

Серед злоякісних пухлин тонкої кишки розрізняють екзофітні та ендофітні форми.

Для **екзофітної форми раку** тонкої кишки характерні: дефект наповнення (рис. 14.39), ригідність стінки, злоякісний рельєф слизової оболонки, обмеження рухливості, часткове або повне порушення прохідності тонкої кишки.



**Рис. 14.37.** Дуоденографія в умовах штучної гіпотонії і подвійного контрастування (1 — дуоденальний зонд, 2 — олива зонда):

*просвіт контрастованого низхідного та нижнього горизонтального відділу 12-п.к. розширений за рахунок додаткових мішкоподібних овальної форми, виповнених контрастом випинань розмірами  $2 \times 3$  см (стрілки), з рівними чіткими контурами; випинання розташовані на медіальній стінці 12-п.к. та зв'язані з просвітом 12-п.к. вузькою частиною; дивертикули дванадцятипалої кишки*

Для **ендофітної форми раку** тонкої кишки характерне циркулярне звуження просвіту кишки з наявністю супрастенотичного розширення, перебудова або ригідність рельєфу слизової оболонки, ригідність стінок кишки і відсутність перистальтики.

Рак великого сосочка дванадцятипалої кишки характеризується наявністю дефекту наповнення з чіткими контурами і різким відмежуванням від здорової тканини. По мірі росту пухлини настає стеноз великого сосочка дванадцятипалої кишки і ураження жовчної протоки.

Для діагностики пухлин тонкої кишки використовують фіброгастродуоденоскопію з біопсією, субопераційну біопсію, КТ, СКТ, УЗД.



**Рис. 14.38.** Прицільна рентгенограма дванадцятипалої кишки у фазі контрастування слизової оболонки: просвіт контрастованого низхідного відділу дванадцятипалої кишки розширений за рахунок додаткового мішкоподібного овальної форми, виповненого контрастом випинання розмірами 3 × 7 см з рівними чіткими контурами, розташованого на латеральній стінці та зв'язаного вузькою частиною з просвітом кишки. Додаткове порожнисте утворення виповнене рідким вмістом та повітрям, що розташовується над горизонтальним рівнем контрастної речовини. Дивертикул низхідного відділу дванадцятипалої кишки, дивертикуліт (1 — газ, 2 — горизонтальний рівень рідини, 3 — сульфату барію)

## Променеве дослідження товстої кишки

### Променева анатомія товстої кишки

Розрізняють наступні відділи товстої кишки: сліпа кишка, ободова (висхідна, поперечна, низхідна, сигмоподібна) кишка і пряма кишка. Довжина товстої кишки у живої людини складає близько 1,5 м.



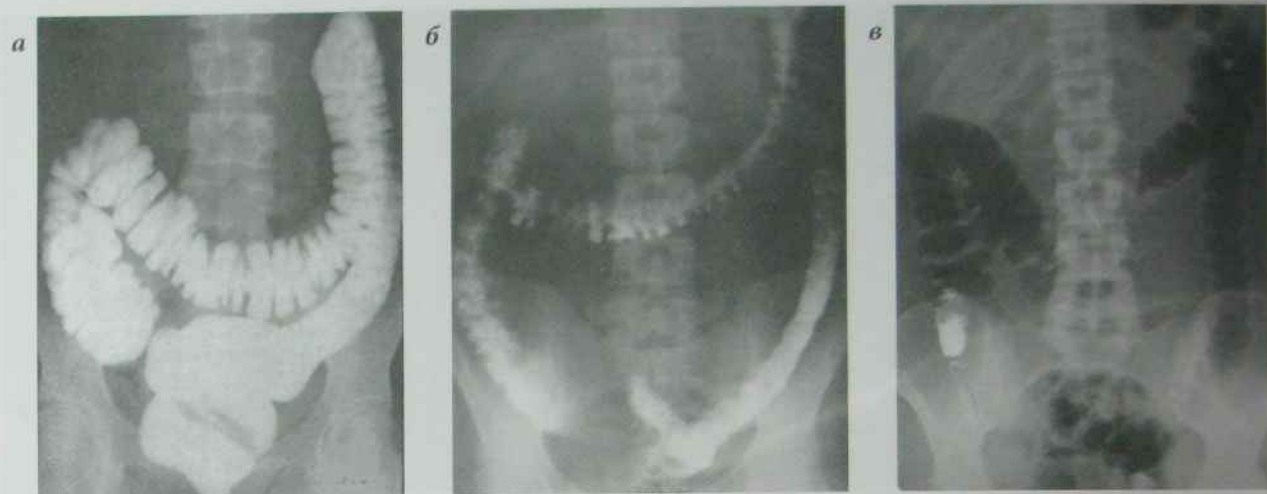
**Рис. 14.39.** Прицільна рентгенограма дванадцятипалої кишки в прямій проекції у фазі тугого наповнення: просвіт контрастованого низхідного відділу дванадцятипалої кишки звужений за рахунок дефекту наповнення овальної форми розмірами 1,5 × 3,5 см з нерівними чіткими контурами, розташованого на латеральній стінці; екзофітний рак низхідного відділу дванадцятипалої кишки (дефект наповнення — стрілка)

При пероральному контрастуванні заповнення відділів товстої кишки контрастною масою відбувається в наступні терміни: сліпої кишки — через 4–5 годин після прийому барієвої суспензії, печінкового кута — через 6–7 годин, селезінкового кута — через 12 годин, сигмоподібної кишки — через 18 годин, прямої кишки — через 24 години. Контрастна маса покидає товстий кишечник через 24–48 годин.

### Методи дослідження товстої кишки

Основними методами рентгенологічного дослідження товстої кишки є іригоскопія і іригографія (рис. 14.40). Товсту кишку досліджують у фазі





**Рис. 14.40.** Тригограми товстої кишки в нормі:

- а) фаза тугого наповнення; б) фаза рельєфу слизової оболонки;  
в) подвійне контрастування

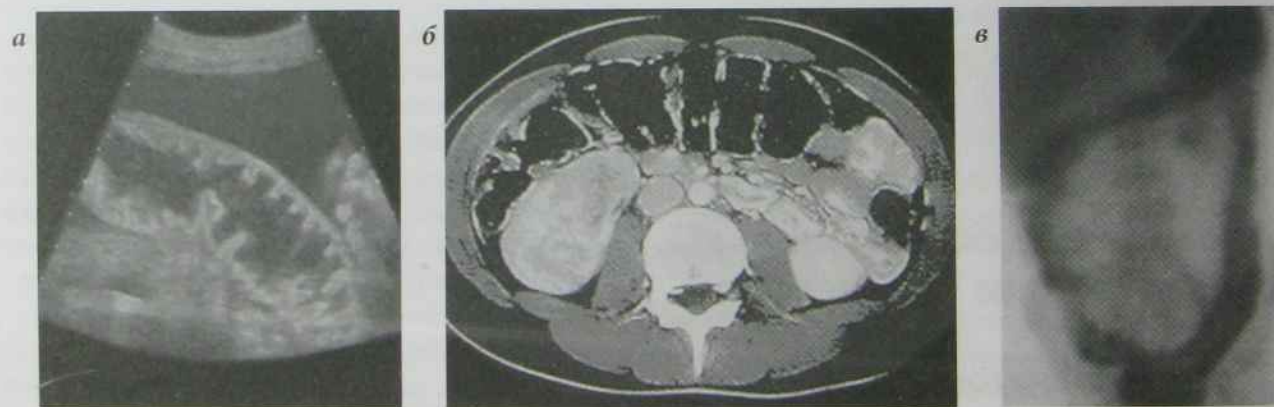
тугого заповнення контрастною масою, а після спорожнення досліджують у фазі контрастування рельєфу слизової оболонки або застосовують методику подвійного контрастування.

Інші методи променевого дослідження УЗД, КТ, РНД, МРТ (рис. 14.41) використовують для уточнення поширення патологічного процесу.

## Променева діагностика окремих захворювань товстої кишки

### Вади розвитку товстої кишки

Вроджені порушення нормального повороту кишечника. Процес нормального повороту



**Рис. 14.41.** Методи дослідження товстої кишки здорової людини:

- а) УЗД;  
б) КТ;  
в) сцинтиграфія

кишечника ділиться на три періоди. На 5-му тижні ембріонального розвитку кишкова трубка розташована вертикально і фіксована на задній стінці тіла по середній лінії. Частина травного каналу від дванадцятипалої кишки до середини поперечної ободової називається **середньою кишкою**. На 4-му тижні ембріонального розвитку з'являється шлунок. Кишкова трубка росте швидше, ніж черевна порожнина, і частина середньої кишки тимчасово виходить в пупковий канатик за типом фізіологічної пупкової киби. На 8-му тижні внутрішньоутробного життя петля середньої кишки, що знаходиться в пупковому канатику, повертається на  $90^\circ$  проти годинникової стрілки з сагітальної площини в горизонтальну. Це **перший нормальний поворот кишечника**. На 10-му тижні внутрішньоутробного життя із ростом черевної порожнини частина петель з пупкового канатика втягується в черевну порожнину, відбувається вправлення грижі з поворотом кишки на  $180^\circ$  проти годинникової стрілки. Кишкові петлі збираються в лівій половині живота, зміщують задню кишку вліво, низхідна ободова кишка займає своє звичайне положення. На 11-му тижні продовжується поворот кишечника — сліпа кишка знаходиться в епігастральній ділянці, потім переміщується у верхній правий квадрант, дванадцятипала кишка знаходиться під верхньою брижовою артерією, а товста кишка — попереду дванадцятипалої. Це **другий період нормального повороту кишечника** — на  $270^\circ$  ( $90^\circ + 180^\circ$ ). Надалі сліпа кишка з правого верхнього квадранта черевної порожнини опускається в правий нижній квадрант. Брижа клубової кишки переходить у брижу висхідної — загальну брижу. У **третьому періоді повороту кишечника** брижа фіксується до задньої стінки черевної порожнини.

Залежно від того, в якому періоді відбувається відхилення від нормального повороту кишечника, виникають різні патологічні стани.

При розладах першого періоду виникає грижа пупкового канатика. Розлади другого періоду викликають наступні патологічні стани: 1) поворот кишечника не відбувся; 2) вроджений заворот середньої кишки; 3) непрохідність дванадцятипалої

кишки; 4) синдром Ледда — поєднання стиснення просвіту дванадцятипалої кишки спайками із заворотом середньої кишки; 5) надмірна фіксація дванадцятипалої кишки; 6) внутрішня грижа; 7) поворот кишечника у зворотному напрямі. Розлади третього періоду повороту кишечника викликають: 1) високе положення сліпої кишки (під печінкою); 2) рухому сліпу кишку (загальна брижа).

**Вроджений заворот середньої кишки** відбувається внаслідок недостатнього прикріплення брижі середньої кишки. Проявляється ознаками непрохідності дванадцятипалої кишки.

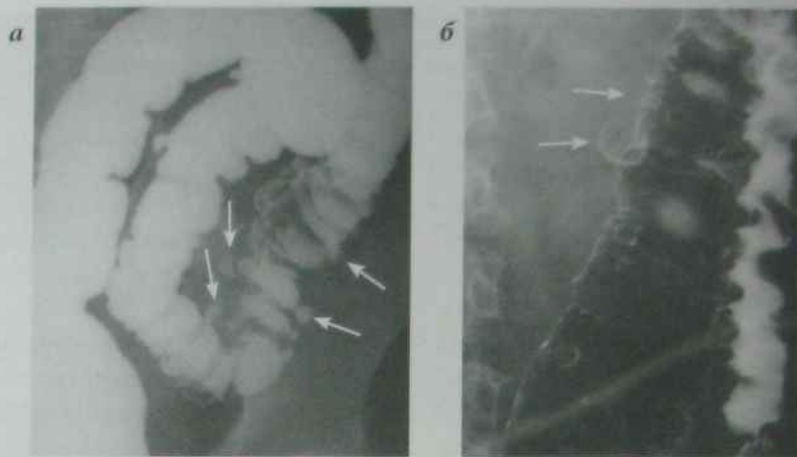
**Вроджені подвоєння кишечника** можуть проявлятися ентерогенними кістами, дивертикулами. Формуються вони в ранній фазі ембріонального розвитку і можуть спостерігатися в будь-якій ділянці шлунково-кишкового тракту.

**Інвагінація** — найчастіший вид обтураційної кишкової непрохідності у дітей. Це зумовлено анатомо-фізіологічними особливостями, невідповідністю діаметрів товстої і тонкої кишок, неповним замиканням ілеоцекального клапана, великою кількістю лімфатичних залоз в ілеоцекальній ділянці. Спостерігається переважно у дітей у віці від 3 до 10 місяців. Розрізняють **наступні види інвагінації**: тонкої кишки в тонку, товстої в товсту і тонкої в товсту. У більшості випадків інвагінації виникають в ілеоцекальній ділянці. Для розпізнавання і лікування інвагінації використовують методику роздування товстої кишки повітрям з метою дезінвагінації.

При радіонуклідному дослідженні спостерігається накопичення РФП всередині набряклого кільця, яке оточує странгуляційну петлю кишечника через 30–60 хвилин після в/в введення РФП.

**Мегаколон** — вроджене збільшення всієї товстої кишки або окремих її ділянок. Розрізняють ідіопатичний мегаколон, мегадоліхоколон, мегаколон, що виникає в результаті агангліозу (хвороба Гіршпрунга). Хвороба Гіршпрунга і мегаколон, викликаний вродженими механічними перешкодами в дистальному відділі товстої кишки (стеноз прямої кишки, атрезія в поєднанні з норіцями), належать до вторинних видів мегаколону.





**Рис. 14.42.** Дивертикульоз товстої кишки:

*а) фрагмент іригограми у фазі тугого наповнення; просвіт контрастованих висхідного та поперечного відділів ободової кишки розширений за рахунок множинних додаткових мішкоподібних округлої форми, виповнених контрастом випинань розмірами 1–1,5 см з рівними чіткими контурами, які розташовані по контуру кишки та зв'язані з просвітом вузькою частиною; дивертикульоз товстої кишки (множинні дивертикули позначені стрілками);*

*б) фрагмент іригограми у фазі подвійного контрастування; просвіт поперечного відділу ободової кишки розширений за рахунок поодиноких додаткових мішкоподібних округлої форми, виповнених контрастом випинань розмірами 1–1,5 см з рівними чіткими контурами, які розташовані по контуру кишки та зв'язані з просвітом вузькою частиною; дивертикульоз товстої кишки (множинні дивертикули позначені стрілками)*

### Дивертикули товстої кишки

Дивертикули товстої кишки частіше зустрічаються в літньому віці, є переважно пульсійними, розміром до 1 см в діаметрі. При множинних дивертикулах (дивертикульозі) товстий кишечник уражується практично на всьому протязі (рис. 14.42).

### Хронічний коліт

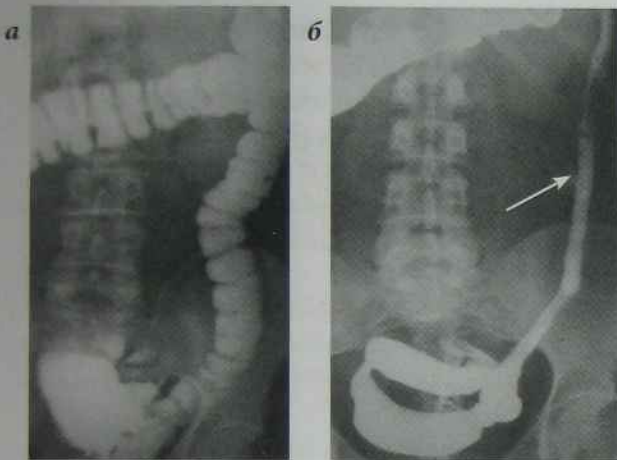
При хронічному коліті рентгенологічно визначається нерівномірність ширини просвіту товстої кишки: ділянки нормального діаметра чергуються з ділянками спастичного звуження. Гаустри деформовані, розміри їх різні. Після випорожнення товстої кишки визначається змінений рельєф слизової оболонки, кількість складок зменшена, проміжки між ними звужені, складки розширені і деформовані.

### Неспецифічний виразковий коліт

Неспецифічний виразковий коліт — зустрічається у людей молодого віку, частіше уражується дистальна частина товстої кишки. Рентгенологічно визначається: різке звуження просвіту ураженого відділу товстої кишки (рис. 14.43, б), потовщення складок слизової оболонки, відсутність гаустрації, нечіткість і позубленість контурів кишки (за рахунок наявності великої кількості дрібних виразок), чергування здорових ділянок рельєфу з ураженими. Для уточнення діагнозу проводять фіброколоноскопію з біопсією.

### Апендицит

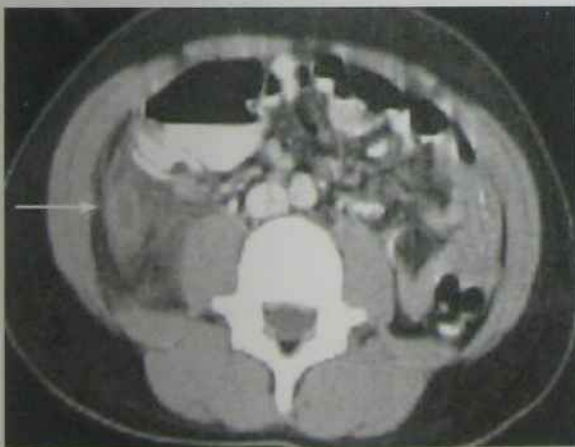
Апендицит — запалення апендикса. У променевої діагностиці гострого апендициту найбільш інформативним є УЗД.



**Рис. 14.43.** Іригограма:

а) в нормі; б) іригограма низхідного відділу ободової кишки у фазі тугого наповнення; просвіт низхідного відділу ободової кишки рівномірно звужений на всьому її протязі, гаустрація відсутня; виразковий коліт (значне звуження низхідної ободової кишки — стрілка)

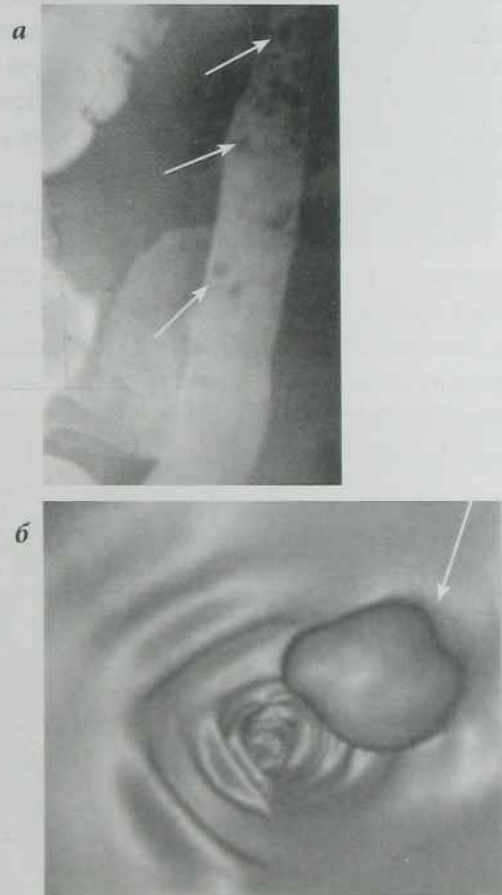
УЗД-ознаки: потовщення стінки апендикса більше 6 мм, ригідність апендикса, апендиколіт, скупчення рідини в ілеоцекальному куті і в інших відділах черевної порожнини. КТ (рис. 14.44) використовують при негативних і сумнівних даних УЗД.



**Рис. 14.44.** КТ, аксіальний зріз: апендиколіт (стрілка)

### Пухлини товстої кишки

**Доброякісні пухлини товстої кишки** — аденоми, лейоміоми, поліпи та ін. Поліпи рентгенологічно краще виявляють при подвійному контрастуванні кишок, частіше у вигляді множинних круглястих дефектів наповнення правильної форми (рис. 14.45), з чіткими рівними



**Рис. 14.45.** а) Прицільна рентгенограма низхідного відділу ободової кишки у фазі тугого наповнення: просвіт контрастованого низхідного відділу ободової кишки не звужений, гаустрація відсутня, визначаються множинні дефекти наповнення округлої форми розмірами 1–1,5 см з рівними чіткими контурами (стрілки); поліпоз товстої кишки; б) СКТ колонографія: поодинокий поліп висхідної частини ободової кишки (стрілка)



контурами; рельєф слизової оболонки навколо поліпів і просвіт ураженої ділянки кишки не змінені, перистальтика кишки збережена. Поліпи добре виявляються за допомогою СКТ (віртуальна колоноскопія).

### Рак товстої кишки

Розрізняють ендофітну, екзофітну і змішану форми раку товстої кишки. Рентгенологічні ознаки *ендофітної форми раку* (рис. 14.46, а): циркулярне звуження, ригідність стінки, перебудова рельєфу слизової оболонки, відсутність гаустрації; в занедбаних випадках — супрастенотичне розширення та “ампутація” кишки.

Рентгенологічні ознаки *екзофітної форми раку* (рис. 14.46, б): дефект наповнення (крайовий, центральний) за рахунок злоякісної пухлини в просвіті кишки, атиповий рельєф слизової оболонки, складки слизової оболонки обриваються біля краю пухлини, додаткова тінь на тлі роздутої газом кишки. При розпаді пухлини може утворитися ракова “ніша” (у вигляді депо барію) непра-

вильної форми з нечіткими нерівними контурами, що розташована на поверхні пухлини.

*Змішана форма раку товстої кишки* характеризується наявністю ознак ендофітної й екзофітної форм раку товстої кишки.

КТ, МРТ і УЗД дозволяють оцінити розповсюдженість злоякісного процесу.

### Непрохідність кишечника

Класифікація непрохідності кишечника: *механічна* (странгуляційна та обтураційна) і *функціональна* (динамічна).

Странгуляційна непрохідність кишечника виникає внаслідок защемлення (наприклад, у гризовому кільці), завороту (при наявності аномалії — загальної брижі клубової та сліпої кишок) та вузлоутворення (сигмоподібної та тонкої кишок).

Обтураційна непрохідність кишечника виникає внаслідок: 1) *обтурації просвіту*; 2) *інвагінації*; 3) *рубцевого звуження*; 4) *значного перегину кишки*; 5) *стиснення ззовні*; 6) *вроджених звужень*.

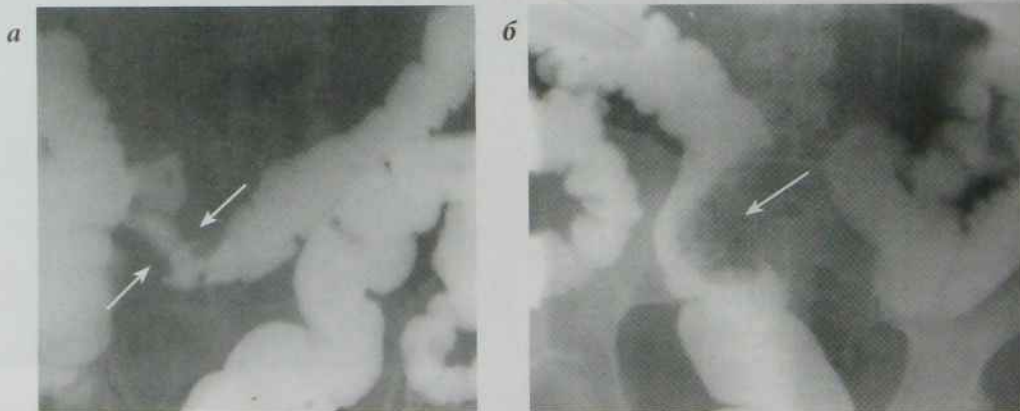


Рис. 14.46. Рак товстої кишки (іригограми):

а) прицільна рентгенограма поперечного відділу ободової кишки у фазі тугого наповнення в прямій проекції: просвіт контрастованого поперечного відділу ободової кишки циркулярно звужений до 1 см з нерівними чіткими контурами; ендофітний рак поперечного відділу ободової кишки; б) прицільна рентгенограма низхідного відділу ободової кишки в прямій проекції у фазі тугого наповнення: просвіт контрастованого низхідного відділу ободової кишки звужений за рахунок дефекту наповнення латеральної стінки овальної форми розмірами 3 × 4 см з нерівними нечіткими контурами; екзофітний рак низхідного відділу ободової кишки

Функціональна (динамічна, паралітична) непрохідність кишечника виникає внаслідок гострих запальних процесів у черевній порожнині, при тромбозі брижових судин, після операцій на органах черевної порожнини, інфаркту міокарда й при інших патологічних процесах.

УЗД-ознаки кишкової непрохідності: наявність рідини в просвіті кишечника, збільшення просвіту кишки більше ніж на 2 см (рис. 14.47), потовщення стінки кишки за рахунок набряку.

Рентгенологічні ознаки кишкової непрохідності. При оглядовій рентгеноскопії чи на оглядових рентгенограмах черевної порожнини у вертикальному положенні хворого візуалізуються різко роздуті газами петлі кишок з горизонтальними рівнями рідини в них — так звані “чаші Клойбера”. Чаші Клойбера *при непрохідності тонкої кишки* (рис. 14.48, а) локалізуються переважно в центральних відділах черевної порожнини,

горизонтальний рівень рідини ширший за висоту газового міхура над ним. *При непрохідності товстої кишки* чаші Клойбера локалізуються

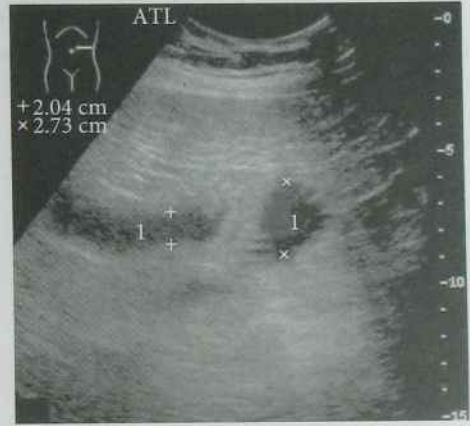


Рис. 14.47. УЗД: кишкова непрохідність (1 — просвіт кишки)

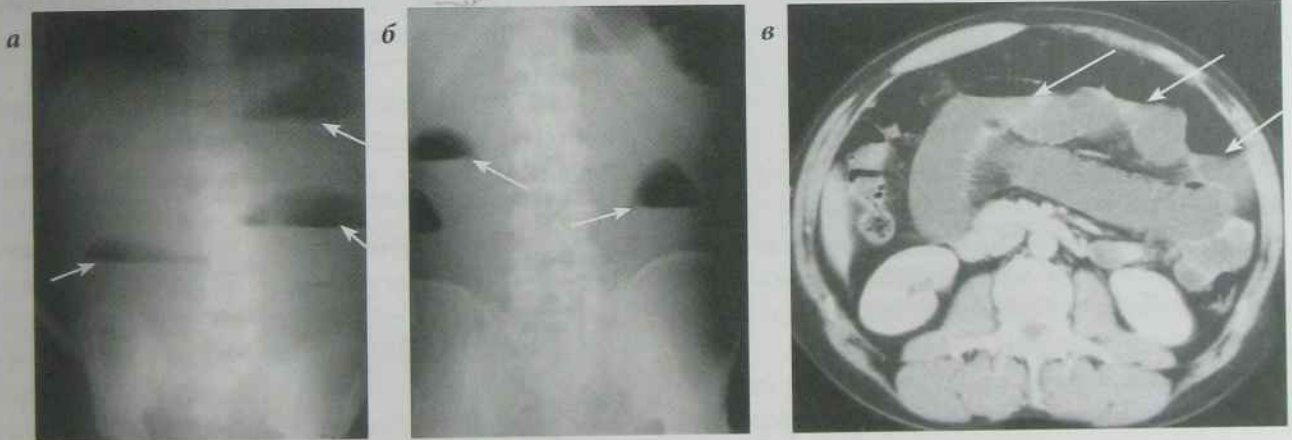


Рис. 14.48. Непрохідність кишечника (чаші Клойбера — стрілки):

а) оглядова рентгенограма органів черевної порожнини у вертикальному положенні пацієнта: визначаються прицентральні роздуті газами петлі кишечника з горизонтальними рівнями рідини в них (горизонтальні рівні рідини ширші за висоту газових міхурів над ними); тонкокишкова непрохідність; б) оглядова рентгенограма органів черевної порожнини у вертикальному положенні пацієнта: визначаються периферично розташовані роздуті газами петлі кишечника з горизонтальними рівнями рідини в них (ширина горизонтальних рівнів менша за висоту газових міхурів над ними); товстокишкова непрохідність; в) КТ черевної порожнини, непрохідність товстої кишки (горизонтальні рівні рідини в просвіті кишечника — стрілки)



переважно в бічних відділах черевної порожнини (рис. 14.48, б), ширина цих рівнів рідини менша висоти газових міхурів.

Для уточнення локалізації непрохідності товстого кишечника в ряді випадків застосовують контрастну клізму. У складних для діагностики випадках використовують КТ, що дозволяє візуалізувати причину обструкції кишки.

## Променеве дослідження печінки

### Променева анатомія печінки

Печінка у новонародженої дитини відносно велика. Жовчний міхур має веретеноподібну форму, з віком він набуває грушоподібної форми. Часто спостерігається внутрішньопечінкове розташування жовчного міхура. Печінкові протоки у новонародженого вузькі, з ростом дитини діаметр їх розширюється. У новонародженого печінка закриває частину шлунка і дванадцятипалу кишку, іноді досягає гребеня клубової кістки. У грудному віці печінка рухома і змінює своє положення в межах одного ребра. У печінці виділяють 8 сегментів (по 4 сегменти в правій і лівій частках, див. рис. 14.49). У нормі максимальний фронтальний розмір печінки складає 25–30 см; сагітальний — 20–22 см, вертикальний — 14–15 см.

На рентгенограмах печінка визначається у вигляді однорідної тіні трикутної форми. Верхній її контур чіткий, зливається із зображенням правого склепіння діафрагми. Нижній контур нечіткий. На рентгенограмах у печінці можна виявити кальцинати (у вигляді додаткових тіней) і абсцеси (у вигляді просвітлень з горизонтальними рівнями). Інші захворювання (рак, гепатит, цироз та ін.) виявляють за допомогою інших променевих методів досліджень.

При УЗД печінка (див. рис. 14.50, а) має достатньо однорідну, дрібнозернисту структуру, зумовлену наявністю печінкових часточок. Межею між правою і лівою частками є ворота печінки.

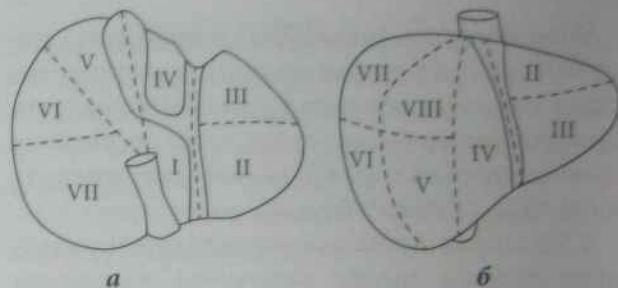


Рис. 14.49. Проекція сегментів печінки (I–VIII) на вісцеральну (а) та діафрагмальну (б) поверхні печінки

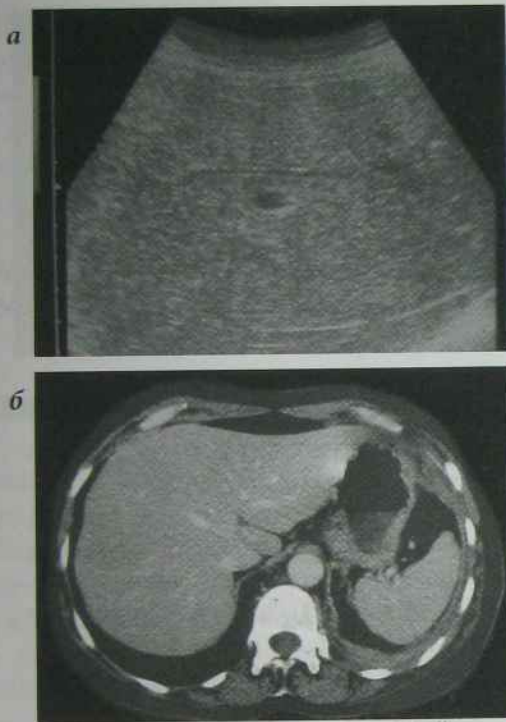
Всередині печінки знаходяться ехонегативні судини і жовчні шляхи. Внутрішньопечінкові судини диференціюються за допомогою доплерографії. При ультразвуковому дослідженні оцінюють розміри і структуру печінки, виявляють локальні патологічні процеси (пухлини, кісти, абсцеси) і дифузні ураження. УЗД дозволяє діагностувати об'ємні утворення розмірами від 1 см і здійснити прицільну пункцію патологічного утворення печінки.

На КТ (див. рис. 14.50, б) нормальна печінка має чіткі рівні контури і гомогенну структуру. Денситометрична щільність паренхіми складає 50–70 НУ.

Аксіальні КТ, МРТ зрізи печінки здійснюють на наступних рівнях (Г. Ю. Коваль, Променева діагностика, т. 1. — К., 2003):

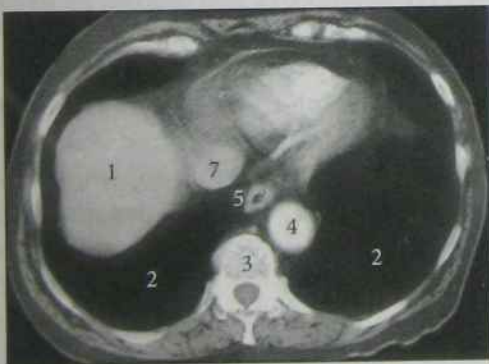
**I рівень** — рівень верхньої межі печінки — проходить через праве склепіння діафрагми і відповідає положенню IX (X) грудного хребця (див. рис. 14.51, а). На КТ визначається піддіафрагмальна частина правої частки печінки. Паренхіма органа в нормі не диференціюється від діафрагми, що оточує її. Навколо печінки і діафрагми розташовуються базальні відділи правої легені. Лівише і дещо назад знаходиться нижня порожниста вена. Більш медіально і дещо наперед видно тень серця.

**II рівень** — рівень кавальних воріт печінки — відповідає положенню X грудного хребця (див. рис. 14.52). Форма зрізу печінки овальна, контури її чіткі, рівні, опуклі. Структура органа



**Рис. 14.50.** Печінка в нормі:

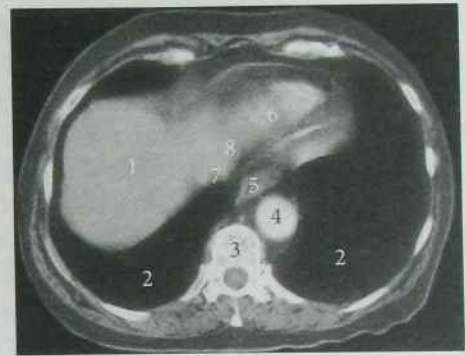
а) ультрасонограма; б) КТ, аксіальний зріз



**Рис. 14.51.** КТ черевної порожнини на рівні Th<sub>10</sub>:

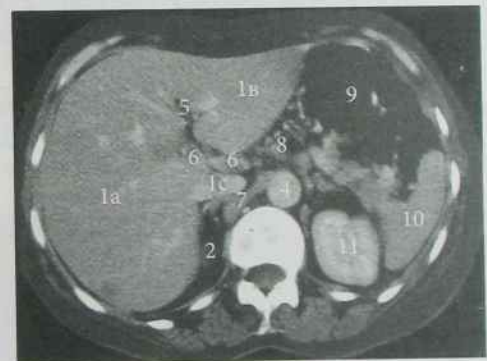
(1 — печінка, 2 — базальні відділи легенів, 3 — тіло Th<sub>10</sub>, 4 — аорта, 5 — стравохід, 6 — серце, 7 — нижня порожниста вена)

гомогенна. Нижня порожниста вена розташована в ділянці задньомедіального контура органа. Візуалізуються гирла печінкових вен, що впада-



**Рис. 14.52.** КТ черевної порожнини на рівні Th<sub>11</sub>:

(1 — печінка, 2 — базальні відділи легенів, 3 — тіло Th<sub>11</sub>, 4 — аорта, 5 — стравохід, 6 — серце, 7 — нижня порожниста вена, 8 — права печінкова вена)



**Рис. 14.53.** КТ черевної порожнини на рівні Th<sub>10-11</sub>:

1 — печінка: 1а — права частка печінки, 1б — ліва частка печінки, 1с — хвостата частка печінки; 2 — базальні відділи легень, 3 — тіло Th<sub>10-11</sub>, 4 — аорта, 5 — серпоподібна зв'язка печінки, 6 — ворітна вена, 7 — нижня порожниста вена, 8 — судини шлунка, 9 — шлунок, 10 — селезінка, 11 — ліва нирка

ють в нижню порожнисту вена. Права печінкова вена розмежовує латерально розташований VII сегмент від VIII сегмента печінки.

**III рівень** — рівень лівої частки печінки — відповідає положенню X–XI грудних хребців (див. рис. 14.53). Передня і бічна (зовнішня) межі



печінки опуклі, рівні; внутрішня — плоска, злегка увігнута, нерівна. Бічна і задня поверхні печінки межують з ребровою частиною діафрагми. Наперед від лівої частки знаходиться черевна стінка. На межі лівої і квадратної часток печінки розташовані серпоподібна і кругла зв'язки, а на межі лівої і хвостатої частки — венозна зв'язка.

**IV рівень** — рівень портальних воріт печінки (див. рис. 14.54). Форма воріт печінки варіабельна. В задній частині воріт перед основою хвостатої частки знаходиться ворітна вена, спереду і дещо справа від неї розташована загальна печінкова протока, а праворуч від останньої — печінкова артерія. За денситометричними показниками вони не диференціюються від ворітної вени. Внутрішньопечінкові гілки ворітної вени визначаються як зони зниженої щільності 35–50 НУ. Внутрішньопечінкові жовчні протоки в нормі не виявляються, але добре візуалізуються при тривалій механічній жовтяниці.

**V рівень** відповідає XI–XII грудним хребцям (див. рис. 14.55). Візуалізується нижня частина

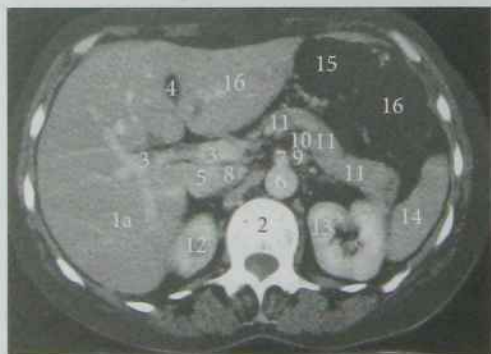


Рис. 14.54. КТ черевної порожнини на рівні Th<sub>XI</sub>

- 1 — печінка; 1a — права частка печінки, 1b — ліва частка печінки; 2 — тіло Th<sub>XI</sub>;
- 3 — ворітна вена та її розгалуження; 4 — жовчний міхур; 5 — ворітна вена;
- 6 — аорта; 7 — верхня брижова артерія; 8 — ниркова вена; 9 — селезінкова вена;
- 10 — селезінкова артерія; 11 — підшлункова залоза; 12 — права нирка; 13 — ліва нирка; 14 — селезінка; 15 — шлунок;
- 16 — кишечник

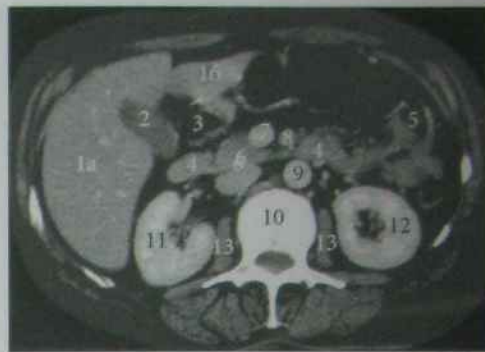


Рис. 14.55. КТ черевної порожнини на рівні Th<sub>XII</sub>

- 1 — печінка; 1a — права частка печінки, 1b — ліва частка печінки, 2 — жовчний міхур, 3 — дванадцятипала кишка, 4 — підшлункова залоза, 5 — кишечник, 6 — нижня порожниста вена, 7 — верхня брижова артерія, 8 — верхня брижова вена, 9 — аорта, 10 — тіло Th<sub>XII</sub>, 11 — права нирка, 12 — ліва нирка, 13 — діафрагма

правої частки печінки. Форма печінки овальна, структура гомогенна, латеральний контур межує з внутрішньою поверхнею грудної стінки.

MPT і КТ виконують при підозрі на наявність дифузних, об'ємних уражень печінки та при жовтяниці неясного походження.

КТ може проводитися без контрастування і з контрастуванням, яке застосовують у разі підозри на наявність новоутворень в печінці. Контрастний трийодований препарат вводять внутрішньовенно. На зрізах визначається однорідна структура печінки щільністю  $+65 \pm 5$  НУ з внутрішньопечінковими судинами щільністю біля  $+40$  НУ, контури печінки рівні, чіткі. Щільність жовчного міхура варіює від 0 до  $+10$  НУ.

Спіральна динамічна КТ з контрастуванням дозволяє отримати зображення всієї печінки менш ніж через 1 хв. після болюсного введення контрастної речовини. Добре візуалізуються гіперваскуляризовані гіперденсивні патологічні утворення: рак і аденоми печінки, метастази більшості пухлин.

На МРТ-томограмах на  $T_1$ - і  $T_2$ -ЗЗ паренхіма нормальної печінки має гомогенний МР-сигнал середньої інтенсивності. Печінкові судини чіткіше виявляються на  $T_1$ -ЗЗ, печінкові протоки — в режимі МР-холангіографії.

## Радіонуклідні методи дослідження печінки

### Радіонуклідна гепатографія

Показання: порушення функціонального стану полігональних клітин печінки.

Перед дослідженням хворому проводять блокаду щитоподібної залози шляхом насичення її стабільним йодом, для чого за два-три дні до дослідження призначають розчин Люголя (по 5 крапель 3 рази на день, або 3 % розчин йодиду калію по 1 ст. ложці 3 рази на день).

Радіогепатографія проводиться за допомогою бенгальського рожевого, міченого  $^{131}\text{I}$  ( $^{131}\text{I}$ -БР), який вибірково поглинається і виводиться полігональними клітинами печінки (гепатоцитами). Хворому в/в вводять  $^{131}\text{I}$ -БР у дозі 2–5 КБк на 1 кг маси тіла. За допомогою сцинтиляційних лічиль-

ників багатоканального радіографа, які розташовують над ділянками печінки, серця, початковим відділом тонкого кишечника, реєструють рівні радіоактивності над вказаними ділянками. Накопичення і виведення РФП відображається у вигляді кривої — радіогепатограми.

Радіогепатограма складається з чотирьох сегментів (див. рис.14.56):

1. *Судинний сегмент* (триває 30–40 с) — швидкий підйом радіогепатограми відображає стан внутрішньопечінкового кровообігу.
2. *Паренхіматозний, або накопичувальний сегмент* (триває 25–28 хвилин) — крива поволі піднімається і досягає максимуму. Для оцінки поглинальної функції полігональних клітин визначають **кут поглинання**, утворений горизонтальною лінією і лінією, паралельною до другого сегмента радіогепатограми. У нормі кут поглинання складає 40 градусів, а його зменшення свідчить про недостатність функції печінки.
3. *Плато рівноваги* (триває 28–35 хвилин) — виникає в результаті динамічної рівноваги між поглинанням препарату і його виведенням з печінки.
4. *Сегмент виведення* препарату з печінки (триває приблизно 1 годину).

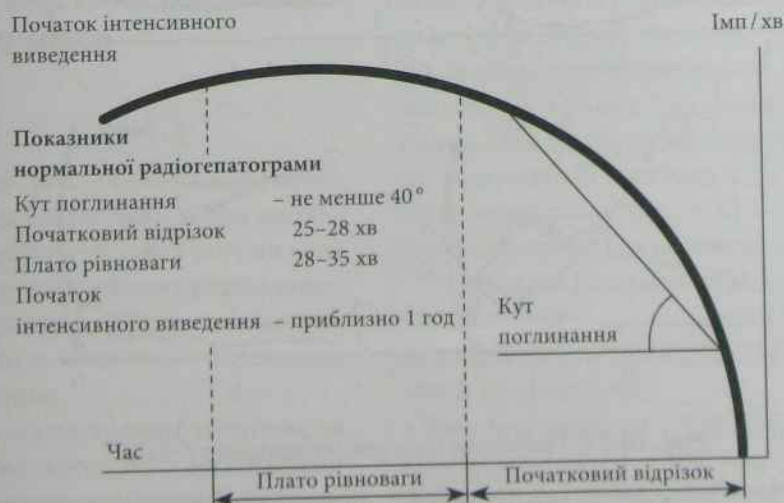


Рис. 14.56. Схема нормальної радіогепатограми з  $^{131}\text{I}$ -БР



При нормальній функції печінки максимум накопичення РФП спостерігається на 18–34 хв., через 4–5 годин РФП виводиться з печінки.

Лічильник, розташований над серцем, реєструє рівень активності РФП в крові (крива кліренсу).

Лічильник, розташований над тонкою кишкою, реєструє початок виведення РФП з печінки у вигляді кривої.

Типи радіогепатограм при деяких захворюваннях печінки — див. рис. 14.57.

**Гепатосцинтиграфія** — це динамічне дослідження функціонального стану печінки та жовчовивідних шляхів після в/в введення сполук ІДА (мезиду, бутиліду чи бромезиду), мічених  $^{99m}\text{Tc}$ , з розрахунку 1,1 МБк/кг маси тіла. Метод дослідження дозволяє діагностувати патологію гепатопанкреатодуоденальної зони, хронічний холецистит, дискінезії жовчного міхура, аномалії розвитку жовчних проток і жовчного міхура, жовтяниці та ін.

**Дослідження ретикулоендотеліальної системи печінки.** Після в/в введення  $^{198}\text{Au}$  5–10 кБк/кг маси тіла виконують планарну сцинтиграфію або ОФЕКТ (див. кольорову вкладку: рис. 20, 21). Максимальне накопичення РФП і плато рівноваги спостерігається через 8–13 хвилин. Очищення крові настає через 5 хвилин. Характер накопичення РФП в селезінці відображає її фагоцитарну активність, а рівень максимального накопичення в 5 разів нижчий, ніж у печінці. Максимум активності РФП в печінці спостерігається в нормі на 8–12 хвилині.

**Статична візуалізація печінки** показана при хронічному гепатиті, синдромі портальної гіпертензії, абсцесі, ехінококовій кісті, при первинному чи вторинному пухлинному ураженні печінки. Через 20–30 хвилин після в/в введення 74 МБк колоїдів, мічених  $^{99m}\text{Tc}$ , або  $^{113m}\text{In}$ , або 7,4 МБк  $^{198}\text{Au}$ , виконують сцинтиграфію або ОФЕКТ. Для кожного патологічного стану існує відповідна семіотика.

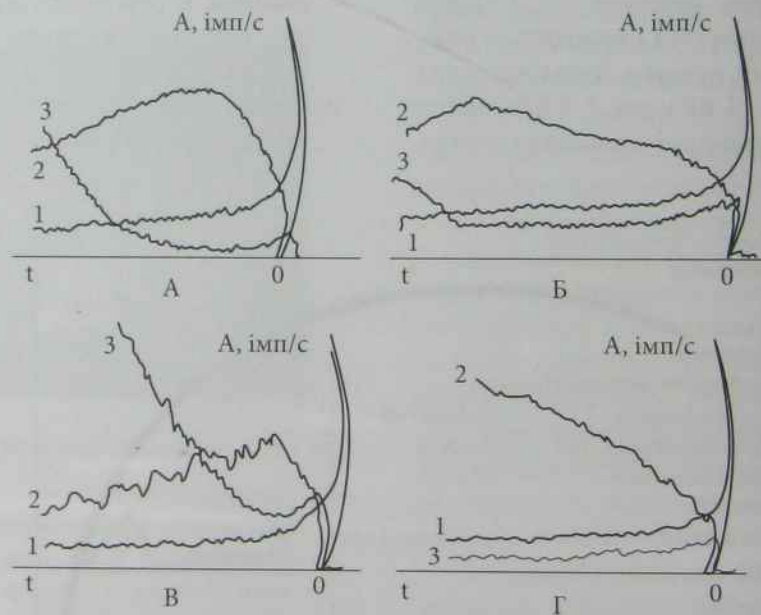


Рис. 14.57. Радіонуклідна гепатографія з  $^{131}\text{I}$ -БР.

Криві радіоактивності: 1 — крові; 2 — печінки; 3 — кишечника. Типи радіогепатограм: а) в нормі; б) дискінезія жовчного міхура за гіпокінетичним типом; в) дискінезія жовчного міхура за гіперкінетичним типом; г) жовчнокам'яна хвороба

**Дослідження печінкового кровообігу** виконують для оцінки васкуляризації вогнищ, виявлених при проведенні статичної візуалізації печінки для диференціації кіст, абсцесів, метастазів.

**Динамічна гепатосцинтиграфія** об'єднує всі перераховані методи і дає змогу:

- ▶ візуалізувати орган і оцінити вогнища уражень за відсутністю накопичення РФП (негативна радіодіагностика);
- ▶ провести кількісну оцінку функціонального стану органа, що особливо важливо при цирозах і метастатичних ураженнях;
- ▶ візуалізувати селезінку при різних порушеннях ретикулоендотелію печінки;
- ▶ дослідити печінковий кровообіг (артеріальну, паренхіматозну і венозну фази) та надати кількісну оцінку;
- ▶ провести субтракційну сцинтиграфію з органотропним і туморотропним РФП для топічної і диференційної діагностики пухлин (метастазів) і непухлинних захворювань;
- ▶ комплексно оцінити функцію полігональних і ретикулоендотеліальних клітин (функціональний стан органа) після масштабних медикаментозних, хіміотерапевтичних і операційних курсів лікування.

## Променева діагностика окремих захворювань печінки

### Травми печінки

Травми печінки (див. рис. 14.58) частіше бувають закритими (підкапсулярними). Через декілька днів після травми може відбутися розрив капсули печінки з кровотечею в черевну порожнину. На КТ, МРТ і УЗД контури печінки в місці пошкодження обриваються, в черевній порожнині виявляється вільна рідина.

У перший тиждень після травми гематома за допомогою безконтрастного КТ дослідження чітко не виявляється, проте використання контрастних речовин підвищує денситометричну щільність паренхіми печінки без зміни щільності

гематоми. На 2-му тижні після травми щільність гематоми знижується, вона стає гіподенсивною.

МРТ-дослідження дозволяє не тільки виявити внутрішньопечінкову гематому, але й встановити термін її виникнення. Ділянка гострого крововиливу нечітко відмежована від незміненої паренхіми і дає низький сигнал на  $T_1$ -33 і високий на  $T_2$ -33. Після першої доби сигнал  $T_2$ -33 знижується, а після 7 днів сигнал на  $T_1$ - і  $T_2$ -33 стає високим.

### Дифузні зміни печінки

#### Гепатит

Гепатит — гостре або хронічне запалення печінки, характеризується збільшенням її в розмірах. За допомогою КТ або УЗД (див. рис. 14.59) можна виявити зниження денситометричної щільності й ехогенності печінки.

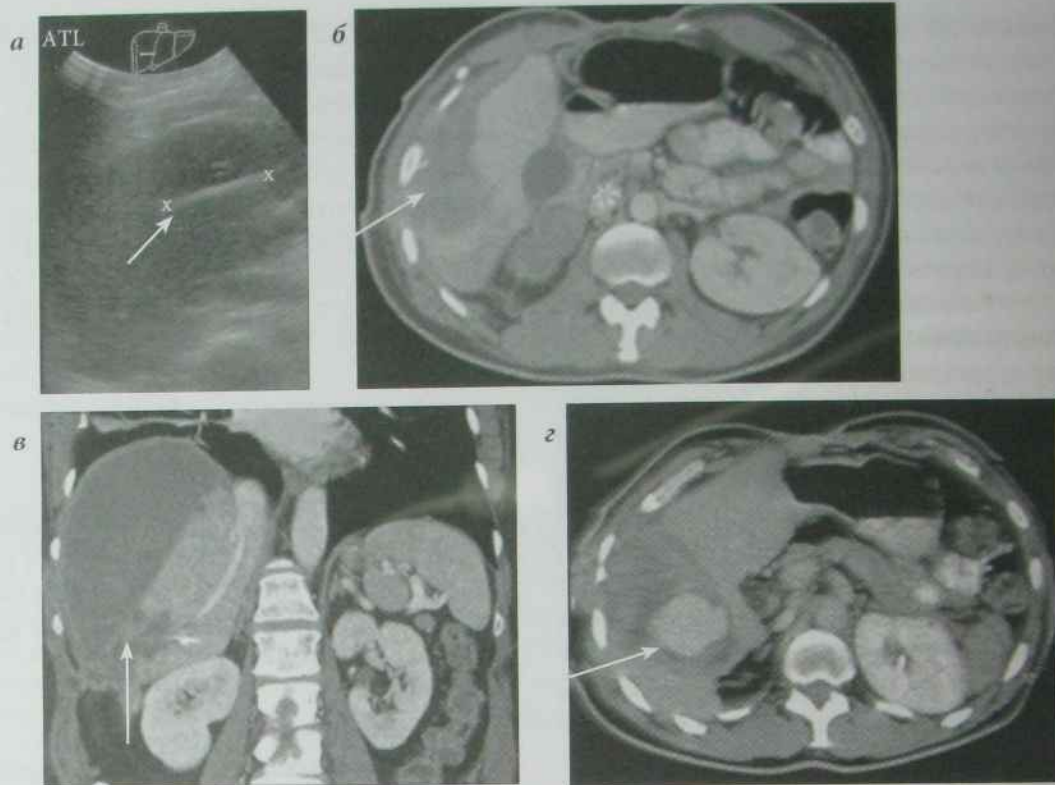
#### Цироз печінки

Цироз печінки (див. рис. 14.60) — це хронічне захворювання, причиною якого є вірусний гепатит, зловживання алкоголем, порушення обміну речовин та ін. Цироз характеризується розростанням сполучної тканини, перебудовою нормальної цитоархітектоники і утворенням вузлів. За допомогою КТ, УЗД, МРТ виявляється зміна розмірів печінки (спочатку збільшення, а потім зменшення), зміна форми печінки, горбистість контурів, нерівномірне зменшення денситометричної щільності печінки (підвищення ехогенності), збільшення діаметра вен (портальної — понад 1,5 см, селезінкової — понад 1 см), збільшення розмірів селезінки, асцит. У 50 % хворих перебіг цирозу ускладнюється розвитком раку печінки.

Виявлення гіподенсивних вогнищ при КТ або гіпоехогенних вогнищ при УЗД, що прогресивно збільшуються в розмірах, свідчить про виникнення раку печінки.

На сцинтиграмах і ОФЕКТ виявляється зниження активності РФП над печінкою і підвищення — над селезінкою (див. кольорову вкладку: рис. 20 б). Характерна нерівномірність накопичення РФП в печінці на сцинтиграмах,



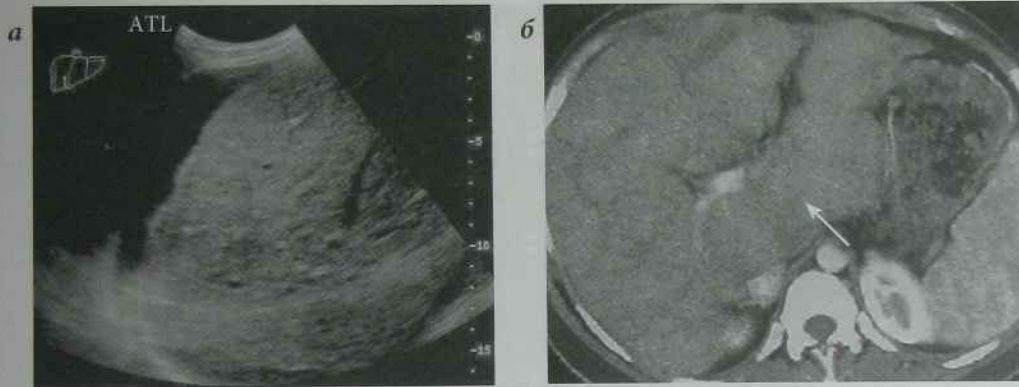


**Рис. 14.58.** Травматичні пошкодження печінки.

- a) УЗД печінки: стороннє тіло (голка) в паренхімі печінки (стрілка);
- б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: субкапсулярна гематома (стрілка);
- в) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: внутрішньопечінкова гематома (стрілка);
- г) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: розрив печінки (стрілка)



**Рис. 14.59** УЗД печінки: гепатит  
(дифузне зниження ехогенності печінки)



**Рис. 14.60.** Цироз печінки:

а) УЗД печінки; б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (вузли, збільшена печінка — стрілка)

а на ОФЕКТ-зображеннях — значне зниження накопичення в місцях розростання сполучної тканини і підвищення накопичення в ділянках регенерації. На радіогепатограмах та гепатосцинтиграмах виявляють ознаки порушення функції гепатоцитів: крива радіоактивності печінки досягає максимуму при дослідженні  $^{131}\text{I}$ -БР на 42–58 хв. (в нормі на 18–34 хв.) або ХІДА міченим  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  на 20–25 хв. (у нормі на 8–12 хв.), плато кривої займає більше часу в результаті печінкового холестазу, жовчні шляхи візуалізуються пізніше.

**Портальний цироз Лаеннека** — хронічний прогресуючий фіброз проміжної сполучної тканини з дегенерацією і некрозом паренхіми печінки. Печінка швидко збільшується. Жовтяниця може бути відсутньою. Основними симптомами є кровотечі (носові, шлункові) і асцит. Променева діагностика дозволяє виявити варикозне розширення вен стравоходу і шлунка, наявність рідини в черевній порожнині.

### Жировий гепатоз

Жировий гепатоз розвивається в результаті алкоголізму, ожиріння, холестазу, інфекційних, токсичних уражень та інших причин. За допомогою КТ можна визначити збільшення розмірів печінки, зниження щільності її паренхіми нижче +30 НУ; при подальшому зниженні щільності

паренхіми печінки до 0 НУ зникає зображення печінкових вен. Під час УЗД виявляють збільшення розмірів печінки, структура її однорідна, ехогенність підвищена, звукопровідність знижена (див. рис. 14.61).

### Вогнищеві ураження печінки

Вогнищеві ураження печінки (пухлини, кісти, ехінокок, абсцеси) діаметром 3–5 мм відрізняються від паренхіми ехогенністю (УЗД), денситометричною щільністю (КТ) та інтенсивністю радіосигналу (МРТ). Візуалізуються також непрямі ознаки вогнищевих уражень печінки — деформація судинного малюнка, локальні випинання контура печінки.

### Кісти печінки

Променеві ознаки паразитарних кіст печінки (див. рис. 14.62): кругляста форма, чіткі контури, однорідна структура, анехогенний УЗД-сигнал, за задньою стінкою кісти ехогенність паренхіми печінки посилена. На КТ денситометрична щільність кіст знижена (від -5 до +15 НУ). На МРТ кісти характеризуються низьким МР-сигналом на  $T_1$ - і високим на  $T_2$ -33. Паразитарні ехінококові кісти печінки мають правильну овальну форму, чітку капсулу (завтовшки 2–5 мм), заплнені включення.



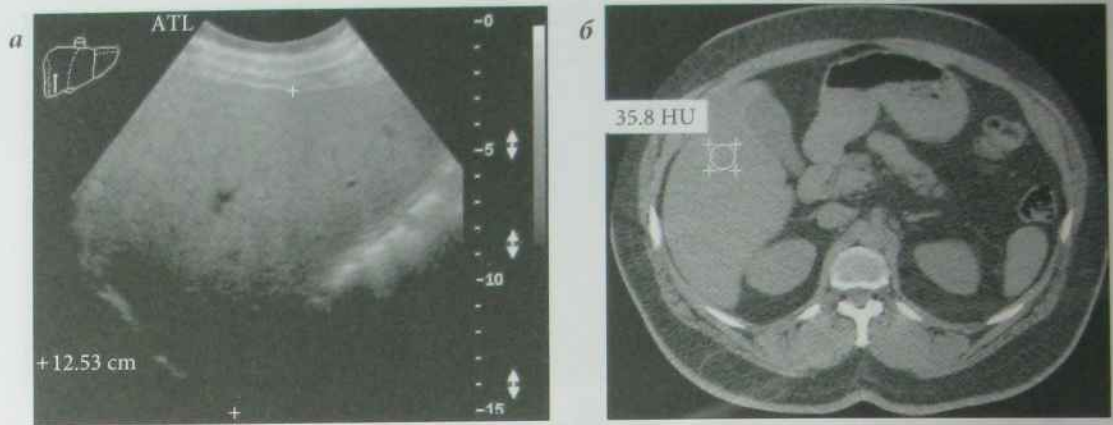


Рис. 14.61. Жировий гепатоз печінки:

а) УЗД печінки; б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз

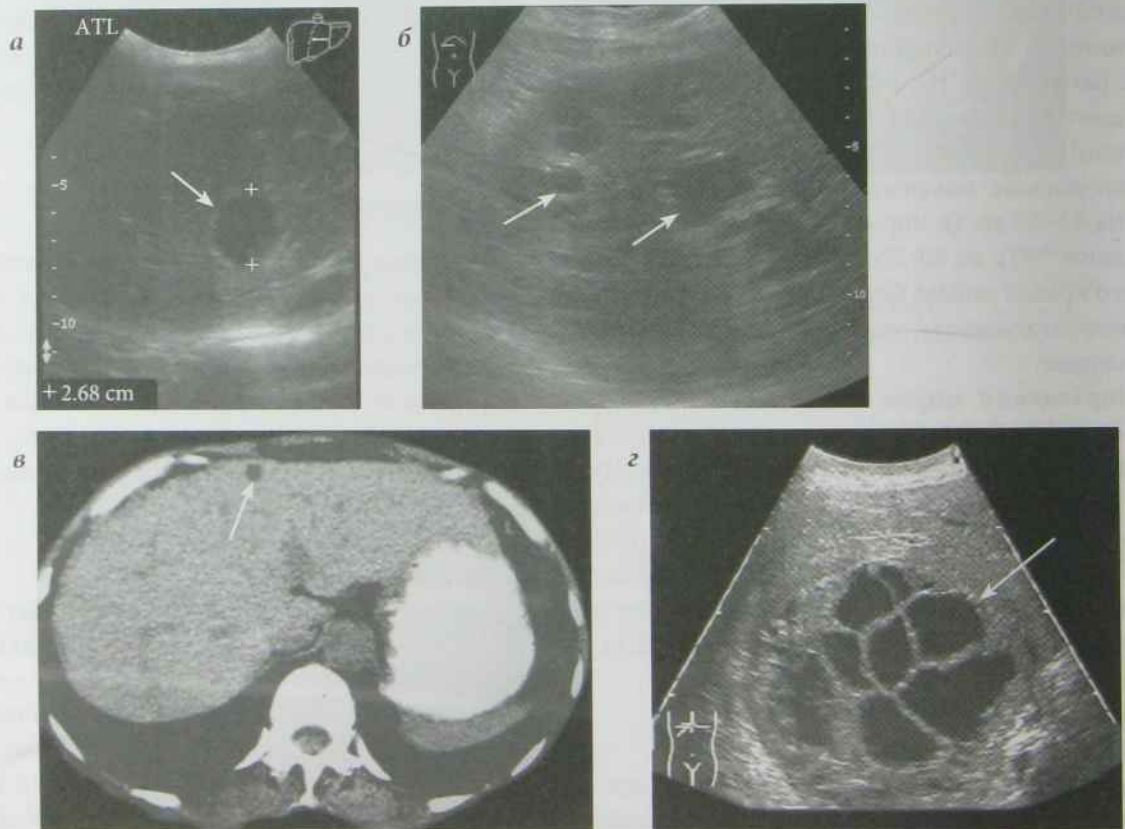


Рис. 14.62. а) УЗД печінки, кіста печінки (стрілка); б) УЗД печінки, множинні кісти печінки (стрілки); в) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз, кіста печінки (стрілка); г) УЗД печінки, ехінококові кісти печінки (стрілка)

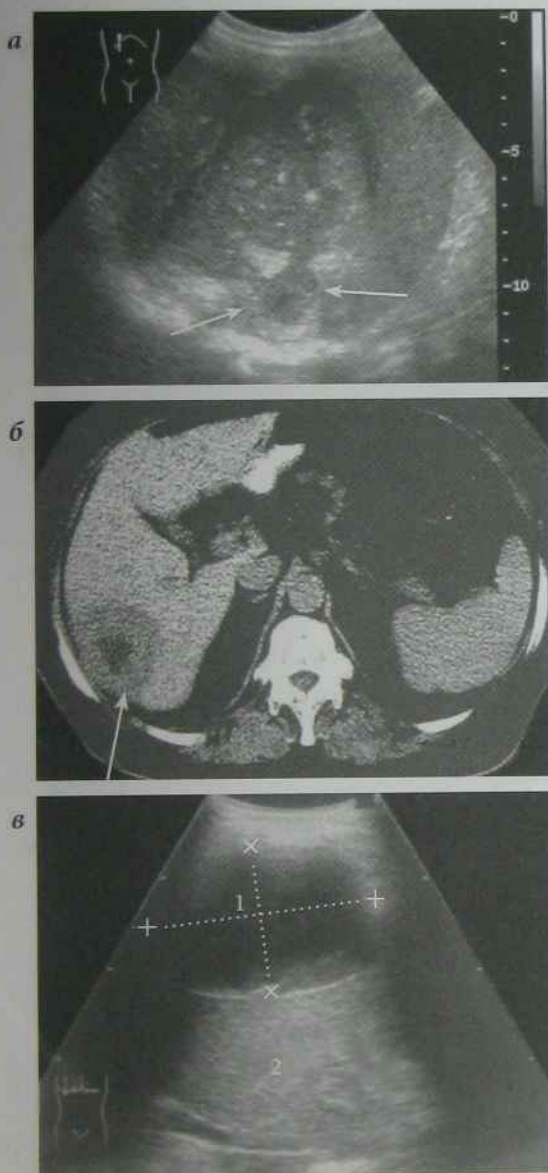


Рис. 14.63. а) УЗД печінки, абсцес печінки (стрілки); б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз, абсцес печінки (стрілка); в) УЗД печінки, піддіафрагмальний абсцес (1 — піддіафрагмальний абсцес, 2 — печінка)

**Абсцес печінки** (див. рис. 14.63) визначають за наступними променевими ознаками: круглясте утворення з нерівними і нечіткими контурами, неоднорідна щільність на КТ, при УЗД визначаються гіпоехогенні вогнища з гіперехогенними

включеннями, часто з невеликою кількістю газу. За задньою стінкою абсцесу під час УЗД можна виявити посилення ехогенності печінки, що дозволяє відрізнити його від пухлини. Під контролем КТ і УЗД можна виконати пункцію абсцесу, евакуювати гній і промити порожнину.

### Пухлини печінки

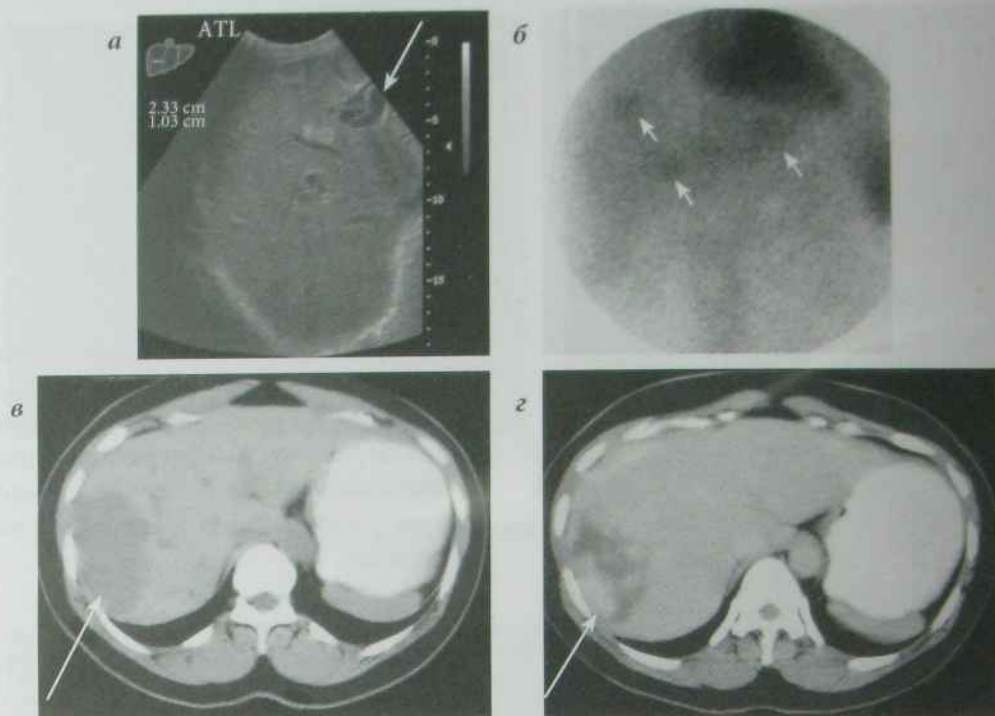
Доброякісні пухлини печінки /гемангіоми (див. рис. 14.64), гепатоаденоми, лімфангіоми, фіброми, ліпоми, тератоми і т. д./ на УЗД, КТ і МРТ мають круглясту форму, однорідну структуру і чіткий контур. При радіонуклідному дослідженні виявляється в печінці холодне вогнище пухлини і зменшення кількості функціонуючої паренхіми.

### Злоякісні пухлини печінки

**Гепатоцелюлярний рак печінки (гепатома).** Вузол гепатоцелюлярного раку має неправильну форму, нерівні контури. На сонограмах (див. рис. 14.65, а) виявляється одиночне вогнище зі зниженою, підвищеною або змішаною ехогенністю, з нечіткими і нерівними контурами, на КТ (див. рис. 14.65, б) має низьку щільність та неоднорідну структуру, на МРТ характеризується сигналом низької інтенсивності на  $T_1$ -33 і високої інтенсивності на  $T_2$ -33. На ангіограмах у вузлах гепатоцелюлярних пухлин виявляють численні хаотично розташовані, місцями обірвані, артерії з нерівномірним просвітом.

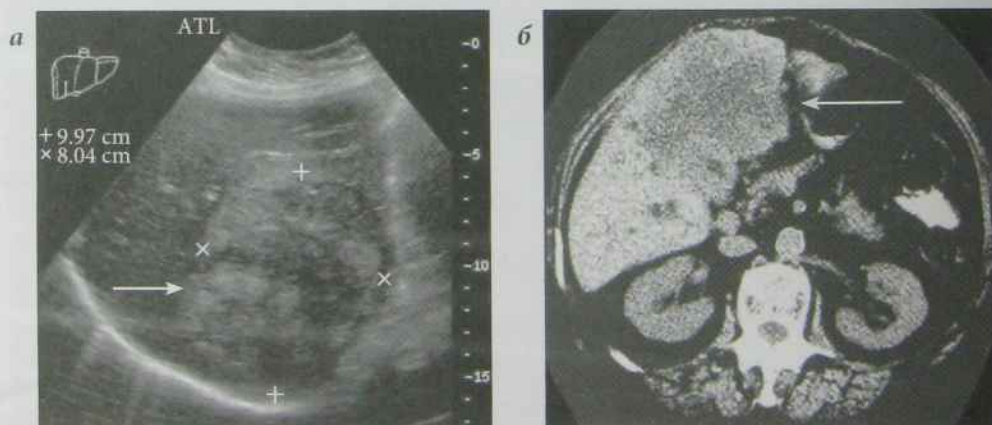
Метастази в печінку злоякісних пухлин інших органів (див. рис. 14.66). Найчастіше в печінці виявляють множинні метастази розміром 1–2 см, різної ехогенності. Прямою ознакою метастазів печінки є наявність смужки зниженої ехогенності вздовж контура метастазу. На КТ форма метастатичних вузлів кругляста, контури нерівні і нечіткі, денситометрична щільність нижча за щільність здорової паренхіми печінки, зустрічаються звапнені метастази дуже високої щільності, характерні для злоякісних пухлин молочної залози, сигмоподібної ободової кишки і для остеогенних сарком. Візуалізують метастази також методами МРТ і сцинтиграфії (див. кольорову вкладку: рис. 19).





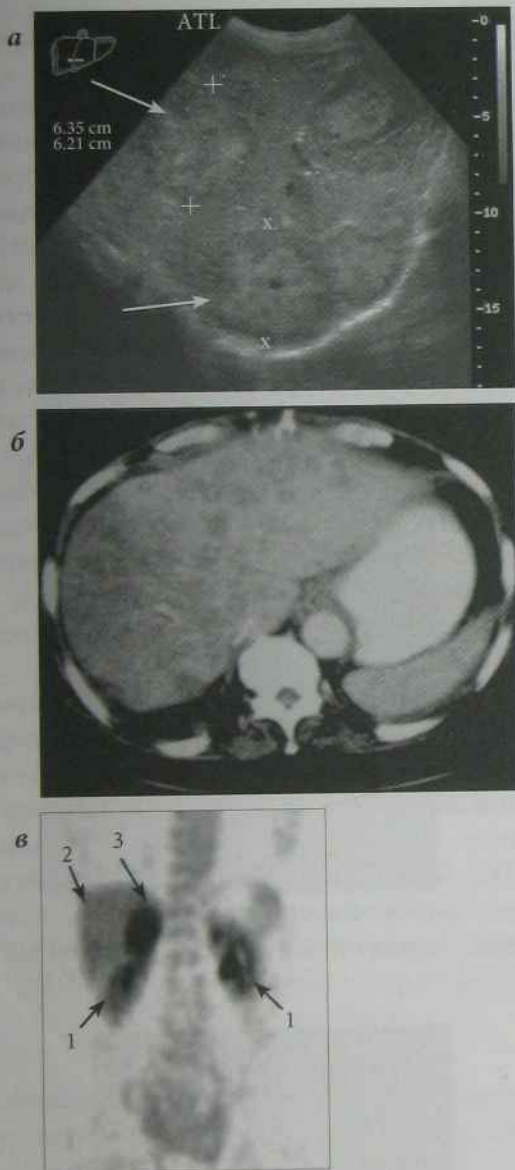
**Рис. 14.64.** Гемангіома печінки (стрілки):

а) УЗД печінки; б) сцинтиграма печінки; КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: в) до контрастування (гіподенсивне вогнище в печінці з чітким контуром — стрілка) та г) після контрастування (вузликovo-острівцевий характер контрастування — стрілка)



**Рис. 14.65.** Гепатоцелюлярний рак (пухлина вказана стрілками):

а) УЗД печінки; б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз



**Рис. 14.66.** Метастази злоякісних пухлин у печінку (стрілки):

а) УЗД печінки; б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз; в) ПЕТ (1 — нирки, 2 — печінка, 3 — метастази в печінці)

Остаточний діагноз метастазів або раку печінки може бути поставлений тільки на основі даних прицільної пункційної біопсії під контролем КТ або сонографії з подальшим гістологічним або цитологічним дослідженням матеріалу.

## Променеве дослідження жовчовивідних шляхів

### Методи дослідження та променева анатомія жовчовивідних шляхів

Провідним методом дослідження жовчного міхура і жовчовивідних проток є УЗД. Дослідження проводять натщесерце. Жовчний міхур візуалізується (див. рис. 14.67, а) як анехогенне утворення овальної форми з чіткими контурами розмірами в середньому  $8 \times 3$  см. Товщина стінки жовчного міхура в ділянці тіла і дна складає 2 мм, в ділянці шийки — 3 мм. УЗД дозволяє визначити ознаки гострого і хронічного холециститу, оцінити товщину стінки жовчного міхура, наявність дрібних конкрементів, вивчити скоротливу здатність стінки і стан жовчовивідних проток.

При недостатній інформативності УЗД проводять контрастне рентгенологічне дослідження (холецистографію, холангіографію), КТ або МРТ.

На оглядових рентгенограмах нормальний жовчний міхур не виявляється.

**Холецистографія** — контрастний метод рентгенологічного дослідження жовчного міхура. Контрастування проводять із застосуванням пероральних таблетованих йодвмісних препаратів (холевід, білімін, йопагност та ін.). Знімок виконують у вертикальному положенні пацієнта через 15 годин після прийому контрастної речовини. На холецистограмі в нормі візуалізується однорідна грушовидної форми тінь міхура розмірами  $7-9$  см  $\times$   $2-4$  см, розташована праворуч від хребта майже вертикально (рис. 14.67, б).

Для вивчення рухової й евакуаторної функції жовчного міхура хворий після першого рентгенологічного знімка приймає фізіологічний жовчогінний сніданок: два сирих яйця або шматочок білого хліба з вершковим маслом. Через 45 хвилин після жовчогінного сніданку виконують другий знімок жовчного міхура. При нормальній скоротливій здатності жовчний міхур за цей час зменшується на  $1/4-1/3$  від початкової вели-



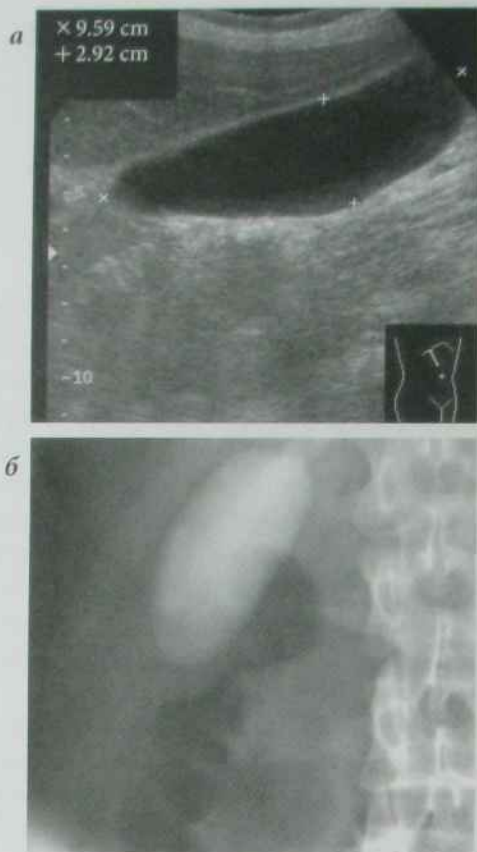


Рис. 14.67. Жовчний міхур у нормі:

а) УЗД, б) холецистограма

чини. Через 2 години після фізіологічного сніданку виконують третій знімок, на якому в нормі жовчний міхур не повинен містити контрастну речовину.

**Внутрішньовенну видільну холангіохолецистографію** виконують з метою вивчення стану жовчних проток, при підозрі на наявність пухлин чи каменів у жовчних протоках, концентраційної функції жовчного міхура та інших патологічних станів. Хворому вводять внутрішньовенно розчин біліграфіну (0,9 мл 20 % розчину на 1 кг маси тіла при інфузійному в/в введенні або 0,6 мл 20 % розчину на 1 кг маси тіла при струминному в/в введенні). Знімки ділянки печінки виконують через 15, 30, 45, 60 хвилин та на 90 і на 120 хвилині після прийому жовчогінного

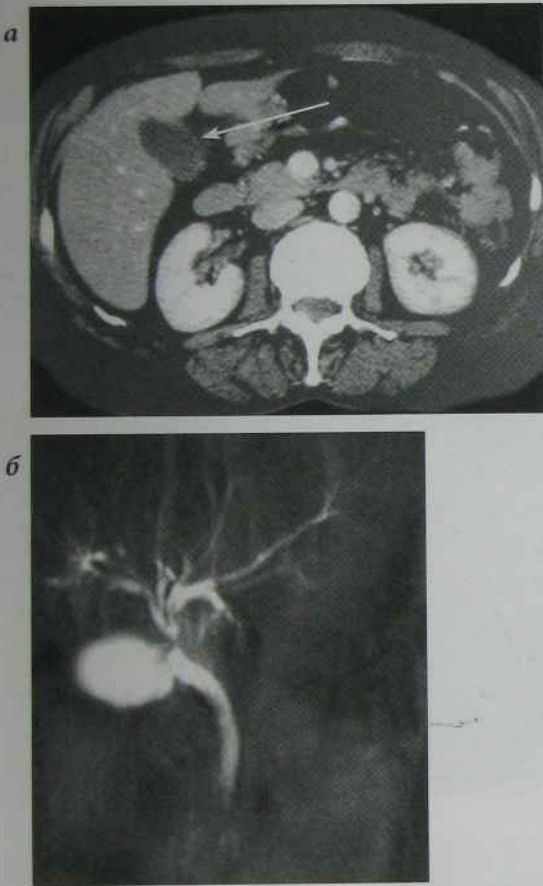
сніданку (при проведенні струминної холангіохолецистографії).

**Холангіографія** — це контрастне рентгенологічне дослідження жовчних шляхів для вивчення стану (прохідності) проток, великого сосочка дванадцятипалої кишки і аномалій жовчовивідних шляхів. Введення контрастної речовини безпосередньо в печінкові жовчні протоки через шкіру називається **черезшкірною черезпечінковою холангіографією**. **Ендоскопічна ретроградна холангіопанкреатографія** виконується шляхом контрастування жовчних проток через великий сосочок дванадцятипалої кишки під час дуоденоскопії. **Інтраопераційну холангіографію** виконують під час оперативного втручання (див. рис. 14.68). Для холангіографії використовують водорозчинні контрастні речовини, які через катетер вводять у просвіт жовчних проток для визначення стану їх прохідності.

**КТ** (див. рис. 14.69, а) дозволяє досліджувати жовчний міхур і систему проток без їх попереднього контрастування рентгеноконтрастними речовинами. Жовчний міхур візуалізується як круглясте або овальне утворення щільністю 9–20 НУ. КТ виявляє міхурову протоку, часткові внутрішньопечінкові і позапечінкові жовчні протоки. Позапечінкові протоки залежно від ін-



Рис. 14.68. Інтраопераційна холангіограма



**Рис. 14.69.** а) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: нормальний жовчний міхур (стрілка); б) МР-холангіограма

дивідуальних особливостей на томограмах мають круглястий або овальний зріз, діаметр не перевищує 7 мм.

*МР-холангіографія — див. рис. 14.69, б*

## Променева діагностика окремих захворювань жовчовивідних шляхів

**Аномалії та вади розвитку жовчних шляхів**  
Серед аномалій та вад розвитку розрізняють природжену відсутність жовчного міхура, подвоєння жовчного міхура, дивертикули, рудиментарний жовчний міхур.

**Мішкоподібне розширення загальної жовчної протоки**, або ідіопатична кіста, характеризується наявністю кіст різних розмірів із значною кількістю рідини.

**Перегини жовчного міхура** можуть розташовуватися в будь-якій ділянці жовчного міхура, але частіше в ділянці його тіла. **Перетинки жовчного міхура** локалізуються в ділянці дна міхура.

### Жовчнокам'яна хвороба

Жовчнокам'яна хвороба характеризується наявністю каменів у жовчному міхурі та жовчних протоках. Кальциновані камені жовчного міхура можуть виявлятися на оглядовій рентгенограмі. Камені холестеринові та пігментні не мають природної контрастності і не виявляються на оглядових рентгенограмах; для їх виявлення виконують холецистографію. На холецистограмах холестеринові та пігментні камені визначаються як дефекти наповнення на тлі контрастної речовини (див. рис. 14.70).

### Гострий холецистит

Гострий холецистит частіше розвивається у хворих, які страждають на жовчнокам'яну хворобу, і супроводжується відповідною клінікою.

УЗД-симптоми гострого калькульозного холециститу: камені (в т.ч. холестеринові та пігментні) в шийці жовчного міхура або в протоці, нерівномірне потовщення стінки жовчного міхура, збільшення розмірів міхура (див. рис. 14.71, а).

При недостатній інформативності УЗД використовують КТ, СКТ, МРТ, РНД.

### Хронічний холецистит

На ультрасонограмах (рис. 14.71, б) та на КТ хронічний холецистит діагностують при наявності нерівномірного потовщення стінки міхура (до 8 мм і більше) або її кальцинації.

Рентгенологічно при хронічному холециститі в результаті застою жовчі контрастований міхур збільшений в об'ємі, тінь його малоінтенсивна. Спостерігається деформація міхура, зміна його



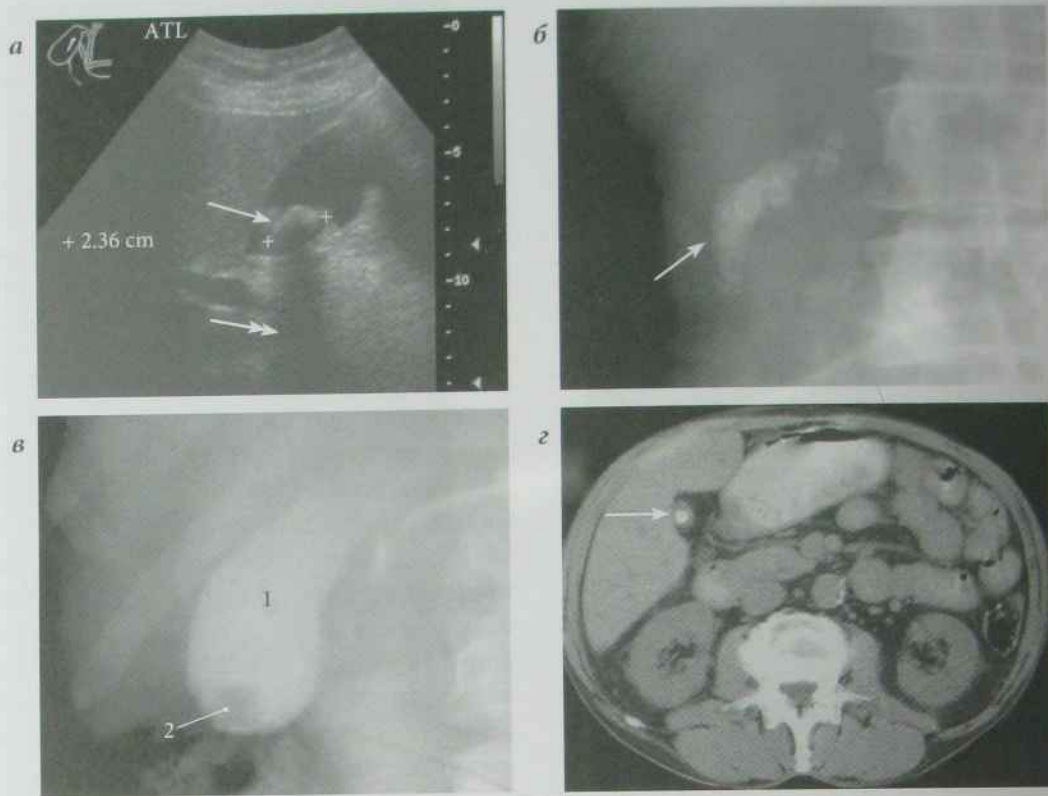


Рис. 14.70. Жовчнокам'яна хвороба:

а) ультрасонограма жовчного міхура, конкременти в жовчному міхурі (конкремент — стрілка, акустична тінь за конкрементом — подвійна стрілка); б) фрагмент рентгенограми черевної порожнини, рентгеноконтрастні камені в жовчному міхурі; в) холецистограма, в контрастованому жовчному міхурі (1) визначається рентгенонегативний конкремент (2); г) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: конкремент у жовчному міхурі (стрілка)

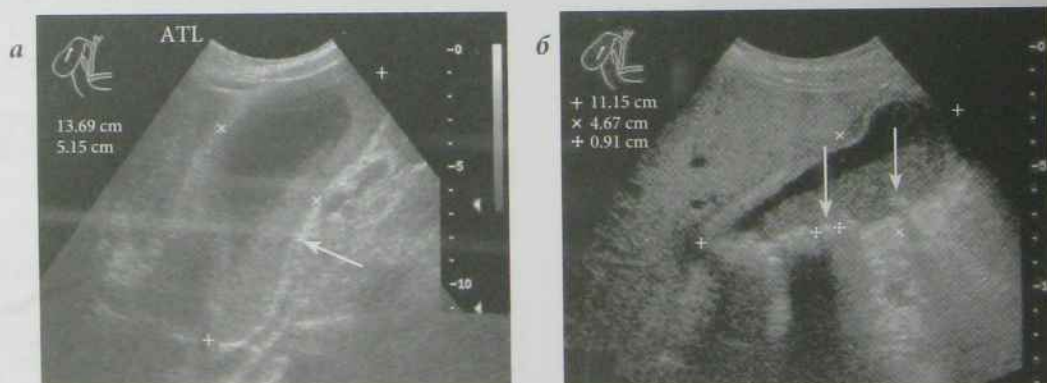


Рис. 14.71. Холецистит:

а) УЗД печінки, гострий холецистит (нерівномірно потовщені стінки — стрілка), б) УЗД печінки, хронічний калькульозний холецистит (множинні дрібні конкременти — стрілки)

нормального положення, обмеження зміщуваності, порушення концентраційної, евакуаторної і скоротливої функції.

### Пухлини жовчного міхура

Виділяють доброякісні і злоякісні пухлини жовчного міхура.

Серед доброякісних пухлин розрізняють: аденоми, міоми, поліпи та ін. (див. рис. 14.72).



**Рис. 14.72.** Пухлини жовчного міхура:

а) УЗД печінки, поліп шийки жовчного міхура (стрілка);

б) УЗД печінки, аденокарцинома жовчного міхура (додаткові неправильної форми негомогенні утворення стінок жовчного міхура — стрілки)

## Променеве дослідження підшлункової залози

### Методи дослідження та променева анатомія підшлункової залози

У новонародженого підшлункова залоза розташовується на рівні I поперекового хребця, хвіст підшлункової залози перетинає лівий наднирник, залоза має форму тригранної призми, головка її малих розмірів. У 5–6 років підшлункова залоза набуває форми як у дорослої людини.

Довжина залози — 15–16 см, ширина — 4–5 см, товщина — 2–3 см, маса — 80–100 г. Розташовується ретроперитонеально на рівні тіл I–II поперекових хребців. Розрізняють головку, тіло і хвіст залози (див. рис. 14.73). Довжина головної протоки підшлункової залози 10–28 см, її діаметр у ділянці головки складає 2–4 мм, у ділянці тіла — 1–3 мм, у ділянці хвоста — 0,5–2,5 мм.

При *оглядовій флюороскопії* і на *рентгенограмах* нормальна підшлункова залоза не визначається, можуть бути помітні лише звапнення в тканині залози при хронічному панкреатиті.

Основним методом дослідження підшлункової залози є УЗД, широко використовують КТ, МРТ. У ряді випадків виконують РНД, ендоскопічну ретроградну холангіопанкреатографію (РХПГ), селективну ангиографію, спленопортографію.

**УЗД.** В нормі поперечний розмір підшлункової залози в ділянці головки — 35 мм, тіла — 25 мм, хвоста — 20 мм. В нормі ехогенність підшлункової залози відповідає або дещо вища за ехогенність печінки, структура гомогенна, дрібнозерниста (див. рис. 14.73, а). В осіб похилого віку ехогенність підшлункової залози посилюється за рахунок збільшення жирової і сполучної тканини.

На *КТ* в нормі підшлункова залоза візуалізується як гомогенний орган з чіткими, рівними контурами, тіло і хвіст підшлункової залози розташовані на рівні XI–XII грудних хребців, головка — на рівні I–II поперекових хребців. Го-



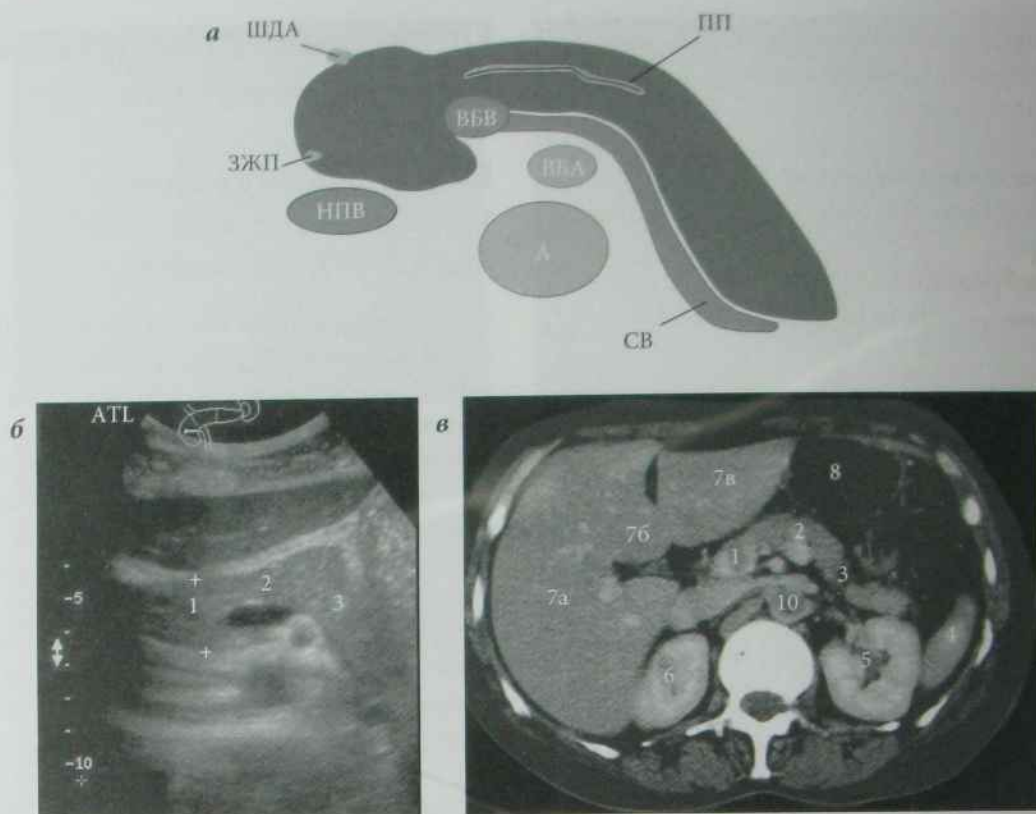


Рис. 14.73. Підшлункова залоза в нормі:

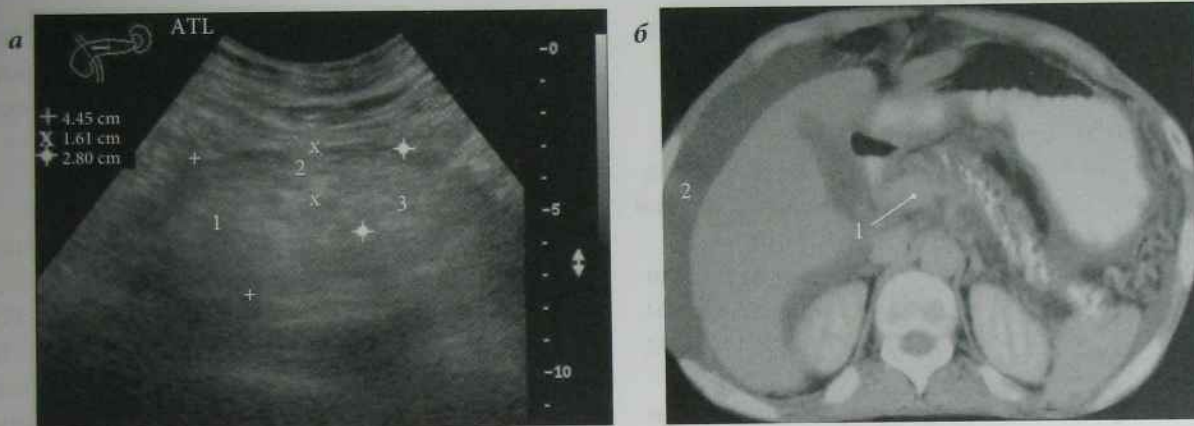
а) схема (ВБА — верхня брижова артерія, ВБВ — верхня брижова вена; НПВ — нижня порожниста вена, ШДА — шлунково-дуоденальна артерія, ЗЖП — загальна жовчна протока, А — аорта, СВ — селезінкова вена, ПП — панкреатична протока); б) УЗД підшлункової залози (1 — головка, 2 — тіло, 3 — хвіст), в) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (1 — головка підшлункової залози, 2 — тіло підшлункової залози, 3 — хвіст підшлункової залози, 4 — селезінка, 5 — ліва нирка, 6 — права нирка, 7 — печінка /7а — права частка, 7б — квадратна частка, 7в — ліва частка/, 8 — шлунок, 9 — кишечник, 10 — аорта)

ловка підшлункової залози розташована в “підкові” дванадцятипалої кишки, спереду межує зі шлунком, дорзально — з нижньою порожнистою веною, правою нирковою веною, ворітною веною. Щільність підшлункової залози в нормі варіює від 20 до 40 НУ, після внутрішньовенного контрастування щільність підвищується до 60–80 НУ (див. рис. 14.73, б).

На МРТ сигнал підшлункової залози середньої інтенсивності (рівний або дещо нижчий за інтенсивність сигналу печінки), добре візуалізуються об’ємні патологічні процеси.

#### Радіонуклідне дослідження підшлункової залози

Панкреатосцинтиграфія показана для діагностики доброякісних та злоякісних пухлин, хронічних запальних процесів. Пацієнту в/в вводять  $^{75}\text{Se}$ -метіоніну та проводять динамічну сцинтиграфію протягом 1–2 годин. Аналіз результатів проводять за наступними показниками: положення, форма, розміри, характер контурів, диференціація відділів, рівень накопичення РФП в кожному з відділів, термін надходження РФП в кишечник. При панкреатиті відзначають



**Рис. 14.74.** Гострий панкреатит:

а) УЗД підшлункової залози (1 — головка, 2 — тіло, 3 — хвіст підшлункової залози), б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (1 — набряк та деструктивні зміни помірно збільшеної головки підшлункової залози, 2 — реактивна перитонеальна рідина)

збільшення накопичення РФП в ділянці селезінки та кишечника; при пухлинах підшлункової залози спостерігається зміна форми та контурів відділів підшлункової залози, наявність дефектів накопичення РФП; при кістах дефект накопичення РФП має чіткі контури, кулясту форму, паренхіма підшлункової залози відтиснута. Променеве навантаження при дослідженні  $^{75}\text{Se}$ -метіоніном на весь організм становить 2,2 МЗв/МБк, що значно обмежує використання методу.

RIA використовують для визначення гормонів підшлункової залози (інсуліну, соматостатину, глюкагону) згідно з інструкціями стандартних імунологічних тест-наборів.

## Променева діагностика окремих захворювань підшлункової залози

### Гострий панкреатит

Розрізняють наступні форми гострого панкреатиту: набрякову, геморагічну і некротичну.

При УЗД (див. рис. 14.74, а) у хворих набряковою формою гострого панкреатиту визначають збільшення розмірів підшлункової залози, не-

чіткість контурів, зниження ехогенності і підвищення звукопровідності паренхіми; у хворих геморагічною або некротичною формою гострого панкреатиту спостерігається чергування ділянок паренхіми з підвищеною і зниженою ехогенністю.

Оглядова рентгенографія черевної порожнини малоінформативна. При контрастуванні дванадцятипалої кишки відстань між верхнім та нижнім її відділами збільшена, високе розташування лівого склепіння діафрагми, в лівому костодіафрагмальному синусі наявність випоту (плеврит).

На КТ при гострому набряковому панкреатиті спостерігається дифузне збільшення розмірів і нечіткість контурів підшлункової залози, рівномірне або нерівномірне зниження щільності залози. При геморагічному панкреатиті структура залози негомогенна, зниженої щільності. Для диференціальної діагностики некротичної і набрякової форм гострого панкреатиту проводиться болюсне контрастування — щільність набряклої тканини збільшується (див. рис. 14.74, б).

При МРТ виявляють збільшення розмірів, негомогенність структури і нечіткість контурів підшлункової залози. Геморагічний панкреатит характеризується високою інтенсивністю сигналу в ділянках крововиливу, тоді як ділянки набряку



і некрозу дають сигнал низької або середньої інтенсивності.

### Хронічний панкреатит

При УЗД виявляють збільшення розмірів підшлункової залози, розширення панкреатичної протоки, псевдокісти (див. рис. 14.75, а).

КТ дозволяє уточнити патоморфологію ураження, виявити звапнення в залозі (див. рис. 14.75, б).

На МРТ інтенсивність сигналу тканини підшлункової залози неоднорідна.

При ретроградній панкреатохолангіографії виявляють деформацію і часткову облітерацію протоки підшлункової залози та її гілок, чергування звужень і розширень.



**Рис. 14.75.** Хронічний панкреатит із кальцифікацією паренхіми залози (стрілки):

УЗД підшлункової залози (а),

КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (б)

На скінтиграмах включення  $^{75}\text{Se}$ -метіоніну нерівномірне, підвищений рівень накопичення РФП в селезінці, в селезінковому куті товстої кишки і в тонкій кишці.

### Кісти підшлункової залози

Кісти підшлункової залози поділяються на природжені, паразитарні і псевдокісти.

Для діагностики кіст використовують УЗД, ретроградну панкреатохолангіографію, КТ, СКТ, МРТ, ангіографію. При УЗД кісти виявляються як ехонегативне, частіше поодинокі, утворення з чітким контуром підвищеної звукопровідності (див. рис. 14.76, а). На КТ (див. рис. 14.76, б) кісти низької денситометричної щільності (від  $-5$  до  $+10$  НУ), на МРТ — МР-сигнал на  $T_1$ -33 низької інтенсивності і високої інтенсивності на  $T_2$ -33. На скінтиграмах кіста підшлункової залози має вигляд "дефекту накопичення" РФП круглястої форми з чіткими межами. При ретроградній панкреатохолангіографії можна встановити зв'язок кіст із системою панкреатичних проток.

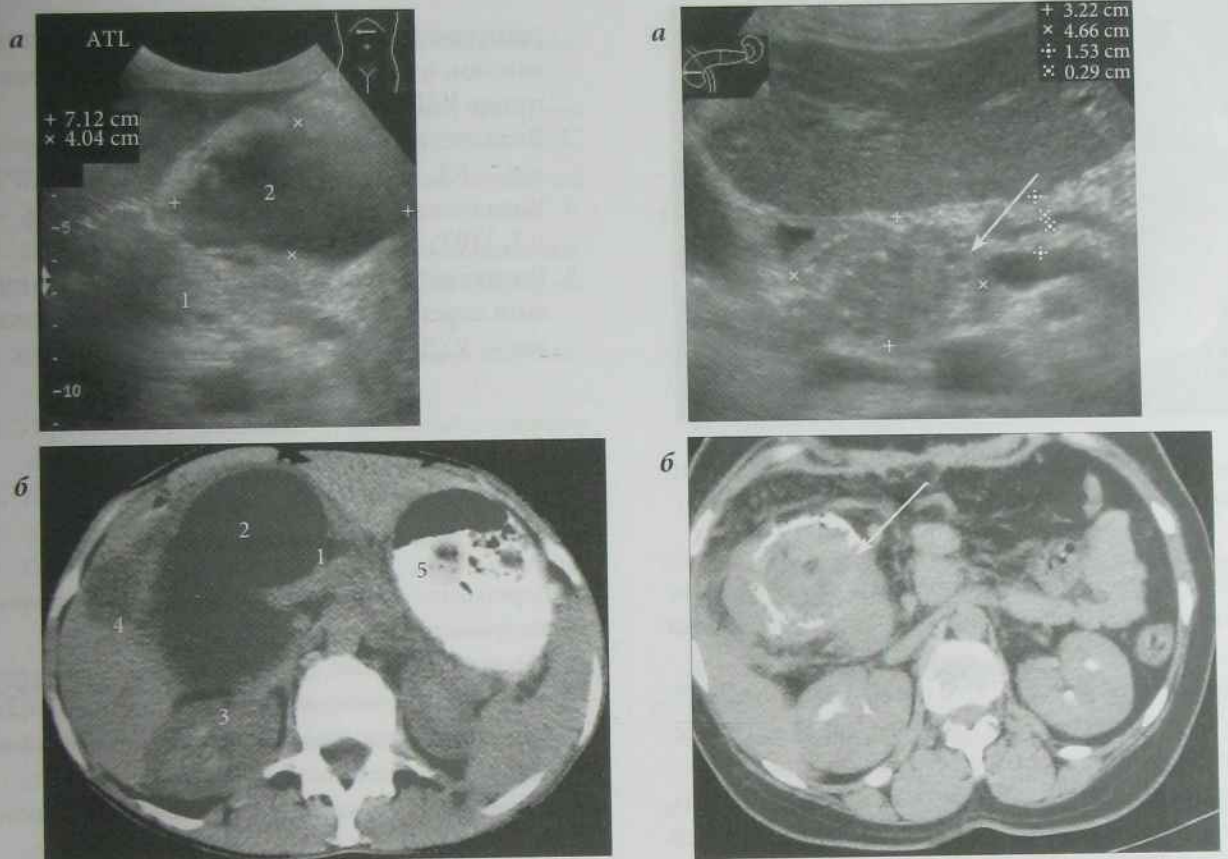
### Пухлини підшлункової залози

Пухлини підшлункової залози розділяють на доброякісні (наприклад, інсулома, ліпома та ін.) і злоякісні. Доброякісні пухлини підшлункової залози зустрічаються дуже рідко. Серед злоякісних пухлин підшлункової залози найбільш поширений рак.

**Рак підшлункової залози** спостерігається у осіб у віці від 50 до 70 років, рано метастазує в сусідні органи, особливо часто — в печінку. У 50–70 % хворих пухлина локалізується в головці підшлункової залози. Розміри пухлини коливаються від 1 до 15 см.

Рентгенологічними непрямыми симптомами об'ємного збільшення підшлункової залози є зміни суміжних органів (шлунка, дванадцятипалої кишки, жовчного міхура, жовчної протоки, нирок), іноді можна виявити звапнення в пухлині залози.

При пухлинах головки підшлункової залози збільшена відстань між верхнім та нижнім

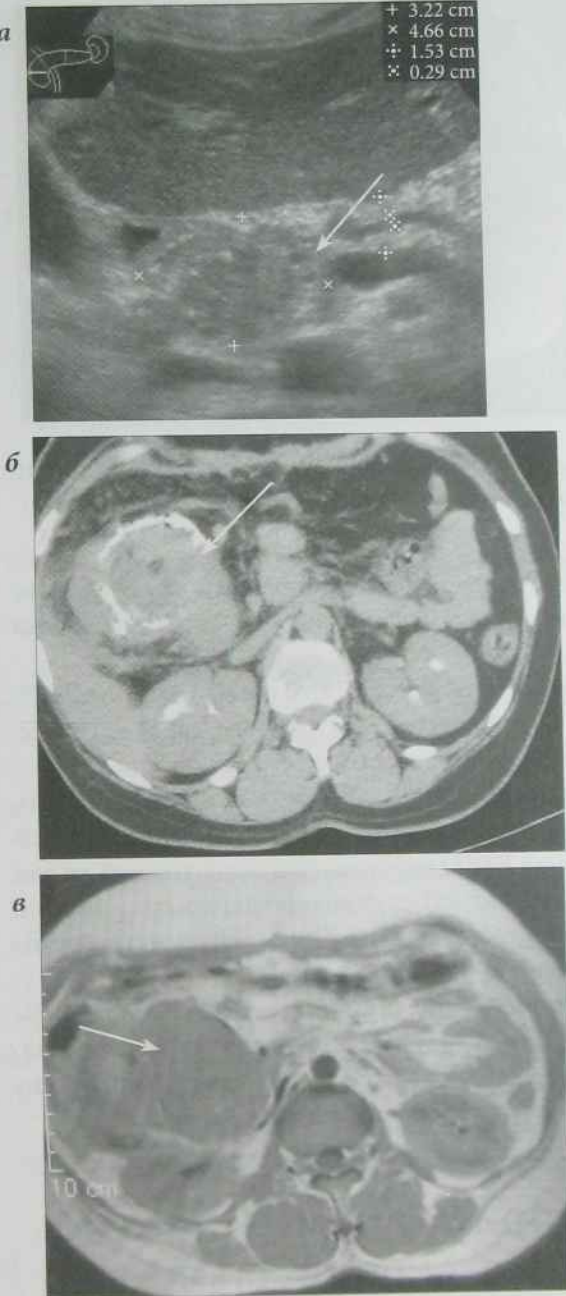


**Рис. 14.76.** Кіста підшлункової залози:

а) УЗД підшлункової залози (1 — підшлункова залоза, 2 — кіста), б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (1 — підшлункова залоза, 2 — кіста головки підшлункової залози, 3 — права нирка, 4 — печінка, 5 — шлунок)

відділами дванадцятипалої кишки, медіальний контур низхідної частини дванадцятипалої кишки ригідний, нерівний, просвіт може бути звужений, складки слизової оболонки деформовані.

При УЗД (див. рис. 14.77, а) виявляють сегментарне збільшення підшлункової залози за рахунок патологічного утворення низької ехогенності. Непрямими ознаками раку підшлункової залози є асцит, розширення панкреатичної і жовчовидної проток.



**Рис. 14.77.** Рак підшлункової залози:

а) УЗД підшлункової залози, головка підшлункової залози збільшена в розмірах; б) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (пухлина головки підшлункової залози — стрілка); в) МРТ черевної порожнини, аксіальний зріз (пухлина головки підшлункової залози — стрілка)



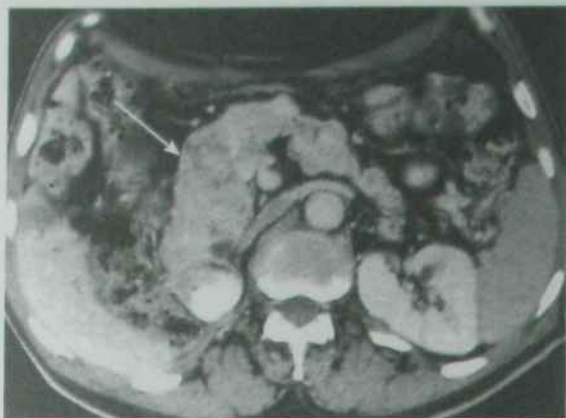


Рис. 14.78. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: метастази раку в підшлункову залозу (стрілка)

На доплерограмі виявляють гіперваскуляризовану ділянку пухлини (кольорова вкладка: рис. 22).

На КТ (див. рис. 14.77, б) і МРТ (див. рис. 14.77, в) добре візуалізуються пухлини, характер їх росту, контури і метастази в суміжні органи.

Сцинтиграфічна картина раку підшлункової залози характеризується наявністю дефектів накопичення РФП і деформацією підшлункової залози.

У діагностиці раку підшлункової залози велике значення має пункційна біопсія пухлини під контролем УЗД або КТ.

**Вторинні пухлини підшлункової залози** — метастази пухлин у підшлункову залозу, зустрічаються рідко, візуалізуються у вигляді множинних круглястих утворень (див. рис. 14.78).

## Алгоритм променевого дослідження травної системи

1. Діагностика невідкладних станів (кишкова непрохідність, перфорація порожнистого органа, сторонні тіла) — оглядова рентгенографія, КТ.
2. Визначення анатомічних змін слизової оболонки та просвіту порожнистих органів —

рентгенографія з пероральним контрастуванням, іригографія, КТ, внутрішньопорожнинне УЗД.

3. Визначення стану стінки порожнистих органів — КТ, внутрішньопорожнинне УЗД, МРТ.
4. Визначення стадії пухлинного процесу — КТ, МРТ, радіонуклідні методи.
5. Визначення анатомічних та функціональних змін паренхіматозних органів травної системи — УЗД, КТ, МРТ, радіонуклідні методи.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть методи променевої діагностики органів травного каналу.
2. Перечисліть загальні протипоказання до призначення променевого дослідження органів травного каналу.
3. Як повинен підготуватися пацієнт напередодні рентгенологічного дослідження ШКТ?
4. У чому полягає цінність УЗД, КТ та МРТ при дослідженні ШКТ?
5. Перечисліть основні синдроми при патології ШКТ.
6. Перечисліть провідні променеві ознаки ахалазії стравоходу.
7. Перечисліть провідні променеві ознаки дивертикулів стравоходу.
8. Перечисліть провідні променеві ознаки екзофітного раку стравоходу.
9. Перечисліть провідні променеві ознаки ендофітного раку стравоходу.
10. Перечисліть провідні променеві ознаки виразкової хвороби шлунка.
11. Перечисліть провідні променеві ознаки ускладнень виразкової хвороби шлунка.
12. Перечисліть провідні променеві ознаки екзофітного раку шлунка.
13. Перечисліть провідні променеві ознаки ендофітного раку шлунка.
14. Напишіть методику Пансдорфа контрастування тонкої кишки, її переваги.
15. Перечисліть провідні променеві ознаки виразкової хвороби дванадцятипалої кишки.

16. Перечисліть методи променевого дослідження товстої кишки.
  17. Перечисліть провідні променеві ознаки екзофітної форми раку товстої кишки.
  18. Перечисліть провідні променеві ознаки ендофітної форми раку товстої кишки.
  19. Перечисліть променеві ознаки кишкової непрохідності.
  20. Перечисліть провідні променеві ознаки абсцесу печінки.
  21. Перечисліть провідні променеві ознаки гепатоцелюлярного раку печінки.
  22. Перечисліть провідні променеві ознаки жовчнокам'яної хвороби.
  23. Перечисліть провідні променеві ознаки гострого панкреатиту.
  24. Перечисліть провідні променеві ознаки раку підшлункової залози.
5. Тракційні дивертикули стравоходу виникають у результаті:
    - а) \*спайкового процесу в білястравохідній клітковині;
    - б) підвищення внутрішньо-стравохідного тиску.
  6. Сторонні тіла стравоходу частіше локалізуються в:
    - а) \*шийній частині стравоходу;
    - б) грудній частині;
    - в) черевній частині.
  7. Рак стравоходу частіше локалізується у:
    - а) верхній третині стравоходу;
    - б) \*середній третині стравоходу;
    - в) нижній третині стравоходу.
  8. Значне дифузне розширення стравоходу характерно для:
    - а) пухлини;
    - б) \*ахалазії кардії IV стадії;
    - в) опіку;
    - г) варикозного розширення вен.

### Тестові питання

1. Стієке звуження просвіту стравоходу характерно для:
  - а) езофагіту;
  - б) варикозного розширення вен;
  - в) \*хімічного опіку.
2. При варикозному розширенні вен рельєф слизової оболонки стравоходу:
  - а) не змінений;
  - б) \*представлений окремими округлими і овальними просвітленнями;
  - в) представлений розширеними складками слизової оболонки.
3. Хімічні опіки стравоходу частіше уражують:
  - а) \*нижню третину стравоходу;
  - б) верхню третину стравоходу;
  - в) середню третину.
4. Пульсійні дивертикули стравоходу виникають у результаті:
  - а) спайкового процесу;
  - б) \*локального недорозвинення м'язового шару стінки стравоходу та підвищення внутрішньо-стравохідного тиску.
9. Для екзофітної ракової пухлини стравоходу характерно:
  - а) \*обрив складок слизової оболонки біля краю пухлини;
  - б) ригідність складок слизової оболонки;
  - в) потовщення складок слизової оболонки.
10. До прямих рентгенологічних ознак виразкової хвороби шлунка відноситься:
  - а) функціональний спазм;
  - б) \*“ніша” в стінці;
  - в) симптом “вказівного пальця”.
11. До прямих рентгенологічних ознак виразкової хвороби шлунка відноситься:
  - а) \*запальний виразковий вал;
  - б) функціональний спазм;
  - в) симптом “вказівного пальця”.
12. До прямих рентгенологічних ознак виразкової хвороби шлунка відноситься:
  - а) функціональний спазм;



- б) симптом "вказівного пальця";  
в) \*конвергенція складок.
13. До непрямих рентгенологічних ознак виразкової хвороби шлунка відноситься:  
а) запальний виразковий вал;  
б) ніша в стінці;  
г) \*симптом "вказівного пальця".
14. Симптом дефекту наповнення характерний для форми раку шлунка:  
а) \*екзофітної; б) ендофітної.
15. Евакуація зі шлунка порушується у випадку локалізації ракової пухлини у:  
а) склепінні шлунка;  
б) тілі шлунка;  
в) \*пілорусній частині.
16. Антральний відділ шлунка концентрично звужений, контури його нерівні, стінки ригідні, воротар зає, складки слизової оболонки неможливо простежити. Ваш висновок:  
а) \*ендофітний рак;  
б) рубцево-виразковий стеноз воротаря;  
в) ригідний антральний гастрит;  
г) здавлення шлунка ззовні.
17. Чоловік 24 років поступив до приймального відділення із скаргами на раптове виникнення сильного болю в животі. При дослідженні визначені симптоми подразнення очеревини. Страждає на виразкову хворобу шлунка 10 років. На оглядовій рентгенограмі органів черевної порожнини визначається вільний газ під правим склепінням діафрагми. Ваш діагноз?  
а) кровотеча в червну порожнину;  
б) \*перфорація порожнистого органа;  
в) пенетруюча виразка шлунка;  
г) кишкова непрохідність.
18. Додаткова тінь на фоні газового міхура дна шлунка характерна для:  
а) виразки кардіальної частини;  
б) деформації шлунка при збільшенні головки підшлункової залози;
- в) \*раку дна шлунка;  
г) пухлини антрального відділу.
19. У разі виразкової хвороби шлунка виразка в більшості випадків локалізується:  
а) у склепінні шлунка;  
б) в антральному відділі;  
в) на великій кривині тіла шлунка;  
г) \*на малій кривині тіла шлунка.
20. Яке захворювання найчастіше призводить до збільшення об'єму шлунка?  
а) пухлина підшлункової залози;  
б) деформація шлунка по типу "піскового годинника";  
в) \*стеноз воротаря внаслідок рубцювання виразки.
21. В якій частині дванадцятипалої кишки найчастіше локалізуються виразки?  
а) \*у цибуліні;  
б) у низхідній частині кишки;  
в) у висхідній частині кишки.
22. При підозрі на кишкову непрохідність рентгенологічне дослідження необхідно розпочинати з:  
а) \*оглядової рентгеноскопії, або рентгенографії у вертикальному положенні хворого;  
б) іригоскопії;  
в) іригоскопії в умовах штучної гіпотонії.
23. Яка найбільш характерна ознака раку товстої кишки екзофітного типу росту при іригоскопії:  
а) циркулярне звуження кишки;  
б) \*дефект наповнення з нечіткими, нерівними контурами;  
в) згладженість складок слизової оболонки.
24. У рентгенодіагностиці поліпів у товстій кишці найбільш інформативна методика:  
а) перорального дослідження товстої кишки;  
б) тугого заповнення при іригоскопії;  
в) \*подвійного контрастування товстої кишки після випорожнення.
25. Найхарактерніша рентгенологічна ознака дивертикуліту тонкої кишки:

- а) великі розміри дивертикулу;  
б) малі розміри дивертикулу;  
в) стійке звуження кишки на рівні дивертикулу;  
г) \*рівень рідини і газу в дивертикулі.
26. Найхарактерніша рентгенологічна ознака непрохідності тонкої кишки під час оглядової рентгеноскопії черевної порожнини:  
а) обмежена екскурсія діафрагми;  
б) вільний газ під діафрагмою;  
в) дрібні газові пухирі та горизонтальні рівні здебільшого у периферичних відділах черевної порожнини;  
г) \*широкі газові пухирі з горизонтальними рівнями рідини у центральних відділах черевної порожнини.
27. Хвороба Крона найчастіше уражує:  
а) стравохід і шлунок;  
б) порожню кишку;  
в) сигмоподібну кишку;  
г) \*термінальну частину клубової кишки.
28. Найхарактерніша рентгенологічна ознака непрохідності товстої кишки під час оглядової рентгеноскопії черевної порожнини:  
а) обмежена екскурсія діафрагми;  
б) вільний газ під діафрагмою;  
в) \*чаші Клойбера розташовані у периферичних відділах черевної порожнини, ширина рівнів рідини менша, ніж висота газового пухиря;  
г) широкі газові пухирі з горизонтальними рівнями рідини у центральних відділах черевної порожнини.
29. Введення контрастної речовини у печінкові жовчні протоки через великий сосочок дванадцятипалої кишки під час дуоденоскопії називається:  
а) \*ендоскопічна ретроградна холангіографія;  
б) інтраопераційна холангіографія;  
в) черезшкірна черезпечінкова холангіографія.
30. На звичайній оглядовій рентгенограмі виявляються:  
а) \*зwapнені камені жовчного міхура;  
б) холестеринові камені жовчного міхура;  
в) пігментні камені жовчного міхура.
31. При холецистографії скоротлива діяльність жовчного міхура вважається нормальною, якщо:  
а) \*жовчний міхур зменшиться на одну чверть або на третину від початкової величини;  
б) жовчний міхур зменшиться наполовину від початкової величини;  
в) жовчний міхур зменшиться на дві третини від початкової величини.
32. Введення контрастної речовини у печінкові жовчні протоки під час оперативного втручання називається:  
а) черезшкірна черезпечінкова холангіографія;  
б) ендоскопічна ретроградна холангіографія;  
в) \*інтраопераційна холангіографія.
33. При пухлинах печінки скінтиграфія виявляє:  
а) "холодне" вогнище пухлини;  
б) "гаряче" вогнище пухлини;  
в) \*усе зазначене.
34. Характерною УЗД ознакою наявності конкрементів жовчного міхура є:  
а) \*наявність акустичної тіні за конкрементом;  
б) відсутність акустичної тіні за конкрементом.
35. При пероральному прийомі контрастних гепатотропних речовин найбільша концентрація їх у жовчному міхурі настає приблизно через:  
а) \*15 годин після прийому контрасту;  
б) 5 годин після прийому контрасту;  
в) 24 години після прийому контрасту.
36. Динамічна гепатосцинтиграфія використовується для:  
а) візуалізації печінки;  
б) оцінки функції органа;  
в) дослідження печінкового кровообігу;  
г) \*усього зазначеного.
37. Метод вибору при радіонуклідній діагностиці метастазів у печінку:  
а) негативна скінтиграфія;  
б) гепатографія;  
в) \*субтракційна скінтиграфія;  
г) усє зазначене.



**Ситуаційні задачі**

14.1. Хворий М. 52 р. звернувся зі скаргами на порушення ковтання твердої їжі та утруднене ковтання рідкої їжі останні два тижні, погіршення апетиту, зниження маси тіла на 10 кг, постійний ниючий біль за грудниною з іррадіацією в шию. Об'єктивно: АТ 110/60 мм рт.ст., пульс 88 уд/хв., температура тіла 37 °С, хворий зниженої ваги, шкіра бліда, суха, дрябла, видимі слизові оболонки бліді. Аналіз крові: гемоглобін 78 г/л, лейкоцити  $8,0 \times 10^9$ /л, ШОЕ 45 мм/год, реакція Грегерсена позитивна. Проведено рентгенологічне контрастне дослідження стравоходу. Проаналізуйте представлену рентгенограму, сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.2. Хвора С., 58 р., звернулася до гастроентеролога зі скаргами на біль в животі, метеоризм, проноси, здуття живота, зниження маси тіла на 12 кг протягом останніх 6 місяців, загальну слабкість, нездужання. Об'єктивно: шкіра та видимі слизові оболонки бліді, живіт болючий при пальпації в епігастральній ділянці, при пальпації поперечної ободової кишки визначається пухлиноподібне утворення. Аналіз крові: гемоглобін 85 г/л, лейкоцити  $7,0 \times 10^9$ /л, ШОЕ 35 мм/год. Хворому проведена іригографія та виконані прицільні знімки поперечної ободової кишки. Проаналізуйте представлену рентгенограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.3. Хворий К. 52 р. звернувся до терапевта зі скаргами на відчуття важкості в епігастрії, часте блювання з домішками їжі, втрату ваги на 10 кг протягом 2 місяців, відсутність апетиту, виражену слабкість, нездужання. Вважає себе хворим протягом 2–3 місяців. Об'єктивно: шкіра суха бліда, тонус м'язів знижений, зниженої ваги. При аускультатії тони серця ослаблені, тахікардія 94 уд/хв. Живіт болючий при пальпації в епігастрії. Аналіз крові: гемоглобін 75 г/л, лейкоцити  $8,0 \times 10^9$ /л, ШОЕ 50 мм/год. Хворому проведена рентгеноскопія шлунка та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму шлунка та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.4. Хворий П. 48 р. звернувся до онколога зі скаргами на біль в епігастрії, що підсилюється після прийому їжі, нудоту, блювання, підвищення температури тіла до 37,4 °С, втрату ваги, відсутність апетиту, виражену слабкість, нездужання. Вважає себе хворим протягом 3 місяців. Об'єктивно: шкіра суха, бліда, тонус м'язів знижений, зниженої ваги. При аускультатії тони серця ослаблені, 84 уд/хв. Живіт болючий при пальпації в зоні Шоффара. Аналіз крові: гемоглобін 80 г/л, лейкоцити  $7,2 \times 10^9$ /л, ШОЕ 43 мм/год. Хворому проведена рентгеноскопія шлунка та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму шлунка та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.5. Хворий З. 57 р. звернувся до терапевта зі скаргами на біль в епігастрії, блювання, втрату ваги, відсутність апетиту, нездужання. Об'єктивно: шкіра суха, бліда, тонус м'язів знижений. Живіт болючий при пальпації в епігастральній зоні. Аналіз крові: гемоглобін 85 г/л, лейкоцити  $7,4 \times 10^9$ /л, ШОЕ 55 мм/год. Хворому проведена рентгеноскопія шлунка та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму шлунка та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.6. Хворий М. 63 р., що знаходиться на диспансерному обліку з приводу виразкової хвороби шлунка, звернувся до гастроентеролога зі скаргами на відрижку тухлим, відчуття важкості в епігастрії, спрагу, блювання, що не приносить полегшення, зниження маси тіла на 15 кг за останній місяць. Об'єктивно: шкіра суха, бліда, тонус м'язів знижений. Живіт болючий при пальпації в епігастральній зоні, нижня межа шлунка нижче пупка на 3 см, шум плеску. Аналіз крові: гемоглобін 90 г/л, лейкоцити  $6,4 \times 10^9$ /л, ШОЕ 45 мм/год. Хворому проведена рентгеноскопія шлунка та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму шлунка та сформулюйте клініко-променевий висновок.





14.7. Хворий Ф. 52 років звернувся до дільничного терапевта зі скаргами на часті тривалі закрепи, переймоподібний біль у лівій бічній ділянці живота, загальну слабкість, пітливість, відсутність апетиту, домішки слизу та крові в калі. Хворіє протягом 6 місяців. Об'єктивно: шкіра суха, бліда, живіт болючий при пальпації в лівій здухвинній ділянці, сигмоподібна кишка ущільнена, малорухома. Аналіз крові: гемоглобін 80 г/л, лейкоцити  $6,8 \times 10^9$ /л, ШОЕ 35 мм/год. Хворому проведена іригорафія та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму сигмоподібної кишки та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.8. Хвора П. 74 років звернулася в клініку зі скаргами на постійний ниючий біль в животі, поганий апетит, загальну слабкість, нездужання, часті закрепи, що змінюються проносами, домішки крові в калі. Хворіє протягом 8 місяців. Об'єктивно: шкіра суха, бліда, живіт болючий при пальпації, в лівій здухвинній ділянці визначається щільний утвір. Аналіз крові: гемоглобін 70 г/л, лейкоцити  $7,8 \cdot 10^9$ /л, ШОЕ 35 мм/год. Хворій проведена іригорафія та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму сигмоподібної кишки та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.9. Хвора К. 54 років звернулася в клініку зі скаргами на ниючий біль в животі, закрепи. Хворіє протягом 4 років, по медичну допомогу не зверталася. Об'єктивно: помірної вгодованості, шкіра звичайного кольору, живіт м'який, неболючий, при пальпації низхідного відділу ободової кишки визначається м'якоеластичний безболісний утвір. Аналіз крові: гемоглобін 120 г/л, лейкоцити  $5,3 \cdot 10^9$ /л, ШОЕ 6 мм/год. Хворій проведена іригорафія та виконані прицільні знімки. Проаналізуйте представлену прицільну рентгенограму низхідного відділу ободової кишки та сформулюйте клініко-променевий висновок.



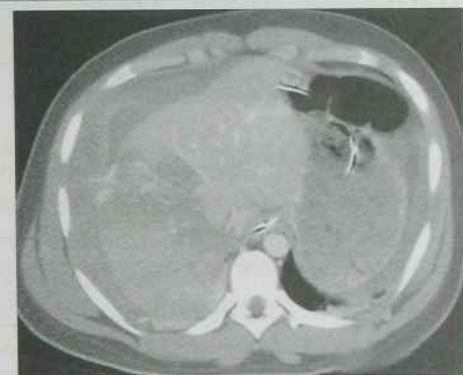
14.10. Хворий С., 58 років, доставлений машиною швидкої допомоги в хірургічне відділення зі скаргами на сильний біль у животі, блювання, проноси, виражену загальну слабкість, потемніння сечі, світлий кал. Вважає себе хворим протягом 8 місяців, значне погіршення стану та вищевказані скарги з'явилися 3 дні тому. Об'єктивно: хворий зниженої ваги, шкіра іктерична, суха, дрябла; при пальпації живіт різко болючий в епігастральній ділянці, печінка збільшена, болюча. Хворому виконали СКТ черевної порожнини. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз черевної порожнини та сформулюйте клініко-променевий висновок.



14.11. Пацієнту М. 60 років, хворіє на хронічний некалькульозний холецистит; було проведено УЗД печінки та виявлено гіперехогенний кулястої форми з чіткими рівними контурами утвір. З метою уточнення характеру патологічного процесу в паренхімі печінки було виконане СКТ печінки з контрастним посиленням. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз черевної порожнини та сформулюйте клініко-променеви висновок.



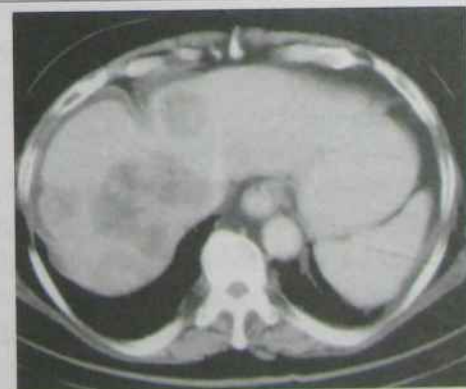
14.12. Хворий К. 40 років при виконанні монтажних робіт впав з 2 поверху. Машиною швидкої допомоги був доставлений в хірургічне відділення. Хворий без свідомості, шкіра бліда, АТ 75/40 мм рт. ст., пульс 120 уд/хв, ниткоподібний, м'язи передньої черевної стінки напружені, при перкусії визначається притуплення перкуторного звуку у бічних фланках. Хворому виконали СКТ черевної порожнини. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз черевної порожнини та сформулюйте клініко-променеви висновок.



14.13. У хворої С., 36 років, що хворіє на дискінезію жовчовивідних шляхів, при проведенні ультразвукового обстеження печінки було виявлено анехогенний утвір з чіткими рівними контурами, який формує дорзальне підсилення та бічні акустичні тіні. Загальний аналіз крові та біохімічні показники в межах норми. Вкажіть, для якого захворювання характерні вищевказані ультразвукові ознаки.



14.14. Хворий В. 56 років, що перебуває на диспансерному обліку в онколога, після радикальної операції з приводу раку висхідного відділу ободової кишки проведено УЗД органів черевної порожнини. При обстеженні печінки були виявлені гіпоанехогенні утвори з нечіткими нерівними контурами та анехогенним обідком по периферії. З метою уточнення діагнозу проведено СКТ черевної порожнини. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз черевної порожнини та сформулюйте клініко-променеви висновок.





## Променеві методи дослідження сечовидільної системи

УЗД є найбільш розповсюдженим методом дослідження сечовидільної системи і дозволяє:

- ▶ оцінити положення нирок, рухомість їх при диханні, розміри, форму, контури, кірковий і мозковий шар, стан ниркового синуса з елементами чашково-мискової системи (ЧМС) і навколониркових тканин.
- ▶ оцінити характер захворювання (дозволяє візуалізувати більшість конкрементів у ЧМС, обструкцію сечових шляхів, виявити дифузні та осередкові зміни паренхіми нирок і сечового міхура);
- ▶ виявити метастази в інших органах.

Недоліки:

- ▶ неможливо отримати інформацію про функцію нирок;
- ▶ погано візуалізуються сечоводи.

**Дуплексне УЗД (доплерографія, спектральна доплерографія)**

Показання:

- ▶ діагностика обструкції сечових шляхів незалежно від функції нирки (при “німій нирці”), диференційна діагностика обструктивної та функціональної дилатації ЧМС за величиною судинного опору;
- ▶ діагностика подвоєння нирки завдяки візуалізації двох судинних ніжок;

- ▶ оцінка ступеня васкуляризації об’ємних утворень сечової системи;
- ▶ оцінка стану перфузії ниркового трансплантата;
- ▶ діагностика стенозів (метод скринінгу), оклюзій, тромбозів ниркових судин;
- ▶ вибір “безкровної” зони при інвазивних втручаннях під контролем УЗД.

### Рентгенологічні методики

1. Першим етапом рентгенологічного дослідження урологічного хворого є виконання **оглядової урографії**. Вивчення оглядового знімка сечових шляхів починають з кісткового скелета: нижніх грудних і поперекових хребців, ребер і тазових кісток з метою виключення патологічних змін у кістковому скелеті (туберкульозу, остеохондрозу, метастазів тощо). Потім оцінюють рівень розташування нирок, наявність у них видимих патологічних змін (значне збільшення розмірів нирок, наявність звапнень, рентгеноконтрастних каменів), а також стан навколониркової клітковини (нечіткість меж поперекових м’язів на рівні розташування нирок).
2. **Екскреторна урографія (ЕУ)** — методика рентгенологічного дослідження за допомогою внутрішньовенного введення йодвмісних рентгеноконтрастних речовин і отримання рентгенограм на 5–7, 10–15 та 30–40 хвилинах. ЕУ базується на здатності нирок виділяти з сечею контрастну речовину, яка забезпечує візуалізацію порожнинної системи нирок, сечоводів і сечового міхура (рис. 15.1).



Рис. 15.1. Екскреторна урограма

У багатьох хворих є первинним методом візуалізації.

Переваги ЕУ і показання до застосування:

- ▶ оцінка стану сечовидільної системи;
- ▶ оцінка видільної функції нирок;
- ▶ виявлення конкрементів і рівня обструкції сечоводів.

Недоліки:

- ▶ забезпечує грубу оцінку морфологічних змін паренхіми нирок;
- ▶ дозволяє встановити лише значне порушення видільної функції нирок;
- ▶ результати дослідження залежать від ступеня збереження видільної функції нирок.

1. **Інфузійну екскреторну урографію** виконують при суттєвому зниженні видільної функції нирок (60–80 мл 75 % розчину неіонного контрасту вводять внутрішньовенно крапельно протягом 5–7 хвилин) і на 1–2, 5–7 та 15–20 хв виконують рентгенографію.
2. **Ретроградна пієлоуретерографія** — рентгенологічне дослідження ниркової миски після ретроградного введення 3–10 мл контрастної речовини через сечовідний катетер.
3. **Ангіографія нирок (АН)** — контрастне дослідження судинної системи нирок. Виконується шляхом катетеризації стегнової артерії за Сельдінгером з наступним ретроградним

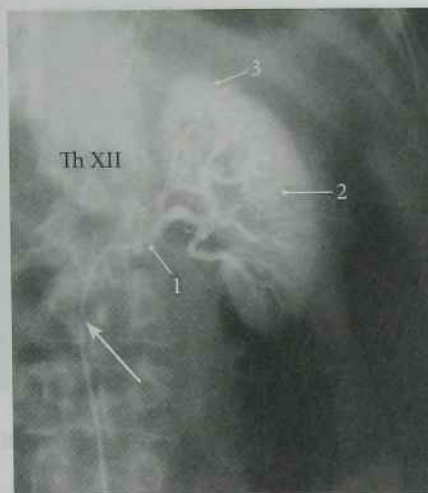


Рис. 15.2. Ангіограма лівої нирки в нормі:

1 — ліва ниркова артерія, 2 — артеріальний малюнок лівої нирки, 3 — лівий нидирник, катетер у порожнині черевної аорти — стрілка

введенням катетера в черевну аорту і ниркові артерії (рис. 15.2).

Показання: стеноз ниркових артерій (дозволяє встановити наявність, ступінь, поширеність обструкції, розробити тактику лікування).

1. **Низхідна цистографія** — рентгенологічне дослідження стану сечового міхура, яке виконують через 30 хвилин після внутрішньовенного введення йодвмісних рентгеноконтрастних речовин (рис. 15.3, а).
2. **Мікційна цистографія** — візуалізація пасажу контрастованої сечі через нижні сечові шляхи в процесі сечовипускання (рис. 15.3, б).

Показання до застосування:

- ▶ підозра на наявність міхурно-сечовідного рефлюксу;
  - ▶ оцінка анатомії шийки міхура і уретри, особливо при низьких обструкціях внаслідок стриктури або уретральних клапанів.
3. **Висхідна цистографія** здійснюється шляхом введення водорозчинної йодвмісної контрастної речовини в сечовий міхур. Методика забезпечує оптимальне контрастування сечового міхура (рис. 15.3, в).



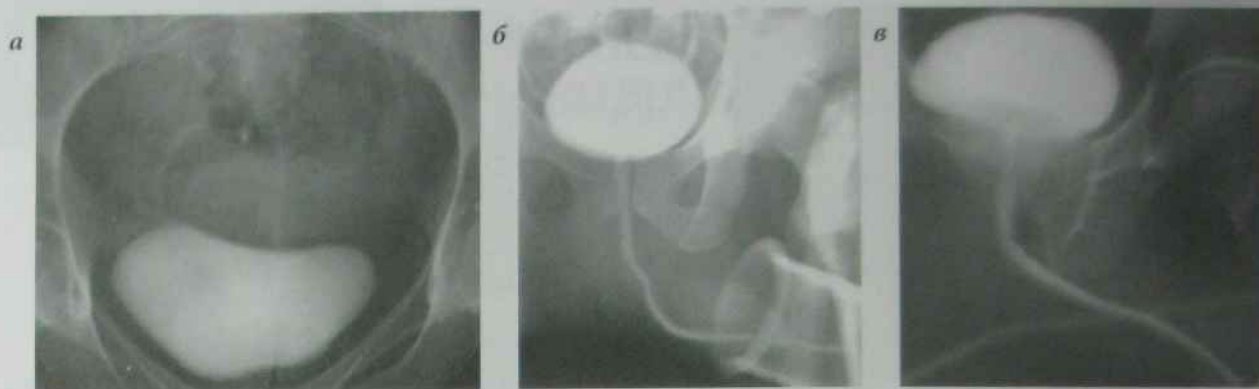


Рис. 15.3. Цистограми:

низхідна (а), мікційна (б) і висхідна (в)

## Показання:

- травма сечового міхура, уретри;
  - діагностика причин низької обструкції уретри (стриктури уретри, клапани уретри).
1. **Пневмоцистографія** — введення повітря в сечовий міхур через уретральний катетер. Частіше використовується для проведення подвійного контрастування сечового міхура: сечовий міхур туго заповнюють рентгенопозитивним контрастним засобом; через 5–7 хвилин міхур спорожняють через той самий катетер і одразу в сечовий міхур вводять повітря. На незмінених стінках сечового міхура контрастна речовина не затримується, а затримується на поверхні пухлини. Методика замінена використанням УЗД, КТ і МРТ.
  2. **Ретропневмоперитонеум** — виконують з метою вивчення стану нирок і наднирників при кістах, гідронефрозі, аномаліях розвитку, пухлинах та інших формах патології. Методика: у пресакральний простір вводять 800–1200 см<sup>3</sup> повітря, пацієнта переводять у положення сидячи; газ, поступово розподіляючись в заочеревинному просторі, оточує нирки і наднирники. На рентгенограмах (рис. 15.4) або лінійних томограмах оцінюють положення, контури, форму, розміри і структуру нирок та наднирників.

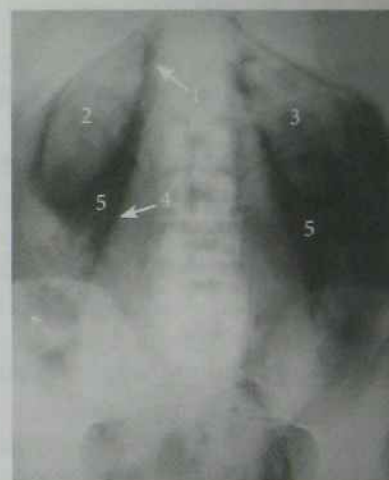


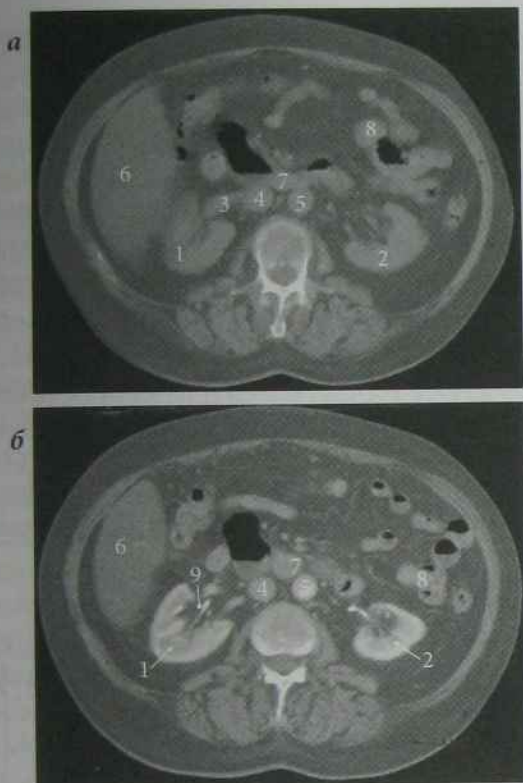
Рис. 15.4. Ретропневмоперитонеум.

1 — XII ребро; 2 — права нирка; 3 — ліва нирка; 4 — край поперекового м'яза; 5 — повітря в ретроперитонеальному просторі

Методика замінена використанням УЗД, КТ і МРТ.

**Комп'ютерна томографія**

Виконують безконтрастні і контрастні дослідження. У переважній більшості випадків є універсальним методом візуалізації структурних змін сечової системи (рис. 15.5 а, б).



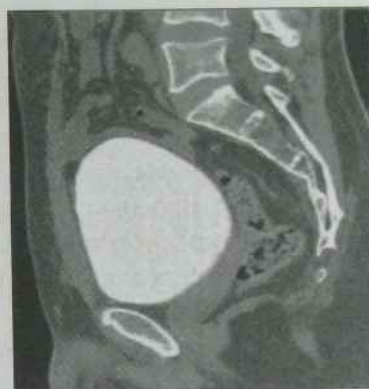
**Рис. 15.5.** КТ черевної порожнини, аксіальний зріз без контрастного посилення (а) і з контрастним посиленням (б).

1 — права нирка; 2 — ліва нирка; 3 — права ниркова артерія; 4 — нижня порожниста вена; 5 — аорта; 6 — печінка; 7 — підшилуноква залоза; 8 — петлі кишок; 9 — контрастований сечовід

Переваги КТ: дозволяє виявити конкременти розмірами від 2 мм незалежно від хімічного складу; диференціювати рентгенонегативні конкременти в сечоводі від пухлин, згустків крові й ін.; встановити причину обструкції при "німій нирці"; диференціювати пухлину, осередкові запальні захворювання, ускладнені кісти; оцінити інвазію за межі органа, метастази в лімфатичні вузли, рецидиви раку нирки.

КТ-ангіографія може використовуватися для діагностики стенозів ниркових артерій.

МРТ (рис. 15.6) дозволяє виявити аномалії розвитку нирок і судин, уточнити причину кістозних утворень і пухлин нирок.



**Рис. 15.6.** МРТ ділянки таза  $T_1$ -33, сагітальний зріз: нормальний сечовий міхур

### МРТ-урографія

Переваги: безконтрастний неінвазивний метод; може застосовуватися у хворих з нирковою недостатністю; дозволяє уточнити рівень і причину обструкції.

## Радіонуклідні методи дослідження сечовидільної системи

**Показання:** порушення функції нирок, гострі і хронічні захворювання, гідронефроз, хронічна ниркова недостатність, сечокам'яна хвороба, артеріальна гіпертензія, пухлини та ін.

### Методики дослідження

В основі радіонуклідного дослідження секреторно-екскреторної функції нирок лежить реєстрація поглинання і виділення нирками РФП.

### Переваги методу:

1. Дослідження нетривале (15 хв).
2. Дослідження не викликає у хворого неприємних відчуттів.
3. Дослідження функції нирок ведеться без цистоскопії і катетеризації сечоводів.
4. У частини хворих метод може замінити екскреторну урографію.

Для радіонуклідних досліджень в урології використовують нефротропні РФП:  $^{201}\text{Tl}$ -промеран,



$^{131}\text{I}$ -гіпуран,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -глюкогептонат,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДМСА (тубуло- і гломерулотропні), які переважно секретуються епітелієм проксимальних каналців і гломерулами (клубочкова фільтрація).

**Радіонуклідна ренографія** проводиться з використанням  $^{131}\text{I}$ -гіпурану (час напіввиведення близько 20 хвилин). Датчики радіографа (КП-РДД-3 або ін.) розташовують над нирками, третій датчик для запису кліренсу крові — над ділянкою серця (прекардіальна крива). Одразу після в/в введення РФП активністю 2–5 кБк/кг маси тіла проводять графічний запис кривих накопичення і виведення РФП протягом 20 хв, а при зниженій функції нирок — більш тривало.

На радіоренограмі (рис. 15.7) виділяють наступні сегменти:

- ▶ васкулярний або судинний сегмент — від 20–25 сек.
- ▶ секреторний сегмент характеризує функціональний стан паренхіми нирок, каналців (до досягнення максимуму накопичення РФП в нирках) — 3–3,5 хв;
- ▶ екскреторний сегмент — виведення РФП з нирок — 10–12 хв.

Для аналізу радіоренограми використовується декілька показників.

**Період напіввиведення РФП** в нормі складає 6,5–8 хв.

**Період напівочищення крові** в нормі складає до 20 хв.

Показники нормальної радіоренограми

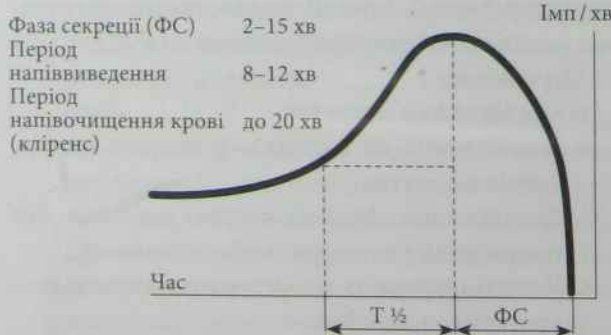


Рис. 15.7. Схема нормальної радіоренограми

**Показник Вінтера** — це процентне співвідношення висоти прекардіальної кривої на 16 хв. до висоти цієї ж кривої на 4 хв. У нормі показник Вінтера складає 42–45 %, збільшення показника понад 50 % свідчить про ниркову недостатність.

При різних формах патології ренограми набувають характерних типів (рис. 15.8): обструктивний тип радіоренограми (виникає при обтурації сечоводу, гідронефрозі); паренхіматозний тип радіоренограми (характерний для запальних захворювань нирок, ниркової артеріальної гіпертензії); ізостенуричний тип радіоренограми (спостерігається при хронічній нирковій недостатності); нормальний тип радіоренограми; афункціональний тип радіоренограми (характерний для нефункциюючої нирки).

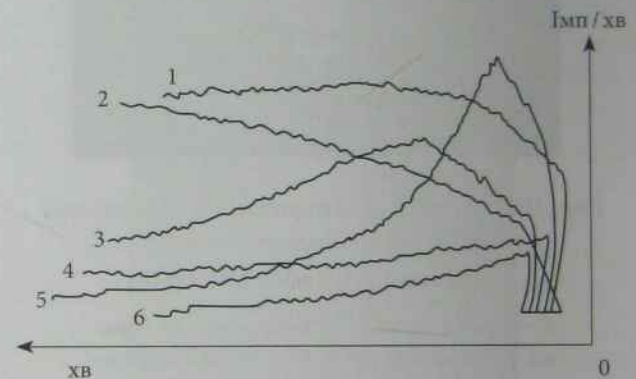


Рис. 15.8. Основні типи радіоренограм:

1, 2 — обструктивний; 3 — паренхіматозний; 4 — ізостенуричний; 5 — нормальний; 6 — афункціональний

При стенозі ниркової артерії без ураження паренхіми нирок визначається зниження амплітуди першого і другого сегментів та затримка максимуму радіоактивності. Стеноз артерії вірогідний при затримці максимуму накопичення на 90 сек. у порівнянні з контрлатеральною ниркою.

При хронічному дифузному гломерулонефриті, пієлонефриті й амілоїдозі нирок визначається деформація секреторного і екскреторного сегментів ренограми. У гострих випадках другий

відрізок досягає максимуму на 20–30 хв, а потім переходить у “плато”. При вираженій нирковій недостатності або аплазії нирок другий і третій сегменти відсутні.

**Нефросцинтиграфія** базується на фіксації в паренхімі нирок нефротропних РФП, тому отриману сцинтиграму називають паренхімограмою нирок. Методика дозволяє вивчити анатомію нирок, визначити відносну кількість функціонуючої паренхіми кожної нирки та виявити вогнищеву патологію (кісти, пухлини, туберкульоз). Протипоказання: ниркова недостатність та вагітність. РФП  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА (димеркаптосукцината мічений  $^{99m}\text{Tc}$ ) або  $^{197}\text{Hg}$ -промеран. Методика дослідження: після в/в введення 0,74–1,1 МБк/кг маси тіла пацієнта  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА через 30–60 хв. та 4–6 годин виконують сцинтиграфію у задній проекції й аналізують отриману сцинтиграму.

**Реносцинтиграфія.** Метод відрізняється від радіонуклідної ренографії можливістю отримання зображення нирки з наступною комп’ютерною обробкою всієї нирки чи окремих її сегментів та диференціювати рівень прохідності ниркової миски і сечовода. Показання: діагностика нефрологічної та урологічної патології. Методика: детектор гамма-камери розташовують над ділянкою нирок зі спини і одразу після введення в/в 2–3 МБк /кг маси пацієнта  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА чи 74 кБк/кг маси тіла  $^{131}\text{I}$ -гіпурану виконують сцинтиграфію. Аналіз РСГ виконують поетапно: 1) візуальна оцінка; 2) аналіз зон інтересу; 3) кількісний аналіз фільтраційної та екскреторної функції нирок.

**Ангіосцинтиграфія.** Метод дозволяє візуалізувати судини нирок, визначити ступінь кровопостачання в ділянках вогнищевих змін, діагностувати ниркову гіпертонію та оцінити внутрішньониркову гемодинаміку. Методика дослідження: детектор гамма-камери розташовують зі спини над ділянкою нирок у положенні пацієнта сидячи і одразу після в/в введення 370–550 МБк  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА проводять сцинтиграфію. Комп’ютерна обробка отриманих даних дозволяє визначити термін артеріального припливу ( $T_a$ ), венозного відтоку ( $T_v$ ) та венозну ємність ( $V/A$ , що є співвідношенням  $T_v$  і  $T_a$ ). У нормі  $T_a$  пра-

вої нирки складає  $8,5 \pm 0,5$  с, лівої нирки —  $9 \pm 0,5$  с.  $T_v$  правої нирки  $6,3 \pm 0,45$  с, лівої нирки —  $6,1 \pm 0,4$  с.  $V/A$  відповідно  $0,71 \pm 0,03$  та  $0,67 \pm 0,03$ . Найбільш ефективна оцінка періоду напіввиведення (в нормі 10,5 с) та показник ефективності венозного відтоку (в нормі 0,45 с).

Радіонуклідні методики дослідження нижніх сечових шляхів виконують при порушенні прохідності міхурово-уретрального сегмента внаслідок аденоми передміхурової залози, склерозу шийки сечового міхура, клапанів задньої уретри, нейрогенного сечового міхура та ін. Частіше виконують визначення залишкової сечі та цисторенографію.

### РІА в діагностиці уражень нирок

РІА в нефрології дозволяє вивчити механізми гормональної регуляції функції нирок. Визначення рівня  $\beta_2$ -МГ ( $\beta_2$ -мікроглобуліну) є важливим критерієм оцінки функціонального стану, дифузних і осередкових уражень нирок, диференціаль-но-діагностичним тестом гломерулярних і канальцевих порушень. Визначення концентрації паратирина, кальцитоніну і холекальциферолу за допомогою РІА дозволяє своєчасно діагностувати вторинний гіперпаратиреоз і ниркову остеодистрофію.

## Променева анатомія сечовидільної системи

### Вікові особливості сечової системи

У новонароджених нирки відносно довші, зберігають часточкову будову. Звивисті канальці у новонароджених розвинуті слабо, кірковий шар майже відсутній. До кінця першого року життя нирки збільшуються в розмірах майже удвічі. У новонародженого верхній полюс нирки розташовується на рівні верхнього краю XI грудного хребця, у дитини 1 року — дещо вище за нижній край XII хребця. У 2 роки розташування верхнього полюса нирки відповідає положенню нирки



дорослого. Осі нирок у новонародженого розташовуються паралельно до хребта. До 5–6 років осі нирок сходяться вгору. Ниркові миски не мають особливостей будови залежно від віку. Сечоводи у дитини ширші, довші і рухоміші, ніж у дорослого, мають нефіксовані вигини на різних рівнях, розширення у поперекових відділах, активно перистальтують. У новонародженого задня стінка сечового міхура покрита очеревиною і не дотикається до прямої кишки. Форма сечового міхура у внутрішньоутробному періоді циліндрична, у грудних дітей — яйцевидна.

### УЗД-анатомія сечовидільної системи

На УЗД нормальні нирки мають чіткі і рівні контури. Паренхіма середньої ехогенності, чітко диференціюються кірковий і мозковий шари. Мозковий шар утворений нирковими пірамідами — гіпоехогенні ділянки трикутної форми, направлені верхівкою до ниркового синуса. Нирковий синус (центральный нирковий комплекс) гіперехогенний за рахунок жирової клітковини, що розташована навколо нього (рис. 15.9). В ділянці воріт нирки візуалізуються ехонегативні

трубчасті утворення — ниркові вена і артерія. Нормальні сечоводи не візуалізуються. Наповнений сечовий міхур ехонегативний, з чіткими рівними контурами.

### Рентгенанатомія нирок і сечовидільної системи

На урограмі (рис. 15.10) верхня межа тіні правої нирки знаходиться на рівні  $Th_{XI}$ , нижня межа — на рівні  $L_{III}$ . Верхня межа тіні лівої нирки на 1,5–2 см вища за верхню межу правої нирки. Розмір нирок 11,5 × 6–7 см. Кут, утворений подовжніми осями нирок по відношенню до сагітальної площини, відкритий донизу і складає 20–22°, відстань між верхніми полюсами нирок в середньому 7 см, між нижніми полюсами нирок — 11 см.

Контури нирок чіткі, рівні. Контрастовані малі чашечки розподілені рівномірно і симетрично.

Сеча потрапляє з ниркових пірамід у малі, а потім у великі ниркові чашечки, які відкриваються в ниркову миску. Сечоводи (розмір в середньому 27 × 0,5 см) сполучають ниркову миску з сечовим міхуром. У сечоводі розрізняють 3 фізіологічних звуження:

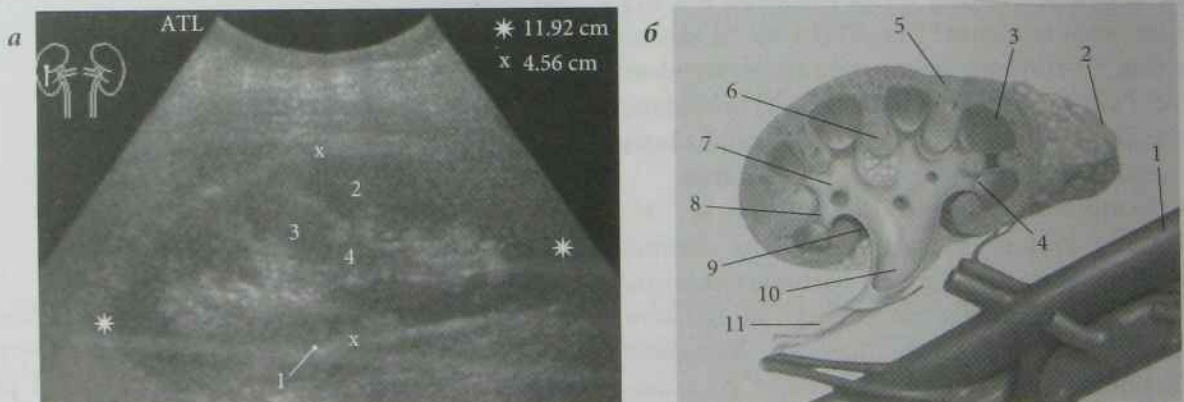


Рис. 15.9. Нормальна нирка:

а) УЗД правої нирки, В-режим: 1 — капсула нирки; 2 — кірковий шар ниркової паренхіми; 3 — медулярний шар ниркової паренхіми; 4 — центральный нирковий комплекс; б) схема нормальної нирки: 1 — нижня порожниста вена; 2 — наднирник; 3 — ниркова піраміда; 4 — нирковий сосочок; 5 — кірковий шар нирки; 6 — ниркова колонка (колонка Бертіні); 7 — велика чашечка; 8 — маленька чашечка; 9 — синус нирки; 10 — ниркова миска; 11 — сечовід



Рис. 15.10. Екскреторна урограма

- ▶ перше звуження — в місці переходу ниркової миски в сечовід;
- ▶ друге звуження — в місці перехресту сечоводу з клубовими судинами;
- ▶ третє звуження — в місці переходу сечоводу в сечовий міхур.

Нормальні контрастовані сечоводи візуалізуються окремими ділянками за рахунок їх перистальтики.

На цистограмі тінь наповненого нормального сечового міхура — круглястої форми з чіткими контурами, нижня межа її знаходиться на рівні верхнього краю лобкового симфізу.

На цистоуретрограмі ширина тині чоловічої уретри у момент сечовипускання складає не менше 7 мм з рівними гладкими контурами.

На КТ нормальні нирки еліпсоїдної або круглястої форми з чіткими контурами, кірковий і мозковий шар не диференціюються, товщина паренхіми рівномірна (рис. 15.5). Чітко візуалізується чашково-мискова система. Сечоводи на аксіальних зрізах круглястої форми, середньої щільності. Контури сечового міхура чіткі, стінка його тонка.

**МРТ-анатомія:** на  $T_1$ -33 нирок чітко розрізняють кіркову (середній МР-сигнал) і мозкову речовину (низький МР-сигнал) паренхіми нирок, миску (низький МР-сигнал), навколонир-

кову жирову клітковину (високий МР-сигнал); на  $T_2$ -33 структура паренхіми нирок не диференціюється (рис. 15.11). На МРТ стінка сечового міхура на  $T_2$ -33-зображенні представлена як однорідна гіпоінтенсивна структура.



Рис. 15.11. МРТ  $T_2$ -33, коронарний зріз:

нирки в нормі: 1 — права нирка; 2 — ліва нирка; 3 — печінка; 4 — селезінка

## Променева діагностика окремих захворювань сечовидільної системи

### Аномалії розвитку сечовидільної системи

Класифікація аномалій розвитку нирок і верхніх сечових шляхів:

- ▶ аномалії кількості: агенезія нирок, подвоєння нирок та ін.;
- ▶ аномалії величини нирок: гіпоплазія нирок, гіперплазія нирок;
- ▶ аномалії положення: дистопія (грудна, поперекова, крижова), перехресна дистопія, незавершений поворот нирки;
- ▶ аномалії форми нирок: підковоподібна нирка, S-подібна нирка, L-подібна нирка;



- ▶ аномалії миски і сечоводу: подвоєння миски, подвоєння сечоводу, уретероцеле;
- ▶ аномалії ниркових судин: аномальне відходження судин, додаткові судини нирки;
- ▶ аномалії ниркової паренхіми: полікістоз нирок, часточкова нирка.

### Аномалії кількості нирок

**Агенезія нирок** — це вада розвитку однієї чи обох нирок, що характеризується повною відсутністю ниркової тканини з однієї чи обох сторін (рис. 15.12). Відсутність ниркової тканини підтверджується за допомогою УЗД, РД, КТ, МРТ, РНД.

**Подвоєння нирки** — аномалія розвитку, що характеризується збільшенням розмірів нирки з наявністю двох чашково-мискових систем і сечоводів (рис. 15.13, кольорова вкладка: рис. 23).

### Аномалії величини нирок

**Гіпоплазія нирок** — зменшення розміру частіше однієї нирки, без істотного порушення гістологічної будови і функції нирки (рис. 15.14).



Рис. 15.12. Екскреторна урограма: аплазія нирок

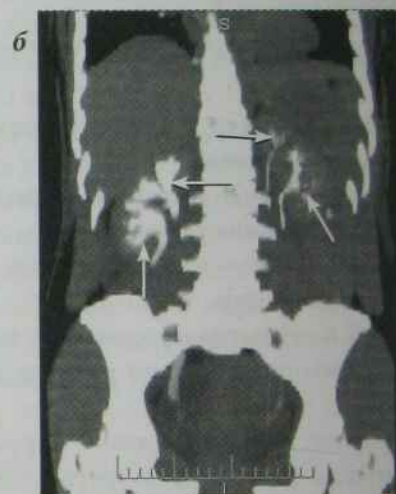
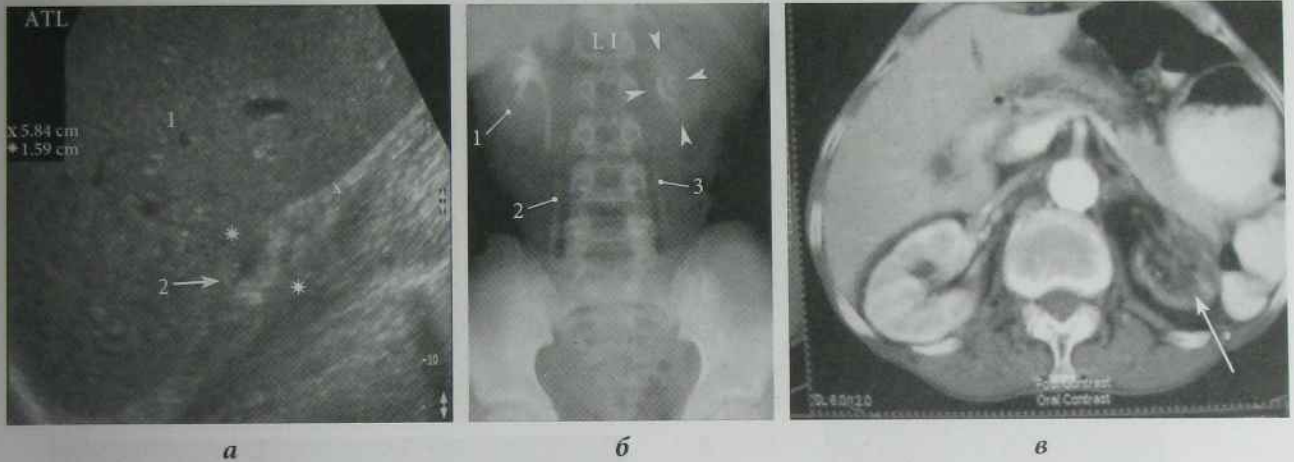


Рис. 15.13. Подвоєння нирок:

- а) екскреторна урограма (подвоєні контрастовані сечоводи — стрілки); б) СКТ нирок, коронарна реконструкція (подвоєні миски — стрілка)

### Аномалії ниркових судин

Аномалії ниркових судин можуть включати аномалії кількості (наприклад, додаткова ниркова артерія) і положення ниркових артерій, аномалії форми і структури судин, аневризми ниркових артерій, вроджені артеріовенозні фістули. **Додаткова ниркова артерія** перехрещується з сечоводом на рівні сечовідно-мискового переходу і може бути причиною стиснення сечоводу



**Рис. 15.14.** Гіпоплазія нирки:

а) УЗД правої нирки (1 — печінка, 2 — гіпоплазована нирка); б) екскреторна урограма (1 — нормальна права нирка; 2 — правий сечовід; 3 — лівий сечовід; гіпоплазована ліва нирка позначена головками стрілок); в) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз (зменшена в розмірах ліва нирка — стрілка)

з подальшим розвитком гідронефрозу (рис. 15.15 та кольорова вкладка: рис. 24).



**Рис. 15.15.** Екскреторна урограма:

додаткова ниркова артерія (місце перехресту додаткової артерії та правого сечоводу — стрілка); 1 — нормальна ЧМС лівої нирки; 2 — гідронефротичні зміни ЧМС правої нирки; 3 — правий сечовід

### Аномалії положення нирок

**Дистопія** може бути грудна, поперекова, крижова. При грудній дистопії нирка розташована в грудній порожнині, при поперековій — у поперековій ділянці, при крижовій — в крижовій ділянці. При поперековій або крижовій дистопії сечовід вкорочений, без істотних вигинів (рис. 15.16). Незавершений поворот нирки характеризується різним ступенем повороту нирки щодо нормального положення (кольорова вкладка: рис. 25). При дистопії нирок паренхіма має часточкову ембріональну будову. Нирки можуть розташовуватися в тазу на рівні гребеня клубової кістки.

### Аномалії ниркової паренхіми

**Часточкова нирка** складається з численних часточок (рис. 15.17, а), що не злилися в єдиний орган у період внутрішньоутробного розвитку. Функція нирки істотно не порушена. Діагностика часточкової нирки можлива методами УЗД, КТ, МРТ.

**Полікістоз нирок** — двобічна прогресуюча аномалія розвитку нирок, що супроводжується



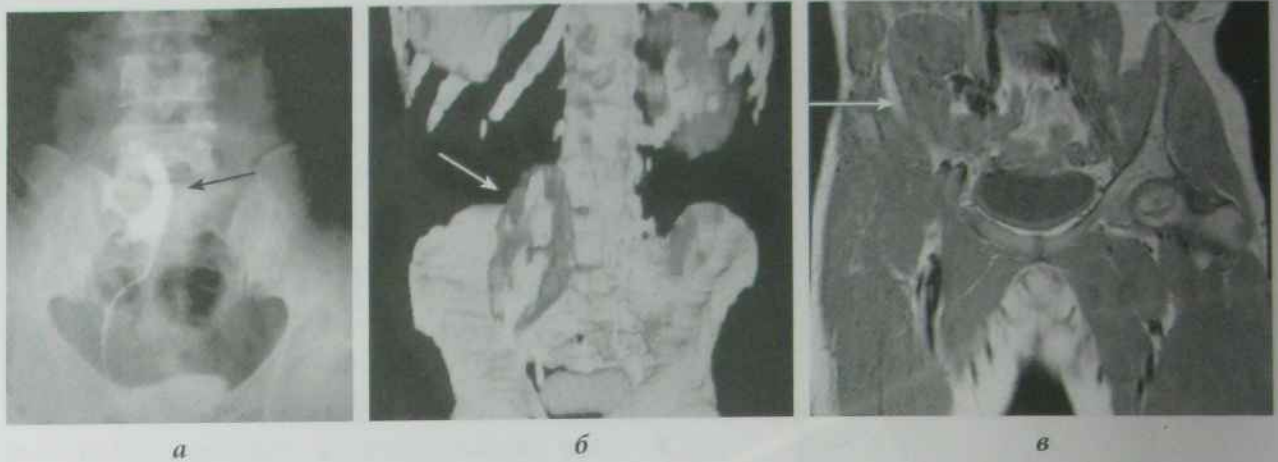


Рис. 15.16. Тазова дистопія правої нирки (стрілки):

а) екскреторна урограма; б) СКТ черевної порожнини, 3D-реконструкція; в) МРТ таза  $T_2$ -ЗЗ, коронарна проекція

заміщення кіркової і мозкової речовини множинними кістами.

При УЗД визначається збільшення розмірів нирок, множинні ехонегативні круглясті різної величини осередки, що значно деформують чашково-мискову систему, паренхіма нирок стоншена (рис. 15.17, б).

На екскреторній урограмі двосторонні множинні неконтрастовані рентгенопрозорі круглясті осередки, що деформують чашечково-

мискову систему, контур нирок хвилястий, нерівний.

На КТ визначається двостороннє збільшення нирок за рахунок множинних гіпоінтенсивних круглястих порожнин різних розмірів; контури нирок чіткі хвилясті, паренхіма нирки нерівномірно стоншена. При в/в введенні контрастної речовини порожнини кіст не контрастуються, а функціонуюча паренхіма нирок контрастується (рис. 15.18, б).

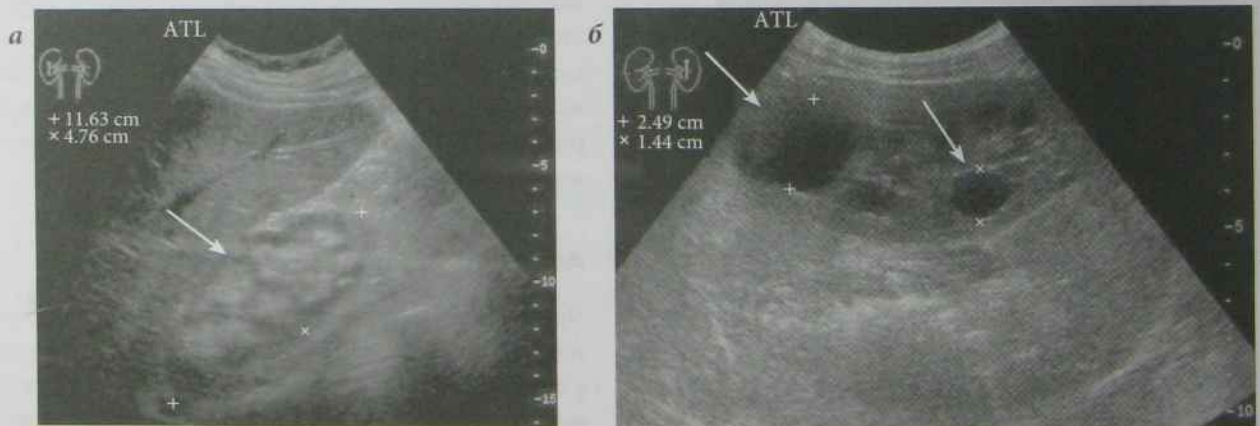
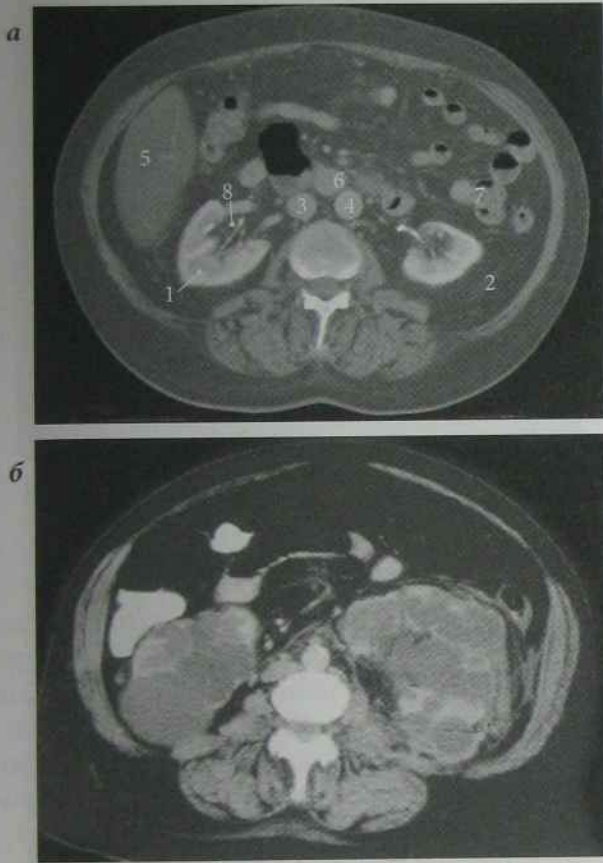


Рис. 15.17. УЗД нирок:

а) часточкова нирка (стрілка); б) полікістоз нирки (кісти в нирці — стрілки)



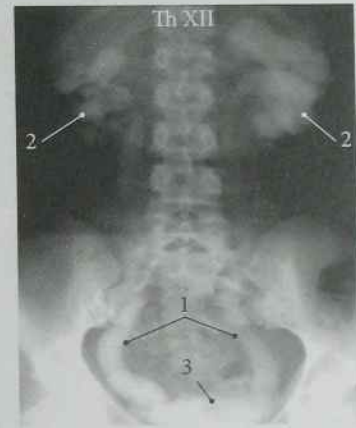
**Рис. 15.18.** КТ черевної порожнини з контрастним посиленням, аксіальний зріз:

а) нирки в нормі: 1 — права нирка; 2 — ліва нирка; 3 — нижня порожниста вена; 4 — аорта; 5 — печінка; 6 — підшлункова залоза; 7 — петлі кишок; 8 — контрастований сечовід; б) полікістоз нирок (нирки збільшені з поліциклічними контурами за рахунок кістозної перебудови)

На МРТ на  $T_1$ -33 кісти візуалізуються як гомогенні тонкостінні утворення середньої інтенсивності МР-сигналу, на  $T_2$ -33 сигнал кіст високої інтенсивності. МР-сигнал порожнин кіст не посилюється при використанні МР-контрастних речовин.

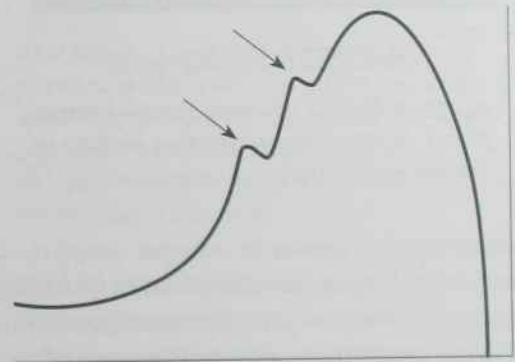
**Міхурно-сечовідний рефлюкс** (рис. 15.19) виникає в результаті недорозвинення міхурно-сечовідного співюстя або інфравезикальної об-

струкції. Є причиною порушення уродинаміки, що призводить до розширення сечоводів і ЧМС. На екскреторному сегменті радіоренограми виявляють періодичне підвищення радіоактивності за рахунок зворотного току сечі (рис. 15.20)



**Рис. 15.19.** Міхурно-сечовідний рефлюкс:

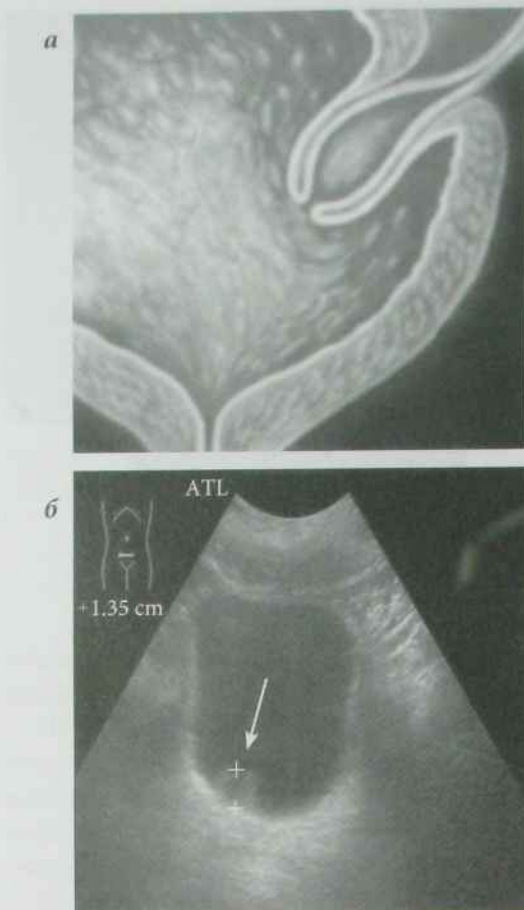
а) екскреторна урограма (1 — розширені сечоводи; 2 — гідронефротично трансформовані ЧМС; 3 — сечовий міхур);



**15. 20.** Радіоренограма (стрілками вказані місця підвищення радіоактивності на екскреторному сегменті)

**Уретероцеле** (внутрішньоміхурова кіста сечоводу) — аномалія стінок дистального відділу сечоводу у вигляді розширення внутрішньоміхурового відділу сечоводу ( рис. 15.21).



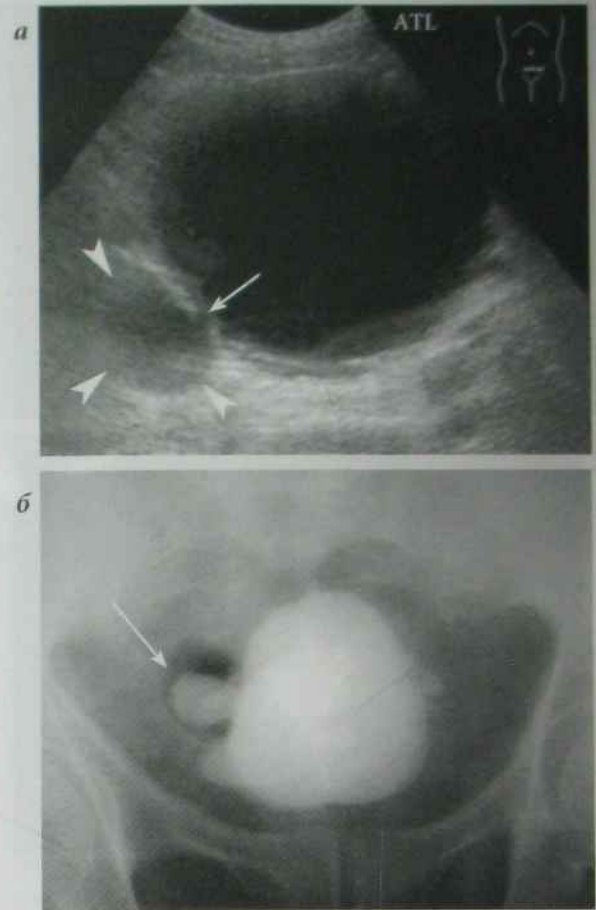


**Рис. 15.21.** Уретероцеле:

а) схема, б) УЗД сечового міхура (розширення внутрішньоміхурового відділу сечоводу — стрілка)

**Дивертикули сечового міхура** можуть бути вродженими (справжні дивертикули) і набутими (несправжні дивертикули). Вроджені дивертикули виникають в результаті недорозвинення м'язового шару стінки сечового міхура. Набуті дивертикули виникають при порушенні відтоку сечі з сечового міхура. Візуалізація дивертикулів можлива при виконанні УЗД, КТ, МРТ, цистографії. Дивертикули сечового міхура являють собою мішковидні випинання частіше бічної стінки, що сполучаються з порожниною сечового міхура (рис. 15.22).

**Гіпертрофія нирки** — компенсаторне збільшення нирки при аплазії протилежної нирки.



**Рис. 15.22.** Дивертикул сечового міхура:

а) на ультрасонограмі сечового міхура визначається додаткове гіпоехогенне випинання з чітким контуром (голівки стрілок), що сполучається з гіпоехогенним сечовим міхуром (місце сполучення з порожниною сечового міхура — стрілка); б) на цистограмі визначаються множинні, інтенсивні (заповнені високоатомним водорозчинним контрастом) додаткові тіні круглястої форми з чітким контуром, сполучені з сечовим міхуром

Збільшення розмірів нирки може спостерігатися при пухлинах, гідронефрозі, природженій гіпертрофії єдиної нирки.

При **підковоподібній нирці** (рис. 15.23), синуси нирок обернені вперед, а зовнішні опуклості — назад. Сечоводи відходять від передньої



**Рис. 15.23.** КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: підковоподібна нирка (стрілка)

поверхні мисок, може спостерігатися стиснення перешийка сечоводів, що поступово призводить до гідронефрозу, хронічного пієлонефриту.

При **дискінезіях сечоводу** спостерігається прискорення, уповільнення, нерівномірність і ослаблення перистальтики, зворотна перистальтика.

**Екстрофія сечового міхура** характеризується наявністю дефекту передньої черевної стінки і сечового міхура, розщепленням сечовидільного каналу і значним розходженням лобкового з'єднання.

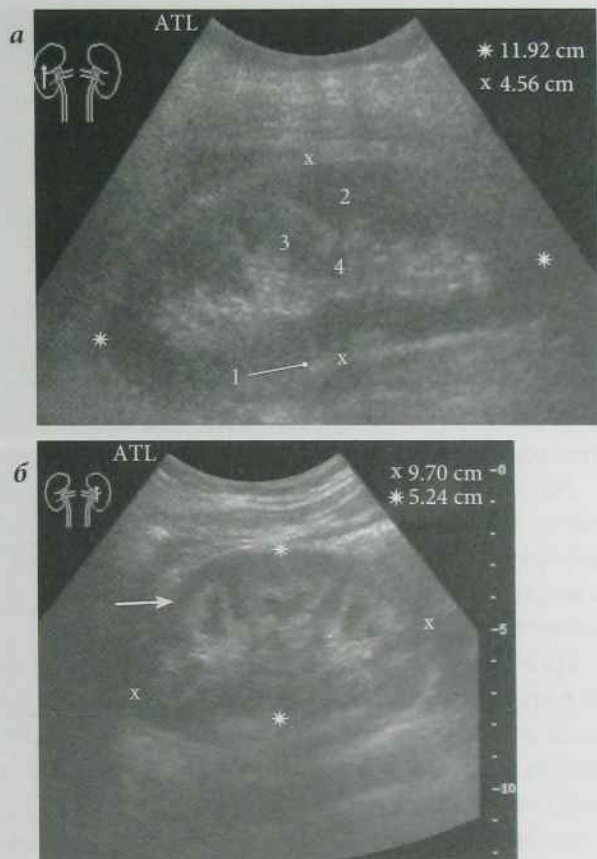
## Запальні захворювання сечовидільної системи

### Пієлонефрит

При УЗД (рис. 15.24, б) ехогеність паренхіми нирки підвищена, відсутня чітка диференціація кіркового і мозкового шару, паренхіма нирки стоншена, чашково-мисковий апарат розширений.

На екскреторній урограмі виділення контрасту ураженою ниркою сповільнене, ниркові чашечки круглясті, деформовані, товщина паренхіми нирки нерівномірно зменшена.

На КТ визначається збільшення розмірів нирки, контур її нечіткий, зниження щільності діля-



**Рис. 15.24.** УЗД нирки в В-режимі:

- а) в нормі (1 — капсула нирки; 2 — кірковий шар ниркової паренхіми; 3 — медулярний шар ниркової паренхіми; 4 — центральний нирковий комплекс);  
 б) пієлонефрит (ниркова паренхіма стоншена — стрілка)

нок набряку паренхіми, відсутність відмінності щільності кортикального і медулярного шарів, збільшення щільності паранефральної клітковини внаслідок її набряку.

На МРТ на T<sub>1</sub>-33 МР-сигнал кіркової і мозкової речовини середньої інтенсивності, а паранефральної клітковини — високої інтенсивності.

На **радіоренограмі** ураженої нирки виявляється зниження амплітуди кривої за рахунок зниження висоти секреторного сегмента, помірне зниження екскреторного сегмента, уповільнення періоду напіввиведення РФП. Такі зміни



характерні для паренхіматозного типу радіоренограми (рис. 15.8).

На сцинтиграмі (кольорова вкладка: рис. 26) спостерігається рівномірне зниження активності РФП в ураженій нирці.

### Абсцес нирки

При УЗД ехогеність паренхіми нирки підвищена, визначається гіпоехогенне додаткове утворення, яке випинає зовнішній контур нирки, чашечки деформовані і зміщені виявленим патологічним утворенням.

На *екскреторній урограмі*: виділення контрасту ураженою ниркою сповільнене, чашечки деформовані і зміщені. Після прориву абсцесу в миску нирки можливе контрастування порожнини абсцесу.

На *КТ* виявляється збільшення розмірів нирки за рахунок локального гіподенсивного осередку, який випинає контур нирки, щільність ділянок набряку паренхіми знижена, відсутня різниця в щільності кіркового і медулярного шарів поряд з патологічним осередком, щільність паранефральної клітковини збільшена внаслідок її набряку (рис. 15.25).

На *MPT* візуалізується локальне випинання контуру нирки за рахунок патологічного утво-



Рис. 15.25. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: абсцес лівої нирки (стрілка)

рення середньої інтенсивності МР-сигналу на  $T_1$ -33 і високою інтенсивністю МР-сигналу на  $T_2$ -33; МР-сигнал паранефральної клітковини на  $T_1$ -33 і в режимі STIR високої інтенсивності.

На *радіоренограмі* ураженої нирки виявляється зниження амплітуди кривої, зниження висоти секреторного сегмента, помірне зниження екскреторного сегмента. Характер кривої радіоренограми ураженої нирки наближається до паренхіматозного типу (рис. 15.8).

### Туберкульоз нирок

При УЗД (рис. 15.26, а) ураженої нирки відзначається зміщення і груба деформація чашечок, наявність множинних звапнень (гіперехогенні вогнища) в паренхімі нирки, можлива наявність звапнень поперекових і клубових лімфатичних вузлів; туберкульозні каверни нирки візуалізуються як гіпоехогенні ділянки паренхіми з нечітко вираженою капсулою ("свіжа" каверна) або з товстою гіперехогенною капсулою (фіброзна каверна).

На *оглядовій урограмі* визначається негомогенна тінь нерівномірно звапненої ураженої нирки, звапнення поперекової і клубової груп лімфатичних вузлів (рис. 15.26 б, в).

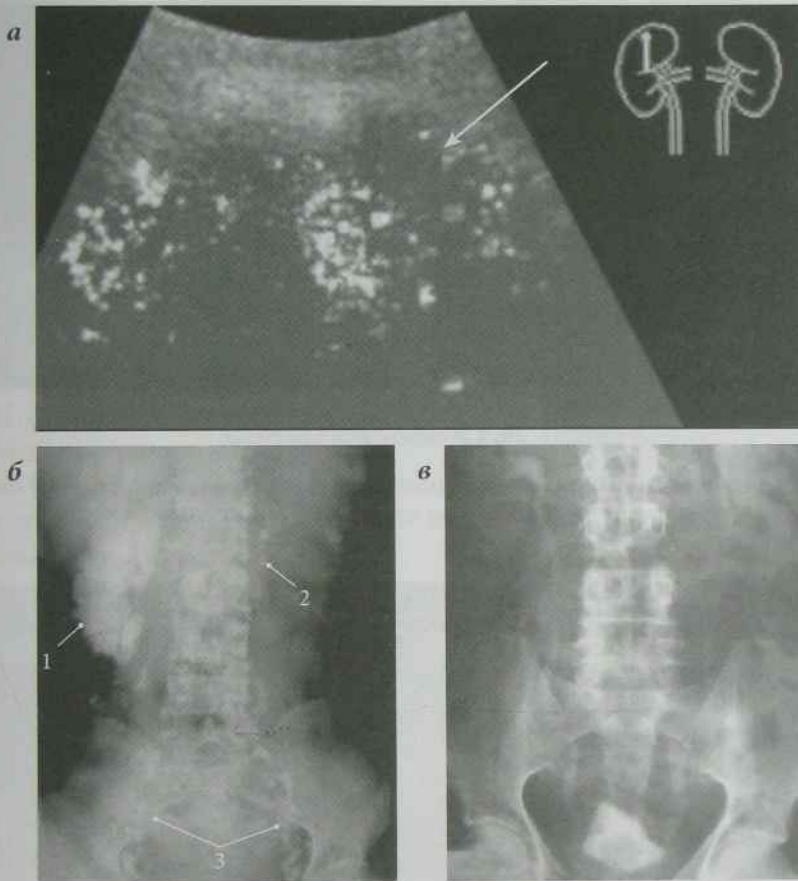
На *екскреторній урограмі* функція нирки знижена, чашечки зміщені і деформовані. За наявності каверни у нирці візуалізується додаткова порожнина неправильної форми без чітких меж, яка сполучається з порожниною миски.

Виразеність деструктивних змін, кількість туберкульозних каверн уточнюють за допомогою *КТ* або *MPT*.

На *радіоренограмах* відзначається уповільнення виведення РФП з ураженої нирки. Тип кривої ураженої нирки паренхіматозний, у пізній стадії — афункціональний (рис. 15.8).

### Стриктури уретри

Стриктури уретри виникають в результаті запальних процесів або після травми. На *уретрограмі* (рис. 15.27) визначається одне або декілька



**Рис. 15.26.** Туберкульоз правої нирки:

а) УЗД нирок (фіброзна каверна — стрілка, множинні звапнення); б) оглядова урограма (1 — звапнена права нирка, звапнення поперекової (2) і клубової (3) груп лімфатичних вузлів); в) екскреторна урограма: туберкульоз лівого сечоводу



**Рис. 15.27.** Ретроградна уретрограма: стриктура уретри (місце звуження вказано стрілкою)

звужень просвіту уретри з гладкими чіткими або з нечіткими нерівними контурами, розміри неуражених ділянок уретри можуть не змінюватися. Можлива наявність розширення уретри вище місця звуження. Після гонорейного уретриту може спостерігатися звуження уретри на всьому протязі з наявністю множинних стриктур.

### **Сечокам'яна хвороба**

При УЗД (рис. 15.28, а, б, 15,29 б) візуалізуються гіперехогенні утворення з наявністю анехогенної акустичної тіні розміром від 3 мм, розташованої в проекції ЧМС нирки або по ходу сечоводу. При



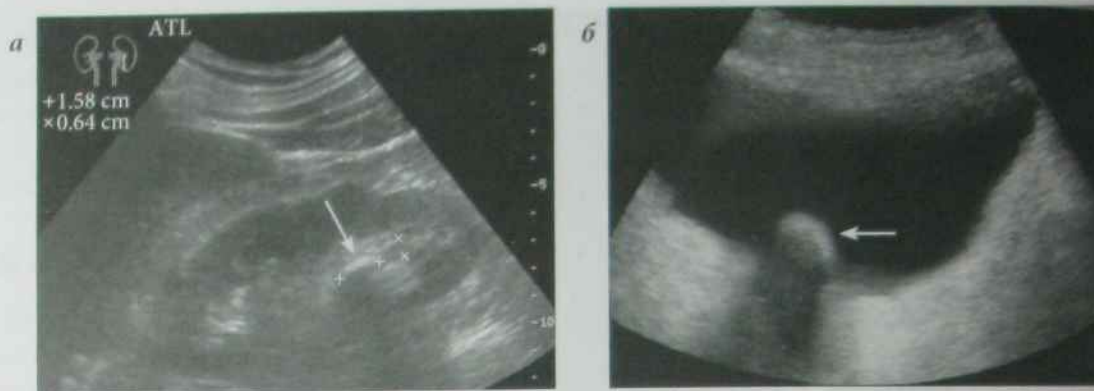


Рис. 15.28. Сечокам'яна хвороба:

а) УЗД нирок: камінь в ділянці верхньої чашечки лівої нирки (стрілка); б) УЗД сечового міхура: камінь у порожнині сечового міхура (стрілка)

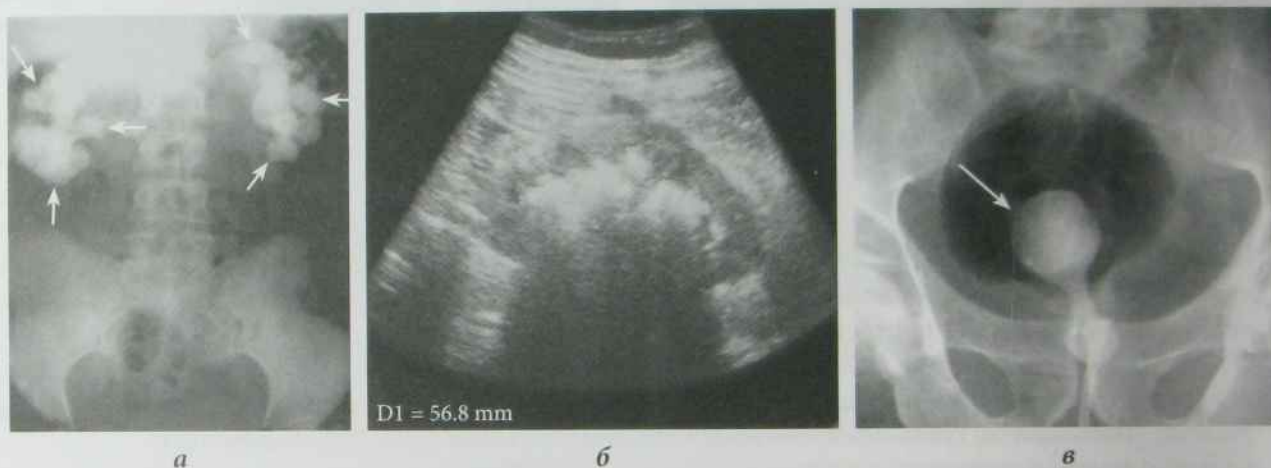


Рис. 15.29. Сечокам'яна хвороба:

а) оглядова урограма: коралоподібні камені обох нирок; б) УЗД нирок: коралоподібний камінь; в) пневмоцистограма: камінь (стрілка) в порожнині сечового міхура і в початковій частині уретри

обтурації конкрементом ділянки сечовидільної системи можливе розширення її вищерозташованих відділів.

На рентгенограмах (рис. 15.29, а, в) виявляють локалізацію тіні (рентгенопозитивний конкремент на оглядовій урограмі) або дефект наповнення (рентгенонегативний конкремент на екскреторній урограмі) в проекції структур сечовидільної системи, а також ознаки обструкції (розширення вищерозташованих структур

сечовидільної системи, уповільнення екскреції контрастної речовини).

На КТ можливе виявлення гіперденсивних (внутрішньочашечкових, внутрішньомискових, внутрішньосечовідних, внутрішньоміхурових) утворень розмірами від 0,1 см.

На сцинтиграмах великі конкременти в нирковій мисці функціонуючої нирки є зонами відсутності або зменшення активності РФП. Найвність у нирковій мисці конкременту може зумо-

вити утруднення спорожнення однієї з чашечок, що супроводжується тривалою затримкою радіоактивності.

При виконанні динамічної сцинтиграфії або радіоренографії ознакою обструкції є "обструктивний" тип ренографічної кривої (рис. 15.8) та візуалізація сечоводів.

### Гідронефроз

Гідронефроз — патологія, що характеризується розширенням ЧМС нирки з поступовим стисненням ниркової паренхіми. Причини гідронефрозу: вроджені аномалії розвитку (стеноз сечоводу, додаткові судини нирок, уретероцеле, клапани уретри), сечокам'яна хвороба, пухлини, аденома простати, міома матки, лімфаденопатія, ятрогенні причини (променева терапія, післяопераційні стриктури і т.д.).

На УЗД (рис. 15.30) відзначається розширення порожнин ниркової миски і чашечок, зменшення товщини паренхіми, нирка при значній гідронефротичній трансформації збільшується в розмірах, контур її стає горбистим.

На екскреторній урограмі (рис. 15.31, а) спостерігається розширення чашково-мискової системи, контур нирок хвилястий, нерівний.



Рис. 15.30. УЗД лівої нирки:

гідронефроз (1 — розширені чашечки, 2 — розширена миска, межі збільшеної нирки — стрілки)

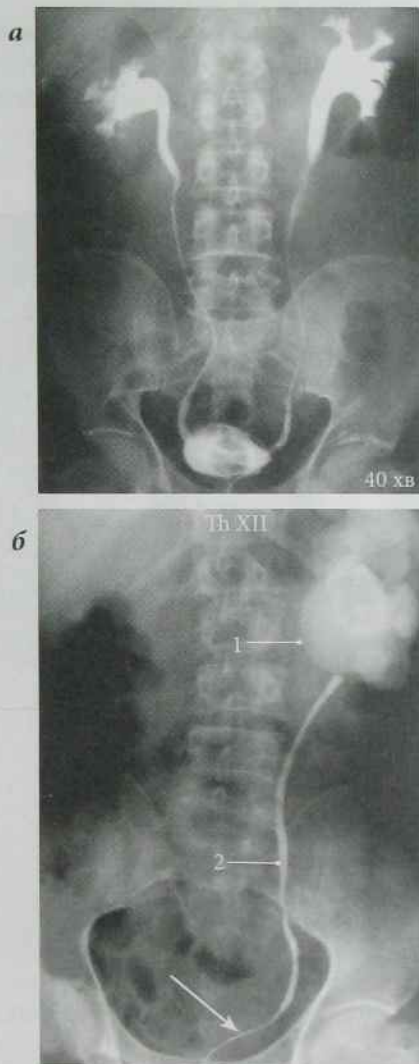


Рис. 15.31. Гідронефроз:

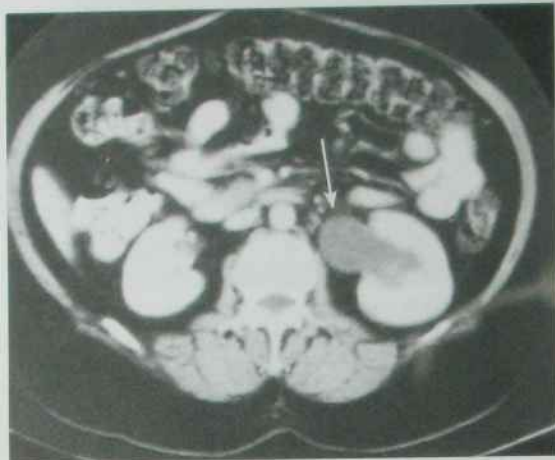
а) екскреторна урограма; б) лівобічна ретроградна урограма (1 — гідронефротична трансформація ЧМС лівої нирки, 2 — контрастований лівий сечовід, катетер — стрілка)

У термінальній стадії гідронефрозу ниркова паренхіма значно стоншена і не функціонує, тому виконують ретроградну урографію (рис. 15.31, б).

На КТ виявляють збільшення розмірів порожнин ниркової миски і чашечок; контури нирок чіткі хвилясті, паренхіма нирки нерівномірно стоншена. Після в/в введення контрастної



речовини за наявності функціонуючої паренхіми спостерігається підвищення її щільності і контрастне посилення розширеної чашково-мискової системи (рис. 15.32).



*Рис. 15.32. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз:*

*гідронефроз лівої нирки (розширення миски лівої нирки — стрілка)*

На МРТ при гідронефрозі визначається розширення ЧМС з характерним низьким МР-сигналом на  $T_1$ -33 і високим МР-сигналом на  $T_2$ -33. Кірковий і мозковий шари нирки не диференціюються.

На радіоренограмі визначається подовження періоду напіввиведення РФП, уповільнення або відсутність фази виведення, з прогресуванням процесу виникає ізостенуричний або афункціональний тип радіоренограми (рис. 15.8).

### **Кісти нирок**

Кісти нирок можуть бути вродженими і набути. Розрізняють просту, парапелвікальну, пелвікальну і чашечкову кісти. Проста кіста зустрічається найчастіше, в більшості випадків поодинока, як правило, одностороння, може локалізуватися в будь-якій частині нирки, збільшується повільно. Кіста може бути причиною порушення уродина-

міки, призводити до атрофії паренхіми нирки або бути причиною ниркової артеріальної гіпертензії.

При УЗД (рис. 15.33, а) ознаками кісти є локальне збільшення розмірів нирки, одиночний ехонегативний круглястий різної величини з чітким контуром утвір, що деформує ЧМС і зовнішній контур нирки; паренхіма нирки стоншена.

На оглядовій урограмі визначають асиметричне збільшення розмірів нирки.

На екскреторній урограмі (рис. 15.33, б) визначають односторонній одиночний неконтрастний круглястий утвір, що деформує ЧМС, контур нирки нерівний.

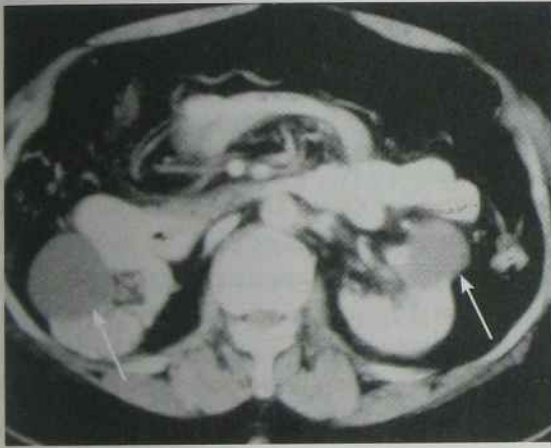


*Рис. 15.33. Кіста правої нирки:*

*а) УЗД нирок (стрілка);  
б) екскреторна урограма (стрілка)*

На *КТ* (рис. 15.34) візуалізується одностороннє збільшення нирки за рахунок одиночного круглястого гіподенсивного утвору різних розмірів з чітким контуром; контури нирки чіткі, паренхіма нирки нерівномірно стоншена, судини нирки деформовані. При в/в введенні контрастної речовини порожнина кісти не контрастується, а функціонуюча паренхіма нирок контрастується.

На *МРТ* кіста візуалізується як гомогенне тонкостінне утворення низької інтенсивності МР-сигналу на  $T_1$ -33 та високої інтенсивності МР-сигналу на  $T_2$ -33. МР-сигнал порожнин кіст не посилюється при використанні МР-контрастних речовин.



**Рис. 15.34.** КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: кісти нирок (стрілки)

На *сцинтиграмі* (кольорова вкладка: рис. 27) визначається ділянка значного зниження накопичення РФП різних розмірів з чітким контуром (негативна сцинтиграфія).

### Пухлини нирок

#### Доброякісні пухлини нирок

До доброякісних пухлин нирок відносяться аденоми, ліпоми, фіброми, лейоміоми, гемангіоми, гамартоми та ін.

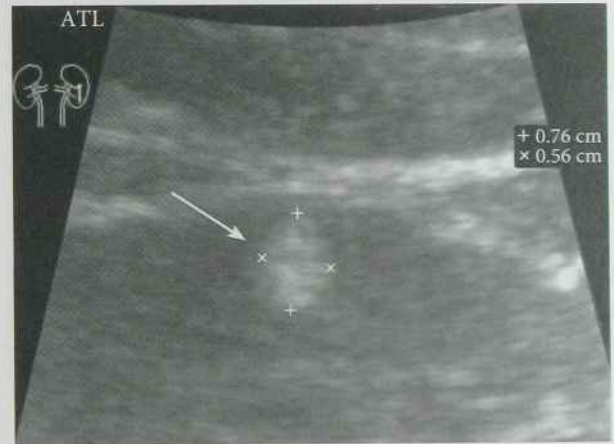
**Гамартома (ангіоміоліптома)** зустрічається найчастіше, як правило, одностороння, розташо-

вується в паренхімі нирки, різних розмірів (від кількох міліметрів до 12–15 см).

При *УЗД* (рис. 15.35) у паренхімі нирки гамартома візуалізується як неоднорідний гіперехогенний утвір круглястої форми з чіткими контурами.

На *КТ* в паренхімі нирки гамартома візуалізується як гіподенсивний неоднорідний круглястий утвір з чітким контуром.

На *МРТ* в паренхімі нирки візуалізується круглястий утвір з чітким контуром і високим МР-сигналом на  $T_1$ -33 і  $T_2$ -33 та низьким МР-сигналом в режимі STIR.



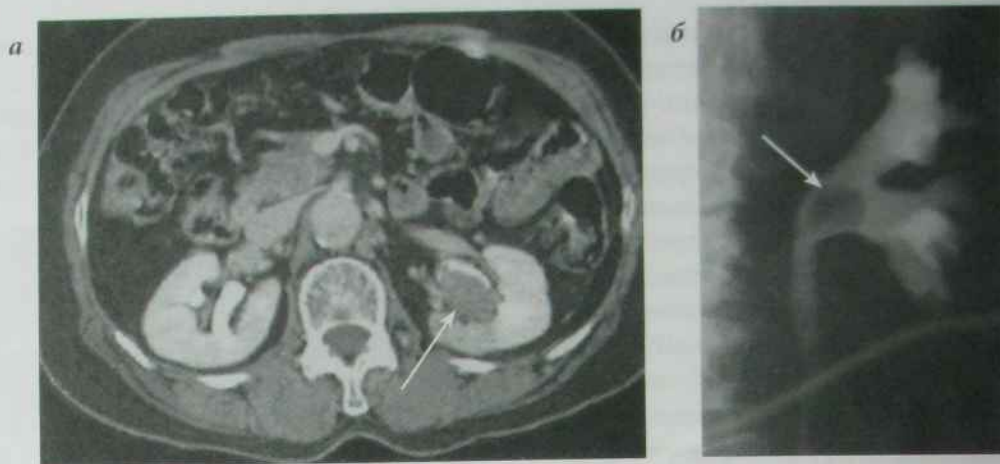
**Рис. 15.35.** УЗД лівої нирки: гамартома паренхіми лівої нирки (гіперехогенний утвір круглястої форми з чітким контуром — стрілка)

**Пухлини ниркової миски** (папіломи, ангіоми та ін.) зустрічаються рідко.

При *УЗД* в нирковій мисці визначається додатковий різної інтенсивності ехосигналу утвір з нечітким контуром.

На *КТ* (рис. 15.36, а) та *ретроградній урограмі* (рис. 15.36, б) визначають наявність у порожнині миски об'ємного гомогенного утвору (дефект наповнення) з чіткими контурами. При збільшенні розмірів пухлини можливе виникнення ознак уростазу: розширення ЧМС та розвиток гідронефрозу.





**Рис. 15.36.** Доброякісна пухлина ниркової миски:

а) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: гіподенсивне утворення в порожнині ниркової миски лівої нирки — стрілка, б) ретроградна урограма: дефект наповнення в порожнині ниркової миски лівої нирки — стрілка

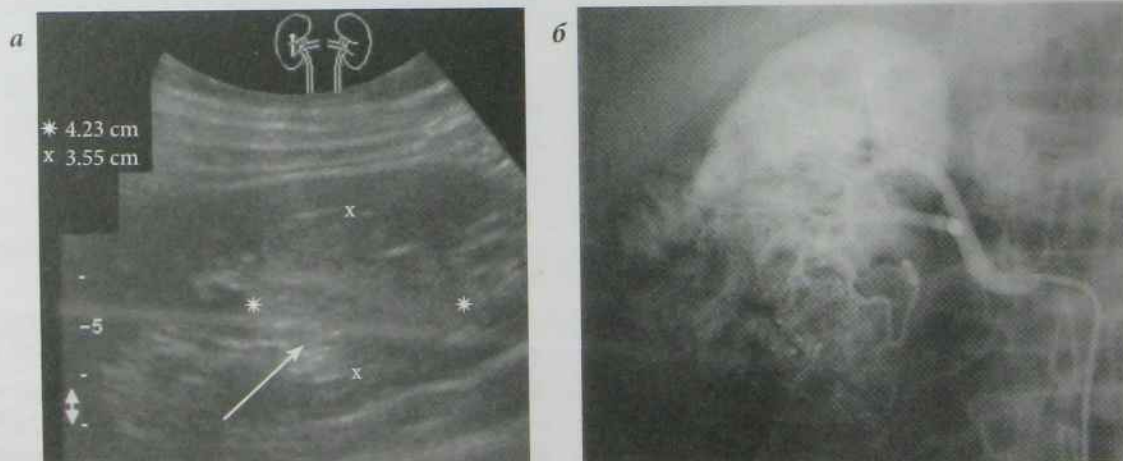
### Злоякісні пухлини нирок

#### Нирковоклітинний рак

При УЗД нирки (рис. 15.37, а) в паренхімі визначається гомогенний гіперехогенний утвір з нечіткими контурами. З прогресуванням процесу виникає деформація ЧМС і контуру нирки.

На *ангіограмі* (рис. 15.37, б) і доплерограмі нирки (кольорова вкладка: рис. 28) визначається зміщення пухлиною ниркових судин і утворення нових судин в пухлині.

На *екскреторній урограмі* (рис. 15.38) визначається зміщення пухлиною чашечок, сечоводу,



**Рис. 15.37.** Нирковоклітинний рак:

а) УЗД правої нирки, б) селективна ангіограма правої нирки (зміна архітекτονіки судин нирки злоякісним новоутворенням)



**Рис. 15.38.** Екскреторна урограма: нирковоклітинний рак лівої нирки (стрілка)

судин і деформація миски. На фоні контрастованої нирки визначається додатковий об'ємний утвір.

На КТ пухлина гіподенсивна по відношенню до паренхіми нирки, при контрастному підсиленні щільність пухлини збільшується, чітко визначається ступінь деформації ЧМС (рис. 15.39).

При МРТ на  $T_1$ -33 МР-сигнал пухлини нижчий, а на  $T_2$ -33 ізо- або гіперінтенсивний по відношенню до МР-сигналу кіркової речовини нирки.

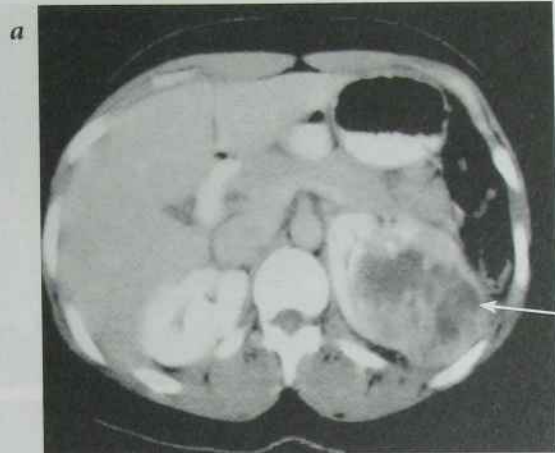
На сцинтиграмі та ОФЕКТ (кольорова вкладка: рис. 29) пухлина візуалізується у вигляді об'ємного збільшення ураженої частини нирки і нечіткими контурами "холодних" вогнищ.

## Пухлина сечового міхура

При УЗД (рис. 15.40, а) визначається локальне потовщення стінки сечового міхура з пухлиноподібним середньої ехогенності утвором з чітким поліциклічним контуром.

На цистограмі (рис. 15.40, б) визначається деформація сечового міхура, дефект наповнення з чітким нерівним контуром.

На КТ (рис. 15.40, в) визначається потовщення стінки сечового міхура, деформація сечового мі-



**Рис. 15.39.** Нирковоклітинний рак лівої нирки (стрілка):

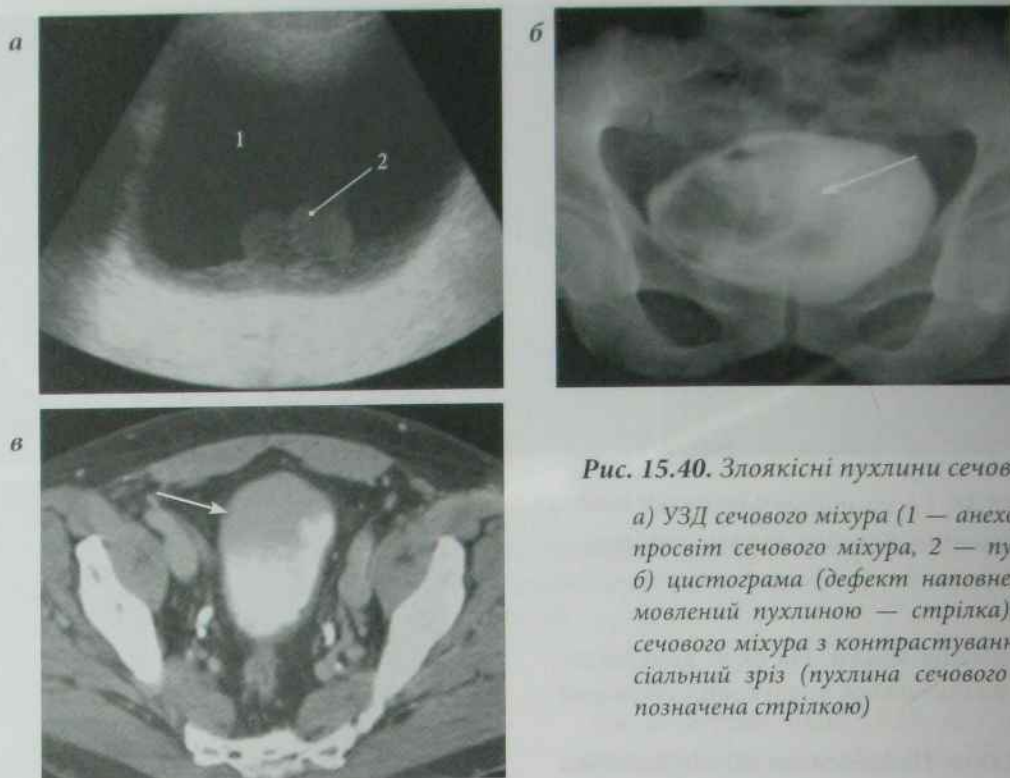
а) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз; б) КТ черевної порожнини, реконструкція в коронарній проекції

хура, дефект наповнення з чітким нерівним контуром. КТ дозволяє визначити межі проростання пухлини в оточуючі органи і тканини.

На МРТ на  $T_2$ -33 чітко визначається потовщення і порушення гомогенності стінки сечового міхура. На  $T_1$ -33 добре виявляється позаміхурове розповсюдження пухлини і ураження лімфатичних вузлів.

У клініці діагностика патології сечового міхура здійснюється в основному за допомогою цистоскопії.





**Рис. 15.40.** Злоякісні пухлини сечового міхура:

*а) УЗД сечового міхура (1 — анехогенний просвіт сечового міхура, 2 — пухлина); б) цистограма (дефект наповнення зумовлений пухлиною — стрілка); в) КТ сечового міхура з контрастуванням, аксіальний зріз (пухлина сечового міхура позначена стрілкою)*

## Нефрогенна артеріальна гіпертензія

Стійке підвищення артеріального тиску виникає внаслідок порушення притоку артеріальної крові до нирки (стеноз ниркової артерії) чи внаслідок порушення внутрішньониркового кровотоку при гломерулонефриті, хронічному пієлонефриті та інших захворюваннях нирок.

При УЗД нирок визначають зменшення товщини ниркової паренхіми, зменшення розмірів нирки, деформацію та ущільнення ниркового комплексу (рис. 15.41).

За допомогою доплерографії виявляють систолічну швидкість та турбулентний потік крові в ділянці стенозу. При недостатній інформативності даних КТ і МРТ для виявлення причини нефрогенної артеріальної гіпертензії виконують артеріографію нирок.

## Травматичні пошкодження нирок

Травми нирок можуть супроводжуватися пошкодженням слизової оболонки чашечок або миски, пошкодженням паренхіми, розривом капсули нирки, відривом судинної ніжки. При підозрі на пошкодження нирки в першу чергу слід проводити УЗД. Для визначення функціонального стану нирки слід виконати радіоренографію або екскреторну урографію.

На МРТ і КТ чітко візуалізуються розриви нирок та гематоми (рис. 15.42).

## Алгоритм променевого дослідження сечовидільної системи

1. Первинні методики дослідження  
Трансабдомінальне УЗД (ТАУЗД)



Рис. 15.41. УЗД правої нирки: зморщена нирка

Трансперинеальне УЗД  
Оглядова рентгенографія  
Екскреторна урографія (ЕУ)  
Низхідна цистографія

2. **Додаткові** (за спеціальними показаннями)
- ▶ Малоінвазивні та неінвазивні методики дослідження
  - ▶ Інфузійна ЕУ з низхідною цистографією
  - ▶ Мікційна цистографія
  - ▶ Доплерографія, дуплекс (триплекс) УЗД нирок
  - ▶ Динамічна сцинтиграфія нирок (рено-нефросцинтиграфія)
  - ▶ Радіоренографія

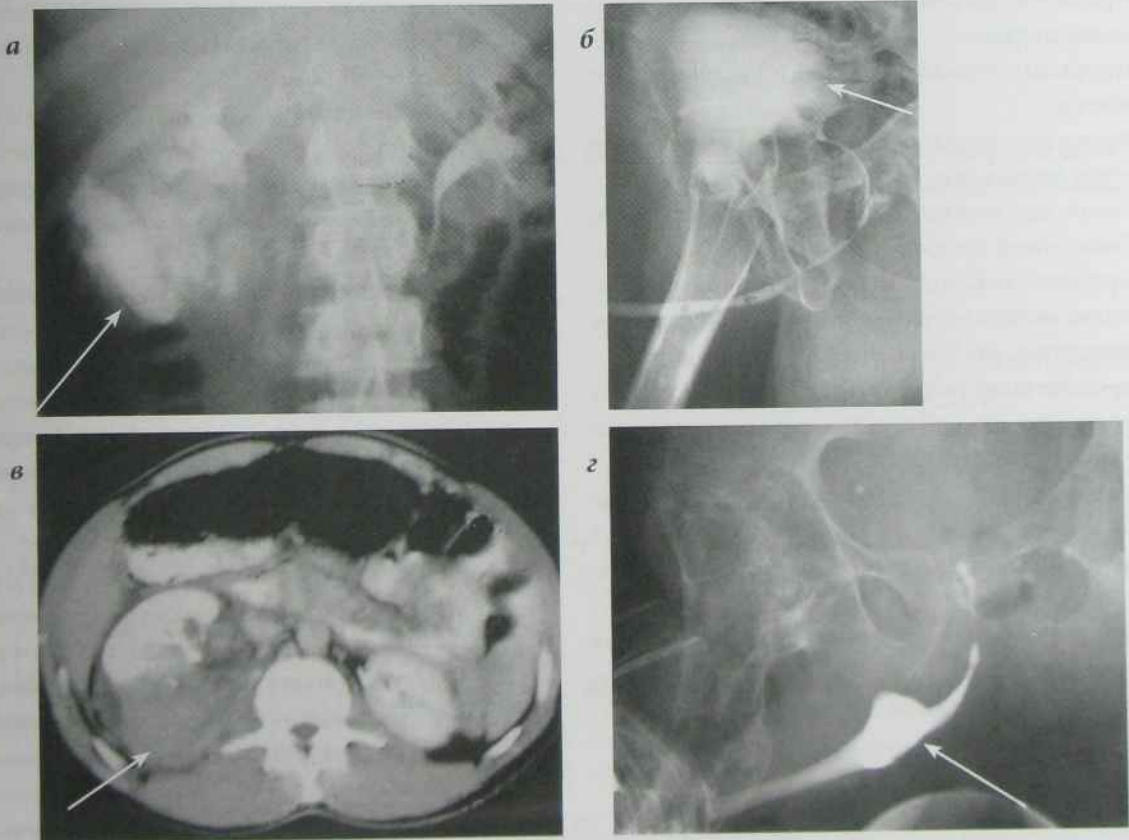


Рис. 15.42. Травматичні пошкодження нирок та уретри:

а) екскреторна урограма: розрив правої нирки (екстравазація контрасту в білянирковий простір — стрілка); б) цистограма: розрив сечового міхура (контрастна речовина за межами контуру сечового міхура — стрілка); в) КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: розрив правої нирки, параренальна гематома (стрілка); г) ретроградна уретрограма: розрив уретри (стрілка)



- КТ нирок
- МРТ нирок
- *Інвазивні методики дослідження*
- Пряма пієлографія: а) ретроградна, б) антеградна;
- Трансвагінальне УЗД (ТВУЗД)
- Трансректальне УЗД (ТРУЗД)
- Трансуретеральне УЗД
- Ангіографія

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть променеві методи дослідження сечовидільної системи.
  2. Перечисліть переваги і недоліки УЗД сечовидільної системи.
  3. Перечисліть переваги і недоліки рентгенологічного методу дослідження сечовидільної системи.
  4. Перечисліть переваги і недоліки КТ-дослідження сечовидільної системи.
  5. Перечисліть показання і протипоказання до радіонуклідних методів дослідження сечовидільної системи.
  6. Нарисуйте схему УЗ-анатомії нормальної нирки.
  7. Нарисуйте схему рентгеноанатомії нормальної нирки.
  8. Перечисліть аномалії розвитку нирок і верхніх сечовидільних шляхів.
  9. Перечисліть променеві ознаки запальних захворювань нирок.
  10. Перечисліть променеві ознаки доброякісних пухлин нирок.
  11. Перечисліть променеві ознаки злоякісних пухлин нирок.
  12. Перечисліть невідкладні стани в урології.
2. Одним із показань до доплерографії є:
    - а) візуалізація конкрементів у чашково-мисковій системі;
    - в) \*оцінка стану перфузії ниркового трансплантата;
    - б) якісна візуалізація сечоводів.
  3. Для вибору "безкровної" зони при інвазивних втручаннях доцільно проводити:
    - а) радіоренографію;
    - б) ретроградну урографію;
    - в) \*доплерографію.
  4. Методика рентгенологічного дослідження за допомогою внутрішньовенного введення йодвмісних рентгенконтрастних речовин з одержанням серії рентгенограм називається:
    - а) \*екскреторна урографія;
    - б) доплерографія;
    - в) радіоренографія.
  5. Показанням до проведення екскреторної урографії є:
    - а) діагностика стенозів, оклюзій, тромбозів ниркових судин;
    - б) вибір "безкровної" зони при інвазивних втручаннях;
    - в) \*оцінка видільної функції нирок.
  6. Дослідження стану сечового міхура з виконанням рентгенограми після внутрішньовенного введення контрастного засобу називається:
    - а) \*низхідна цистографія;
    - б) висхідна цистографія;
    - в) мікційна цистографія.
  7. Безпосереднє введення контрастного засобу в чашково-мискову систему нирки та сечоводи називається:
    - а) екскреторна урографія;
    - б) \*пряма пієлографія;
    - в) оглядова урографія.

### Тестові питання

1. Можливістю УЗД як методу первинної візуалізації нирок є:
  - а) \*оцінка положення нирок, їх зміщуваності при диханні, розмірів;
  - б) надання інформації про функцію нирок;
  - в) якісна візуалізація сечоводів.
8. Хворим з високим ризиком алергії на введення йодвмісних контрастних засобів протипоказана:
  - а) сцинтиграфія;
  - б) \*екскреторна урографія;
  - в) радіоренографія.

9. На КТ нирок виявляються конкременти:
- \*незалежно від хімічного складу;
  - урати;
  - оксалати.
10. Для динамічної реносцинтиграфії використовують сполуки з:
- \*радіоактивним технецієм;
  - радіоактивним золотом;
  - радіоактивним фосфором.
11. Одним із показань до сцинтиграфії нирок є:
- діагностика порушень секреторно-екскреторних процесів кожної нирки окремо;
  - розпізнавання конкрементів, які не виявляються при УЗД, особливо в сечоводах;
  - \*діагностика аномалій розвитку нирок.
12. При УЗД незмінені нирки мають:
- чіткі та нерівні контури;
  - нечіткі та рівні контури;
  - \*чіткі та рівні контури.
13. При УЗД незмінених нирок:
- \*паренхіма має середню ехогенність, нижчу або однакову з ехогенністю паренхіми печінки;
  - паренхіма має ехогенність, вищу за ехогенність паренхіми печінки;
  - паренхіма має ехогенність, значно нижчу за ехогенність паренхіми печінки.
14. При УЗД в нормі:
- наповнений сечовий міхур має вигляд ехопозитивного утворення характерної форми з чіткими рівними контурами;
  - \*наповнений сечовий міхур має вигляд ехонегативного утворення характерної форми з чіткими рівними контурами;
  - наповнений сечовий міхур має вигляд ехонегативного утворення характерної форми з нечіткими нерівними контурами.
15. При екскреторній урографії в нормі:
- \*осі нирок розташовані під гострим кутом до зовнішнього контуру поперекових м'язів;
  - осі нирок паралельні зовнішньому контуру поперекових м'язів;
  - осі нирок розташовані під тупим кутом до зовнішнього контуру поперекових м'язів.
16. Одною із можливостей УЗД як методу первинної візуалізації є:
- \*виявлення дифузних та вогнищевих змін паренхіми нирок, оцінка місцевого розповсюдження процесу;
  - якісна візуалізація сечоводів;
  - інформація про функцію нирок.
17. Для оцінки ступеня васкуляризації об'ємних утворів сечової системи доцільно проводити:
- радіоренографію;
  - екскреторну урографію;
  - \*доплерографію.
18. Візуалізація пасажу контрастованої сечі через нижні сечові шляхи в процесі сечовипускання називається:
- \*мікційна цистографія;
  - висхідна цистографія;
  - низхідна цистографія.
19. Одним із показань до проведення мікційної цистографії є:
- вибір "безкровної" зони при інвазивних втручаннях;
  - \*наявність та ступінь міхурно-сечовідного рефлюксу;
  - діагностика стенозів, оклюзій, тромбозів ниркових судин.
20. Ретроградне введення контрастного засобу в уретру — це:
- \*висхідна уретрографія;
  - екскреторна урографія;
  - оглядова урографія.
21. Радіонуклідні методи оцінки функції нирок:
- ренографія;
  - нефросцинтиграфія;
  - реносцинтиграфія;
  - \*усе перераховане.



22. Показанням до радіоренографії є:
- а) \*діагностика порушень секреторно-екскреторних процесів кожної нирки окремо;
  - б) оцінка ступеня васкуляризації об'ємних утворів сечової системи;
  - в) діагностика порушень секреторних процесів кожної нирки окремо.
23. При УЗД незмінених нирок:
- а) \*паренхіма з чіткою диференціацією на кірковий та мозковий шари;
  - б) паренхіма з нечіткою диференціацією на кірковий та мозковий шари;
  - в) кірковий та мозковий шари не диференціюються.
24. При УЗД незмінених нирок визначають:
- а) мозковий шар представлений пірамідами у вигляді гіперехогенних ділянок трикутної форми, направлених верхівкою до ниркового синуса;
  - б) \*мозковий шар представлений пірамідами у вигляді гіпоехогенних ділянок трикутної форми, направлених верхівкою до ниркового синуса;
  - в) мозковий шар представлений пірамідами у вигляді гіпоехогенних ділянок трикутної форми, направлених основою до ниркового синуса.
25. При УЗД незмінених нирок визначається:
- а) гіпоехогенний нирковий синус, який утворює центральну частину нирки;
  - б) гіперехогенний нирковий синус, який утворює центральну частину нирки;
  - в) \*гіперехогенний нирковий синус, який утворює периферичну частину нирки.
26. На екскреторній урограмі в нормі розмір нирок у середньому становить:
- а) \*11,5 × 6,5 см;
  - б) 15 × 10 см;
  - в) 11 × 15 см.
27. Для диференційної діагностики обструктивної та функціональної дилатації чашково-мискової системи за збільшеним судинним опором доцільно проводити:
- а) \*доплерографію;
  - б) екскреторну урографію;
  - в) сцинтиграфію.
28. Екскреторну урографію виконують з метою:
- а) оцінки ступеня васкуляризації об'ємних утворів сечової системи;
  - б) \*оцінки стану сечового тракту на всьому протязі, включаючи сечоводи та сечовий міхур;
  - в) вибору "безкровної" зони при інвазивних втручаннях.
29. Одним із показань до проведення мікційної цистографії є:
- а) \*міхурно-сечовідний рефлюкс;
  - б) розпізнавання конкрементів, які не виявляються при УЗД, особливо в сечоводах;
  - в) оцінка ступеня васкуляризації об'ємних утворів сечової системи.
30. Контроль процесу випорожнення міхура та сечовипускання проводять за допомогою методики:
- а) низхідної цистографії;
  - б) висхідної цистографії;
  - в) \*мікційної цистографії.
31. Встановлення причини низької обструкції (стриктури уретри, клапани уретри) можливе при використанні методу:
- а) \*висхідної уретроцистографії;
  - б) доплерографії;
  - в) УЗД.
32. Стеноз ниркових артерій є показанням до проведення:
- а) радіоренографії;
  - б) висхідної уретроцистографії;
  - в) \*ангіографії судинної системи нирки.
33. Методика, яка дозволяє отримати інформацію про морфологічний стан нирок після внутрішньовенного введення радіофармпрепарату, називається:
- а) радіоренографія;
  - б) \*сцинтиграфія нирок;
  - в) ретроградна урографія.

34. Одним із показань до сцинтиграфії нирок є:
- розпізнавання конкрементів, які не виявляються при УЗД, особливо в сечоводах;
  - \*підозра на вогнищевий процес у нирці;
  - оцінка ступеня васкуляризації об'ємних утворів сечової системи.
35. При УЗД незмінені сечоводи:
- \*візуалізуються не завжди;
  - візуалізуються;
  - не візуалізуються.
36. Для діагностики гломерулонефритів використовуються РФП:
- \* $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА;
  - $^{131}\text{I}$ -гіпуран;
  - усі зазначені.
37. Ангіонефросцинтиграфія — це метод:
- статичного дослідження нирок;
  - \*динамічного дослідження нирок;
  - дослідження клубочкової фільтрації;
  - усе зазначене.

### Ситуаційні задачі

15.1. Дитина К. віком 1 місяць перебуває у нефрологічному відділенні з приводу пієлонефриту. Для уточнення причини захворювання була виконана екскреторна урографія. Проаналізуйте представлену екскреторну урограму та сформулюйте клініко-променеви́й висновок.



15.2. Хворий М. 44 років звернувся в клініку зі скаргами на постійний ниючий біль у попереку, більше праворуч. Об'єктивно: симптом Пастернацького позитивний праворуч. В аналізі сечі: білок 0,066 г/л, лейкоцити 15–20 в п/з, епітелій 18–20 в п/з. На екскреторних урограмах ліва нирка без видимої патології, права нирка не контрастується. З метою уточнення стану правої нирки була виконана правобічна ретроградна пієлоуретерографія. Проаналізуйте представлену ретроградну пієлоуретерограму та сформулюйте клініко-променеви́й висновок.





15.3. Хворий В. 53 років звернувся до уролога зі скаргами на тупий постійний біль у поперековій ділянці, наявність крові в сечі без нападів ниркової кольки. При пальпації визначається об'ємне утворення в проекції правої нирки. В аналізі сечі: лейкоцитів 7–8 в п/з, еритроцитів — значна кількість. З метою уточнення діагнозу виконана екскреторна урографія. Проаналізуйте представлену екскреторну урограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



15.4. Хвора М. 43 років перебуває на стаціонарному лікуванні в нефрологічному відділенні з приводу загострення хронічного пієлонефриту. З анамнезу відомо, що протягом останнього року хвора перебувала на лікуванні в даному відділенні вже двічі. На УЗД виявлено округлої форми з чіткими рівними контурами анехогенне утворення. Для уточнення діагнозу виконали СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



15.5. Вагітна К. 25 років, госпіталізована у відділення патології вагітності з приводу підвищення тиску, появи набряків на обличчі та гомілкях. При УЗ-обстеженні нирок в обох нирках виявлені множинні ехонегативні округлі утвори з дорзальним посиленням за задньою стінкою. Проаналізуйте представлені дані досліджень та сформулюйте клініко-променевий висновок.



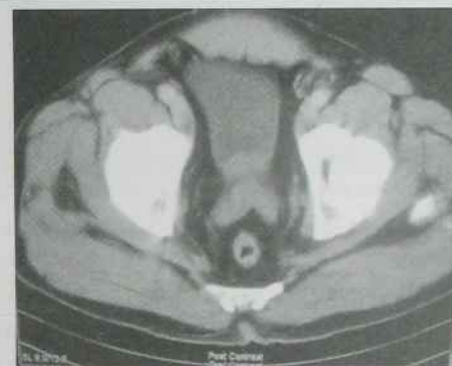
15.6. Хворий Б., 59 років, відзначає постійний ниючий біль у правому боці, наявність мутної темної сечі. При пальпації визначається об'ємне утворення в проекції правої нирки. В аналізі сечі: значна кількість еритроцитів. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



15.7. Хворий С. 38 років поступив у клініку зі скаргами на підвищення температури тіла до  $39,3^{\circ}\text{C}$ , біль у правому поперековому відділі, часте сечовипускання. Об'єктивно: позитивний симптом Пастернацького праворуч, неможливість проведення глибокої пальпації внаслідок сильної болючості в проекції правої нирки. Аналіз крові: гемоглобін  $120\text{ г/л}$ , лейкоцитів  $12 \times 10^9/\text{л}$ , ШОЕ —  $35\text{ мм/год}$ . Аналіз сечі: білок  $0,099\text{ г/л}$ , питома вага —  $1020$ , еритроцити — поодинокі в п/з, лейкоцити вкривають усе поле зору, бактеріурія. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



15.8. Хворий К., 70 років, скаржитися на біль внизу живота, часте сечовипускання, присутність крові в сечі. Об'єктивно: пальпація в проекції нирок не болюча, симптом Пастернацького негативний, пальпація сечового міхура різко болюча. Аналіз крові: гемоглобін  $100\text{ г/л}$ , лейкоцити  $8 \times 10^9/\text{л}$ , ШОЕ —  $40\text{ мм/год}$ . У сечі — значна кількість свіжих еритроцитів. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



15.9. Хворий К., 60 років, скаржитися на неприємні відчуття внизу живота, часте сечовипускання, присутність крові в сечі. Об'єктивно: пальпація в проекції нирок безболісна, симптом Пастернацького негативний, пальпація сечового міхура болюча. Аналіз крові: гемоглобін  $90\text{ г/л}$ , лейкоцити  $7 \times 10^9/\text{л}$ , ШОЕ —  $40\text{ мм/год}$ . У сечі — значна кількість еритроцитів. Виконано УЗД сечового міхура. Проаналізуйте представлену ультрасонограму сечового міхура та сформулюйте клініко-променевиий висновок.



15.10. Хворий З. 33 років упав з висоти, доставлений в лікарню швидкої допомоги зі скаргами на сильний біль у правій поперековій ділянці. Об'єктивно: шкіра бліда, холодна, липкий піт, АТ  $95/50\text{ мм рт.ст.}$ , пульс  $120\text{ уд/хв}$ . Аналіз крові: гемоглобін  $100\text{ г/л}$ , еритроцити —  $3,1 \times 10^{12}/\text{л}$ . В аналізі сечі — гематурія. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевиий висновок.





## Променеві методи дослідження статевої системи

УЗД є первинним і в більшості випадків остаточним методом візуалізації статевих органів.

**ТАУЗД** (трансабдомінальне УЗД) — є методом скринінгу і дозволяє: встановити положення, форму, розміри статевих органів; оцінити структуру органа; диференціювати солідні утворення від кістозних; з'ясувати взаєморозташування з сусідніми органами; визначити кількість залишкової сечі; виявити обструктивну нефропатію.

**ТВУЗД (ТРУЗД)** (трансагінальне УЗД, трансректальне УЗД) — основні методи візуалізації внутрішніх статевих органів (рис. 16.1).



Рис. 16.1. ТВУЗД, матка в нормі:

1 — порожнина матки, 2 — цервікальний канал, 3 — міометрій, 4 — периметрій

Показання до ТВУЗД: оцінка положення, форми, розмірів, структури внутрішніх статевих органів; нетримання сечі; підозра на рак передміхурової залози, інтервенційні втручання під контролем ультразвуку (біопсія, пункція).

Показання до дуплексного УЗД: діагностика перекруту яєчка (кольорова вкладка: рис. 30) або кісти яєчника; варикоцеле; ангіогенна природа еректильної дисфункції; оцінка васкуляризації вогнищевих і об'ємних утворень статевих органів.

**Ультразвукова метросальпінгографія** виконується для оцінки прохідності маткових труб при введенні в порожнину матки контрастної речовини для ультразвукових досліджень.

Переваги: мінімальна інвазивність; безпека; швидкість і простота виконання.

**Рентгенометросальпінгографія** — рентгенографія ділянки малого таза після введення контрастної речовини в порожнину матки дозволяє отримати зображення порожнини матки і маткових труб. Використовується для оцінки прохідності маткових труб при безплідді та при деяких аномаліях розвитку матки (рис. 16.2).

**Динамічна інфузійна кавернозографія і ангиографія статевої артерії** — інвазивні методики, які застосовуються для підтвердження або виключення ангіогенної природи еректильної дисфункції.

**Селективна ангиографія** дозволяє виявити стеноз або оклюзію судини як причину імпотенції.

**Кавернозографія** виконується для визначення місця масивного скидання крові з лакун кавернозних тіл у дренажні вени.

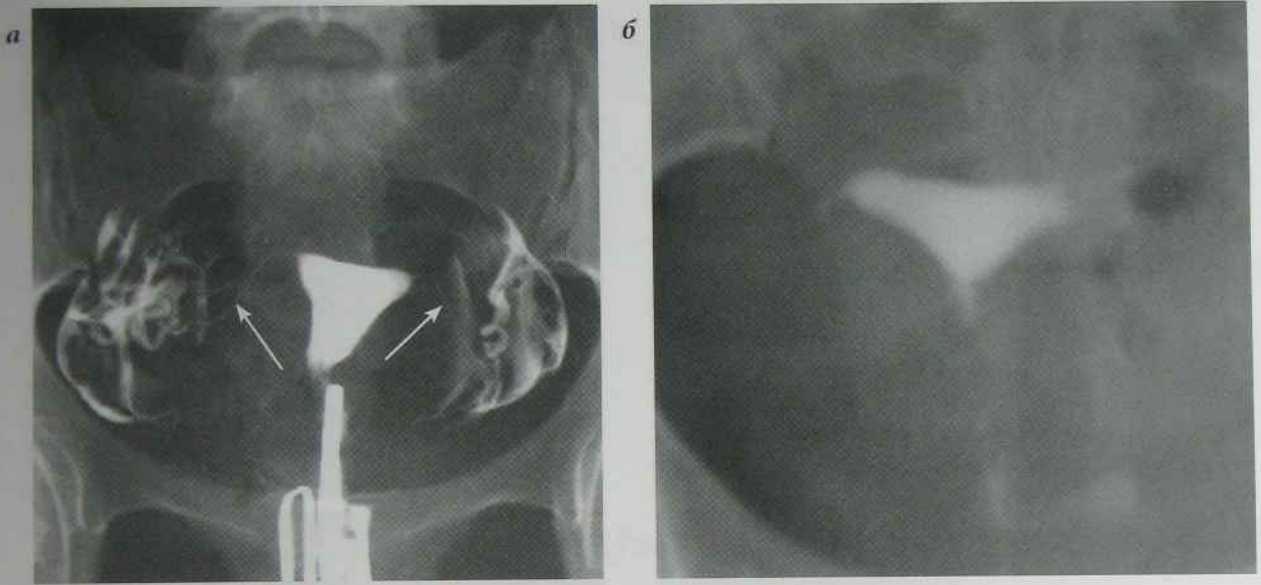


Рис. 16.2. Рентгенометрорсальпінгограми:

а) норма (контрастна речовина заповнила порожнину матки, маткові труби та проникла у черевну порожнину — стрілки); б) порушення прохідності маткових труб (контрастна речовина заповнила порожнину матки, маткові труби непрохідні)

*МРТ* виконується при недостатній інформативності результатів вищеперелічених методів досліджень (рис. 16.3).

## Радіонуклідні методи дослідження статевої системи

### Гістеросальпінгосцинтиграфія

Показання: трубне безпліддя, зумовлене механічною обтурацією маткових труб або функціональними порушеннями їх тону, зниженням перистальтики.

Принцип методу полягає в тому, що проникнення РФП з порожнини матки у черевну порожнину забезпечується тими ж механізмами, що і транспорт сперматозоїдів. В якості РФП використовують колоїдний розчин або розчин АЛС крові, мічені  $^{99m}\text{Tc}$ . Внутрішньоматково вводять 0,5 мл РФП активністю 74–185 МБк і через 1, 2, 3 і 24 години виконують сцинтиграфію, у нормі про-

тягом 1-ї години РФП з'являється в черевній порожнині і осідає на поверхні яєчників, а через добу рівномірно розподіляється в черевній порожнині.

**Радіоімунологічні методи** — *in vitro* дослідження гормонального статусу специфічних білків сироватки крові (простатспецифічний антиген, альфа-фетопротейн, хоріонічний гонадотропін).

Для виявлення раку *передміхурової залози* за допомогою РІА визначають рівень простатспецифічного антигену (ПСА), використовуючи спеціальні тест-набори. В нормі концентрація ПСА 0–4 нг/мл, концентрація ПСА понад 20 нг/мл свідчить про наявність злоякісної пухлини простати. Чутливість методу складає 93 %, специфічність 85 %, точність — 88 %.

З метою виявлення пухлин яєчка за допомогою РІА визначають рівні альфа-фетопротейну, ракового антигену-125 (CA-125IRMA), маркерів агресивності пухлинного росту — TPSTM і тимідин-кінази. Чутливість методу складає 80 %, специфічність — 71 %.



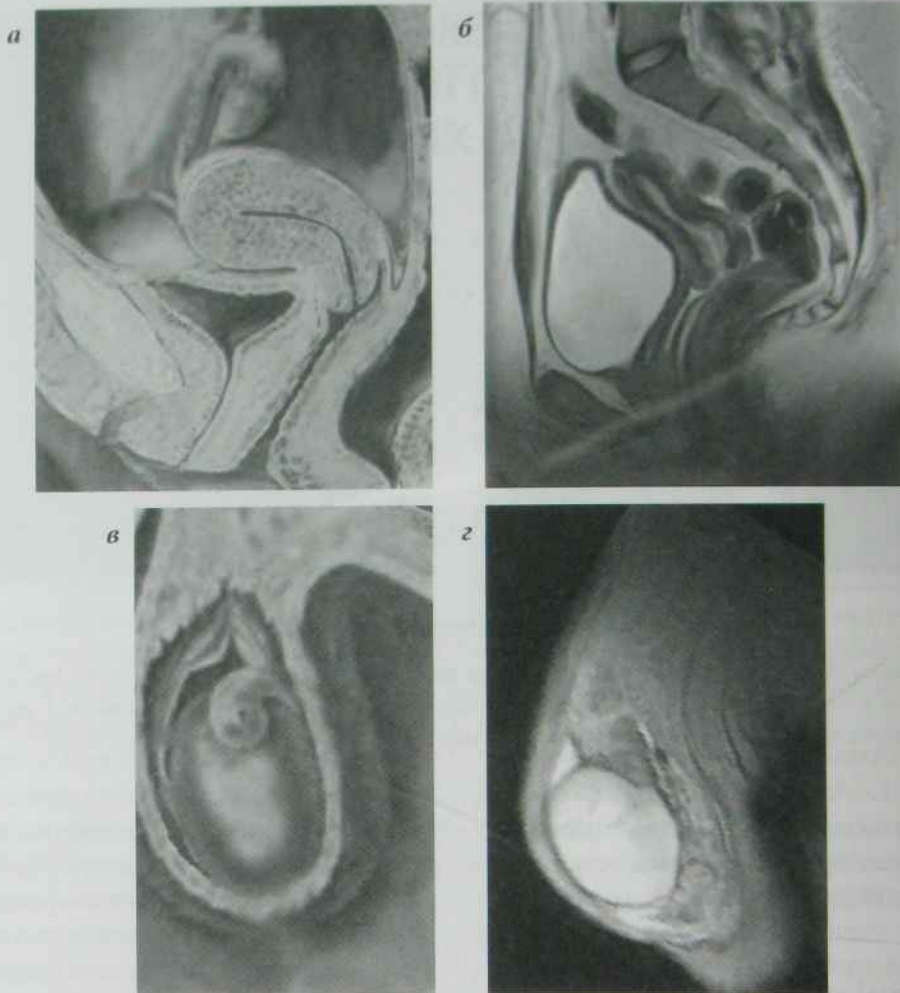


Рис. 16.3. Схеми та МРТ статевих органів:

матка: а) схема, б) МРТ  $T_2$ -33, норма;  
яєчко: в) схема, г) МРТ  $T_1$ -33, норма

## Променева анатомія статеві системи

### Променева анатомія чоловічих статевих органів

**УЗ-анатомія.** Передміхурова залоза в аксіальних зрізах має типову форму, об'єм не перевищує 25–30 см<sup>3</sup> (довжина 2,5–4 см, ширина 2,5–4,2 см, товщина 2–2,5 см). Ехоструктура паренхіми однорідна, контури чіткі, рівні, безперервні, ехо-

генність середня. Простата чітко відмежована від стінки сечового міхура (рис. 16.4). Сім'яні пухирці представлені гіпоехогенними однорідними структурами до 10 мм у діаметрі з чіткими контурами.

Розміри яєчок дорослого чоловіка — 4–5 см у довжину і 2–3 см у діаметрі. Структура їх однорідна, середньої ехогенності, контур чіткий, рівний. У нормі візуалізується головка придатка яєчка (1,5 × 1,0 см), ехогенність його аналогічна ехогенності яєчка або дещо нижча. Між оболонками

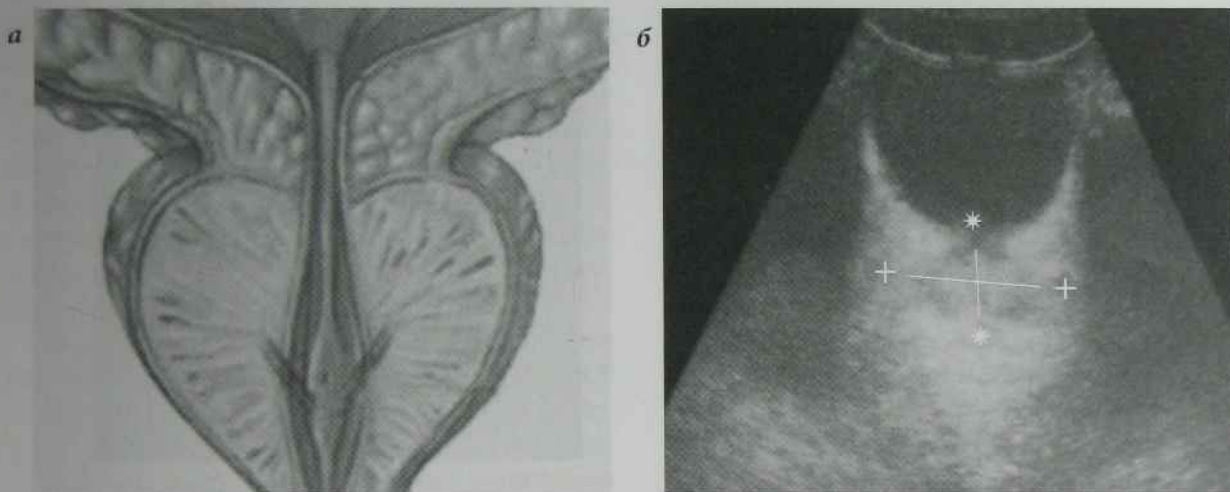


Рис. 16.4. Простата:

а) схематичне зображення, б) УЗД простати в нормі

ячок визначається невелика кількість рідини. Діаметр вен сім'яного канатика 0,1–0,2 см.

**КТ.** На КТ простата овальної форми гомогенна, чітко відмежована від сусідніх органів: передня поверхня залози межує з лобковим симфізом, задня — з прямою кишкою, основа залози межує з сечовим міхуром.

**МРТ.** На МРТ можливе визначення зон простати: низької або середньої інтенсивності МР-сигнал центральної зони простати і високий МР-сигнал решти зон простати.

### Променева анатомія жіночих статевих органів

**УЗД.** Матка в нормі на повздовжніх ехограмах має грушоподібну форму, на поперечних — овоїдну з чіткими рівними контурами. Міометрій однорідної ехоструктури. Ендометрій утворює гіперехогенну смужку, яка розташована центрально, рівномірної товщини. Структура залежить від фази менструального циклу. Незмінні маткові труби і зв'язки матки не візуалізуються. Яєчники визначаються латерально від матки як утворення овальної форми середньої ехогенності з ехонегативними

включеннями різних розмірів — від 5 до 25 мм (фолікулярний апарат). При динамічному дослідженні можна прослідкувати дозрівання фолікула, утворення жовтого тіла. В періоді менопаузи яєчники однорідної ехоструктури без фолікулів.

**КТ.** Структура матки на КТ гомогенна, має м'якотканинну щільність (близько 50 НУ), ендометрій у секреторній фазі має нижчу щільність, ніж міометрій, через розвинену судинну мережу. Форма матки залежить від рівня і площини зрізу. Маткові труби, широкі зв'язки і яєчники зазвичай не візуалізуються. Щільність параметрія наближається до щільності жиру і чітко відрізняється від тазової мускулатури.

**МРТ.** На  $T_1$ -33 матка представлена гомогенною структурою з середньою інтенсивністю МР-сигналу, шийка матки не візуалізується. На  $T_2$ -33: ендометрій візуалізується як структура з високим МР-сигналом, міометрій — з середнім МР-сигналом. Шийка матки характеризується низькою інтенсивністю МР-сигналу, ендотелій цервікального каналу — високою інтенсивністю МР-сигналу. Добре візуалізуються яєчники і широкі зв'язки.



## Променева діагностика окремих захворювань статевої системи

### Променева діагностика захворювань чоловічої статевої системи

#### Променева діагностика захворювань передміхурової залози

##### Доброякісна гіперплазія передміхурової залози

Доброякісна гіперплазія передміхурової залози проявляється збільшенням передміхурової залози, утрудненням сечовипускання.

При УЗД (рис. 16.5, б, в) передміхурова залоза збільшена, форма її може бути неправильною за рахунок асиметричного збільшення, контури рівні, чіткі, ехогенність рівномірно підвищена, структура однорідна. Після сечовипускання в сечовому міхурі — деяка кількість залишкової сечі.

При доброякісній гіперплазії передміхурової залози внаслідок інфравезикальної обструк-

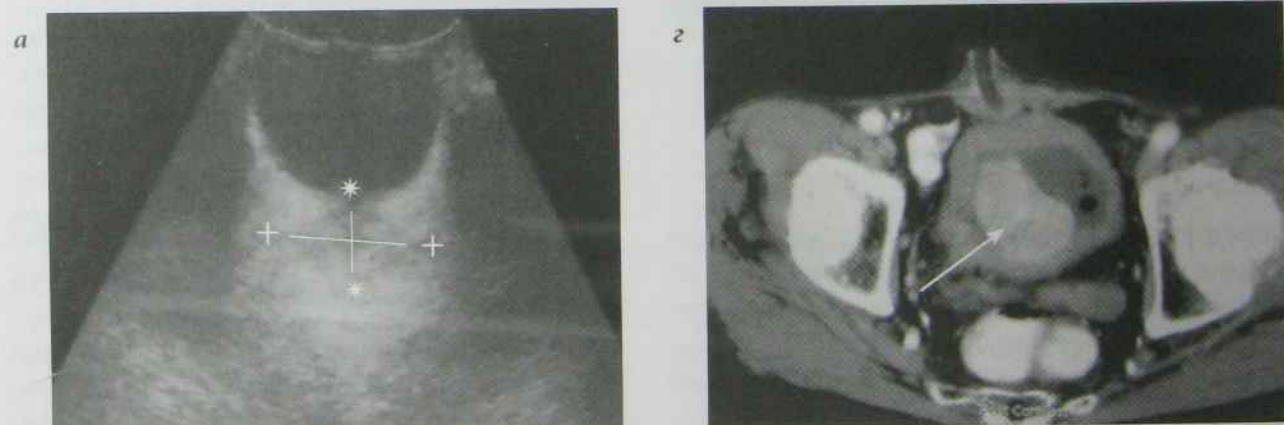


Рис. 16.5. Передміхурова залоза:

а) УЗД передміхурової залози, в нормі; б) УЗД передміхурової залози, доброякісна гіперплазія; в) УЗД передміхурової залози, мікролітіаз (мікрокальцинати в паренхімі простати — стрілки); г) КТ передміхурової залози, аксіальний зріз: доброякісна гіперплазія простати (стрілка)

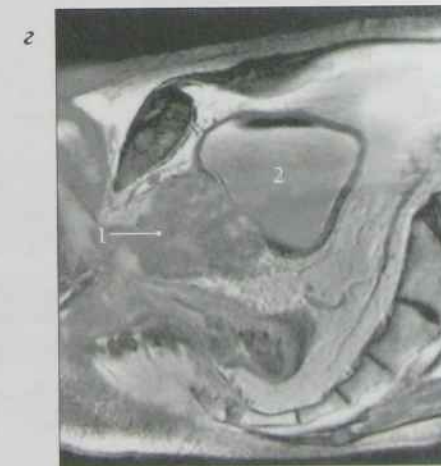
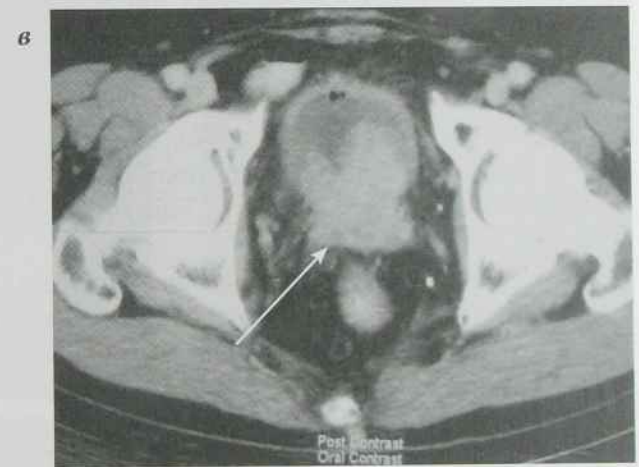
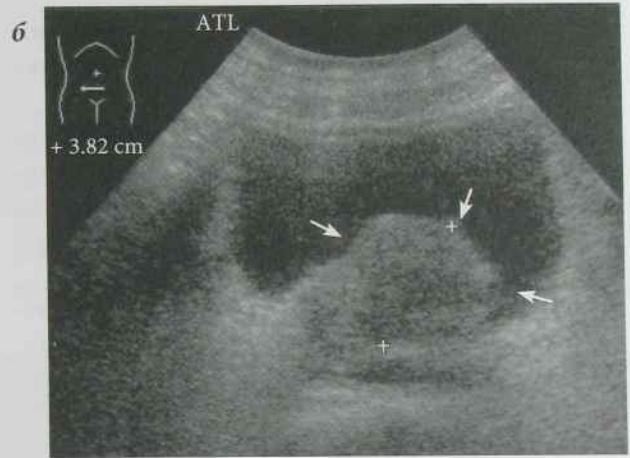
ції виникають явища уростазу, які можуть бути виявлені на екскреторній урограмі: зниження функції нирок, двостороннє розширення сечоводів і ЧМС, збільшення втиснення на нижній поверхні сечового міхура з рівними чіткими контурами. При тривалому перебігу доброякісної гіперплазії передміхурової залози можуть розвинути гідронефроз і дивертикули сечового міхура (розділ 15).

На КТ (рис. 16.5, г) визначається збільшення розмірів простати, збереження рівних і чітких її контурів, підвищення денситометричної щільності передміхурової залози, втиснення основи простати в дно сечового міхура; збільшення сім'яних міхурців, можливе утворення внутрішньопростатичних кіст.

На МРТ визначається збільшення розмірів передміхурової залози.

### Рак передміхурової залози

При УЗД (рис. 16.6, а) визначається асиметричне збільшення передміхурової залози, форма залози неправильна, контури нерівні, нечіткі, порушена цілісність капсули, структура залози неоднорідна, з'являються нечітко відмежовані від незміненої тканини залози вогнища зі зниженою або



**Рис. 16.6.** а) УЗД передміхурової залози в нормі; б) УЗД передміхурової залози, рак передміхурової залози (стрілки); в) КТ малого тазу, аксіальний зріз: рак передміхурової залози (стрілка); з) МРТ, T<sub>2</sub>-33, сагітальний зріз: рак передміхурової залози (1 — пухлина передміхурової залози, 2 — сечовий міхур)



(рідше) підвищеною ехогенністю. Після сечовипускання в сечовому міхурі залишається деяка кількість сечі.

Екскреторна урограма дозволяє визначити зниження функції нирок, двостороннє розширення сечоводів і ЧМС, збільшення втиснення на нижній поверхні сечового міхура з нерівними нечіткими контурами.

На КТ (рис. 16.6, в) визначається асиметричне збільшення розмірів простати, залоза стає нерівною, горбистою, з'являються ділянки підвищеної і зниженої денситометричної щільності; візуалізується інфільтрація дна сечового міхура, паравезикальної та параректальної клітковини, наявність збільшених регіонарних лімфатичних вузлів.

На МРТ (рис. 16.6, г) визначається збільшення розмірів передміхурової залози, пухлинний ріст визначається по наявності негомogeneous утворення без чітких контурів з низьким МР-сигналом на  $T_1$ -33 і  $T_2$ -33.

Велике діагностичне значення має виявлення за допомогою РІА простатспецифічного антигену (PSA) і моніторинг хворих на рак передміхурової залози в процесі лікування. У випадках підвищення рівнів PSA до 20 нг/мл і вище (норма 0–4 нг/мл) вірогідність раку передміхурової залози становить 95 %.

### **Променева діагностика захворювань яєчок**

Показання до променевого дослідження яєчок: аномалії яєчок, збільшення яєчка; наявність патологічного утворення в калитці; біль; чоловіче безпліддя; травма.

Методики дослідження: УЗД — контактне дослідження або дослідження через імерсійне середовище. Метод дозволяє визначити розміри, форму, структуру паренхіми та придатків яєчок.

#### **Аномалії розвитку яєчок**

Зустрічаються аномалії кількості (анорхізм, моноорхізм, поліорхізм) та розташування яєчок (крипторхізм, поворот яєчка). Криптор-

хізм виникає внаслідок затримки переміщення одного або обох яєчок в калитку, таким чином яєчко розташовується або в черевній порожнині, або в паховому каналі. При ектопії яєчко розташовується підшкірно. Форма та структура яєчка не змінюються, розміри дещо зменшені.

При травмах яєчка високоінформативним методом є УЗД, який дозволяє визначити збільшення розмірів яєчка, його нерівні контури, неоднорідність структури, наявність анехогенних утворень різної величини і форми за рахунок гематом.

**Неспецифічний орхіт** може бути гострим (частіше інфекційного генезу, наприклад, як ускладнення паротиту) і хронічним (частіше після травми). На ультрасонограмах яєчко збільшене в розмірах, ехогенність дифузно знижена, контур нечіткий, у калитці визначається вільна рідина (рис. 16.7).

**Гідроцеле (водянка оболонки яєчка)** — накопичення рідини між парієтальною та вісцеральною оболонками яєчка. На ехограмі (рис. 16.8, в) відзначається наявність анехогенної зони між



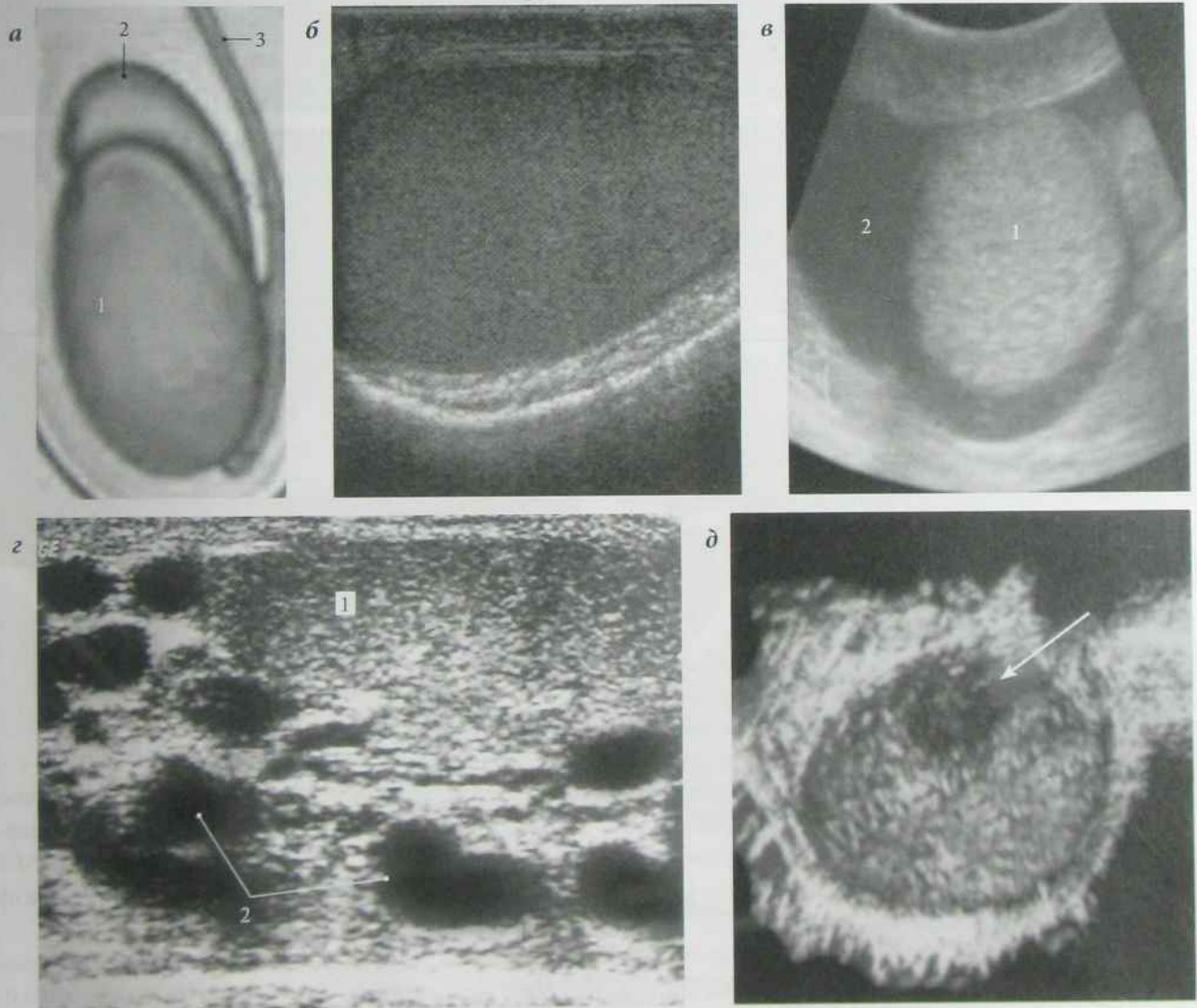
Рис. 16.7. УЗД яєчка, орхіт

парієтальною та вісцеральною оболонками яєчка за рахунок рідини, що накопичилася між ними; при хронічному перебігу може наступити атрофія яєчка.

**Варикоцеле** — це варикозне розширення вен яєчка та сім'яного канатика внаслідок вродженої слабкості судинної стінки або внаслідок порушення венозного відтоку (рис. 16.8, г).

### Пухлини яєчка

Найчастіше серед пухлин яєчка зустрічається семінома. На ультрасонограмі (рис. 16.8, д) виявляють гіпоехогенне неоднорідне утворення без чітких контурів, збільшення розмірів яєчка; на доплерограмі — патологічно змінений кровотік. На МРТ визначається утворення з нечіткими межами з підвищеним МР-сигналом.



**Рис. 16.8.** Калитка:

*а) схема (1 — яєчко; 2 — придаток яєчка; 3 — сім'яний канатик); б) УЗД, норма; в) УЗД, водянка яєчка (1 — яєчко; 2 — рідина); г) УЗД, варикоцеле (1 — паренхіма яєчка; 2 — варикозно змінені судини); д) УЗД, семінома (стрілка)*



## Променева діагностика захворювань жіночих статевих органів

### Променева діагностика захворювань матки

#### Доброякісні пухлини

**Міома** — найбільш поширена доброякісна пухлина міометрія.

При УЗД матки (трансабдомінальному, трансвагінальному або трансректальному) в міометрії визначають гіпоехогенні вогнищеві утворення з чіткими контурами, задній контур міоми не такий чіткий, як передній, внаслідок зниженої звукопровідності тканини міоми (рис. 16.9, а). Великі міоми (більше 3–4 см) характеризуються неоднорідною ехоструктурою — ехонегативні ділянки кістозної дегенерації чергуються з гіперехогенними ділянками.

На КТ визначається збільшення розмірів матки, нерівність контурів матки, міоми поодинокі або множинні відмежовуються від незміненого міометрія капсулою, за щільністю міоми ізо- або гіподенсивні (рис. 16.9, б).



**Рис. 16.9.** Міома матки:

а) УЗД матки (1 — стінка матки, 2 — міома); б) КТ малого тазу, аксіальний зріз (міома — стрілка)

#### Злоякісні пухлини матки

**Хоріонепітеліома** виникає переважно протягом року після пологів, абортів, викидня. При УЗД (рис. 16.10) відзначається збільшення розміру тіла матки, вузли хоріонепітеліоми гомогенні гіперехогенні, товщина ендометрія нерівномірна, порожнина матки збільшена за рахунок великої кількості гіпоехогенних кістозних утворень.

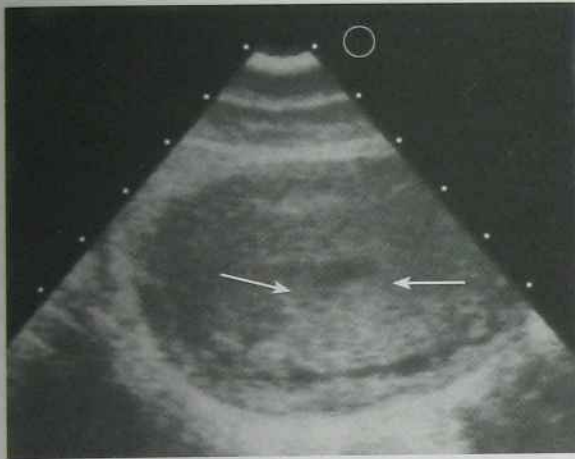
МРТ виявляє збільшення і неоднорідність ендометрія з великою кількістю високоінтенсивних вогнищ ураження міометрія на  $T_2$ -33, зникає чітка межа між ендометрієм і міометрієм, патологічні зміни (звивистість і розширення) судин ендометрія і міометрія.

**Рак тіла матки** — гормонозалежна, частіше екзофітна, злоякісна пухлина з переважною ло-

калізацією в ділянці дна матки. На метросальпінгограмі визначається зміна форми, збільшення розмірів порожнини матки, при екзофітній формі пухлини визначається дефект наповнення в порожнині матки з нерівними контурами.

При УЗД (рис. 16.11, а) визначається гіперехогенне негомогенне (за рахунок дрібних гіпоехогенних ділянок) утворення округлої форми з нерівними нечіткими контурами; при гематометрії порожнина матки збільшена.

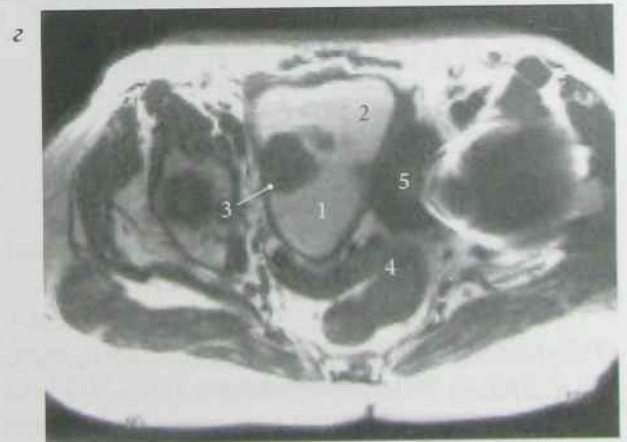
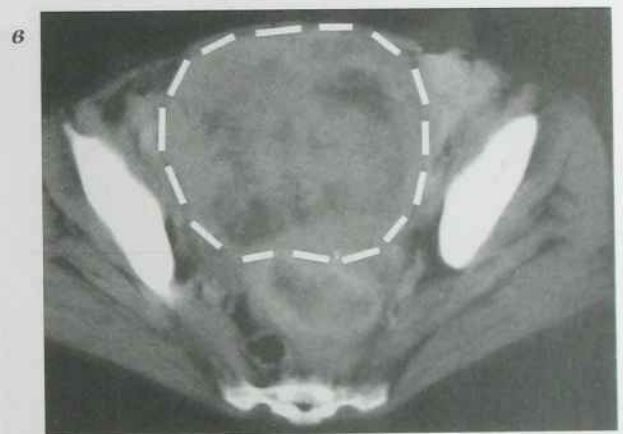
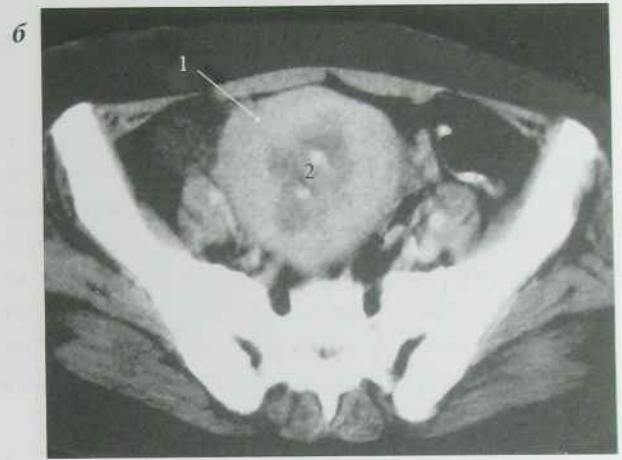
На КТ (рис. 16.11, б, в) рак матки характеризується гомогенною структурою середньої ден-



**Рис. 16.10.** УЗД матки, хоріонепітеліома (гомогенні гіперехогенні утворення — стрілки)

ситометричної щільності, при контрастному підсиленні можуть виявлятися дрібні гіподенсивні ділянки неправильної форми без чітких меж.

МРТ: на  $T_1$ -33 пухлиноподібне утворення матки характеризується низьким МР-сигналом (рис. 16.11, г).



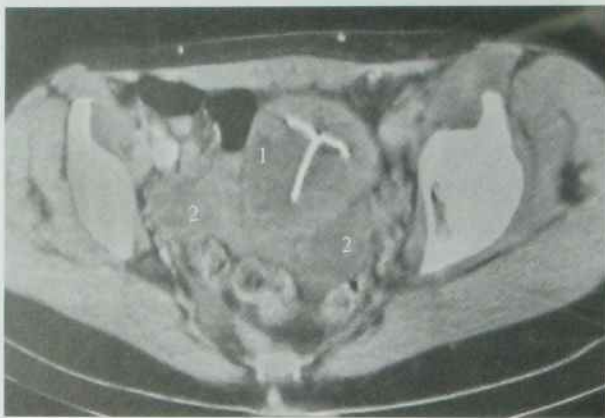
**Рис. 16.11.** Рак матки:

а) УЗД матки, рак тіла матки (стрілка); б) КТ малого таза, аксіальний зріз (1 — нерівномірне стовщення стінки тіла матки за рахунок пухлини, 2 — деформована порожнина матки); в) КТ малого таза, аксіальний зріз: саркома матки (збільшена за рахунок саркоми матки позначена пунктирною лінією); г) МРТ малого таза  $T_2$ -33, аксіальний зріз (1 — матка, 2 — сечовий міхур, 3 — пухлина матки, 4 — пряма кишка, 5 — метастази в параметральні лімфатичні вузли)



## Променева діагностика захворювань придатків матки

**Запальні захворювання придатків матки** (гострий та хронічний сальпінгіт та сальпінгоофорит) характеризуються запаленням придатків матки: маткових труб та яєчників. Ізольоване ураження труби або яєчника спостерігається дуже рідко, зазвичай запальний процес охоплює трубу та яєчник, поширюючись часто на тазову очеревину. Методи променевої діагностики виявляють ознаки гідро- чи піосальпінгіту (рис. 16.12).



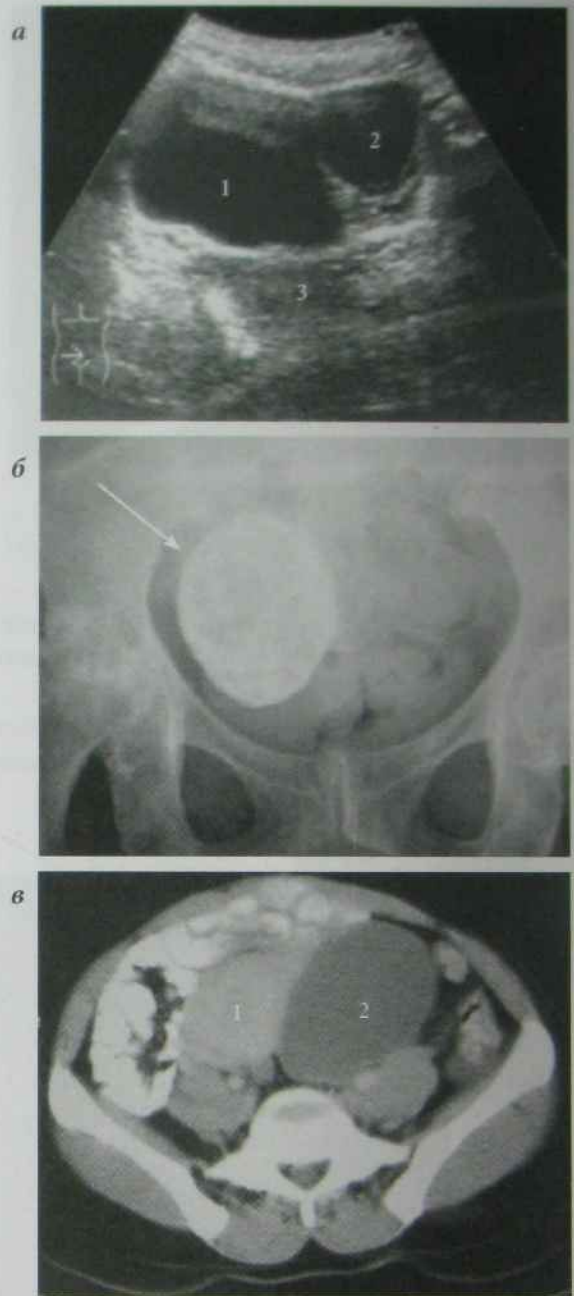
**Рис. 16.12.** КТ малого таза, двобічний сальпінгоофорит:

(1 — матка, 2 — змінені запальним процесом яєчники та маткові труби)

**Кісти яєчника.** Розрізняють фолікулярні, жовтого тіла та текалютеїнові кісти.

При УЗД кісти яєчників визначаються як анехогенні утворення, які містять рідину, мають округлу форму та чіткі рівні контури (рис. 16.13, а). На рентгенограмі ділянки таза міома може виявлятися при її звапненні (рис. 16.13, б). На КТ — утворення різних розмірів округлої форми з чіткою щільною капсулою (рис. 16.13, в).

**Ендометріозні кісти** характеризуються підвищеною ехогенністю при УЗД, на КТ — середньої денситометричної щільності (+50 HU). МРТ-зображення кісти залежить від характерис-



**Рис. 16.13.** Кіста яєчника:

а) УЗД (1 — сечовий міхур, 2 — кіста яєчника, 3 — шийка матки); б) рентгенограма таза: звапнена кіста правого яєчника (стрілка); в) КТ таза, аксіальний зріз: тіло матки (1) зміщене праворуч від сагітальної лінії за рахунок кісти лівого яєчника (2)

тик рідини, яка міститься в кісті. Кісти містять рідину і характеризуються низьким сигналом МР на  $T_1$  - і високим на  $T_2$ -33.

**Рак яєчників.** При УЗД (рис. 16.14, а) визначається збільшення розмірів яєчника, пухлина характеризується низькою ехогенністю з чіткими внутрішніми контурами, можлива наявність щільних включень. При КТ (рис. 16.14, б) і МРТ-дослідженні також визначається збільшення розмірів яєчника, капсула стає нерівномірною, переривчастою, структура пухлини характеризується неоднорідною денситометричною щільністю на КТ і неоднорідною інтенсивністю МР-сигналу на МРТ.

## Променеве дослідження вагітності

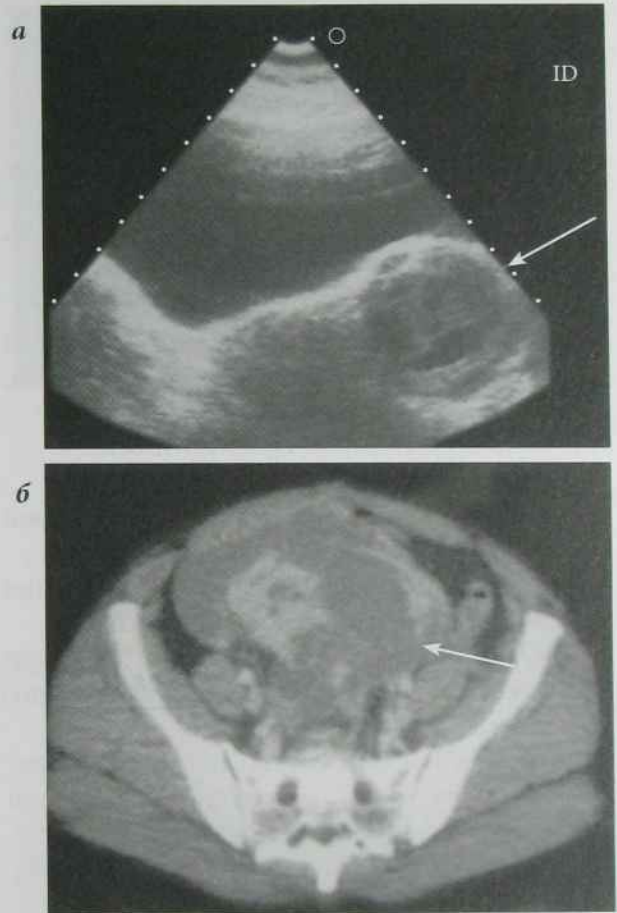
Ультразвукове дослідження є високоінформативним, безпечним неінвазивним методом, що дозволяє проводити динамічне спостереження за станом плода на ранніх етапах його розвитку. Ультразвуковий скринінг вагітних проводиться в терміни 10–14 тижнів, 20–24 тижні і 30–34 тижні.

У перші тижні вагітності, коли ембріона ще не видно або він візуалізується нечітко, визначення терміну вагітності ґрунтується на вимірюванні внутрішнього діаметра плідного яйця. Після 5–6 тижнів вагітності, коли можлива візуалізація ембріона, основним параметром для точного ультразвукового визначення терміну вагітності є куприково-тім'яний розмір (КТР) ембріона.

У II і III триместрах термін вагітності встановлюється на підставі визначення різних фетометричних параметрів: біпаріетального розміру (БПР), обводу голівки плода (ОГ), діаметрів грудної клітки і живота, обводу живота (ОЖ), довжини стегнової кістки.

Оптимальним для визначення терміну вагітності вважається ультразвукове дослідження до 24 тижнів вагітності.

В акушерстві найбільшого поширення набули два основні методи УЗД: трансабдомінальне



**Рис. 16.14.** Злоякісні пухлини яєчника:

а) УЗД лівого яєчника (патологічне гетерогенне утворення без чітких меж — стрілка)

б) КТ таза, аксіальний зріз (лівий яєчник збільшений внаслідок наявності гетероденсивного об'ємного утворення — стрілка)

та трансвагінальне сканування. Використання трансвагінальних датчиків дозволяє в раніші терміни встановити вагітність, з більшою точністю вивчити розвиток плідного яйця, з I триместру вагітності діагностувати більшість грубих аномалій розвитку плода.

Основні завдання УЗД в акушерстві:

- ▶ встановлення вагітності, спостереження за її перебігом;
- ▶ визначення числа плідних яєць;



- ▶ ембріометрія і фетометрія;
- ▶ діагностика аномалій розвитку плода;
- ▶ оцінка функціонального стану плода;
- ▶ плацентографія;
- ▶ здійснення контролю при проведенні інвазивних досліджень [біопсії хоріона, амніоцентезу, кордоцентезу, внутрішньоутробної хірургії (фетохірургії)].

Завдання УЗД в I триместрі вагітності:

- ▶ встановлення маткової вагітності на підставі візуалізації плідного яйця в порожнині матки;
- ▶ виключення позаматкової вагітності;
- ▶ діагностика багатоплідної вагітності;
- ▶ оцінка росту плідного яйця;
- ▶ оцінка життєдіяльності ембріона (серцевої діяльності, рухової активності);
- ▶ дослідження анатомії плода, виявлення ехомаркерів хромосомної патології;
- ▶ вивчення екстраембріональних структур (жовткового мішка, амніона, хоріона, пуповини);
- ▶ діагностика ускладнень вагітності (загроза аборт; аборт, що розпочався; повний аборт; міхуровий занесок);
- ▶ діагностика патології геніталій (міом матки, аномалій будови матки, внутрішньоматкової патології, утворень яєчників).

Завдання УЗД в II триместрі вагітності:

- ▶ оцінка росту плода;
- ▶ діагностика вад розвитку;
- ▶ виявлення ознак хромосомної патології;
- ▶ діагностика ранніх форм затримки розвитку плода;
- ▶ оцінка локалізації, товщини і структури плаценти;

- ▶ визначення кількості навколоплідних вод.
- Завдання УЗД в III триместрі вагітності:
- ▶ діагностика вад розвитку з пізньою маніфестацією;
  - ▶ визначення затримки розвитку плода;
  - ▶ оцінка функціонального стану плода (оцінка рухової і дихальної активності, доплерометрія кровотоку в системі "матка – плацента – плід").

Діагностика маткової вагітності при УЗД (рис. 16.15, 16.16) можлива з 3-го тижня вагітності: в порожнині матки візуалізується плідне яйце у вигляді ехонегативного утворення округлої або овоїдної форми діаметром 5–6 мм; у 4–5 тижнів можлива візуалізація ембріона — гіперехогенної смужки розміром 6–7 мм. Голівка ембріона ідентифікується з 8–9 тижня у вигляді окремого анатомічного утвору округлої форми діаметром 10–11 мм.

Найточніший показник терміну вагітності в I триместрі — куприко-тім'яний розмір (КТР). У табл. 16.1 наведено гестаційні нормативи КТР при неускладненій вагітності.

Оцінка життєдіяльності ембріона в ранні терміни вагітності ґрунтується на реєстрації його серцевої діяльності та рухової активності. При УЗД реєструвати серцеву діяльність ембріона можна з 4–5 тижнів. Рухову активність оцінюють із 7–8 тижнів.

Із 4–5 тижнів вагітності визначається жовтковий мішок, величиною 6–8 мм. До 12 тижня відбувається фізіологічна редукція жовткового мішка. Відсутність жовткового мішка та його передчасна редукція — прогностично несприятливі ознаки.

Таблиця 16.1. Куприко-тім'яний розмір плода в I триместрі вагітності

Строк вагітності, тижнів	Величина куприко-тім'яного розміру плода, мм	Строк вагітності, тижнів	Величина куприко-тім'яного розміру плода, мм
5	3	10	31
6	6	11	41
7	10	12	53
8	16	13	66



**Рис. 16.15.** Терміни вагітності:

а) 4 тижні (1 — порожнина матки; 2 — сечовий міхур; плідний міхур — стрілка);  
 б) 7 тижнів (1 — плід; 2 — плацента; 3 — амніотичний мішок; 4 — стінка матки);  
 в) 16 тижнів (1 — плацента; 2 — головка плода; 3 — грудна клітка плода; 4 — плідні оболонки та стінка матки)



**Рис. 16.16.** УЗД, нормальна вагітність:

а) один плід (1 — головка плода; 2 — плацента, 3 — пуповина; 4 — ніжка плода; 5 — ручка плода); б) двійня (1, 2); в) трійня (1, 2, 3)



За допомогою трансвагінальної ехографії в I триместрі вагітності діагностують грубі порушення розвитку плода — аненцефалію, трижку спинного мозку, скелетні аномалії та ін. У термін вагітності 11–14 тижнів вкрай важливе виявлення ехомаркерів хромосомної патології — набряку комірцевого зони, гіпоплазії або аплазії носової кістки, неіммунної водянки плода, невідповідності КТР плода терміну вагітності.

При вивченні росту і розвитку плода в II і III триместрах вагітності проводять фетометрію (вимірювання розмірів плода). Обов'язковий обсяг фетометрії включає вимірювання біпаріетального розміру та обводу голівки плода, діаметрів або обводу живота, а також довжини стегнових кісток. Нормативні гестаційні показники фетометрії наведені в табл. 16. 2. На підставі зазначених параметрів можливе визначення передбачуваної маси плода.

При проведенні ехографії в II і III триместрах досліджують структури головного мозку, скелет, лицевий череп, внутрішні органи плода: серце, легені, печінку, шлунок, кишечник, нирки і наднирники, сечовий міхур.

Завдяки УЗД є можливість діагностувати більшість аномалій розвитку плода. Для детальної оцінки анатомії плода додатково використовують тривимірну ехографію, що дозволяє отримати об'ємне зображення досліджуваної структури.

Спектр ехомаркерів хромосомної патології плода, що виявляються в II триместрі вагітності, включає в себе зміни з боку різних органів і систем: вентрикуломегалія, кісти судинних сплетень бічних шлуночків, аномальні форми черепа і мозочка, гіперехогенний кишечник, пієлоектазія, єдина артерія пуповини, симетрична форма зажимки розвитку плода.

За допомогою УЗД можна детально вивчити плаценту: локалізацію, товщину, структуру. Локалізація плаценти в різні терміни вагітності змінюється внаслідок “міграції” від нижнього сегмента до дна матки. При виявленні передлежання плаценти до 20 тижнів вагітності, УЗД необхідно повторювати кожні 4 тижні. Остаточний висновок про розташування плаценти слід робити в кінці вагітності.

Таблиця 16.2. Фетометричні параметри в II і III триместрах вагітності

Строк вагітності, тижнів	Біпаріетальний розмір, мм	Обвод живота, мм	Довжина стегнової кістки, мм	Строк вагітності, тижнів	Біпаріетальний розмір, мм	Обвод живота, мм	Довжина стегнової кістки, мм
15	28	72	16	28	71	228	53
16	32	78	20	29	73	240	55
17	36	96	24	30	75	248	57
18	39	108	27	31	78	259	59
19	43	120	30	32	80	270	61
20	47	138	33	33	82	278	63
21	50	144	36	34	84	288	65
22	53	162	39	35	86	290	67
23	56	168	41	36	88	300	69
24	59	186	44	37	89	306	71
25	62	198	46	38	91	310	73
26	65	204	49	39	93	324	74
27	68	216	51	40	94	325	76

Ультразвукова діагностика передчасного відшарування нормально розташованої плаценти ґрунтується на виявленні ехонегативного простору між стінкою матки і плацентою.

За допомогою УЗД оцінюють стан шийки матки під час вагітності (довжину шийки матки на всьому протязі, стан внутрішнього зів'язу, цервікального каналу), ризик передчасних пологів.

Для визначення гормонального статусу використовують методи РІА.

## Патологія вагітності

**Передлежання плаценти** — ускладнення вагітності, при якому плацента розташовується у нижньому сегменті матки нижче прилеглої частини плода, перекриваючи повністю або частково внутрішнє вічко шийки матки (рис. 16.17).

**Передчасне відшарування нормально розташованої плаценти** — відділення плаценти від стінки матки до народження дитини, що супроводжується утворенням гематом та матковою кровотечею (рис. 16.18).

Причиною відшарування плаценти можуть бути: травма живота, надмірне фізичне напру-



Рис. 16.17. УЗД матки, передлежання плаценти  
(1 — стінка матки, 2 — плацента, 3 — плід, 4 — амніотичні води)



Рис. 16.18. УЗД матки: передчасне відшарування плаценти

(1 — плацента, 2 — гематома, 3 — стінка матки)

ження, пізній токсикоз (гестоз) вагітних, коротка пуповина плода, а також гіпертонічна хвороба, вади серця, захворювання крові, печінки. Відшарування плаценти частіше спостерігається у жінок, що багато народжували.

Прямою ехоознакою **позаматкової вагітності** є візуалізація плодового міхура з життєздатним ембріоном за межами порожнини матки (рис. 16.19).

Ехоознакою **внутрішньоутробної загибелі плода** є відсутність серцебиття, рухів плода, деформація плідного міхура, невідповідність розмірів плода і матки терміну вагітності (рис. 16.20).

### Аномалії розвитку плода

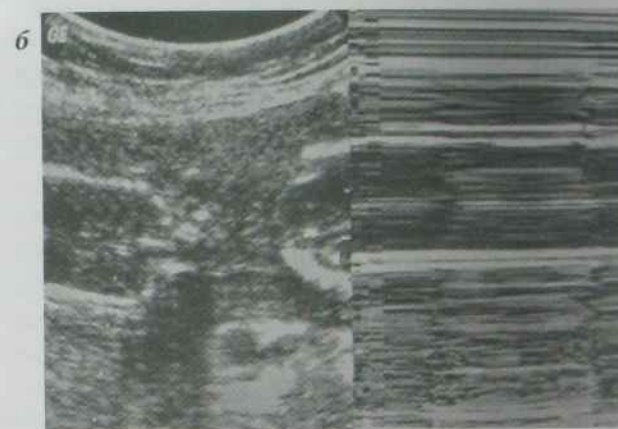
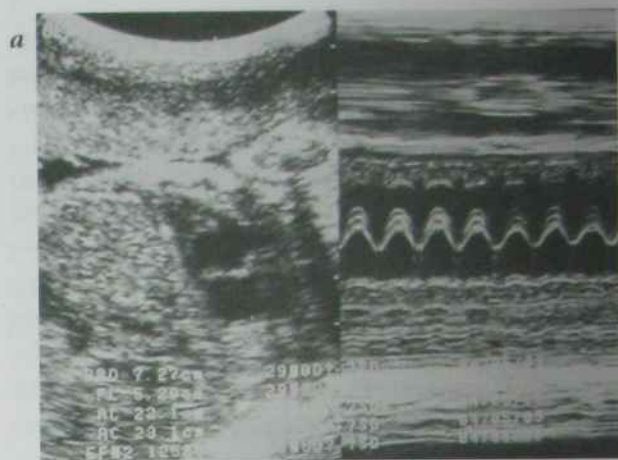
Вродженими аномаліями називають вроджену функціональну чи структурну патологію, яка виявляється у плода чи новонародженого. Розрізняють спадкові (генетичні), екзогенні і мультифакторні вроджені аномалії розвитку плода. Зустрічаються аномалії розвитку ЦНС (гідроцефалія, аненцефалія, мозкові грижі, мікроцефалія тощо.) та органів чуття (мікротія, анотія, циклопія та ін.), обличчя і шиї (заяча губа, вовча паща





**Рис. 16.19.** УЗД. Позаматкова (трубна) вагітність:  
1 — матка; ембріон (2) у плідному міхурі в матковій трубці (3)

та ін.), органів грудної (вади розвитку легенів, серця та ін.) і черевної порожнин (гастрошизис, атрезії тощо.), опорно-рухового апарату (полідактилія, дисплазія, клишоногість та ін.), сечостатевої системи (аномалії нирок, сечоводів та ін.), ендокринної системи (дистопія, гіпоплазія тощо.) (рис. 16.21).

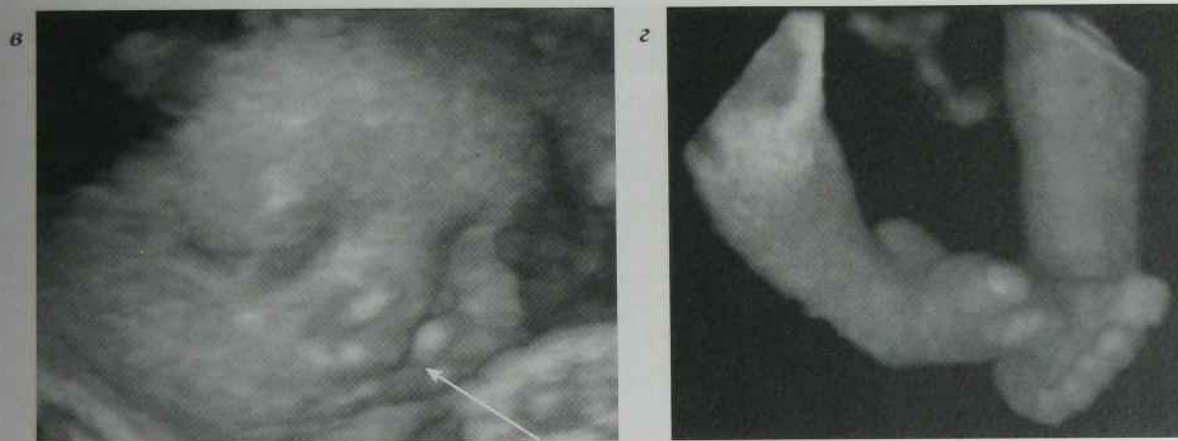


**Рис. 16.20.** Внутрішньоутробна ехокардіограма плода: а) норма; б) асистолія



**Рис. 16.21.** УЗД плода:

а) полікістоз лівої нирки плода (множинні кісти в лівій нирці позначено пунктирною лінією);  
б) аненцефалія (стрілка)



*Рис. 16.21. УЗД плода (продовження рисунка):  
в) 3D УЗД, заяча губа (стрілка); г) 3D УЗД, клишоногість*

## Променеве дослідження грудної залози

### Променева анатомія грудної залози

Грудні залози розташовані в підшкірній жировій клітковині передньої грудної стінки. Верхня межа грудної залози знаходиться на рівні третього ребра, нижня — на рівні шостого ребра. Між шкірою і передньою поверхнею тіла залози розташований премамарний простір, між задньою поверхнею і апоневрозом великого грудного м'яза знаходиться ретромамарний простір.

Грудна залоза складається з 15–20 часток, розташованих радіально навколо соска. Кожна частка має окрему систему вивідних проток, які відкриваються на поверхні соска 8–15 отворами діаметром близько 0,2 мм.

#### Функціональні і вікові зміни

У грудній залозі залежно від фази менструального циклу відбуваються структурні зміни.

У передменструальному періоді спостерігається набряклість і розпушування внутрішньо-

часточкової тканини; вона містить помірну кількість клітинних елементів. Число залозистих ходів збільшене, просвіт ходів широкий.

Під час менструації відбувається клітинна інфільтрація внутрішньочасточкової тканини. У просвіті залозистих ходів містяться жирові краплі, злущений епітелій, а в крупніших ходах — безліч еритроцитів.

У постменструальному періоді розпушування внутрішньочасточкової сполучної тканини зникає. Залозисті просвіти в часточці різко звужені.

Анатомічні аномалії грудних залоз зустрічаються досить рідко, але можуть призвести до діагностичних помилок. Розрізняють наступні анатомічні аномалії грудних залоз:

- 1) додаткові грудні залози (полімастія) зустрічаються частіше з обох боків і розташовуються від пахвових западин до стегон. Найчастіше вони зустрічаються в пахвових западинах;
- 2) додаткові часточки грудної залози розташовуються переважно по зовнішньому краю великого грудного м'яза; вони можуть стати місцем розвитку маститу, раку та інших патологічних процесів;



- 3) надмірне збільшення грудної залози (макростія) в більшості випадків буває двобічним; найчастіше це ліпоматоз грудної залози, рідше — дійсна гіпертрофія;
- 4) атрофія (одно- або двобічна) грудних залоз (амастія) спостерігається вкрай рідко, зазвичай атрофія поєднується з недорозвитком яєчників;
- 5) додаткові соски (політелія) розташовуються так само, як і додаткові грудні залози;
- 6) нетипові форми сосків (конічні, плоскі, гострі, розщеплені та ін.).

## Променеві методи дослідження грудної залози

Використовують: УЗД, рентгенологічний, КТ і МРТ методи дослідження.

УЗД є найбільш поширеним первинним методом діагностики стану грудних залоз у зв'язку з відсутністю променевого навантаження (рис. 16. 22). УЗД грудних залоз дозволяє оцінити стан грудних залоз, шкіри і лімфатичних залоз, контролювати ефективність лікування. Це основний метод дослідження



Рис. 16.22. УЗД грудної залози в нормі

дження стану грудних залоз у жінок до 40 років, а також у вагітних і годувальниць. Метод дозволяє з високою точністю розпізнавати вузлуваті утворення, оцінювати дифузні зміни. Ультразвукова діагностика грудних залоз проводиться на 7–11-й день менструального циклу.

**Доплерографія** застосовується для вивчення особливостей кровотоку грудних залоз.

**Мамографія** є основним методом дослідження грудних залоз.

У даний час всі жінки, які досягли віку 40 років, проходять мамографію кожні 2 роки, після 50 років — щороку. Первинну мамографію рекомендується проводити у віці не раніше 35 років. Виключенням є вагітні жінки та жінки в період лактації, яким мамографія призначається тільки за показаннями. Мамографію проводять у 2 проекціях (прямій та бічній) на 10–12-й день менструального циклу за допомогою мамографа (рис. 16.23).

Метод дозволяє встановити наявність змін структури тканини грудної залози, наявність мікрокальцинатів і змін у пахвових лімфатичних вузлах, виявити пухлинний вузол діаметром від 5 мм.

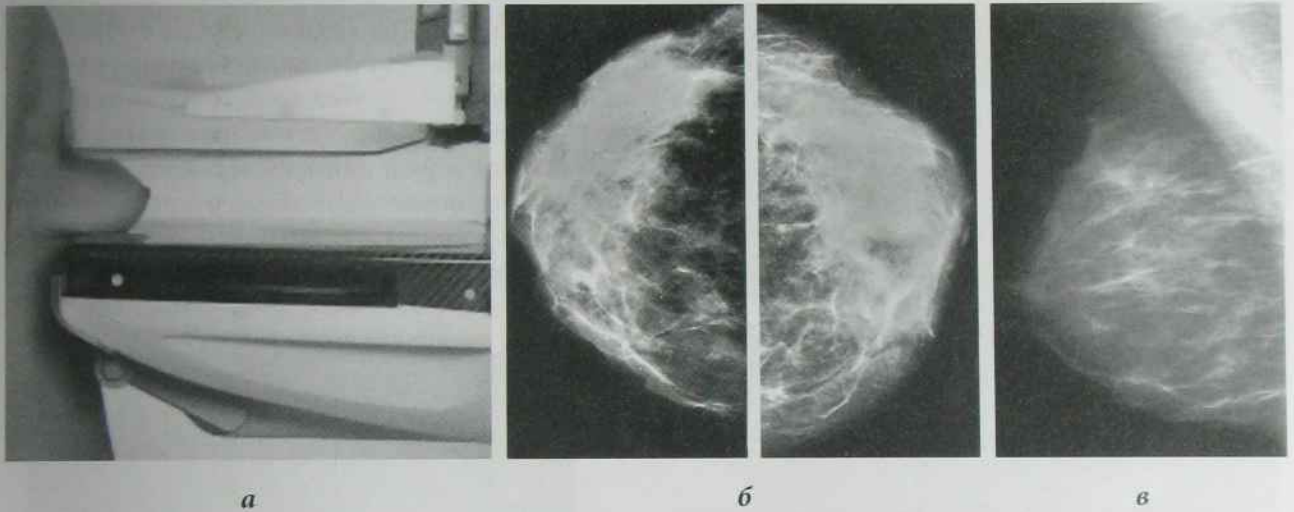
УЗД та мамографія є взаємодоповнюючими методиками досліджень.

**Дуктографія** (контрастна мамографія, рис. 16.24) дозволяє виявити зміни в протоках залози у хворих з виділеннями із сосків (сецернуючі молочні залози). Причиною виділень із проток можуть бути галакторея, ектазія проток, внутрішньопротокова папілома, внутрішньопротоковий рак та ін.

**Методика дослідження.** Через голку в проток вводять 0,3–1 мл 60 % розчину йодвмісної контрастної речовини і виконують мамограми. Дослідження можна доповнити подвійним контрастуванням. Аналіз знімків дозволяє визначити форму, контури молочних проток, дефекти наповнення проток.

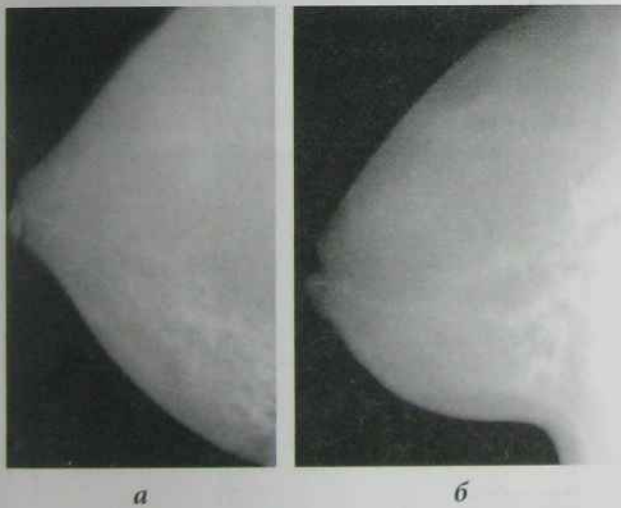
Застосування КТ обмежене високою дозою опромінення грудної залози (рис. 16.25).

МРТ використовують для вивчення стану ретромамарного простору, виявлення наявності пухлинного вузла в тканинах залози при ін-



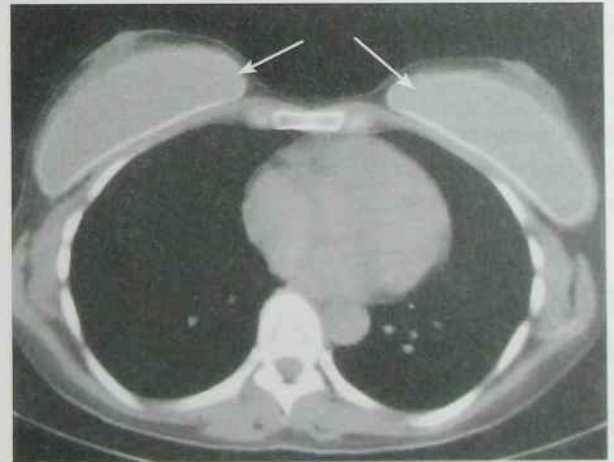
**Рис. 16.23.** Мамографія:

*а) виконання мамографії; б) нормальна залоза жінки репродуктивного віку; в) нормальна залоза жінки у період клімаксу*



**Рис. 16.24.** Дуктограми:

*а) нормальні молочні протоки, б) розширені молочні протоки (мастопатія)*



**Рис. 16.25.** КТ грудної клітки, середостінне вікно: імпланти грудних залоз (стрілки)

фільтративно-набряковій формі раку, виявленні проростання пухлини в передню грудну стінку та в органи середостіння, а також для виявлення метастазів раку грудної залози в регіонарні та медіастинальні лімфатичні вузли. МРТ не дозволяє виявити мікрокальцинати (рис. 16.26).

**Стереотаксична біопсія з подальшим цитологічним дослідженням** є одним з найважливіших методів дослідження пухлинних утворень молочних залоз. Точність діагностики складає від 90 до 100 %.





Рис. 16.26. МРТ грудної залози, норма

**Позитивна радіонуклідна скintiграфія** (ОФЕКТ-візуалізація) — проводиться з туморо-тропними РФП:  $^{67}\text{Ga}$ -цитрат,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосмін +  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МІБІ.

Після в/в введення 74–111 МБк  $^{67}\text{Ga}$  або 370–420 МБк препаратів, мічених  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , у 75 % випадків на ОФЕКТ-сцинтиграмах чітко візуалізуються злоякісні пухлини грудної залози з рівними накопичення ТРФП — 200 + 30 %. Доброякісні захворювання грудної залози не візуалізуються, оскільки накопичення ТРФП при цих процесах не перевищує 150 %.

## Променева діагностика захворювань грудної залози

### Запальні процеси грудної залози

**Мастит** — запалення залозистої тканини і стромы грудної залози. Розрізняють інфільтративну та гнійну форми маститу.

При УЗД інфільтративна форма маститу характеризується наявністю гіпоехогенних неомогенних ділянок з нечіткими контурами. При ускладненні інфільтративної форми маститу абсцедуванням візуалізуються анехогенні ділянки неправильної форми з наявністю акустичного посилення (рис. 16.27, а).

На мамограмі визначається інтенсивне однорідне зниження прозорості ураженої ділянки за-

лози. Абсцедування характеризується наявністю інтенсивної тіні на тлі посиленого малюнка грудної залози.

Після евакуації гною для визначення лікувальної тактики в ряді випадків застосовують контрастування порожнини абсцесу низькоконцентрованим водорозчинним йодвмісним контрастом або повітрям (рис. 16.27, б).

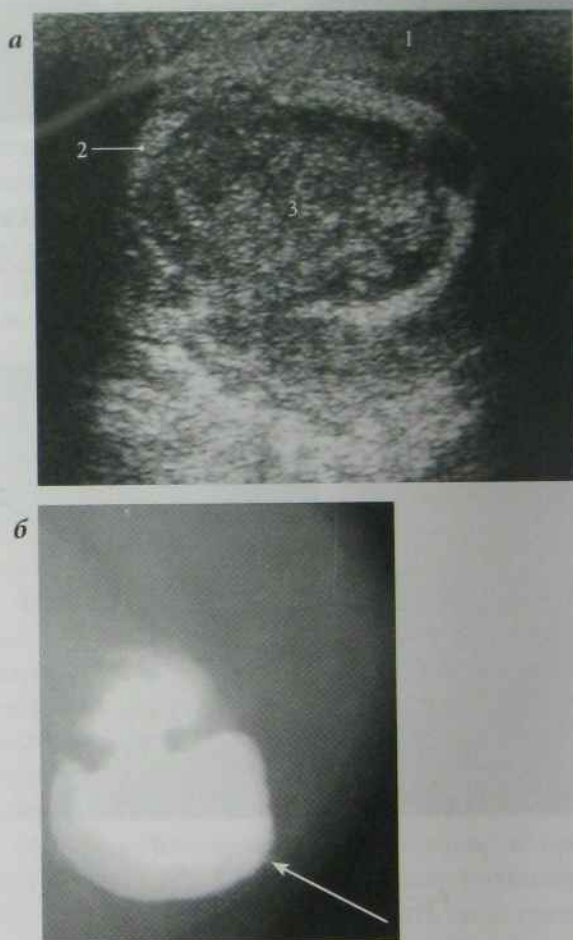


Рис. 16.27. Абсцес грудної залози:

а) УЗД лівої грудної залози (1 — незмінна тканина грудної залози, 2 — капсула абсцесу, 3 — гіпоехогенний вміст); б) мамограма лівої грудної залози: порожнина дренованого абсцесу грудної залози заповнена водорозчинною контрастною речовиною (стрілка)

### Незапальні процеси грудної залози

**Мастопатія (фіброзно-кістозна хвороба)** — це доброякісне захворювання молочних залоз, що характеризується патологічним розростанням їх тканин. Патологічні зміни розвиваються в обох молочних залозах внаслідок гормонального дисбалансу.

Мастопатія розвивається в результаті ендокринних порушень в організмі жінки. Змінюється послідовність фізіологічних процесів у тканинах грудної залози (темп, ритм і характер циклічної перебудови), виникає розростання залозистих і сполучнотканинних структур.

За характером змін у тканинах молочних залоз прийнято виділяти наступні форми мастопатії:

**Аденоматоз** — це гіперплазія залозистих часточок грудної залози. На ультрасонограмах виявляють численні гіперехогенні ущільнення округлої форми, рентгенологічно визначаються численні однотипні округлі тіні (рис. 16.28).

**Фіброзна форма мастопатії** характеризується надмірним розвитком фіброзної тканини. При

УЗД фіброзна форма мастопатії характеризується наявністю грубих гіперехогенних тяжів у паренхімі молочної залози (рис. 16.29, а). На мамограмах визначається однорідна тінь залозистого трикутника, різко відмежована від підшкірної жирової тканини, на тлі якої визначаються окремі тіні безладно направлених фіброзних тяжів (рис. 16.29, б).



Рис. 16.28. Мамограма лівої грудної залози: аденоматоз

(округлі тіні в тканині грудної залози — стрілки)

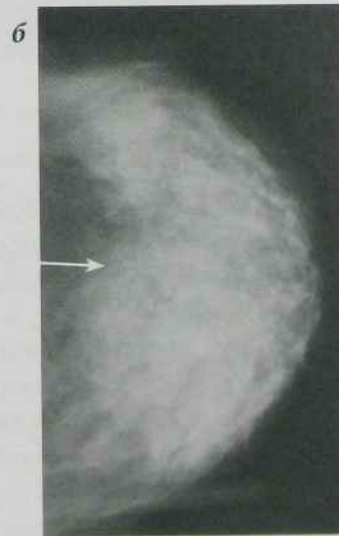
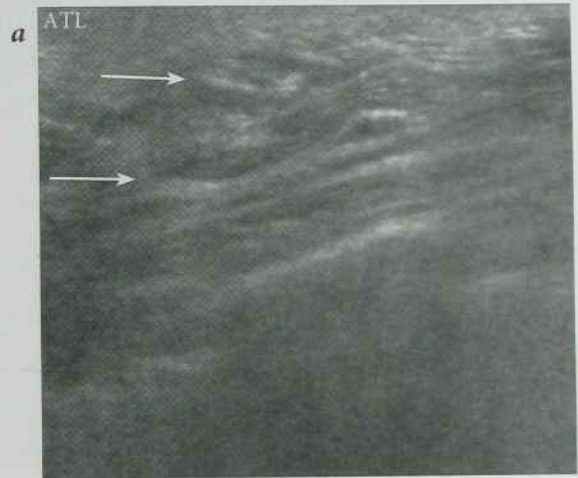


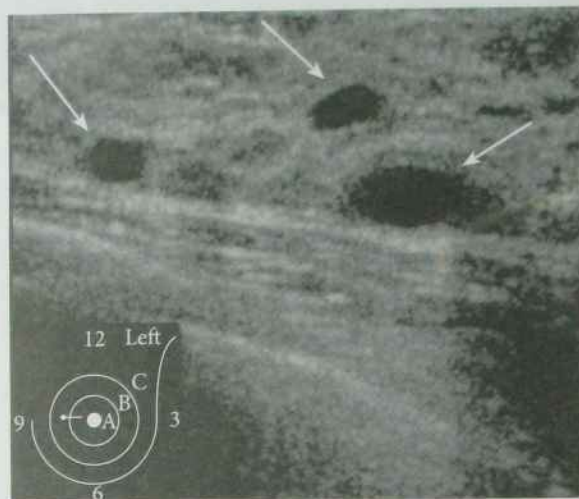
Рис. 16.29. Фіброзна форма мастопатії:

а) УЗД грудної залози (гіперехогенні фіброзні тяжі — стрілки), б) мамограма лівої грудної залози (однорідність тіні залозистого трикутника — стрілка)



**Кістозна форма мастопатії** характеризується наявністю поодиноких або численних утворень округлої чи овальної форми, різних розмірів, які містять рідину.

На УЗД та рентгенограмах — визначають поодинокі або численні утворення округлої форми з рівними чіткими контурами (рис. 16.30).



**Рис. 16.30.** УЗД лівої грудної залози:

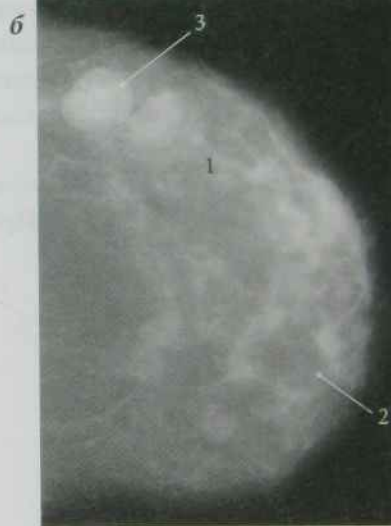
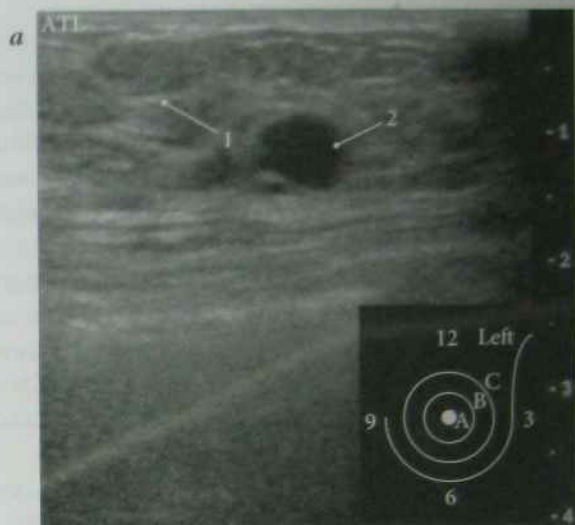
кістозна форма мастопатії (множинні гіпоехогенні утвори з чіткими контурами /кісти/ — стрілки)

При **змішаній формі мастопатії** в грудній залозі визначається гіперплазія залозистої тканини і фіброзна строма, поодинокі або множинні кістозні порожнини (рис. 16.31).

Кісти, які містять рідину, характеризуються низьким сигналом МР на  $T_1$ -33 та високим на  $T_2$ -33 з низькою концентрацією білка при високій концентрації білка — МР-сигнал середньої інтенсивності на  $T_1$ - і  $T_2$ -33.

### Пухлини грудної залози

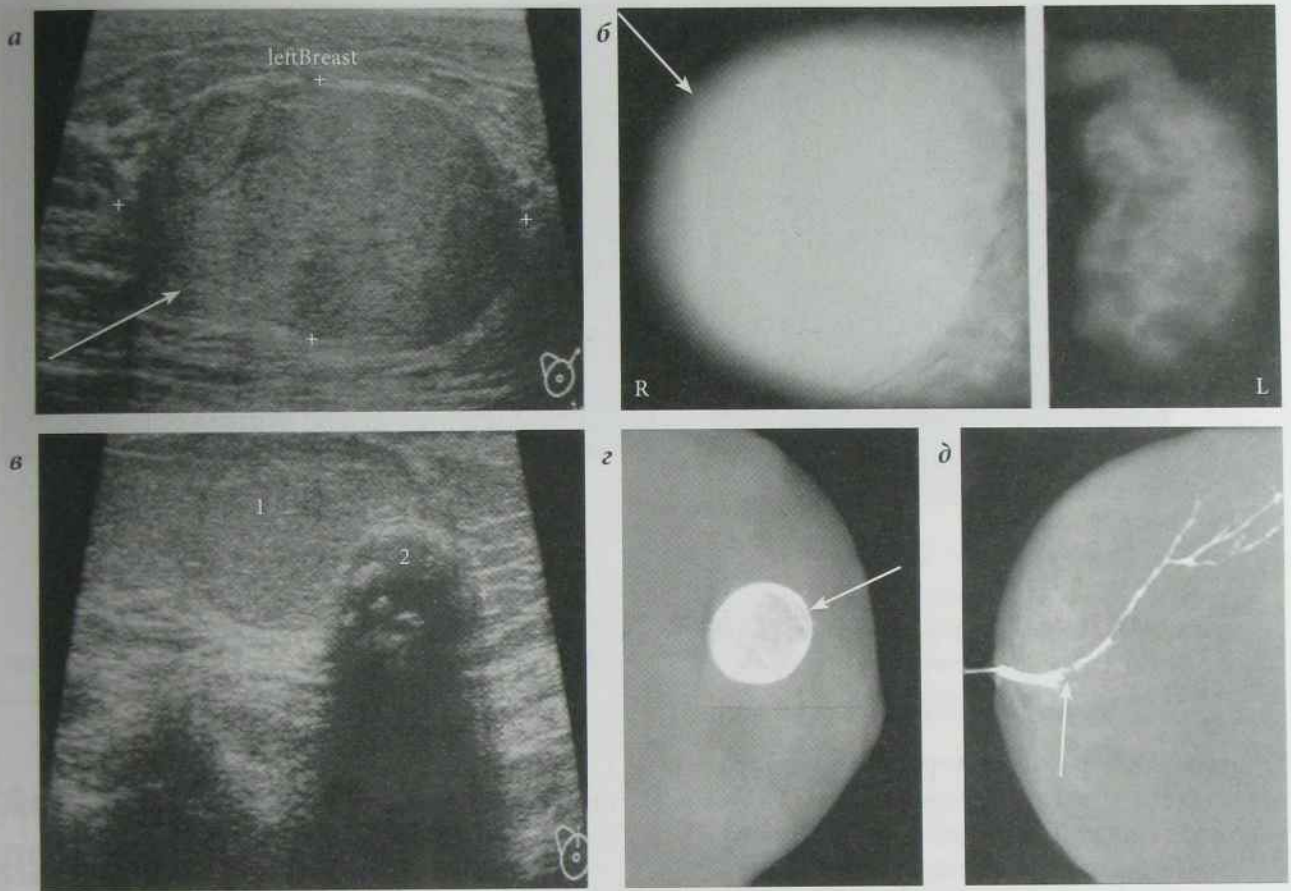
**Доброякісні пухлини:** аденома грудної залози, аденома соска, інтрадуктальна папілома, фіброма, гемангіома, ліпома, міома, фіброаденома.



**Рис. 16.31.** Дифузна фіброзно-кістозна форма мастопатії:

а) УЗД лівої грудної залози (1 — гіперехогенні фіброзна тяжі, 2 — гіпоехогенне утворення з чіткими контурами (кіста), б) мамограма лівої грудної залози — на тлі фіброзно зміненої тканини залози (1) визначаються жировмісні (2) та рідиновмісні (3) кісти

Доброякісні пухлини на ультрасонограмах і мамограмах частіше мають округлу форму з чіткими рівними контурами (рис. 16.32).



**Рис. 16.32.** Доброякісні пухлини грудної залози:

а) УЗД правої грудної залози: фіброаденома правої грудної залози (гіпоехогенний овальної форми утвір з чіткими контурами — стрілка); б) мамограма правої і лівої грудних залоз: гігантська фіброаденома правої грудної залози; в) УЗД правої грудної залози: звапнена фіброаденома (1 — круглястий ізоехогенний утвір з чітким контуром, 2 — гіперехогенна частина утвору з акустичною тінню); г) мамограма лівої грудної залози: звапнена фіброаденома (стрілка); д) дуктограма лівої грудної залози: інтрадуктальна папілома (стрілка)

### Злоякісні пухлини грудної залози

#### Рак грудної залози

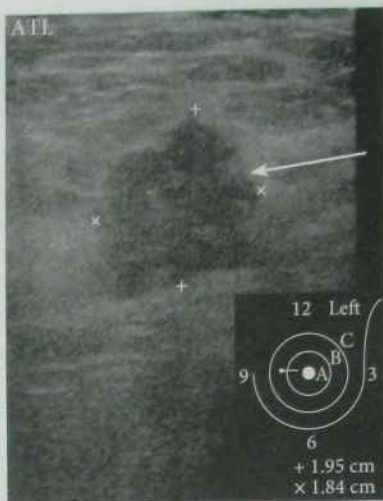
Розрізняють вузлову, внутрішньопротокову та дифузну форми раку грудної залози.

При УЗД пухлинний вузол неправильної форми з поліциклічними контурами, структура вузла неоднорідна (рис. 16.33). Доплерографія дозволяє виявити збільшення кількості судинних елементів у пухлинному вузлі і навколо нього (кольорова вкладка: рис. 31).

На мамограмах розрізняють прямі і непрямі рентгенологічні ознаки злоякісних пухлин грудної залози.

Прямі рентгенологічні ознаки раку грудної залози: тінь пухлини, мікрокальцинати. Тінь пухлини гомогенна, округлої форми з нерівними нечіткими контурами (рис. 16.34, а). Кальцинати виникають в результаті некрозу ділянок пухлинного вузла (рис. 16.34, б).

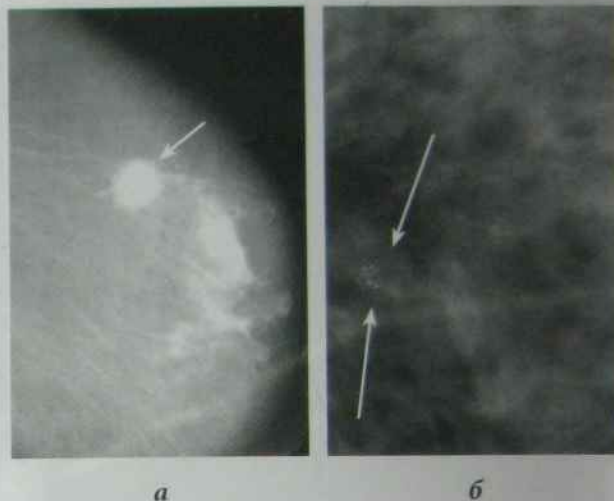




**Рис. 16.33.** УЗД лівої грудної залози: зловісна пухлина грудної залози (гіпоехогенне, неоднорідної структури та неправильної форми з нечіткими контурами утворення — стрілка)

Внутрішньопротоковий рак на дуктограмах виявляється у вигляді дефекту наповнення або звуження вивідної протоки.

Дифузні ракові пухлини характеризуються збагаченням, деформацією та посиленням малюнка грудної залози, наявністю безладно направлених

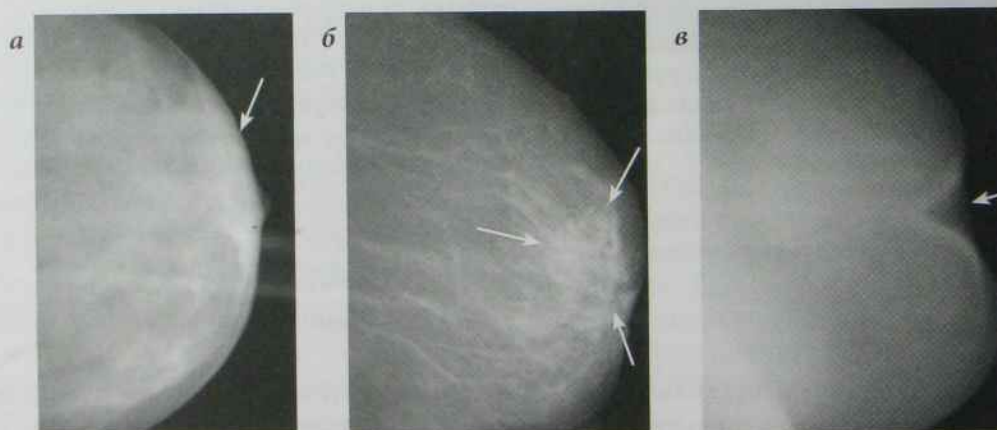


**Рис. 16.34.** Прямі ознаки раку грудної залози (мамограми):

- а) вузловий рак грудної залози (стрілка);
- б) мікрокальцинати поблизу ретромарного простору (стрілка)

тяжів, звуженням преамарного простору, потовщенням шкіри і втягненням соска.

Непрямі рентгенологічні ознаки раку грудної залози: потовщення шкіри, деформація малюнка грудної залози, втягнутий сосок (рис. 16.35).



**Рис. 16.35.** Непрямі ознаки раку грудної залози (мамограми лівої грудної залози):

- а) потовщення шкіри (стрілка); б) посилення, збагачення і деформація малюнка грудної залози (стрілка); в) втягнення соска (стрілка)

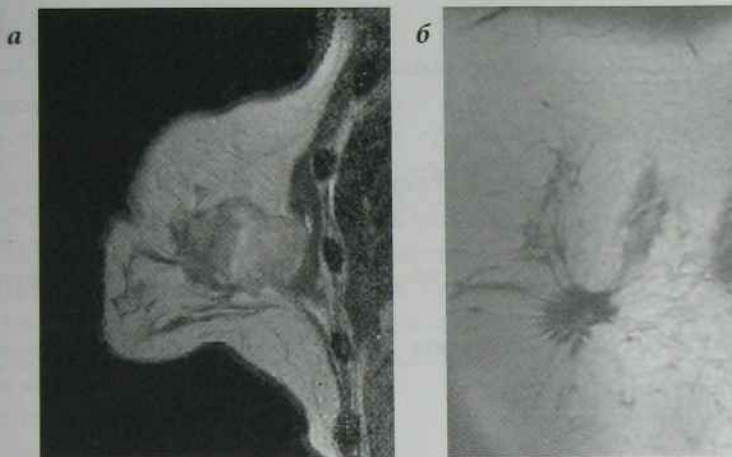


Рис. 16.36. МРТ правої грудної залози, рак грудної залози<sup>1</sup>

Інформативність МРТ-дослідження в діагностиці злоякісних пухлин зростає при додатковому контрастуванні парамагнетиком (рис. 16.36).

## Алгоритм променевого дослідження статевої системи

1. Визначення анатомічних змін статевих органів — УЗД, МРТ та КТ.
2. Визначення прохідності маткових труб — метросальпінгографія, контрастне УЗД, гістеросальпінгосцинтиграфія.
3. Визначення терміну вагітності, дослідження патології вагітності — УЗД.
4. Визначення анатомічних змін грудних залоз — УЗД, МРТ, мамографія.
5. Оцінка стану проток молочних залоз — дуктографія.
6. Визначення стадії пухлинного процесу — КТ, МРТ, радіонуклідні методи.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть променеві методи дослідження статевої системи.
2. Перечисліть ультразвукові ознаки доброякісної гіперплазії передміхурової залози.
3. Перечисліть ультразвукові ознаки раку передміхурової залози.
4. Перечисліть ультразвукові ознаки пухлини яєчка.
5. Перечисліть ультразвукові ознаки доброякісних пухлин міометрія.
6. Перечисліть МРТ ознаки хоріонепітеліоми.
7. Перечисліть ультразвукові ознаки раку яєчників.
8. Перечисліть ультразвукові ознаки вагітності.
9. Перечисліть особливості променевого обстеження вагітних.
10. Класифікація аномалій розвитку плода.
11. Перечисліть методи променевого дослідження грудної залози.
12. Перечисліть променеві ознаки запальних процесів грудної залози.
13. Перечисліть променеві ознаки раку грудної залози.

<sup>1</sup> [Journal of Resonance Imaging Volume 13 • Number 6 June 2001 / editor-in-Chief C. Leon Partain/ p. 824]

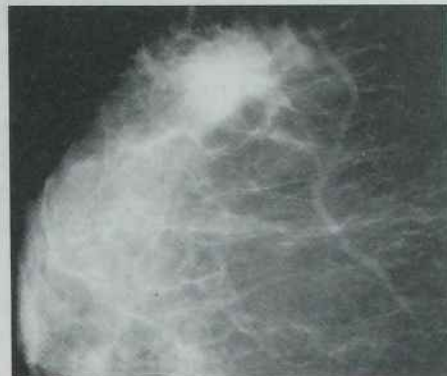


## Тестові питання

1. При УЗД передміхурова залоза в аксіальних зрізах має:
  - а) \*типову форму, об'єм не перевищує 25–30 см<sup>3</sup>;
  - б) трикутну форму, об'єм не перевищує 25–30 см<sup>3</sup>;
  - в) типову форму, об'єм не перевищує 30–50 см<sup>3</sup>.
2. Основними методами дослідження хворих з обструктивними уropатіями є:
  - а) радіонуклідні дослідження (ренографія, динамічна реносцинтиграфія);
  - б) КТ, МРТ;
  - в) \*УЗД та екскреторна урографія.
3. При УЗД матки міоми мають вигляд:
  - а) гіпоехогенних порівняно з міометрієм вогнищевих утворень з нечіткими контурами;
  - б) гіперехогенних порівняно з міометрієм вогнищевих утворень з чіткими контурами;
  - в) \*гіпоехогенних порівняно з міометрієм вогнищевих утворень з чіткими контурами.
4. Плідний міхур у порожнині матки визначається трансвагінальним УЗД з терміну:
  - а) \*5-го тижня вагітності;
  - б) 3-го тижня вагітності;
  - в) 7-го тижня вагітності.
5. Термін вагітності протягом першого триместру визначається на підставі:
  - а) вимірювання розмірів голівки плода, живота;
  - б) \*вимірювання куприко-тім'ячкового розміру ембріона;
  - в) вимірювання розмірів довгих трубчастих кісток кінцівок плода з визначенням терміну вагітності за спеціальними таблицями.
6. При УЗД передміхурова залоза в нормі має:
  - а) однорідну ехоструктуру паренхіми, контури нечіткі, рівні;
  - б) \*однорідну ехоструктуру паренхіми, контури чіткі, рівні, безперервні;
  - в) неоднорідну ехоструктуру паренхіми, контури чіткі, рівні, безперервні.
7. Термін вагітності протягом 2–3 триместру визначається на підставі:
  - а) вимірювання тільки розмірів голівки плода;
  - б) вимірювання куприко-тім'ячкового розміру ембріона;
  - в) \*вимірювання розмірів голівки, живота, довгих трубчастих кісток кінцівок з визначенням терміну за спеціальними таблицями.
8. Ехоознакою загрози переривання вагітності є:
  - а) \*локальне потовщення м'язової стінки матки, яке деформує плідний міхур, відшарування хоріона з утворенням гематоми — у вигляді ехонегативної смужки за межами плідного міхура;
  - б) відсутність серцебиття, рухів плода;
  - в) деформація плідного міхура, невідповідність розмірів плода і матки терміну вагітності.
9. До епітеліальних доброякісних пухлин молочної залози відносять:
  - а) гемангіому;
  - б) фіброму;
  - в) \*аденому молочної залози й соска.
10. До змішаних доброякісних пухлин молочної залози відносять:
  - а) аденому молочної залози й соска;
  - б) \*фіброаденому;
  - в) папілому протоки.
11. Рівень PSA в нормі становить:
  - а) \*0–4 нг/мл;
  - б) 5–10 нг/мл;
  - в) більше 20 нг/мл.
12. Дослідження рівня PSA є високоінформативним методом при виявленні:
  - а) злоякісних пухлин яєчка;
  - б) раку грудної залози;
  - в) \*раку передміхурової залози;
  - г) усіх зазначених пухлин.

## Ситуаційні задачі

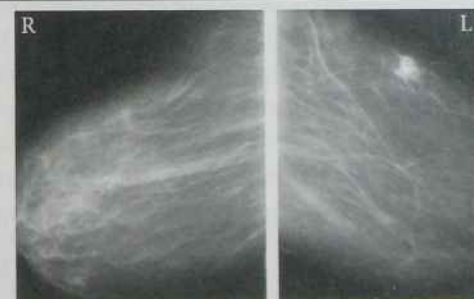
16.1. Жінка К. 48 років при самообстеженні молочних залоз виявила ущільнення в правій молочній залозі. Об'єктивно: у верхньозовнішньому квадранті правої молочної залози визначається малорухоме округлої форми ущільнення. Виконана мамографія молочних залоз. Проаналізуйте представлену мамограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



16.2. Жінка Б. 56 років звернулася до гінеколога зі скаргами на ниючий біль внизу живота, наявність кров'янистих виділень. Менопауза 2 роки. Об'єктивно: шкіра та видимі слизові оболонки блідо-рожеві, при пальпації живіт болючий, у надлобковій ділянці пальпується щільноеластичне горбисте об'ємне утворення розміром близько 15 см. Аналіз крові: гемоглобін 95 г/л, кольоровий показник 0,85, лейкоцити —  $7 \times 10^9/\text{л}$ , ШОЕ — 34 мм/год. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



16.3. Жінка У. 45 років при самообстеженні молочних залоз виявила ущільнення в лівій молочній залозі. Об'єктивно: втягнення шкіри у верхньозовнішньому квадранті лівої молочної залози, при пальпації визначається спаяний зі шкірою округлий щільний горбистий утвір. Виконана мамографія молочних залоз. Проаналізуйте представлену мамограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



16.4. Хвора А. 23 років доставлена в клініку невідкладної допомоги зі скаргами на біль внизу живота, більше виражений зліва, підвищення температури тіла до  $38^\circ\text{C}$ . Об'єктивно: пальпація живота різко болюча, в лівій здухвинній ділянці пальпується щільний конгломерат. Аналіз крові: гемоглобін 125 г/л, лейкоцити —  $11 \times 10^9/\text{л}$ , ШОЕ — 45 мм/год. Виконана СКТ. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.





16.5. Хворий Ч. 17 років звернувся в клініку зі скаргами на біль у правому яєчку, підвищення температури тіла. З анамнезу відомо, що отримав травму 4 дні тому. Об'єктивно: праве яєчко збільшене в розмірах, болісне при пальпації. Аналіз крові: гемоглобін 125 г/л, лейкоцити —  $10 \times 10^9$ /л, ШОЕ — 25 мм/год. Виконане УЗД яєчок. Проаналізуйте представлені ультразвукограми та сформулюйте клініко-променевий висновок.



16.6. Жінка Ж. 23 років звернулася до гінеколога з приводу затримки місячних протягом 8 тижнів. Об'єктивно: при вагінальному дослідженні збільшення тіла матки до розмірів 2-х місяців вагітності, експрес-тест на вагітність позитивний. Виконане УЗД матки. Проаналізуйте представлену ультразвукограму та сформулюйте клініко-променевий висновок.



16.7. Хворий Ф. 27 років звернувся в клініку зі скаргами на біль у правому яєчку. З анамнезу відомо, що отримав травму тиждень тому. Об'єктивно: збільшення в розмірах калитки та правого яєчка, болючість при пальпації. Аналіз крові: гемоглобін 125 г/л, лейкоцити —  $7 \times 10^9$ /л, ШОЕ — 5 мм/год. Виконане УЗД яєчок. Проаналізуйте представлену ультразвукограму правого яєчка та сформулюйте клініко-променевий висновок.



### Променеві методи дослідження ЦНС

- ▶ Краніографія (рентгенографія черепа у двох проекціях, рис. 17.1). Для вивчення кісток основи черепа використовують додаткові укладки (аксіальну, носо-підборідну, носолобну та ін.);
- ▶ комп'ютерна томографія;
- ▶ спіральна комп'ютерна томографія;
- ▶ панорамна томографія (для вивчення щелеп і зубів);
- ▶ оглядова спондилографія у 2-х проекціях (рис. 17.2);
- ▶ прицільна рентгенографія;
- ▶ функціональна рентгенографія (в стані максимального згинання і розгинання хребта);
- ▶ магнітно-резонансна томографія.

На рентгенограмах вивчають розміри черепа (вертикальний, сагітальний, фронтальний), форму, товщину кісток, їх з'єднання, судинний малюнок і видимі патологічні процеси. Товщина кісток склепіння черепа складає 0,4–1,0 см. Досить добре візуалізуються просвітлення лобової, клиноподібної, верхньощелепних пазух і комірок скроневої та решітчастої кісток.

На рентгенограмах хребта вивчають анатомічну будову тіл, остистих, поперечних і суглобових відростків, ніжок дуг хребців, а також оцінюють висоту тіл хребців і міжхребцевих дисків, кісткову структуру хребців, звапнення (рис. 17.2). На функціональних рентгенограмах вивчають стабільність положення хребців різних відділів. Для визначення локалізації пухлин спинного мозку використовують МРТ.

*Ангіографію та цифрову субтракційну ангіографію* (рис. 17.3, а) виконують для діагностики

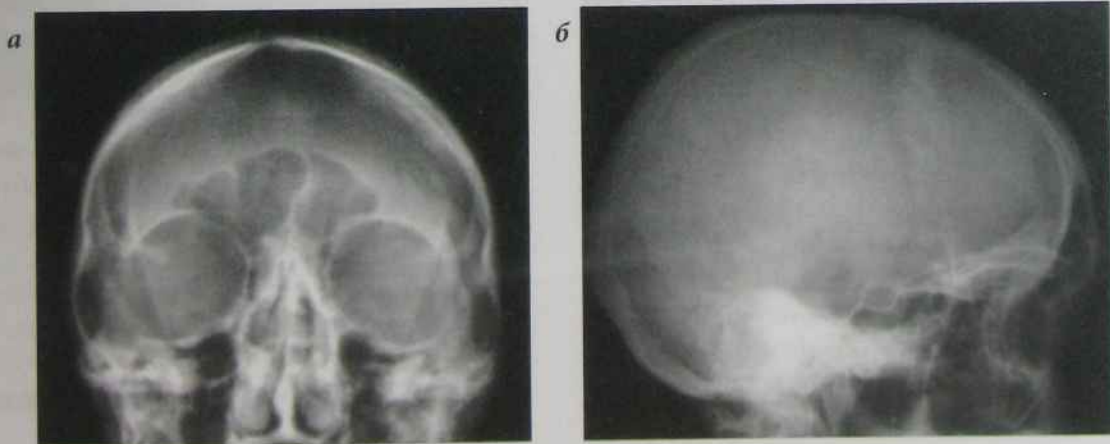


Рис. 17.1. Рентгенограми черепа в прямій (а) та бічній проекціях (б)



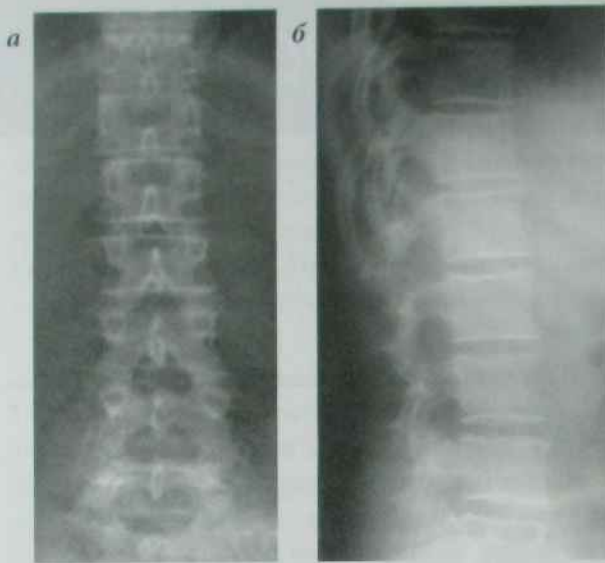


Рис. 17.2. Рентгенограми хребта в прямій (а) та бічній (б) проекціях

уражень судин головного мозку. Контрастують внутрішню сонну артерію і виконують серію рентгенограм, КТ, СКТ. Метод дослідження дозволяє виявити інсульт, внутрішньомозкові гематоми, аневризми та інші форми судинної патології.

У даний час для дослідження лікворних просторів, шлуночків і тканини мозку використовують КТ, СКТ, МРТ.

**Комп'ютерна томографія.** Щільність мозкової тканини на КТ складає +35...+39 НУ. На КТ-сканах тканина мозку світліша за спинномозкову рідину шлуночків мозку. Кров у судинах мозку не візуалізується через однакову щільність з мозковою тканиною (+30...+44 НУ). На КТ (рис. 17.3 б) чітко виявляються патологічні зміни кісток і запянь (щільність кісток +480...+800 НУ).

**Магнітно-резонансна томографія** дозволяє отримати диференційоване зображення структур головного (рис. 17.4) та спинного мозку завдяки відмінності їх МР-сигналів. Метод відіграє провідну роль у діагностиці уражень мозку.

**МР-ангіографія** (рис. 17.5)

**Нейросонографія** через велике тім'ячко проводиться у новонароджених і дітей грудного віку при підозрі на наявність пухлини, аномалії

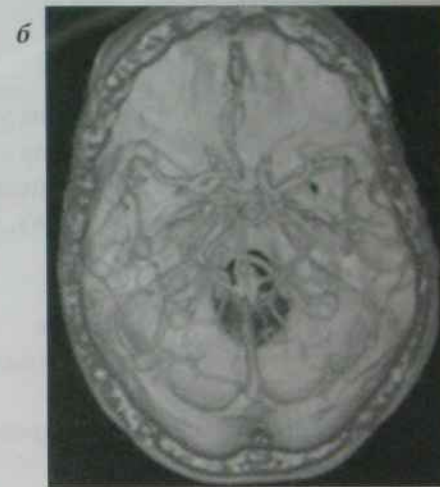
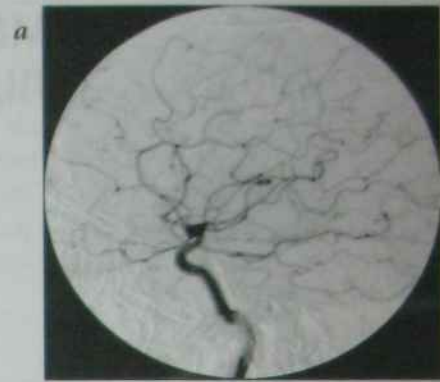


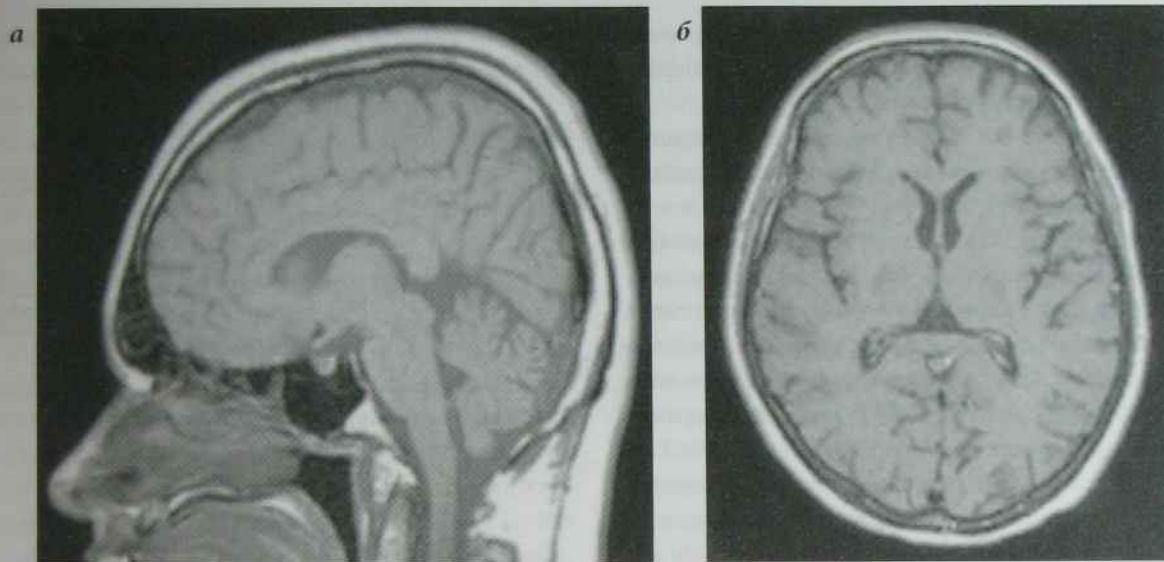
Рис. 17.3. Променеве дослідження судин мозку

а) каротидна ангіограма, бічна проекція;  
б) КТ-ангіограма: норма

розвитку, при черепно-мозкових травмах та інших захворюваннях. У дорослих використовують А-метод (ехоенцефалографія через скроневу кістку) для визначення розташування серединних структур мозку — шлуночків і стовбура. Для дослідження швидкості кровотоку в судинах мозку застосовують доплерографію.

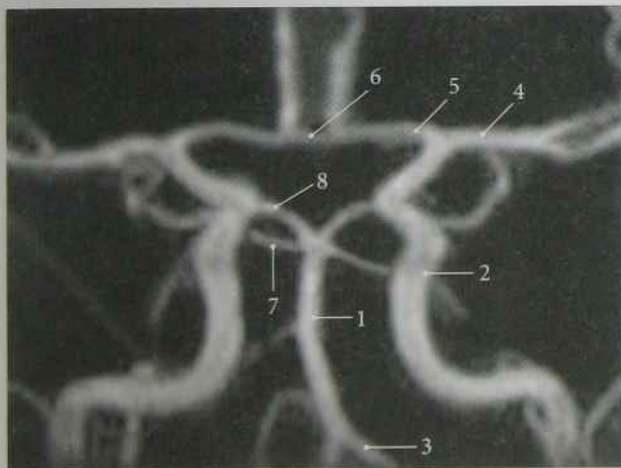
## Радіонуклідні методи дослідження нервової системи

Показання до призначення: підозра на об'ємний процес в головному мозку (пухлини, абсцес, кіс-



**Рис. 17.4.** МРТ головного мозку на  $T_1$ -ЗЗ:

а) сагітальний зріз, б) аксіальний зріз



**Рис. 17.5.** МРТ судин головного мозку:

1 — базиллярна артерія, 2 — внутрішня сонна артерія, 3 — вертебральна артерія, 4 — середня мозкова артерія, 5 — передня мозкова артерія, 6 — передня комунікантна артерія, 7 — задня мозкова артерія, 8 — задня комунікантна артерія

ти), травми, візуалізація лікворних просторів і визначення регіонарного кровотоку.

Використовують 5 груп радіонуклідних досліджень:

1. Вводять у кров туморотропні РФП, які накопичуються в пухлині більше, ніж у незмінній мозковій тканині, і проводять планарну або ОФЕКТ-сцинтиграфію (візуалізація пухлин).
2. Введення в кров позитронних РФП і проведення ПЕТ-візуалізації пухлин.
3. Введення в/в РФП, який не дифундує через стінку судин, для визначення лінійного мозкового кровообігу за допомогою гамма-камер, ОФЕКТ або багатоканальних радіографів.
4. Введення в/в РФП, які швидко дифундують із судин у мозкову тканину, для визначення об'ємного мозкового кровообігу.
5. Ендолюмбальне введення РФП з метою вивчення прохідності субарахноїдального простору спинного мозку та уточнення локалізації патологічного процесу (спінальна лікворосцинтиграфія або гаммаметрія).

Також радіонуклідні дослідження ЦНС можна поділити на дослідження головного мозку (дослідження мозкового кровообігу, ОФЕКТ-сцин-



тиграфія головного мозку, цистерновентрикулографія) та спинного мозку (дослідження субарахноїдального простору).

**Радіонуклідне дослідження мозкового кровообігу** дозволяє визначити лінійний та об'ємний мозковий кровообіг.

Дослідження лінійного мозкового кровообігу базується на графічній реєстрації переміщення РФП, що не проникає крізь судинну стінку, за допомогою гамма-камери (енцефалоангіоцинтиграфія) або радіографа (енцефалоангіорадіографія). В якості РФП використовують  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетат (370–555 МБк) або  $^{131}\text{I}$ -АЛС (20 кБк/кг маси тіла пацієнта). Метод дозволяє провести оцінку регіонарного мозкового кровообігу, виявити порушення мозкового кровообігу та патологічні зміни судин головного мозку.

Отримані скінтиграми аналізують пофазно: в артеріальну фазу, капілярну та венозну. З кількісних показників має значення час кровообігу (це час від початку підйому до максимуму активності, в нормі 6–8 с), час виведення (це інтервал від максимуму до настання плато рівноваги, в нормі 7–9 с), час позамозкового кровообігу (час руху контрасту від ліктьової вени до загальної сонної артерії, в нормі 14–15 с). Метод дозволяє виявити артеріовенозні аневризми (крива характеризується різким підйомом та спадом), тромбоз (крива нагадує зрізаний конус), склеротичні зміни судин (виражена похилість кривої) і пухлин (виражене збільшення часу кровообігу).

Дослідження об'ємного мозкового кровообігу базується на визначенні швидкості вимивання РФП ( $^{133}\text{Xe}$ ) з тканини мозку за одиницю часу. Насичений  $^{133}\text{Xe}$  ізотонічний розчин вводять в/в. Отримана крива мозкового кліренсу в нормі характеризується швидким підйомом (відповідає проходженню РФП по судинах мозку і процесу насичення РФП тканинами мозку, в нормі тривалість 30–40 с) та швидким (протягом 2 хвилин), а надалі повільним спадом (вимивання РФП із тканин мозку). Розрізняють гіперемічний — при менінгеомах, гліобластомах (рис. 17.6) та ішемічний типи кривих.

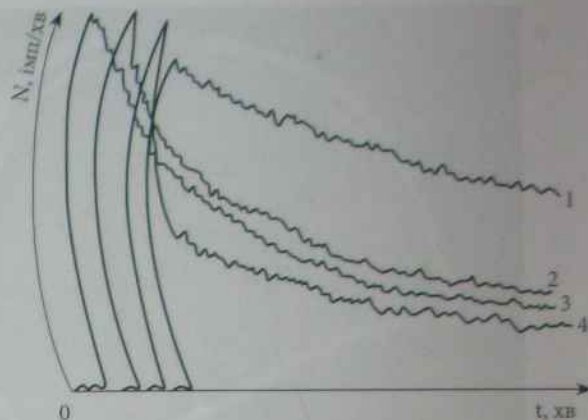


Рис. 17.6. Криві кліренсу  $^{133}\text{Xe}$ :

1 — ішемічний тип; 2 — гіперемічний тип; 3 — норма; 4 — артеріовенозне шунтування

**Сцинтиграфія головного мозку** (енцефало-сцинтиграфія та ОФЕКТ) використовується для визначення локалізації патологічного осередку у головному мозку, його поширеності та васкуляризації. Для дослідження використовують:

1. РФП, що не беруть участі в метаболізмі мозку, не проникають через судинну стінку та гематоенцефалічний бар'єр у нормі (наприклад,  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетат,  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА,  $^{99m}\text{Tc}$ -МІБІ,  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА; у випадку пухлин можна використовувати тропні до пухлин  $^{67}\text{Ga}$ -цитрат та  $^{113}\text{In}$ -блеоміцин). У випадку порушення цілісності судинної стінки РФП здатні накопичуватися в патологічній ділянці, формуючи "гарячі" зони — позитивна сцинтиграфія (кольорова вкладка: рис. 32).
2. РФП, що вільно проникають крізь гематоенцефалічний бар'єр та накопичуються у тканині мозку відповідно до рівня її перфузії (наприклад,  $^{99m}\text{Tc}$ -ГМ-ПАО — негативна сцинтиграфія).

Для позитивної візуалізації пухлин головного мозку внутрішньовенно вводиться 370–740 МБк РФП, для візуалізації мозкового розподілу вводиться 500–800 МБк  $^{99m}\text{Tc}$ -ГМ-ПАО або  $^{99m}\text{Tc}$ -церетекту.

Вищу роздільну здатність має ОФЕКТ завдяки можливості отримання тривимірного пошарового зображення (кольорова вкладка: рис. 33).

За допомогою ПЕТ з використанням  $^{15}\text{O}$  можна визначити патологічні ділянки мозкової тканини із зміненим кисневим обміном (кольорова вкладка: рис. 34).

**Радіонуклідна мієлографія** використовується для визначення прохідності субарахноїдального простору спинного мозку. Під час спинномозкової пункції поперекового відділу беруть 2 мл спинномозкової рідини для аналізу і в спинномозковий канал вводять 2 см<sup>3</sup> суміші повітря з  $^{133}\text{Xe}$  активністю 3,7–37 МБк. Після ін'єкції хворого переводять у вертикальне положення на 20–30 сек, щоб радіоактивний газ, легший за спинномозкову рідину, піднявся вгору по субарахноїдальному простору. Положення радіоактивного газу реєструється на дисплеї гамма-камери.

При вільній прохідності субарахноїдального простору по всій довжині хребта визначається однаково низька інтенсивність випромінювання. При повній блокаді субарахноїдального простору максимум інтенсивності випромінювання визначається на рівні нижньої межі патологічного осередку. В даний час використовується рідко.

Частіше використовується спінальна лікворосцинтиграфія після ендолюмбального введення 10–20 МБк  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА або  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетату. При ОФЕКТ-лікворосцинтиграфії встановлюють рівні порушення розподілу РФП, їх кількість, протяжність, ступінь порушення поширення індикатору, конфігурацію та гомогенність зон активності.

## Променева анатомія ЦНС

Череп складається з мозкового і лицевого відділів. У мозковій частині черепа розрізняють основу та склепіння. Мозкова частина черепа утворена непарними кістками (потиличною, лобовою, решітчастою, клиноподібною) і парними (тім'яними і скроневиими кістками). Лицевий череп утворений: непарними під'язиковою кіст-

кою, нижньою щелепою, лемешем і парними піднебінними, виличними, носовими, сльозовими кістками, верхньощелепними і нижніми носовими раковинами.

Кістки склепіння мозкового черепа і кістки лицевого черепа з'єднуються між собою за допомогою швів, а кістки основи черепа — за допомогою синхондрозів. Розрізняють: сагітальний шов (утворений сагітальними краямитім'яних кісток), лямбдоподібний шов (між потиличною ітім'яними кістками) і вінцевий шов (між лобною ітім'яними кістками).

Склепіння черепа утворене лускою лобової кістки, потиличною,тім'яними кістками і скроневиими кістками, а також великими крилами клиноподібної кістки. Основа черепа утворена решітчастою пластинкою решітчастої кістки, клиноподібною кісткою, частиною лобової кістки і малими крилами клиноподібної кістки.

Хребет утворений 7 шийними, 12 грудними, 5 поперековими, 5 крижовими і 3–5 копчиковими хребцями. Хребець складається з тіла і дуги. Дуга хребця з'єднується з тілом хребця двома ніжками. Тіло і дуга хребця утворюють хребетний отвір. Хребетні отвори всіх хребців утворюють спинномозковий канал. Від дуги хребця відходять парні верхні і нижні суглобові відростки. Суглобові відростки зчленовуються парними верхніми і нижніми суглобовими поверхнями суміжних хребців.

Міжхребцеві диски складаються з ядра і волокнистого кільця.

### Вікові особливості будови черепа

Центри скостеніння склепіння черепа розвиваються на 3-му місяці внутрішньоутробного розвитку плода, а у 6 місяців внутрішньоутробного розвитку центри скостеніння присутні у всіх кістках черепа. Кістки склепіння черепа проходять три стадії розвитку: перетинкову, хрящову і кісткову. Коли основа черепа і частина потиличної кістки проходять хрящову стадію, решта кісток склепіння черепа — сполучнотканинну, потім кісткову, минаючи хрящову стадію.



У новонародженого кістки склепіння черепа тонкі; вони легко гнуться, окістя міцне і легко відшаровується. Основа черепа у новонародженого мала і вузька. Середня черепна ямка глибока, задня — вузька і плоска. Отвори черепномозкових нервів відносно великі. Великий потиличний отвір має грушоподібну форму. Шви представлені широкими, прямими лінійними просвітленнями. Стрілоподібний, лямбдоподібний і вінцевий шви візуалізуються в 4-місячному віці. В 11–12 місяців починають формуватися кісткові шви.

Лобова кістка розвивається з двох точок скостеніння та розділена посередині на дві половини метопічним швом, який є продовженням сагітального шва. Цей шов зазвичай заростає у віці від 1 року до 4–5 років.

Тім'яні кістки походять з двох точок скостеніння, що зливаються.

Потилична кістка розвивається з 5 точок скостеніння в хрящовій частині. Осново-потилічний синхондроз костеніє у віці від 14 до 20 років.

Внутрішня поверхня кісток склепіння черепа у новонародженого гладенька; судинні борозни та заглиблення пахіонових грануляцій з'являються тільки на 4-му місяці життя.

Тім'ячка утворюються в ділянках з'єднання декількох кісток і являють собою сполучнотканинні мембрани, які поступово костеніють. Всього є 6 тім'ячок. При народженні в більшості випадків є мале і велике тім'ячка (потилічне і лобове). Тільки у 25 % новонароджених залишаються бічні тім'ячка, які закриваються в перший місяць життя дитини. Тім'ячка розташовуються по сагітальному шву. Переднє (велике) тім'ячко розташовується між лобовою і тім'яними кістками, заднє (мале) тім'ячко — між тім'яними і потилічною кістками, чотири бічні тім'ячка — два передніх і два задніх — між тім'яною, скроневою і потилічною кістками.

Турецьке сідло у новонародженого має своєрідну форму: спинка коротка, форма і розміри турецького сідла змінюються з ростом дитини. Глибина сідла вимірюється по відстані між найнижчою точкою дна просвіту сідла і лінією входу в сідло. У новонароджених і дітей раннього віку

турецьке сідло плоске, сагітальний розмір переважає над вертикальним. У 4–5 років вертикальний розмір наближається до сагітального — форма сідла стає округлою.

Форма черепа буває доліхоцефалічною, мезоцефалічною і брахіцефалічною, що залежить від співвідношення його довжини і висоти. До 2 років череп росте швидко, а потім повільно до 20 років ріст черепа завершується.

### **Вікові особливості будови хребта**

В кінці 3-го місяця ембріонального розвитку починається скостеніння хрящового хребця. Перші точки скостеніння з'являються у двох дужках, третя — в тілі хребця (у XI і XII грудних хребцях). На 5-му місяці внутрішньоутробного розвитку точки скостеніння є вже у всіх хребцях, а на 6-му місяці видно поперечні відростки поперекових хребців. Дужки хребців зливаються у віці 3 років. Синостоз точок скостеніння дужок хребців формується до кінця 3–4-го року життя.

У новонародженого висота тіла хребця дорівнює висоті міжхребцевого диска. Тіло хребця має овальну форму. У 3 роки тіло хребця стає чотирикутним. Злиття апофізів з тілом хребця починається в 15–17 років, повний синостоз відбувається у 22–24 роки. Верхні і нижні контури хребців (замикаючі — пластинки) мають вигляд щільних смужок. У новонародженого хребет випрямлений, не має фізіологічних вигинів. Із ростом дитини і появою нових функцій виникають фізіологічні вигини хребта. Шийний лордоз з'являється у 2-місячному віці, після того як дитина почне тримати голову; грудний вигин хребта опуклістю назад з'являється в 6 місяців, коли дитина вже може сидіти; поперековий лордоз виникає, коли дитина починає ходити. Остаточне формування шийного лордозу і грудного кіфозу закінчується до 7 років, поперекового лордозу — в період статевого дозрівання.

Крижі у новонародженого складаються з тіла і бічних мас, які відокремлені одна від іншої хрящем. Тіло крижів зростається з бічними масами до 5 років. У дитячому віці крижі складаються

з окремих самостійних хребців, між якими є міжхребцевий хрящ.

**Лікворна система головного мозку** до моменту народження сформована і наближається за своєю будовою до лікворної системи дорослого. Розрізняють внутрішні лікворні шляхи (шлуночки мозку і периферичні периваскулярні і перицелюлярні простори усередині мозку) і зовнішні — підпаутинний (субарахноїдальний) і надпаутинний (субдуральний) простір на поверхні мозку. Шлуночкова система представлена двома неправильної форми бічними шлуночками та передніми, задніми і нижніми рогами. Бічні шлуночки розташовуються у правій і лівій півкулях мозку, розділені прозорою перетинкою. Третій шлуночок, що має щілиноподібну форму і розташований по серединній лінії, в задньому відділі через вузьку і коротку **сільвієву протоку** сполучається з четвертим шлуночком, розташованим у задній черепній ямці. Четвертий шлуночок має ромбоподібну форму і сполучається через отвори Люшка і отвір Мажанді з субарахноїдальним простором основи мозку і великою потиличною цистерною.

Усередині бічних і третього шлуночків розташовуються судинні сплетення, що продукують спинномозкову рідину. Субарахноїдальний простір розташований між м'якою мозковою оболонкою, що точно повторює конфігурацію звивин мозку, і павутинною оболонкою, натягнутою між нерівностями рельєфу звивин, та представлений щілиноподібними просторами, заповненими рідиною по поверхні мозку, а на основі — цистернами основи мозку. Субдуральний простір знаходиться між павутинною і твердою мозковою оболонкою.

### МРТ-анатомія головного мозку

Незалежно від часу релаксації ( $T_1$ -33,  $T_2$ -33) шкіра голови дає невисокий сигнал і має вигляд темно-сірої смужки, під якою залягає яскрава смужка підшкірної (жирової) основи, яка дає високий сигнал. Замикальні пластинки кісток черепа дають низький сигнал і мають темніший вигляд. Диплоїтичний шар та інші ділянки кісток черепа, що мають губчасту будову і вміщують жировий

кістковий мозок, дають близький до високого сигнал і мають яскраве зображення.

МРТ дослідження дозволяє вивчати морфологію головного мозку та його патологічні зміни.

На  $T_1$ -33 мозкова речовина дає сигнали середньої інтенсивності й представлена градацією сірих тонів. Біла речовина мозку містить більше ліпідів, ніж сіра, а остання багатша на воду. Тому біла речовина видається світлішою за сіру. При цьому спинномозкова рідина дає низький сигнал і видається чорною.

На  $T_2$ -33 рідина, на відміну від  $T_1$ -33, дає високий сигнал і видається білою, а тканини мозку дають приблизно такої ж самої сили сигнал, як і на  $T_1$ -33. Однак різниця сили сигналів сірої і білої речовин мозку значніша і тому краще, ніж на  $T_1$ -33, визначається анатомічна структура головного мозку, в тому числі й підкіркових вузлів. Крім того,  $T_2$ -33 чутливіший до набряків та вогнищ демієлінізації.

На зображеннях, зважених за протонною щільністю, спинномозкова рідина візуалізується дещо темнішою за мозкову тканину. Остання дає сигнали приблизно тієї ж самої сили, що на  $T_1$ -33 і  $T_2$ -33, і представлена сірою гамою тонів.

У разі використання програми зворотного насичення з придушенням рідини (інверсія-відновлення — STIR) рідина, жирова та кісткова тканини мають такий вигляд, так, як і в разі звичайного насичення, біла речовина мозку має вигляд яскравих білих зірчастих утворів, розташованих навколо темних шлуночків мозку, а сіра речовина має сірий колір.

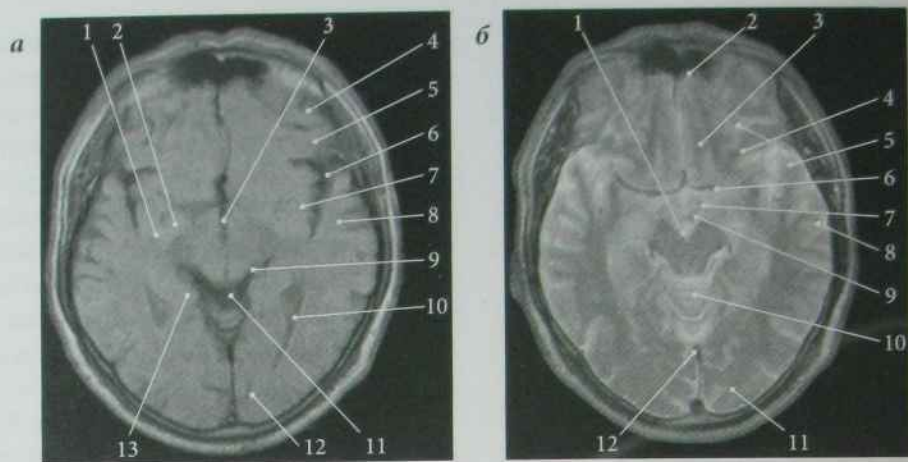
Повітря та вогнища запалення не дають жодного сигналу за будь-якої послідовності та техніки дослідження і тому мають чорне зображення.

Кровоносні судини, як правило, не дають сигналу ("порожній" сигнал) і залежно від проекції виходять як чорні смужки чи кружальця. Але у режимі  $T_1$  за певної швидкості кровоплину кров у судині може давати високий сигнал.

### КТ-анатомія головного мозку

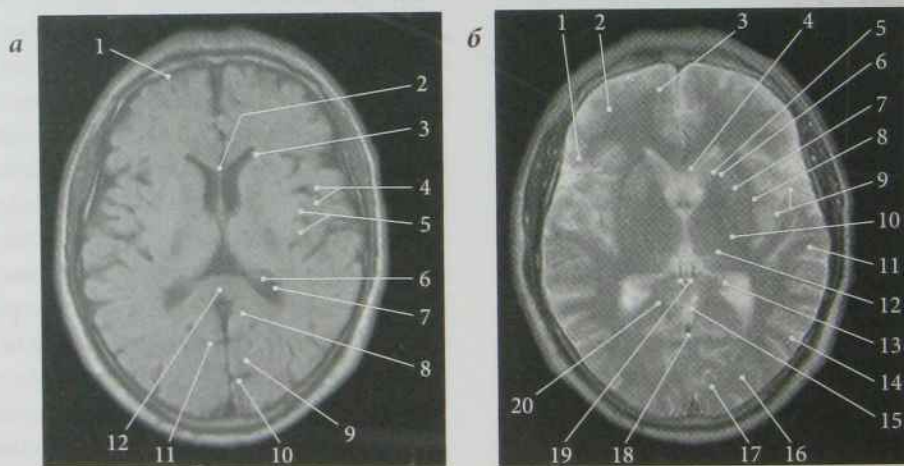
Зображення анатомічних структур головного мозку і цистерн підпаутинного простору





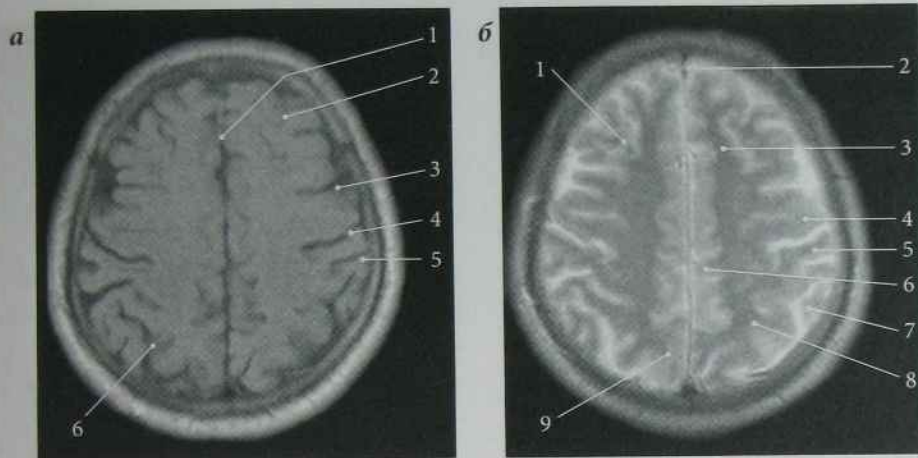
**Рис. 17.7. а)** МРТ головного мозку на аксіальному зрізі ( $T_2$ -33), нижній рівень: в нормі: 1 — гіпокамп, 2 — мигдалеподібне тіло, 3 — третій шлуночок, 4 — середня лобна звивина, 5 — нижня лобна звивина, 6 — латеральна ямка великого мозку, 7 — острівцеві, 8 — верхня скронева звивина, 9 — обхідна цистерна, 10 — задній ріг бокового шлуночка, 11 — цистерна чотиригорбикового тіла, 12 — шпорна борозна, 13 — парагіпокампулярна звивина;

**б)** МРТ головного мозку на аксіальному зрізі ( $T_2$ -33), нижній рівень: в нормі: 1 — міжніжкова цистерна, 2 — лобна пазуха, 3 — пряма звивина, 4 — очна звивина, 5 — верхня скронева звивина, 6 — середня мозкова артерія, 7 — зоровий тракт, 8 — середня скронева звивина, 9 — соскоподібне тіло, 10 — черв'як мозочка, 11 — потиличний полюс, 12 — прямий синус



**рис. 17.8. а)** МРТ головного мозку на аксіальному зрізі ( $T_2$ -33), середній рівень: в нормі. 1 — верхня лобна борозна, 2 — коліно мозолистого тіла, 3 — передній ріг лівого бічного шлуночка, 4 — звивини Геіслі, 5 — звивини острівкової частки, 6 — судинне сплетення, 7 — задній ріг лівого бічного шлуночка, 8 — перешийок поясної звивини, 9 — передклиння, 10 — тім'яно-потилична борозна, 11 — підтім'яна борозна, 12 — валик мозолистого тіла;

**б)** МРТ головного мозку на аксіальному зрізі ( $T_2$ -33), середній рівень: в нормі. 1 — нижня лобна звивина, 2 — середня лобна звивина, 3 — верхня лобна звивина, 4 — коліно мозолистого тіла, 5 — головка хвостатого ядра, 6 — передня ніжка внутрішньої капсули, 7 — лушпина, 8 — зовнішня капсула, 9 — судини мозку, 10 — задня ніжка внутрішньої капсули, 11 — верхня скронева звивина, 12 — таламус, 13 — хвіст гіпокампа, 14 — середня скронева звивина, 15 — цистерна великої вени мозку, 16 — латеральна потилично-скронева звивина, 17 — клин, 18 — велика вена мозку (Галена), 19 — внутрішні мозкові вени, 20 — поясна звивина



**Рис. 17.9.** а) МРТ головного мозку на аксіальному зрізі  $T_1$ -ЗЗ, верхній рівень: в нормі: 1 — міжпівкулева щілина, 2 — верхня лобна звивина, 3 — передцентральна борозна, 4 — центральна борозна, 5 — постцентральна борозна, 6 — внутрішньотім'яна борозна;

б) МРТ головного мозку на аксіальному зрізі  $T_2$ -ЗЗ, верхній рівень: в нормі: 1 — лобна звивина, 2 — верхній сагітальний синус, 3 — верхня лобна звивина, 4 — прецентральна звивина, 5 — постцентральна звивина, 6 — парацентральна частка, 7 — надкраєва звивина, 8 — верхня тім'яна частка, 9 — передкління

залежить від проекції дослідження, тобто напрямку сканування (рис. 17.10–17.12).

**Аксіальна проекція.** Для зручності аналізу анатомічних зображень в аксіальній проекції виділяють три рівні зрізів: верхній, середній та нижній. Кожен із них (КТ) має приблизно по 3–4 зрізи.

**Зрізи верхнього рівня** розташовані над шлуночками мозку. На двох найвищих зрізах добре помітно поздовжню щілину великого мозку, борозни і звивини лобової та тім'яної часток головного мозку. Нижче від них визначається стовбур мозолистого тіла, а латеральніше від нього — біла речовина напівовального центра. У бічних відділах простежуються звивини та борозни конвексимальної поверхні головного мозку.

**На середньому рівні** серединно визначається мозолисте тіло. Спереду та ззаду від нього у вигляді вузької смужки простежується поздовжня щілина великого мозку, а з боків — тіла бічних шлуночків. На зрізі, що проходить під стовбуром мозолистого тіла, візуалізуються передні роги та тіла бічних шлуночків з хоріоїдальними сплетеннями. По периферії мозку простежуються звивини та борозни лобових, тім'яних та потиличних часток. На наступних сканах назовні від

коліна мозолистого тіла розпізнаються передні роги та тіла бічних шлуночків з прозорою перегородкою, що їх розділяє, а назовні від валка мозолистого тіла — задні їх роги. Між бічними шлуночками та острівцевою часткою залягають підкіркові вузли, які краще визначаються на МРТ-сканах. Зовні до передніх рогів і тіл бічних шлуночків прилягають головки хвостатих ядер, а до задніх рогів — таламуси. Латеральніше від цих ядер лежить внутрішня капсула, а за нею поспідовно містяться бліде ядро, лушпина (шкаралапа), зовнішня капсула, огорожа, надзовнішня капсула та кора острівця. На наступному зрізі, крім названих анатомічних елементів, визначається III шлуночок. На одному зі сканів між передніми рогами бічних і третім шлуночком можуть виявлятися міжшлуночкові отвори. На цьому рівні, зовні від шлуночків, ще визначаються підкіркові вузли, латеральніше від яких у глибині бічної ямки мозку лежить острівець. На нижньому зрізі середнього рівня позаду III шлуночка виявляється шишкоподібна залоза. Вона найчастіше звапнюється і тому краще розпізнається на КТ-сканах як щільний утвір на тлі ромбоподібного прояснення цистерни великої



вени, яка також чітко визначається. Передні роги й тіло бічних шлуночків на цьому рівні вже не візуалізуються.

*Нижній рівень зрізів* умовно починається від намету мозочка. На ньому серединно спереду простежується поздовжня щілина мозку, по боках від якої визначаються базальні відділи лобових часток мозку. У краєвірний відділ виходять скроневі (вискові) частки, між якими спереду міститься хіазмальна цистерна. На її тлі визначаються передні мозкові артерії та хіазма. Позаду хіазми лежать гіпоталамус, ніжки мозку з міжніжковою цистерною та чотиригорбикове тіло. Серединно виявляється округле зображення перетину водопроводу мозку. Горбки чотиригорбикового тіла обернені вгору і назад в однойменну цистерну, на тлі якої визначається поперечна смугастість черв'яка мозочка. На нижніх зрізах цього рівня до вказаних анатомічних елементів додається зображення мозочка та інших базальних структур.

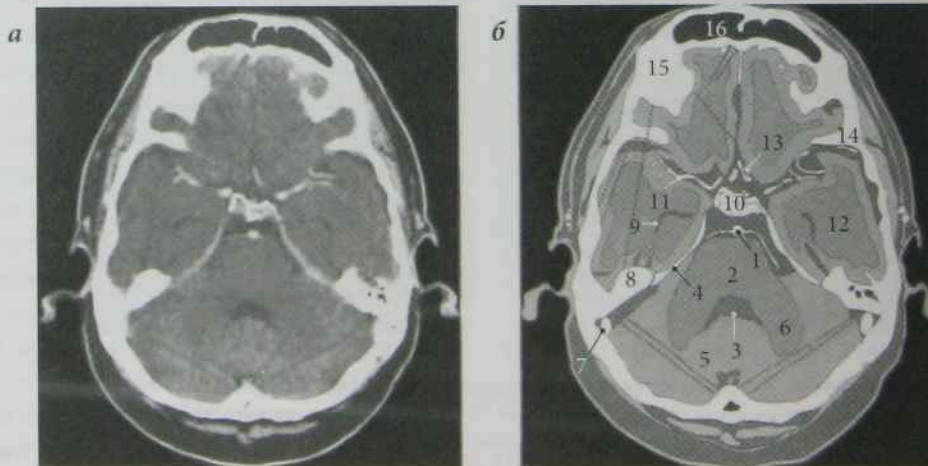
*Зрізи на рівні спинки турецького сідла* дають можливість вивчити супраселярні цистерни, на тлі яких визначається спинка сідла. Спереду від неї міститься лійка, латерально — сонні артерії,

а ззаду — мамілярні тіла, ніжки мозку з міжніжковою цистерною, яка дорзально продовжується в охоплюючу цистерну, дозadu від якої визначається верхня частка мозочка. За мозочком простежуються прямий синус та задня частина поздовжньої щілини між потиличними частками великого мозку.

*Зрізи на рівні дна турецького сідла* дозволяють виявити серединно: гіпофіз, до якого по боках прилягають кавернозні синуси з внутрішніми сонними артеріями, а позаду сідла — основну артерію. За ними визначаються: міст, ретикулярна формація та верхня частка мозочка, оточена мозочковим наметом. У бічних відділах простежуються звивини скроневої та потиличної часток великого мозку.

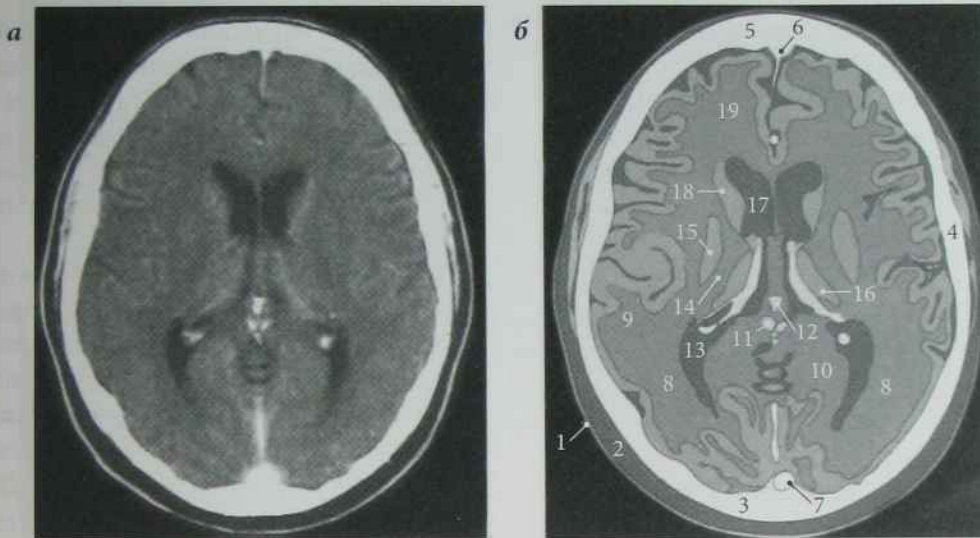
*Зрізи під дном турецького сідла* спереду проходять через клиноподібну пазуху, а ззаду через міст із цистернами, над яким лежать ніжки мозочка. Серединно між ними, позаду моста, визначаються IV шлуночок мозку, зубчасте ядро та нижні частки мозочка.

*Зрізи під клиноподібною пазухою*, крім передніх відділів скроневих часток та мозочка, дозволяють



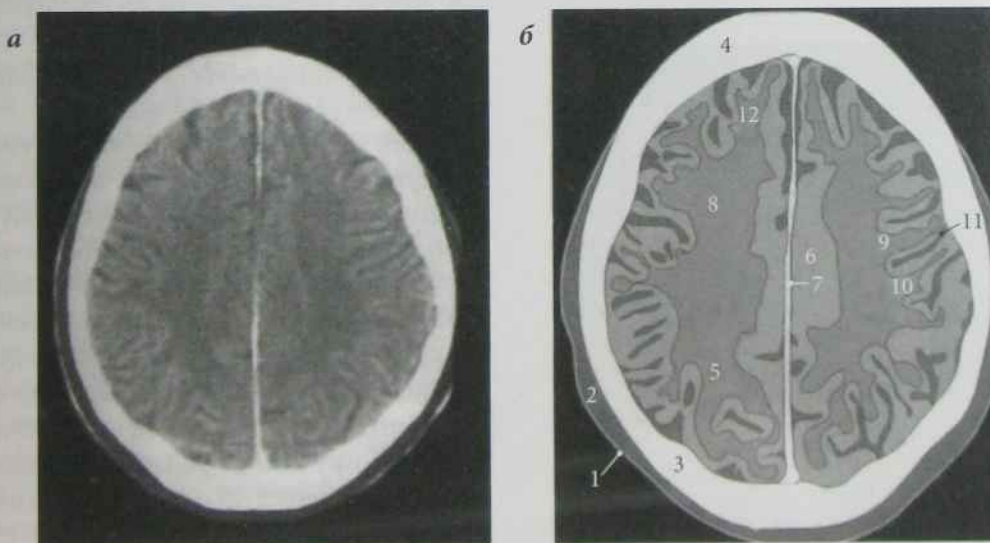
**Рис. 17.10.** КТ головного мозку, аксіальний зріз на нижньому рівні в нормі:

1 — базиллярна артерія, 2 — міст, 3 — четвертий шлуночок, 4 — намет мозочка, 5 — мозочок, 6 — ніжки мозочка, 7 — сигмоподібний синус, 8 — скронева кістка, 9 — бічні шлуночки, 10 — турецьке сідло, 11 — середньомозкова артерія, 12 — скронева частка великого мозку, 13 — передньомозкова артерія, 14 — клиноподібна кістка, 15 — лобна кістка, 16 — лобна пазуха



**Рис. 17.11.** КТ головного мозку, аксіальний зріз на середньому рівні в нормі:

1 — шкіра, 2 — підшкірна жирова клітковина, 3 — потилична кістка, 4 — скронева кістка, 5 — лобна кістка, 6 — серп мозку, 7 — сагітальний синус, 8 — потилична частина великого мозку, 9 — скронева частина великого мозку, 10 — мозочок, 11 — велика вена мозку (вена Галена), 12 — шишкоподібне тіло, 13 — задній ріг бокового шлуночка, 14 — внутрішня капсула, 15 — лушпина, 16 — таламус, 17 — передній ріг бокового шлуночка, 18 — хвостате ядро, 19 — лобна частина великого мозку



**Рис. 17.12.** КТ головного мозку, аксіальний зріз на верхньому рівні в нормі:

1 — шкіра, 2 — підшкірна жирова клітковина, 3 — потилична кістка, 4 — лобна кістка, 5 — потилична частина великого мозку, 6 — поясна звивина, 7 — серп мозку, 8 — променистий вінець, 9 — прецентральна звивина, 10 — постцентральна звивина, 11 — центральна борозна, 12 — лобна частина великого мозку



виявити довгастий мозок з порожниною IV шлуночка та мосто-мозочкові цистерни.

Зрізи, що проходять під дахом орбіти, дозволяють вивчити вміст орбіти, решітчастий лабіринт, клиноподібні пазухи, а в задньобічних відділах — піраміди та соскоподібні відростки скроневих кісток.

## Променеві ознаки захворювань ЦНС

### Аномалії і вади розвитку черепа та мозку

Природжені черепно-мозкові грижі характеризуються випинанням оболонок мозку, мозкової речовини або лікворних резервуарів через незарощену ділянку кісток назовні. Мозкові грижі ділять на *менінгоцеле* — випадіння оболонок мозку, *менінгоенцефалоцеле* (рис. 17.13) — випадіння оболонок і елементів мозкової речовини, і *менінго-*



Рис. 17.13. Рентгенограма черепа в бічній проекції:

*менінгоенцефалоцеле, множинні вади розвитку кісток черепа*

*цистоцеле* — випадіння оболонок, мозкової речовини і лікворних резервуарів (шлуночків мозку).

*Передні мозкові грижі* ділять на зовнішні, коли грижовий мішок розташовується в покривах лица, і внутрішні, коли грижовий мішок проникає в очну ямку або в носову порожнину чи глотку.

*Задні мозкові грижі* зустрічаються значно рідше, ніж передні. Грижовий дефект зазвичай розташовується в лусці потиличної кістки поблизу великого потиличного отвору, іноді в ділянці сагітального шва, на межі його з ламбдоподібним швом.

*Нижні мозкові грижі* — грижі основи черепа, що опускаються в носоглотку. Дефект має щілиноподібну форму. Серед аномалій розвитку, що поєднуються з мозковими грижами, зустрічаються гіпоплазії окремих часток мозку, агенезії мозолистого тіла, ділянки атрофії мозкової речовини і вроджені аномалії розвитку шлуночків мозку, а також внутрішня і зовнішня гідроцефалія.

*Мікроцефалія* — природжене недорозвинення мозку, характеризується зменшенням розмірів черепа, потовщенням кісток черепа. Рельєф внутрішньої кісткової пластинки згладжений. Тім'ячка закриваються рано. Шви звужені, зімкнуті, але не зарощені.

*Краніостеноз* — аномалія скостеніння черепа. При краніостенозі кістки черепа знаходяться під підвищеним тиском з боку мозку, у зв'язку з чим виникають ознаки внутрішньочерепної гіпертензії — пальцеві втиснення, випинання незарослих швів і тім'ячок з подальшим швидким їх скостенінням. Краніостеноз часто поєднується з іншими вадами розвитку: синдактилією (хвороба Аперта), недорозвиненням верхньої щелепи (хвороба Крузона), вродженими вадами серця, аномаліями розвитку судин голови і мозку, епілепсією, пухлинами мозку.

Розрізняють природжену і постнатальну форми краніостенозу. Виділяють повний краніостеноз — зарощення всіх швів і неповний — зарощення окремих швів у різних поєднаннях. За топографічною ознакою краніостеноз класифікують по зарощених швах: 1) коронарний

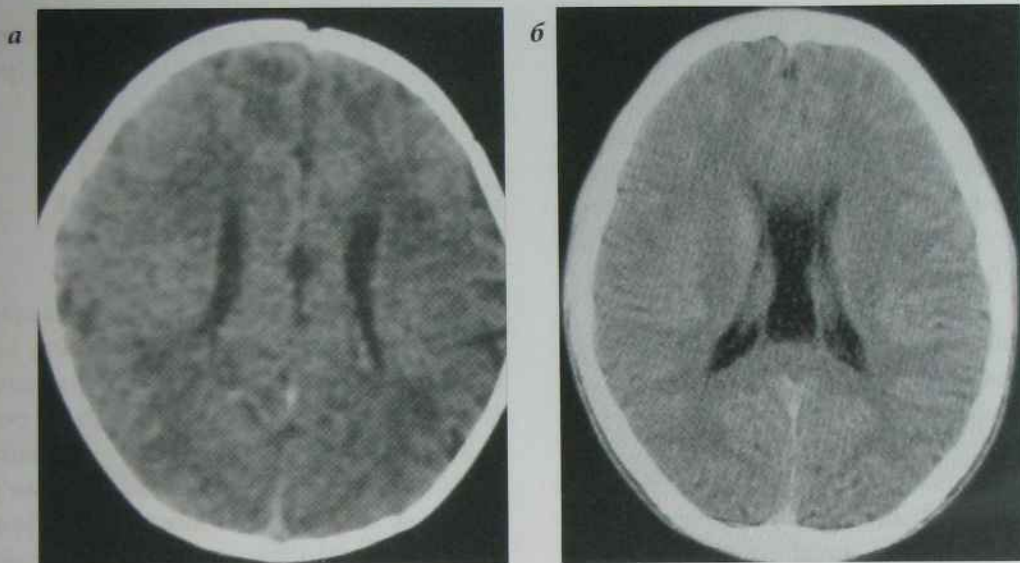


Рис. 17.14. КТ головного мозку, аксіальний зріз:

а) агенезія мозолистого тіла; б) відсутність прозорої перетинки

краніостеноз (зарощення коронарного шва); 2) сагітальний; 3) коронарно-сагітальний; 4) коронарно-лямбдоподібний; 5) загальний краніостеноз. Променевими методами визначають також симптоми внутрішньомозкової гіпертензії — надмірно виражені пальцеві втиснення на внутрішній пластинці кісток склепіння черепа. Турецьке сідло мало змінюється, визначається порозність його структури. Основа черепа вкочорчена, черепні ямки різко поглиблені.

**Аномалії розвитку мозку і лікворних просторів**  
**Атрофія окремих частин великого мозку** виявляється місцевим розширенням і деформацією субарахноїдальних щілин, наявністю кістозних і поренцефалічних порожнин, розвитком регіонарної гідроцефалії з підтягненням всієї системи шлуночків до місця недорозвиненого відділу мозку.

При **агенезії мозолистого тіла** (рис. 17.14, а) верхні контури бічних шлуночків попереду зливаються в одну пряму лінію, не виявляється характерного втиснення від коліна мозолистого тіла. Дах третього шлуночка в цих випадках може підніматися вище верхнього рівня бокових шлуночків.

**Відсутність прозорої перетинки** (рис. 17.14, б) позбавляє бічні шлуночки медіальної стінки, вони зливаються між собою і утворюють загальний резервуар.

Потовщення прозорої перетинки (у нормі її товщина не перевищує 2–3 мм) викликає підозру на наявність **кісти прозорої перетинки**, яка іноді досягає великих розмірів, зміщує медіальні стінки бічних шлуночків і може сполучатися з ними. Якщо ця кіста розташовується в передніх відділах прозорої перегородки, вона носить назву **п'ятого шлуночка**. Якщо додаткова порожнина розташовується в задніх відділах, ближче до валика мозолистого тіла, вона носить назву **шостого шлуночка**, або **порожнини Верге**.

#### Гідроцефалія

Гідроцефалія — це порушення циркуляції або дисбаланс утворення й абсорбції спинномозкової рідини.

Гідроцефалія виникає внаслідок: внутрішньо-утробної інфекції, перинатальних мозковосудинних уражень, порушення прохідності водопроводу, пухлин та інших причин.



Розрізняють **внутрішню** форму гідроцефалії (надлишок спинномозкової рідини у системі шлуночків), **зовнішню** форму гідроцефалії (надлишок спинномозкової рідини у субдуральному та субарахноїдальному просторах) та **змішану** форму гідроцефалії. Можлива **часткова** (розширення одного чи кількох шлуночків, частини підпаутинного простору) чи **повна** гідроцефалія.

#### Променева діагностика гідроцефалії

При УЗД залежно від форми гідроцефалії візуалізується розширення шлуночкової системи різного ступеня (рис. 17.15, а).

Рентгенологічно у дітей віком до 2–3 років спостерігається збільшення розмірів черепа, розширення тім'ячок та швів, стоншення кісток склепіння, у старших дітей та дорослих виявляються ознаки внутрішньочерепної гіпертензії (див. "Пухлини головного мозку").

На томограмах виявляються розширення відділів шлуночкової системи, перивентрикулярний набряк: при КТ зовнішні контури бічних шлуночків нечіткі, перивентрикулярна тканина гіподенсивна (рис. 17.15, б); на МРТ інтенсив-

ність сигналу перивентрикулярної тканини знижена на  $T_1$ -33 та підвищена на  $T_2$ -33 (рис. 17.15, в, 17.16 б).

### Варіанти, аномалії і вади розвитку хребта

Нормальними анатомічними варіантами прийнято вважати відхилення в скелеті, що не порушують функції кістки. У тих випадках, коли варіант розвитку обмеженого відділу скелета викликає часткові порушення функції, він є аномалією. **Вади розвитку** кісткової системи різко обмежують або повністю виключають функцію даного органа. Порушення розвитку відбуваються внаслідок неправильної ембріональної закладки. Тіло хребця в нормі утворюється з двох мезенхімальних мас, розташованих симетрично з боків хорди і сполучених між собою зв'язками; зв'язки редукуються і обидві маси хребця зливаються. Якщо передня зв'язка не редукується, то маси тіла хребця не зливаються і між ними залишається щілина. Причиною утворення щілин у хребцях

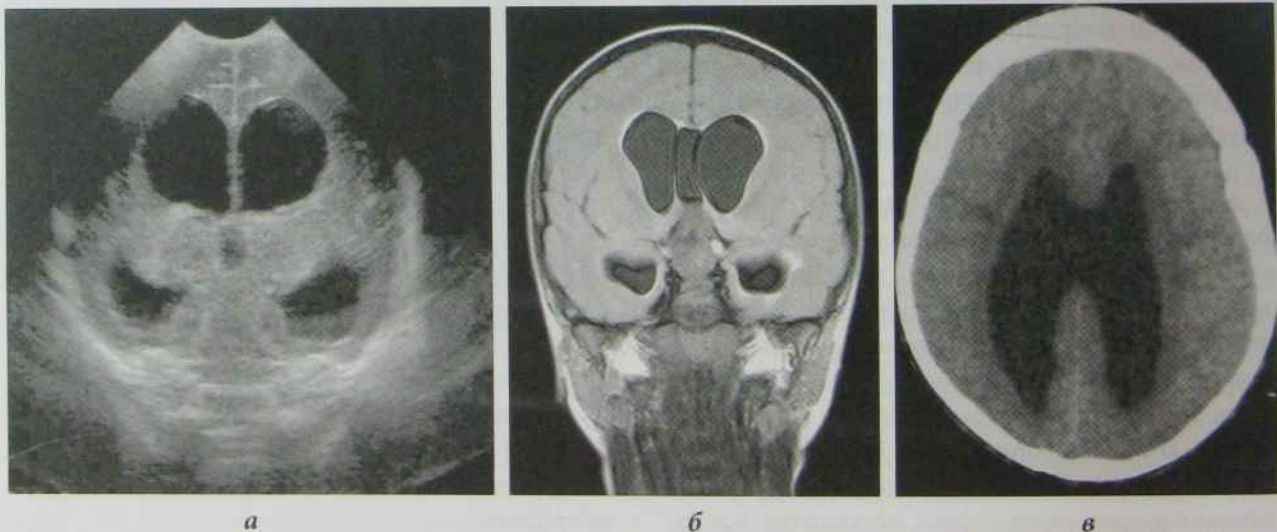


Рис. 17.15. Гідроцефалія:

а) нейросонограма; б) МРТ головного мозку,  $T_1$ -33 коронарний зріз; в) КТ головного мозку, аксіальна проекція

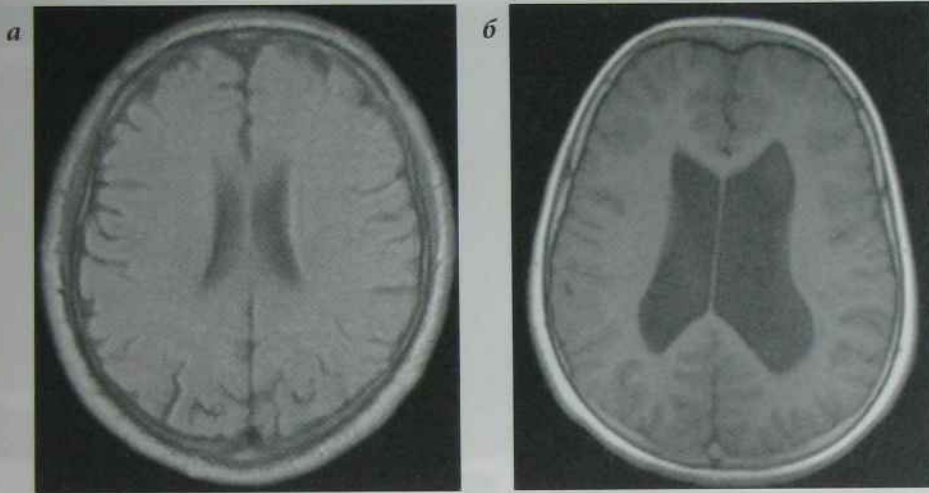


Рис. 17.16. МРТ,  $T_1$ -33 аксіальні томограми:

а) в нормі; б) гідроцефалія (розширення бічних шлуночків)

є дефект розвитку хорди; при цьому виникають метеликоподібні хребці.

У новонародженого в нормі на всьому протязі хребта в серединній площині дужки залишаються незамкнутими. Вони заростають у віці 3–4 місяців.

**Природжені незарощення хребця** — *spina bifida* — зустрічаються у двох варіантах.

1. Незарощення тіла хребця — *spina bifida anterior*, яка частіше локалізується в грудному відділі хребта, уражуються декілька хребців. Незарощення можуть спостерігатися в будь-якому відділі тіла хребця. Ширина щілини різна.
2. Незарощення дужок хребців — *spina bifida posterior* — рентгенологічно характеризується відсутністю остистих відростків і дужок хребців; при цьому хребтовий канал дорзально залишається не замкнутим.

Асиметричні клиноподібні напівхребці обумовлюють сколіози, кіфосколіози і нерідко вторинну деформацію грудної клітки. До рідкісних вад відноситься відсутність крижів і кушрика.

Аномалії розвитку суглобових відростків характеризуються фрагментацією відростків (розділення поперечною щілиною на дві частини),

агенезією й асиметрією, зміною величини, форми і розташування відростків.

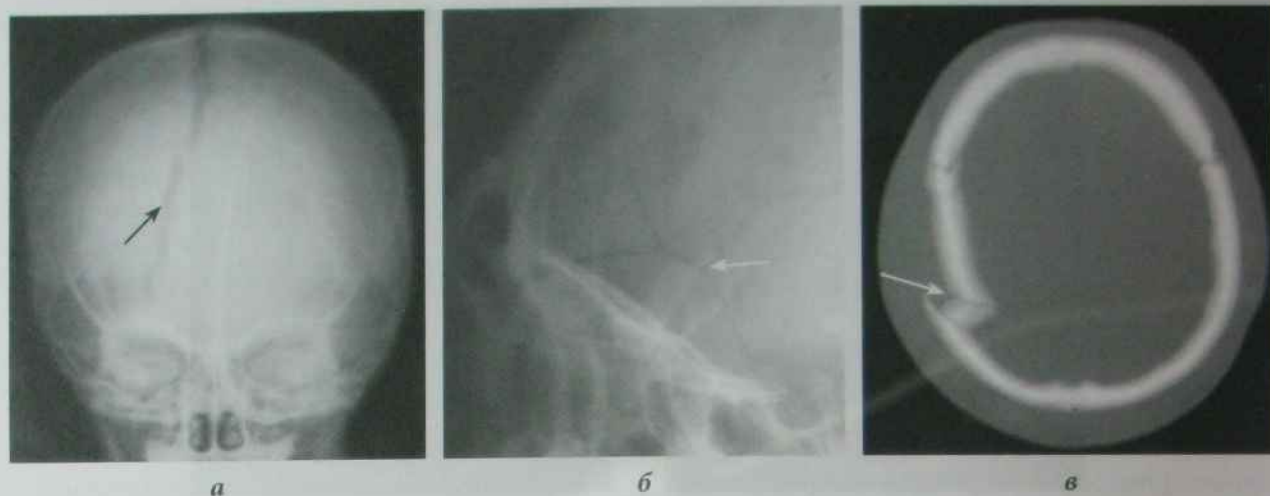
Деформація хребців, пов'язана із збільшенням або із зменшенням висоти тіл хребців, зустрічається зазвичай при системному ураженні кісток. Розширення тіла хребця в поперечнику називається платиспондилією, зниження висоти тіла хребця називається бревіспондилією. Зменшення всіх розмірів тіла хребця називається мікроспондилією.

**Спондилолітез:** у дітей зустрічається тільки справжній спондилолітез, при якому тіло і верхні суглобові відростки поперекового хребця зміщуються вперед разом з вищерозташованим відділом хребта; при цьому нижні суглобові і остисті відростки зміщеного хребця залишаються на місці. Це зміщення може мати місце тільки при **спондилолізі** — кістковому дефекті в міжсуглобових ділянках дужки.

**Блокування (конкресценція) хребців** характеризується кістковим спаюванням двох, рідше — трьох хребців. При частковому блокуванні зливаються переважно дужки і остисті відростки, при повному блокуванні — тіла і дужки.

Природжене блокування хребців у шийному відділі (синдромі Кліппеля – Фейля) виникає





**Рис. 17.17.** Травматичні пошкодження черепа (стрілки):

*а) рентгенограма кісток черепа в прямій проекції: перелом кісток склепіння черепа; б) фрагмент рентгенограми черепа в бічній проекції: перелом луски лобної та луски скроневої кістки; в) СКТ голови, аксіальний зріз (кісткове вікно): переломи кісток черепа*

внаслідок злиття шийних хребців і множинних аномалій хребців. Висота всієї кісткової маси, що злилася, менше нормальної висоти шийного відділу хребта. Шия коротка, асиметрична, малорухома.

## Черепно-мозкові та спинномозкові травми

При черепно-мозкових або спинномозкових травмах виконують оглядові рентгенограми черепа або хребта у двох взаємно перпендикулярних проекціях.

Переломи кісток склепіння черепа можуть бути лінійними, імпресійними, зірчастими та ін. На рентгенограмі лінійні переломи склепіння черепа представляються у вигляді лінійної смуги просвітлення (рис. 17.17, б). Переломи черепа можуть супроводжуватися появою крові (внутрішньочерепними гематомами) і повітря в порожнині черепа (рис. 17.18) або в шлуночках мозку.



**Рис. 17.18.** КТ черепа в аксіальній проекції: перелом правої скроневої кістки (стрілка), субдуральна гематома (2), наявність повітря в порожнині черепа (1)

### Внутрішньочерепні гематоми

Розрізняють епідуральні (рис. 17.19, а), субдуральні (рис. 17.19, б), субарахноїдальні (рис. 17.19, в) і внутрішньомозкові гематоми (рис. 17.19, г).



**Рис. 17.19.** КТ головного мозку:

*а) епідуральна гематома (стрілка), б) субдуральна гематома (1 — перелом правої скроневій кістки, 2 — субдуральна гематома в ділянці лівої гемісфери, 3 — ділянка ішемії тканини правої лобної частки головного мозку), в) субарахноїдальна гематома (стрілка), г) внутрішньомозкова гематома (1 — гематома, 2 — набряк навколо гематоми)*

На КТ свіжі гематоми підвищеної щільності (+50...+80 HU). **Субдуральні гематоми** — лінійної, стрічкоподібної або лінзоподібної форми, безпосередньо прилягають до кісток черепа і мають чіткі контури. Внутрішній контур субдуральної гематоми зазублений. **Внутрішньомозкові гематоми** округлі або неправильної форми з нерівними контурами, часто оточені зоною зниженої щільності (набряклою мозковою тканиною). Великі гематоми зміщують сусідні мозкові структури.

При УЗД гематоми мають вигляд гомогенних ехонегативних утворень. З формуванням згустків крові структура крововиливів стає негомогенною в результаті утворення ехопозитивних тромбів на тлі частини крові, що не згорнулася.

На МРТ гостра гематома характеризується нечіткими контурами. Через 3 доби інтенсивність МР-сигналу гематоми підвищується, що зумовлено переходом оксигемоглобіну в діоксигемоглобін, а пізніше — в метгемоглобін і гемосидерин (рис. 17.20)



На СКТ-ангіограмах при гострих внутрішньомозкових гематомах спостерігається зміщення мозкових судин, а в пізній період після травми можна виявити наявність посттравматичної аневризми (рис. 17.21). Травма головного мозку ангіографічно виявляється різним ступенем зміщення і спазмом мозкових судин у ділянці травми.



Рис. 17.20. МРТ,  $T_1$ -33:  
внутрішньомозкова гематома (стрілка)



Рис. 17.21. СКТ:  
аневризма середньої мозкової артерії (стрілка)

### Спинномозкові травми

При травмах хребта рентгенологічно і на КТ виявляються деформації хребта, переломи і вивихи хребців (рис. 17.22, 17.23). Фізичне перевантаження хребта часто супроводжується грижею міжхребцевих дисків (рис. 17.24), що викликає стиснення корінців спинномозкових нервів і як наслідок — вертеброгенний больовий синдром у гостру фазу виникнення грижі. Рентгенологічно спостерігається незначне зниження висоти міжхребцевого диска або нерівномірність міжхребцевого простору. Пізніше до цих ознак приєднуються звапнення по краю грижі. В разі проникнення хрящової тканини міжхребцевого диска в губчасту речовину тіла хребця формується так звана грижа Шморля, яка характеризується наявністю округлого прояснення в тілі хребця, оточеного тонким склеротичним обідком.

КТ і МРТ дозволяють виявляти зміни в хребцях, міжхребцевих дисках, спинному мозку, оболонках спинного мозку та в корінцях спинномозкових нервів.

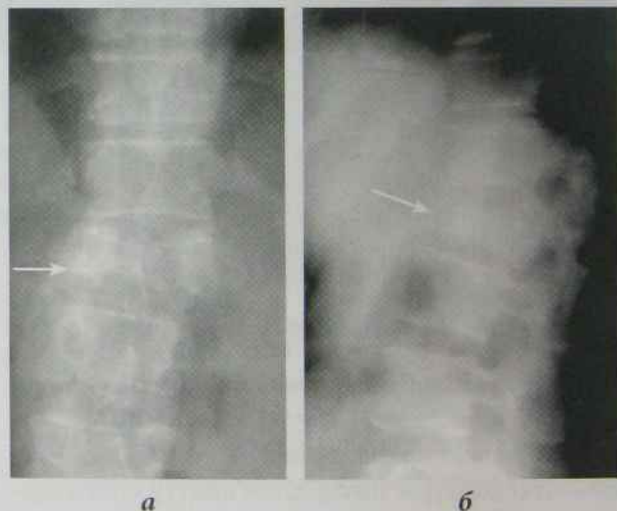
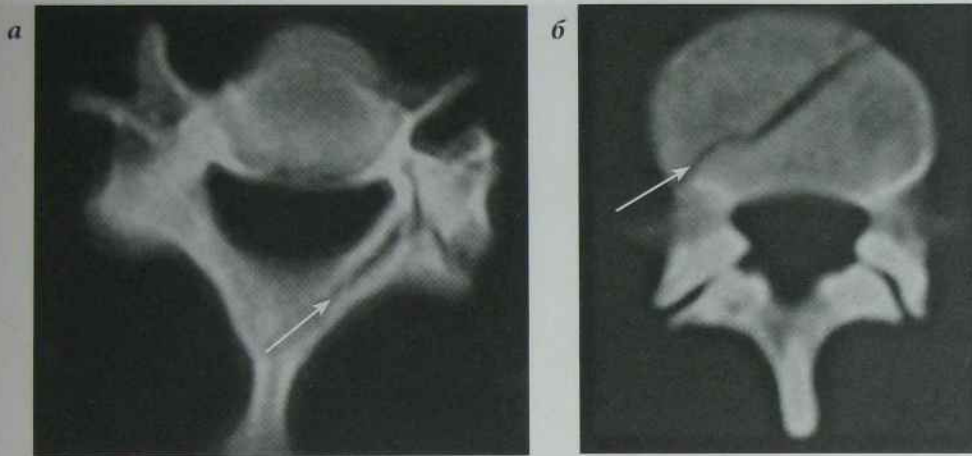


Рис. 17.22. Травми хребта. Рентгенограми поперекового відділу хребта в прямій (а) і в бічній (б) проєкціях: компресійний перелом тіла  $L_1$ -хребця



**Рис. 17.23.** Травми хребта:

- а) КТ шийного відділу хребта на рівні  $C_6$ , аксіальний зріз: перелом лівої дужки  $C_6$ ;  
 б) КТ грудного відділу хребта на рівні  $Th_{VI}$ , аксіальний зріз: перелом тіла  $Th_{VI}$



**Рис. 17.24.** МРТ поперекового відділу хребта  $T_2$ -ЗЗ, сагітальний зріз: грижа міжхребцевого диска  $L_4-L_5$

## Сирингомієлія

Сирингомієлія — хронічне захворювання, що характеризується утворенням порожнин у центральній частині спинного мозку і нерідко у дов-

гастому мозку (сирингобульбія). Порожнини найчастіше утворюються у нижньошийному і верхньогрудному відділах спинного мозку. Ідіопатичні випадки захворювання поєднуються з аномалією Кіарі I. Утворення порожнини в спинному мозку (сирингомієлічний синдром) може бути також наслідком травми, арахноїдиту, інтрамедулярної пухлини спинного мозку. Провідне значення в діагностиці захворювання має МРТ спинного мозку, що візуалізує порожнини всередині спинного мозку (рис. 17. 25).

## Запальні захворювання головного мозку

Інфікування головного мозку відбувається внаслідок генералізації запального процесу з вогнища в іншому органі або як наслідок відкритої черепно-мозкової травми. Запалення може уражувати паренхіму головного мозку (церебрит із формуванням абсцесу), оболонки головного мозку (менінгіт) (рис. 17.26). Менінгіт визначається на КТ-сканах з контрастним посиленням у вигляді гіперденсивних ділянок кори та менінгеальної оболонки у місці підпаутинного випоту.





Рис. 17.25. МРТ,  $T_2$ -33, шийного відділу хребта: сирингомієлія (стрілка)

При ураженні паренхіми головного мозку спочатку на протязі 3 діб формується вогнище запалення мозкової тканини (церебрит) з утворенням центрального вогнища некрозу і навколишнім набряком, а в подальшому протягом 7–14 діб відбувається інкапсуляція та формування абсцесу (рис. 17.27).

На КТ абсцес виявляється у вигляді округлого вогнища зі зниженою денситометричною щільністю, яке з часом набуває чіткіших контурів і обмежується товстою капсулою. Навколо вогнища може спостерігатися перифокальна зона зниженої денситометричної щільності запаленої мозкової тканини.

Лептоменінгіт уражує м'яку і павутинну мозкові оболонки. В перші 2–3 доби спостерігається набряк оболонок, пізніше утворюється ексудат, який накопичується в цистернах і борознах мозку. КТ і МРТ виявляють набряк мозкових оболонок у першу фазу лише за умови контрастування, коли виявляється посилення зображення м'якої мозкової оболонки та кори головного мозку в місці ураження. Ексудат діагностують без контрастування на КТ, МРТ, а у немовлят — за допомогою УЗД.

Епідуральний абсцес виникає в результаті розвитку запального процесу між твердою моз-

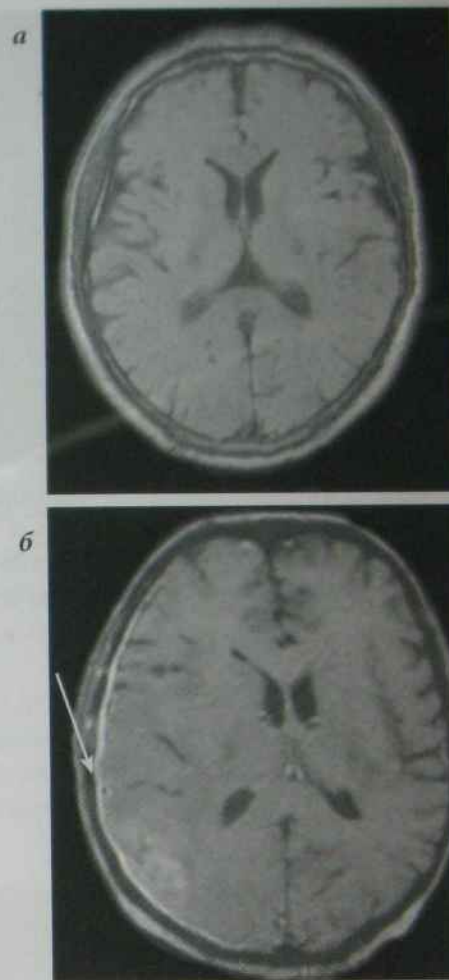


Рис. 17.26. МРТ,  $T_2$ -33:

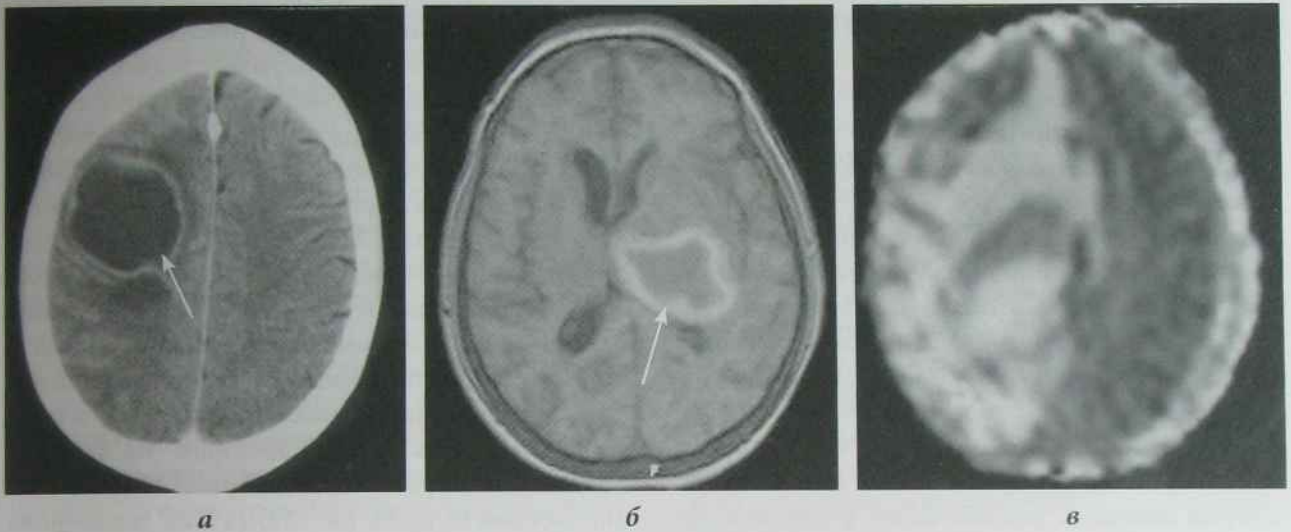
а) в нормі; б) вірусний менінгіт (стрілка)

ковою оболонкою та внутрішньою пластинкою кісток склепіння черепа, який на КТ і МРТ має вигляд об'ємного рідинного утворення.

## Васкулярні захворювання мозку

### Інсульт

**Ішемічний інсульт** (інфаркт мозку) — локальна ішемія головного мозку, що проявляється гострими осередковими неврологічними порушеннями. Розвиток ішемії мозку може бути викликаний тромбозом, емболією внутрішньоче-

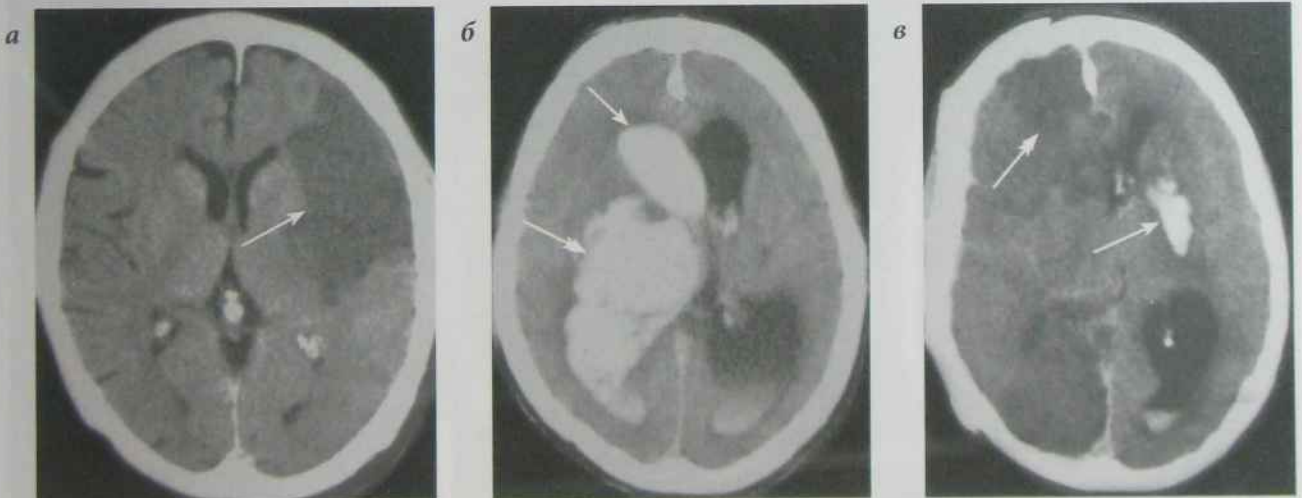


**Рис. 17.27.** Абсцес мозку (стрілки):

а) КТ головного мозку, аксіальна проекція; б) МРТ головного мозку в аксіальній проекції,  $T_1$ -33; в) МРТ головного мозку, дифузійно-зважене зображення

репних, сонних або вертебральних артерій чи виникнути внаслідок гіперперфузії головного мозку внаслідок системних гемодинамічних порушень (рис. 17.28, а).

**Геморагічний інсульт** є наслідком крововиливу в тканину мозку. Кров, що вилитась у мозок, руйнує, частково здавлює нервову тканину та спричиняє набряк мозку (рис. 17.28, б, в).



**Рис. 17.28.** Мозкові інсульти:

а) КТ головного мозку, аксіальна проекція: ішемічний інсульт (стрілка); б) КТ головного мозку, аксіальна проекція: геморагічний інсульт (крововилив в шлуночки мозку—стрілка, інсульт-гематома — подвійна стрілка); в) КТ головного мозку, аксіальна проекція: геморагічний інсульт (стрілка), виражений набряк мозку (подвійна стрілка)



## Об'ємні внутрішньочерепні утворення

### Пухлини головного мозку

Пухлини головного мозку поділяють на внутрішньомозкові та позамозкові.

Залежно від розмірів і локалізації пухлини головного мозку клінічно можуть проявлятися загально мозковою симптоматикою (періодичні головні болі, запаморочення, непритомність тощо.) і локальною неврологічною симптоматикою (порушення зору, слуху, рухів, чутливості).

Рентгенологічно визначають прямі і непрямі ознаки пухлини. До прямих ознак відносять виявлення звапнень патологічного утворення, до непрямих — остеопороз, атрофію, деструкцію, остеосклероз, гіперостоз кісток черепа.

На КТ (рис. 17.29, а) прямою ознакою пухлини є виявлення ділянки зміненої денситометричної щільності (гіперденсивної або гіподенсивної), на МРТ (рис. 17.29, б, в) візуалізується зміна сили МР-сигналу (гіпоінтенсивний або

гіперінтенсивний). До непрямих симптомів росту пухлини головного мозку відносять: перифокальний набряк, зміщення сусідніх структур мозку і деформацію шлуночків, звапнення в пухлині, деструктивні зміни в кістках черепа. Форма вогнища частіше неправильна, структура — неоднорідна. Ізоденсивні та ізоінтенсивні пухлини головного мозку виявляють при внутрішньовенному контрастуванні рентгеноконтрастною речовиною (КТ) або гадолінієм (МРТ). Через порушення гематоенцефалічного бар'єра і підвищення накопичення РФП в пухлині виявляють "гаряче вогнище" на скінтинграмах (кольорова вкладка: рис. 32), ОФЕКТ (кольорова вкладка: рис. 33) та ПЕТ (кольорова вкладка: рис. 34). Ангіографічні ознаки пухлин: зміщення судин пухлиною, розширення судин, що живлять пухлину.

Ранні ознаки підвищення внутрішньочерепного тиску виявляють за допомогою КТ, МРТ, ехоенцефалографії та радіонуклідної цистернографії. Рентгенологічними симптомами тривалої

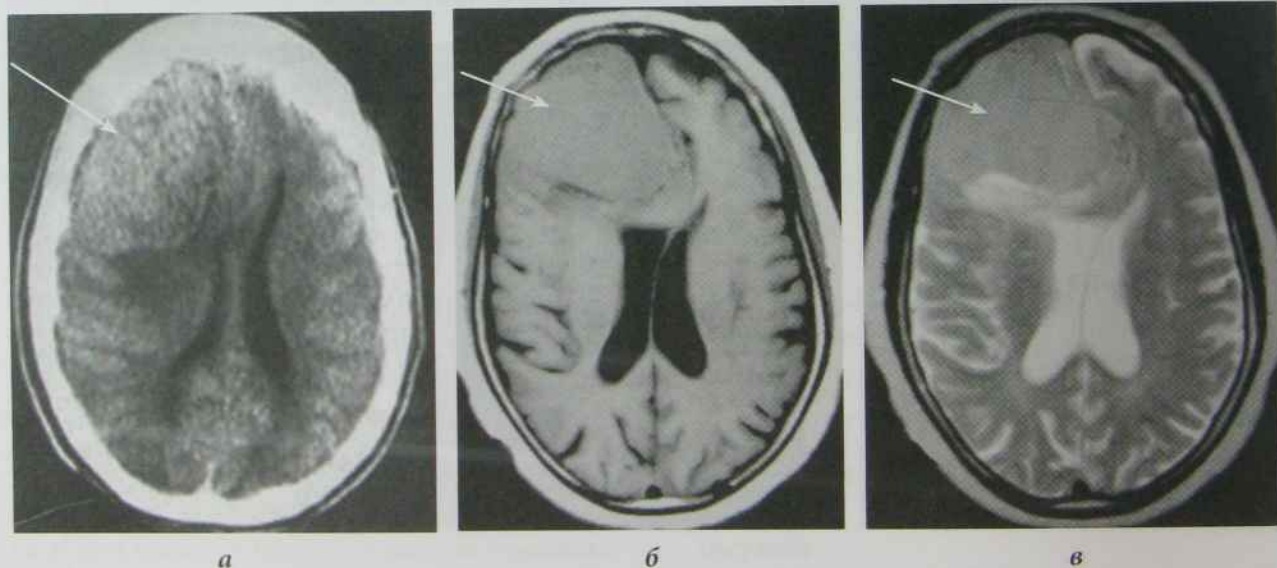


Рис. 17.29. Менінгеома:

а) КТ головного мозку, аксіальна проекція (<http://medscape.com>); б) МРТ головного мозку, аксіальна проекція  $T_1$ -33; в) МРТ головного мозку, аксіальна проекція,  $T_2$ -33 (місце розташування пухлин вказано стрілками)

внутрішньочерепної гіпертензії є розширення каналів диплоетичних вен та венозних випускників, посилення малюнка пальцевих втиснень і зміни в турецькому сідлі (збільшення розмірів, остеопороз, випрямлення спинки, деструкція кісткових тканин). Підвищення внутрішньочерепного тиску у дітей викликає збільшення черепа за рахунок розширення швів черепа і стоншення кісток склепіння; череп при цьому набуває кулястої форми.

Серед **пухлин гіпофіза** переважають аденоми, які розвиваються з передньої частки гіпофіза. Рентгенологічно аденоми гіпофіза виявляють, коли їх розміри перевищують розміри турецького сідла. На краніограмах визначається збільшення розмірів турецького сідла (в нормі сагітальний розмір не перевищує 14 мм, фронтальний — 18 мм), стоншення його спинки, остеопороз кісток. На КТ виявляють аденоми розміром більше 3–4 мм; вони мають високу денситометричну щільність. На МРТ виявляють ізоінтенсивне тканині гіпофіза об'ємне утворення однорідної

структури, з чіткими нерівними контурами, різних розмірів, що може зміщувати внутрішню сонну артерію (рис. 17.30).

**Краніофарингеоми** розвиваються із залишків ембріональної глотково-гіпофізарної кишені (Ратке) і розташовуються над діафрагмою турецького сідла поблизу зорових шляхів (рис. 17.31). Тому її ріст швидко призводить до зорових порушень. При рентгенологічному дослідженні виявляють звапнення пухлини, розширення входу в гіпофізарну ямку, симптоми внутрішньочерепної гіпертензії.

При пухлинах мозку особливості сцинтиграфічної картини залежать від локалізації, гістоструктури, ступеня васкуляризації, розмірів пухлини.

**Гліобластоми** високого ступеня злоякісності інтенсивно негетерогенно накопичують РФП (коєфіцієнт накопичення  $^{99m}\text{Tc}$ -МІБІ — 14,7+3,6), характеризуються неправильною формою, нерівними контурами, залягають глибинно, можуть поширюватися на протилежну півкулю;

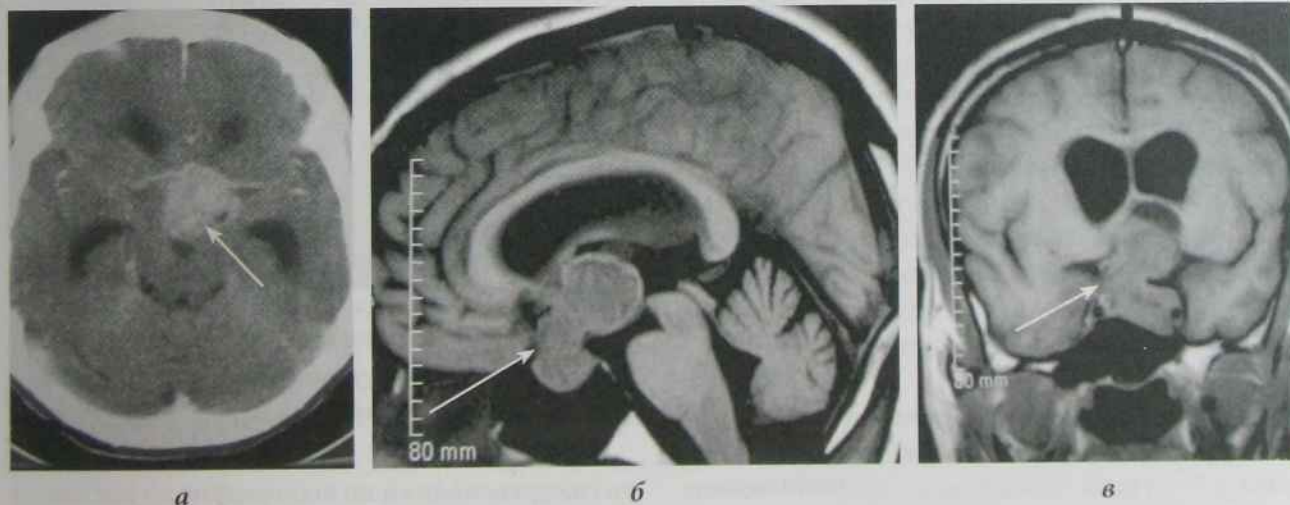
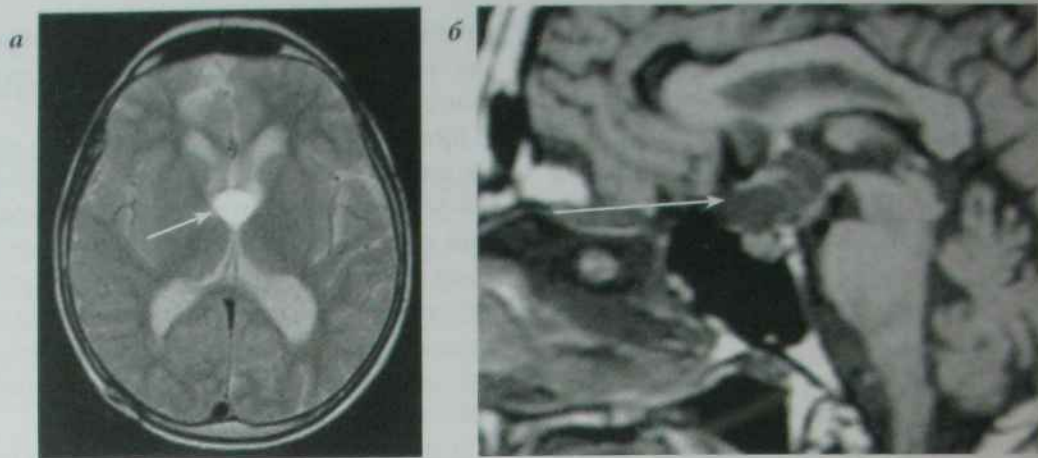


Рис. 17.30. Макроаденома гіпофіза (стрілки):

а) КТ головного мозку, аксіальна проекція; б) МРТ головного мозку, сагітальна проекція,  $T_1$ -33; в) МРТ головного мозку, коронарна проекція,  $T_1$ -33





**Рис. 17.31.** МРТ головного мозку  $T_2$ -33, краніофарингеома (стрілка):

а) аксіальна проекція; б) сагітальна проекція

оптимальний час візуалізації — 30–60 хвилин після введення РФП.

При проведенні диференціальної діагностики між злоякісними і доброякісними пухлинами враховують високі рівні накопичення  $^{99m}\text{Tc}$ -МІБІ ( $K = 14,7 + 3,6$ ),  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату ( $K = 9,2 + 3,4$ ),  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА ( $K = 13,2 + 5,8$ ) у злоякісних пухлинах і низькі рівні накопичення ( $K = 2,5 + 1,1$ ) у доброякісних пухлинах.

### Пухлини спинного мозку

Пухлини спинного мозку зустрічаються переважно в грудному відділі хребта і виявляються на МРТ (рис. 17.32). Результати рентгенологічних та КТ-досліджень без контрастування неінформативні, у ряді випадків використовується РНД.

### Метастази пухлин у головний мозок

Метастатичне ураження головного мозку зустрічається в 5–10 разів частіше, ніж первинні пухлини ЦНС. Джерелом метастазів може бути рак легені (40–50 %), молочної залози (15–20 %), меланома (10–11 %), пухлини без виявленого первинного вогнища (5–15 %), рак нирки (6 %), пухлини шлунково-кишкового тракту (5 %), матки (5 %), яєчників (2 %).

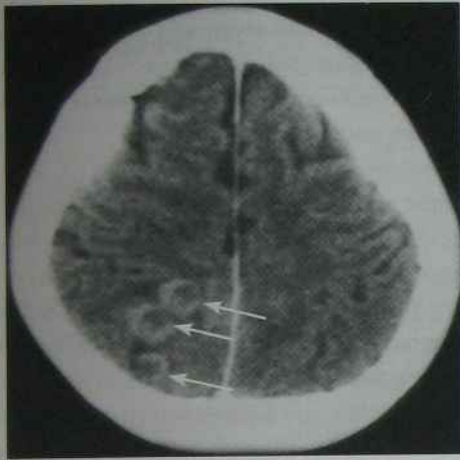
На КТ без контрастного посилення метастази можуть бути гіподенсивними, ізоденсивними



**Рис. 17.32.** МРТ шийного відділу хребта  $T_2$ -33, сагітальний зріз: пухлина спинного мозку на рівні тіла  $C_v$

та гіперденсивними по відношенню до щільності паренхіми мозку. При використанні контрастних речовин зображення метастазів підсилюється (рис. 17.33).

ОФЕКТ і ПЕТ-сцинтиграфія метастатичних уражень головного мозку, як правило, дають чітке зображення вогнищ з високими рівнями накопичення ( $K = 10 + 3,2$ ).



*Рис. 17.33. КТ головного мозку в аксіальній проекції з контрастним підсиленням зображення: метастази в ділянці правої тім'яної частки головного мозку (стрілки)*

## Алгоритм променевого дослідження ЦНС

1. Визначення анатомічних змін при захворюваннях хребта і черепа — УЗД (частіше в дитячому віці), рентгенографія, КТ, МРТ, радіонуклідні дослідження.
2. Визначення функціональних змін тканин ЦНС — радіонуклідні дослідження, МРТ-дифузія/перфузія.
3. Визначення патології судин ЦНС — КТА, МРА, радіонуклідні дослідження, УЗД.
4. Визначення травматичних ушкоджень ЦНС — КТ, МРТ, рентгенографія.
5. Визначення стадії пухлинного процесу — КТ, МРТ, радіонуклідні методи.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть методи променевого дослідження ЦНС.
2. Стан яких анатомічних елементів можна визначити на рентгенограмах черепа?

3. Які методи променевого дослідження дозволяють оцінити стан судин головного мозку?
4. Назвіть групи радіонуклідних досліджень головного і спинного мозку.
5. Наведіть основні показання радіонуклідних методів дослідження нервової системи.
6. Перечисліть променеві ознаки черепно-мозкових травм.
7. Перечисліть види внутрішньомозкових гематом та їх променеві ознаки.
8. Перечисліть променеві ознаки травматичного пошкодження хребта і спинного мозку.
9. Перечисліть променеві ознаки абсцесу головного мозку.
10. Перечисліть променеві ознаки пухлин головного мозку.
11. Перечисліть променеві ознаки пухлин спинного мозку.
12. Перечисліть променеві ознаки метастатичного ураження головного мозку.

### Тестові питання

1. Для дослідження судинних уражень головного мозку використовують:
  - а) мієлографію;
  - б) \*ангіографію.
2. При КТ головного мозку зрізи верхнього рівня розташовані:
  - а) \*над шлуночками мозку;
  - б) на рівні шлуночків мозку;
  - в) під шлуночками мозку.
3. Мозковий кровоток можна дослідити після внутрішньовенного введення альбуміну, міченого:
  - а)  $^{99m}\text{Tc}$ ;
  - б)  $^{31}\text{I}$ ;
  - в)  $^{123}\text{I}$ .
4. Лінійні переломи скеліття черепа виявляються на рентгенограмі за наявності:
  - а) тонкої лінійної смуги просвітлення з нечіткими, розмитими контурами;
  - б) тонкої лінійної смуги затемнення з чіткими, дещо нерівними контурами;
  - в) \*тонкої лінійної смуги просвітлення з чіткими, дещо нерівними контурами.



5. На КТ субдуральна гематома, на відміну від епідуральної, має:
- внутрішній контур гладкий, рівний;
  - \*внутрішній контур нерівний;
  - внутрішній контур погано візуалізується.
6. Післятравматичне скупчення крові між окістям та зовнішньою поверхнею склепіння черепа у новонародженого називають:
- \*кефалогематома;
  - забій головного мозку;
  - епідуральна гематома.
7. Лептоменінгіт уражує:
- тільки павутинну мозкову оболонку;
  - тільки м'яку мозкову оболонку;
  - \*м'яку і павутинну мозкові оболонки.
8. До додаткових проєкцій краніографії відносять:
- \*потиличну (аксіальну);
  - пряму;
  - бічну.
9. На фоні дрібнокоміркової структури кісток склепіння помітні:
- венозні синуси;
  - \*пальцеві вгиснення;
  - шлуночки мозку.
10. Нижній рівень зрізів на КТ головного мозку умовно починається від:
- мозолистого тіла;
  - бічних шлуночків мозку;
  - \*намету мозочка.
11. Радіонуклідне дослідження центральної нервової системи проводять з використанням РФП:
- \* $^{99m}\text{Tc}$ ;
  - $^{198}\text{Au}$ ;
  - $^{32}\text{P}$ .
12. Продовження лінії перелому з лобної кістки на сагітальний шов може викликати:
- його подвоєння;
  - його облітерацію;
  - \*його розходження.
13. Непрямою ознакою переломів основи черепа є:
- \*затемнення повітряноносних пазух та комірок соскоподібного відростка скроневої кістки внаслідок гематоми;
  - розходження швів;
  - лінія перелому.
14. Проникнення хрящової тканини міжхребцевого диска у губчасту речовину тіла хребця називається:
- \*грижа Шморля;
  - грижа Фолля;
  - грижа Кіршнера.
15. Запальний процес паренхіми головного мозку називається:
- лептоменінгіт;
  - \*церебрит;
  - менінгіт;
16. На КТ абсцес виявляється у вигляді:
- округлого вогнища зниженої денситометричної щільності, яке з часом набуває чіткіших контурів і обмежується тонкою капсулою;
  - округлого вогнища підвищеної денситометричної щільності, яке з часом набуває чіткіших контурів і обмежується товстою капсулою;
  - \*округлого вогнища зниженої денситометричної щільності, яке з часом набуває чіткіших контурів і обмежується товстою капсулою.
17. Радіонуклідна мієлографія використовується для:
- \*визначення прохідності субарахноїдального простору;
  - сцинтиграфії пухлин головного мозку;
  - дослідження об'ємного мозкового кровотоку;
  - усього зазначеного.
18. Для ПЕТ-сцинтиграфії головного мозку використовуються:
- $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетат;
  - \*позитронні РФП;
  - $^{133}\text{Xe}$ ;
  - усе зазначене.
19. Лінійний мозковий кровоток визначається:
- \*з недифундуючим РФП;
  - зі швидкодифундуючим РФП;
  - $^{133}\text{Xe}$ ;
  - з усіма вищезазначеними.

## Ситуаційні задачі

17.1. Постраждалий при ДТП був доставлений в лікарню швидкої допомоги. Об'єктивно: без свідомості, скальпована рана в ділянці лобної кістки справа, множинні садна на обличчі. АТ 100/60 мм рт.ст., пульс 90/хв., дихання 24 /хв., глибоке. Для уточнення діагнозу була проведена СКТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



17.2. Хвора М. 55 років доставлена у відділення нейрохірургії з попереднім діагнозом: ЗЧМТ. Скарги на сильний головний біль, запаморочення, нудоту. Об'єктивно: гематома в ділянці правої скроні та потилиці, ністагм, порушення координації цілеспрямованих рухів, нестійка в позі Ромберга. Для уточнення діагнозу була проведена СКТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



17.3. Хворий М. 45 років доставлений у відділення нейрохірургії після ДТП. Об'єктивно: без свідомості, гематома та садна лівої частини голови, асиметрія зіниць (розширення зіниці лівого ока), плаваючі рухи очних яблук, праворуч згладження носо-губної складки, опущення кута рота. Для уточнення діагнозу була проведена СКТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.





17.4. Хворий Ю. 73 років був доставлений у неврологічне відділення. Зі слів родичів, стан хворого погіршився різко, після фізичного навантаження виник сильний головний біль, запаморочення, блювання. З анамнезу відомо, що протягом тривалого часу хворів на гіпертонічну хворобу. Об'єктивно: без свідомості, дихання Чейна – Стокса, гіперемія шкіри обличчя, АТ 180/100 мм рт.ст., пульс 88 уд/хв; зіниця лівого ока розширена, реакція на світло відсутня, плаваючі рухи очних яблук, праворуч згладження носо-губної складки, наявність патологічних рефлексів. Для уточнення діагнозу була проведена КТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



17.5. Хворий Ю. 54 років був доставлений у неврологічне відділення лікарні. Після нервового перевантаження виникло запаморочення, блювання. Об'єктивно: без свідомості, дихання Чейна – Стокса, гіперемія шкіри обличчя, АТ 220/110 мм рт.ст., пульс 96 уд/хв; плаваючі рухи очних яблук, зіниці розширені, згладження носо-губних складок, наявність двобічно патологічних рефлексів. Для уточнення діагнозу була проведена СКТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



17.6. Хворий Ц. 48 років звернувся в клініку зі скаргами на виражений головний біль, іноді нудоту, блювання, що не приносить полегшення; запаморочення, погіршення зору. Об'єктивно: АТ 120/80 мм рт.ст., пульс 68 /хв., застійні диски зорових нервів, дефекти полів зору, зниження гостроти зору, порушення сприйняття кольорів. Для уточнення діагнозу та визначення подальшої лікувальної тактики була проведена МРТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний МР-зріз та сформулюйте клініко-променевий висновок.



17.7. Хворий Ю., 68 років, перебуває на лікуванні у неврологічному відділенні з діагнозом ГПМК. Для уточнення діагнозу та визначення подальшої лікувальної тактики була проведена МРТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний МР-зріз та сформулюйте клініко-променеви висновок.



17.8. Постраждалий внаслідок ДТП був доставлений у лікарню швидкої допомоги. Об'єктивно: без свідомості, глибока рвана рана в правій скроневій ділянці, садна на обличчі. АТ 110/60 мм рт.ст., пульс 85/хв., дихання 22 /хв., глибоке, зіниця правого ока розширена, реакція на світло відсутня, плаваючі рухи очних яблук, ліворуч згладження носо-губної складки, наявність патологічних рефлексів, більше виражених ліворуч. Для уточнення діагнозу була проведена СКТ голови. Проаналізуйте представлений аксіальний КТ-зріз та сформулюйте клініко-променеви висновок.





## Променеве дослідження щитоподібної залози

### Променева анатомія і фізіологія щитоподібної залози

Щитоподібна залоза складається з правої та лівої часток, перешийка (рис. 18.1). Середні розміри залози: довжина 5 см, ширина — 3 см, товщина — 1 см. Паренхіма щитоподібної залози складається з фолікулів, заповнених колоїдом, який містить йодований глюкопротеїд – тиреоглобулін.

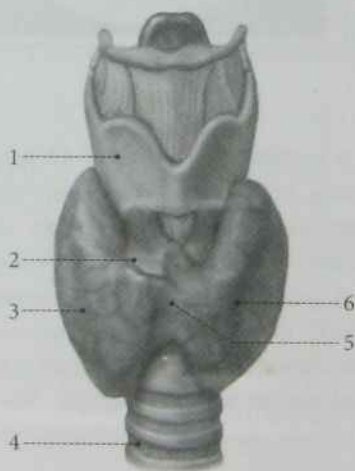


Рис. 18.1. Щитоподібна залоза (схема):

(1 — щитоподібний хрящ; 2 — першеподібний хрящ; 3 — права частка щитоподібної залози; 4 — трахея; 5 — перешийок щитоподібної залози; 6 — ліва частка щитоподібної залози)

У звичайних умовах людина отримує з їжею, водою, вдихає з повітрям всього біля 150–200 мкг йоду щодоби; приблизно така ж кількість йоду виводиться з організму з потом, сечею, калом.

Обмін йоду в організмі відбувається в 3 етапи:

- ▶ поглинання неорганічного йоду з плазми крові;
- ▶ синтез йодовмісних гормонів;
- ▶ виділення гормонів у кров.

Йод концентрується і окислюється до елементарного йоду в епітеліальних клітинах стінок фолікулів щитоподібної залози.

Елементарний йод включається в синтез органічних сполук монойодтироzinу і дийодтироzinу, які перетворюються на гормони щитоподібної залози — трийодтирозин і тироксин. Близько 95 % гормонів щитоподібної залози перетворюються на тиреоглобулін-колоїд, решта гормонів проникає в кров.

При підвищеній функції щитоподібної залози відбувається протеоліз тиреоглобулін-колоїду, від якого відщеплюються тироксин та трийодтиронін, які проникають через стінку фолікула в кров.

Вміст йоду, зв'язаного з білком плазми крові, складає в нормі від 3,5 до 7,5 мкг на 100 мл плазми крові. Концентрація йоду, зв'язаного з білком плазми крові, вище або нижче вказаних меж свідчить про недостатність або надлишок гормонів щитоподібної залози.

## Променеві методи дослідження щитоподібної залози

### УЗД щитоподібної залози

Показання до УЗД-дослідження:

- ▶ у щитоподібній залозі пальпується утворення;
- ▶ об'ємне утворення в передньому відділі ший;
- ▶ скарги хворого на задишку, підвищену дратівливість;
- ▶ динамічний контроль ефективності лікування;
- ▶ підозра на рецидив захворювання (рак, вузловий зоб) щитоподібної залози;
- ▶ профілактичний огляд;
- ▶ інтервенційні втручання під контролем УЗД.

Переваги: безпечний високоінформативний метод діагностики патології щитоподібної залози.

Доплерографія дозволяє провести оцінку васкуляризації тканини залози і оцінити показники кровотоку.

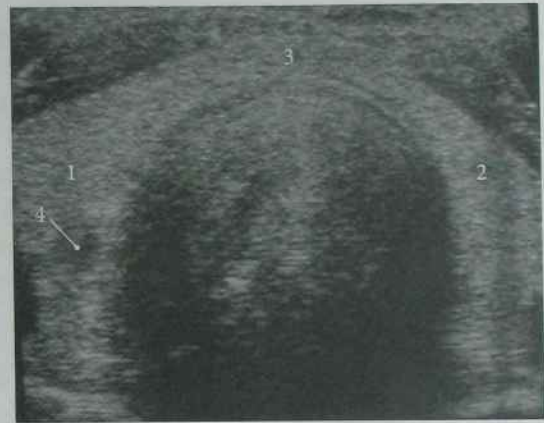
Під контролем УЗД проводять прицільну тонкоіголку аспіраційну біопсію.

### УЗ-анатомія щитоподібної залози

Нормальна щитоподібна залоза при УЗД (рис. 18.2) підковоподібної форми. Контури залози чіткі, рівні, структура дрібнозерниста, однорідна, ехогенність середня. Частки залози приблизно однакових розмірів. Деяко латеральніше контура залози візуалізуються округлі ехонегативні утворення з рівними чіткими контурами — загальна сонна артерія і внутрішня яремна вена.

**Рентгенографія** з контрастуванням стравоходу, лінійна томографія ший дозволяють визначити положення стравоходу і трахеї.

КТ і МРТ дозволяють визначити положення, форму, структуру, розміри, контури і взаєморозташування щитоподібної залози з навколишніми тканинами.



**Рис. 18.2.** Ультрасонограма щитоподібної залози в нормі, В-режим, поперечний зріз

(1 — права частка, 2 — ліва частка, 3 — передній щиток, 4 — загальна сонна артерія)

### КТ-анатомія щитоподібної залози

Нормальна щитоподібна залоза на аксіальних КТ-зрізах має вигляд двох овалів з рівними, чітко відмежованими контурами та однорідною структурою, щільність складає +100...+120 НУ. Частки залози прилягають до передньобічних поверхонь трахеї на рівні VI–VII шийних хребців. На КТ ший візуалізуються щитоподібна залоза, гортань, підв'язковий простір, шийний відділ трахеї, ретротрахеальний простір (рис. 18.3, а).

### МРТ-анатомія щитоподібної залози

У нормі на  $T_1$ -ЗЗ щитоподібна залоза характеризується високоінтенсивним МР-сигналом (рис. 18.3, б). На  $T_2$ -ЗЗ інтенсивність МР-сигналу щитоподібної залози вища за інтенсивність сигналу м'язів.

### Радіонуклідні дослідження щитоподібної залози

Показання до радіонуклідного дослідження функції щитоподібної залози: порушення функції щитоподібної залози (гіпертиреоз, еутиреоз, гіпотиреоз) або підозра на пухлинний процес.

Протипоказання до дослідження відсутні, існують деякі обмеження, згідно з НРБУ-97: вагітність, період лактації, дитячий вік.



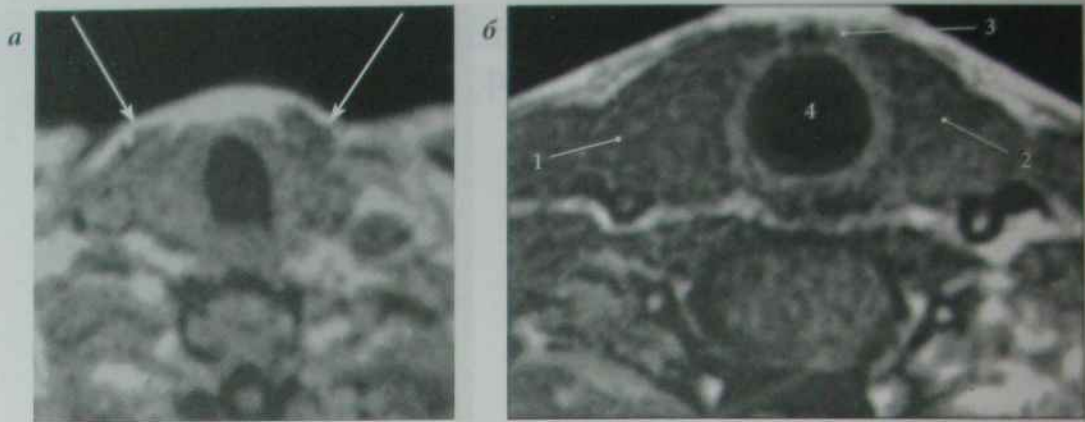


Рис. 18.3. Щитоподібна залоза в нормі:

а) КТ, аксіальний зріз (права та ліва частки залози позначені стрілками), б) МРТ  $T_1$ -33 аксіальний зріз: права (1), ліва (2) частки та перешийок (3) щитоподібної залози, 4 — просвіт трахеї

У наш час виконують наступні радіонуклідні методики дослідження щитоподібної залози *in vivo*: визначення йоднакопичувальної функції щитоподібної залози після прийому  $^{123}\text{I}$ , сканування та сцинтиграфію щитоподібної залози. Для зменшення променевого навантаження сканування та сцинтиграфію щитоподібної залози іноді виконують, використовуючи  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетат.

Повне вивчення обміну йоду за допомогою  $^{131}\text{I}$  в організмі включає:

- ▶ вивчення динаміки накопичення йоду щитоподібною залозою з одночасним контролем кліренсу крові;
- ▶ вимірювання активності  $^{123}\text{I}$  в сечі;
- ▶ визначення концентрації йоду, зв'язаного з білком плазми крові;
- ▶ сканування і сцинтиграфія щитоподібної залози.

Підготовка хворого до дослідження щитоподібної залози з використанням  $^{123}\text{I}$  передбачає виключення прийому броду, йоду, антиреодних препаратів протягом місяця, а також виключення прийому резерпіну, барбітуратів, антабусу, кофеїну протягом кількох днів до дослідження.

#### Дослідження йоднакопичувальної функції щитоподібної залози

Пряме вимірювання накопичення радіонукліда в щитоподібній залозі виконують за допомогою радіометрів і радіографів (ДСУ-2, ГТМ-01Ц, НК0350 та ін.). Датчик розташовують на відстані 25–30 см від щитоподібної залози. Хворий натщесерце випиває 3–5 МБк  $\text{Na } ^{123}\text{I}$ , або 0,08–0,16 МБк  $\text{Na } ^{131}\text{I}$  у 20–30 мл води. Використання  $\text{Na } ^{123}\text{I}$  ( $T_{1/2} \text{ } ^{123}\text{I} = 13,3$  години) дозволяє на два порядки знизити променеве навантаження на щитоподібну залозу порівняно з використанням  $\text{Na } ^{131}\text{I}$  ( $T_{1/2} \text{ } ^{131}\text{I} = 8$  діб). Таку ж активність йоду, яку випив хворий, вміщують у флакон або наносять на алюмінієву підкладку (мішень) і виконують радіометрію (стандарт).

Вимірювання активності щитоподібної залози і стандарту проводять через 2, 4, 24 години, а іноді через 48 годин. Результати виражають у відсотках по відношенню до активності введеного в організм радіонукліда.

Результати дослідження порівнюють з нормальними показниками функції щитоподібної залози (табл. 18.1).

**Сцинтиграфія щитоподібної залози** проводиться для визначення топографо-анатомічної будови щитоподібної залози та її зв'язку з нав-

**Таблиця 18.1. Показники функції щитоподібної залози**  
(накопичення в залозі  $^{123}\text{I}$ , %)

Час дослідження, через:	Норма	Гіперфункція	Гіпофункція
2 години	13 + 0,6	34,6 + 4,4	4,4 + 2,7
4 години	19 + 1,5	50 + 4,9	6,8 + 2,7
24 години	27 + 1,2	56 + 3,3	9,4 + 2,1

колишніми тканинами, визначення ектопічно розташованої паренхіми залози, діагностики об'ємних утворень та ін. Сцинтиграфію щитоподібної залози можна виконати за допомогою  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетату через 30–60 хв. після в/в введення РФП активністю 37 МБк або через 3–4 години після прийому 3–5 МБк  $\text{Na}^{123}\text{I}$ . У нормі на сцинтиграмах розподіл РФП у паренхімі щитоподібної залози рівномірний, чітко визначаються обидві частки і перешийок. Накопичення РФП може бути нормальним, підвищеним або зниженим, вогнищевим або дифузним. Сцинтиграму щитоподібної залози в нормі див. на рис. 18.4 б. При патологічних процесах можуть бути виявлені “гарячі” вузли з підвищеною активністю РФП або “холодні” — із зниженою активністю радіонукліда (рис. 18.4 в, г, д).

При ектопічному зобі виявляють зміни топографії залози (кольорова вкладка: рис. 39).

При дифузному токсичному зобі визначається збільшення розмірів залози, може спостерігатися асиметрія часток залози і підвищене накопичення РФП (рис. 18.4, в).

При вузловому зобі накопичення РФП може бути відсутнім (“холодні” вузли рис. 18.4, д) або

підвищеним (“гарячі” вузли рис. 18.4, г). “Холодні” вузли необхідно диференціювати з пухлинним процесом.

Рак щитоподібної залози не дає специфічного зображення, в більшості випадків зображення не відрізняється від доброякісних холодних вузлів, характеризується нечіткістю контурів і відсутністю накопичення РФП (рис. 18.4, д).

### Радіоімунний аналіз (PIA)

За допомогою радіоімунологічного аналізу можна визначити наступні показники функції щитоподібної залози:

- ▶ гіпофізарний гормон — тиреотропний гормон (ТТГ);
- ▶ рівень тиреоїдних гормонів [загальний тироксин ( $\text{ЗТ}_4$ ), вільний тироксин ( $\text{ВТ}_4$ ), трийодтиронін ( $\text{T}_3$ ), тиреоглобулін (ТГ)];
- ▶ антитиреоїдні антитіла — до тиреоглобуліну (АТТГ), тиреоїдної пероксидази (АТТПО).

Для діагностики раку щитоподібної залози застосовують комплексне радіоімунологічне дослідження пухлинних маркерів: ТГ, РЕА (раково-ембріональний антиген), феритину, бета-2-мікроглобулін, кальцитонін.

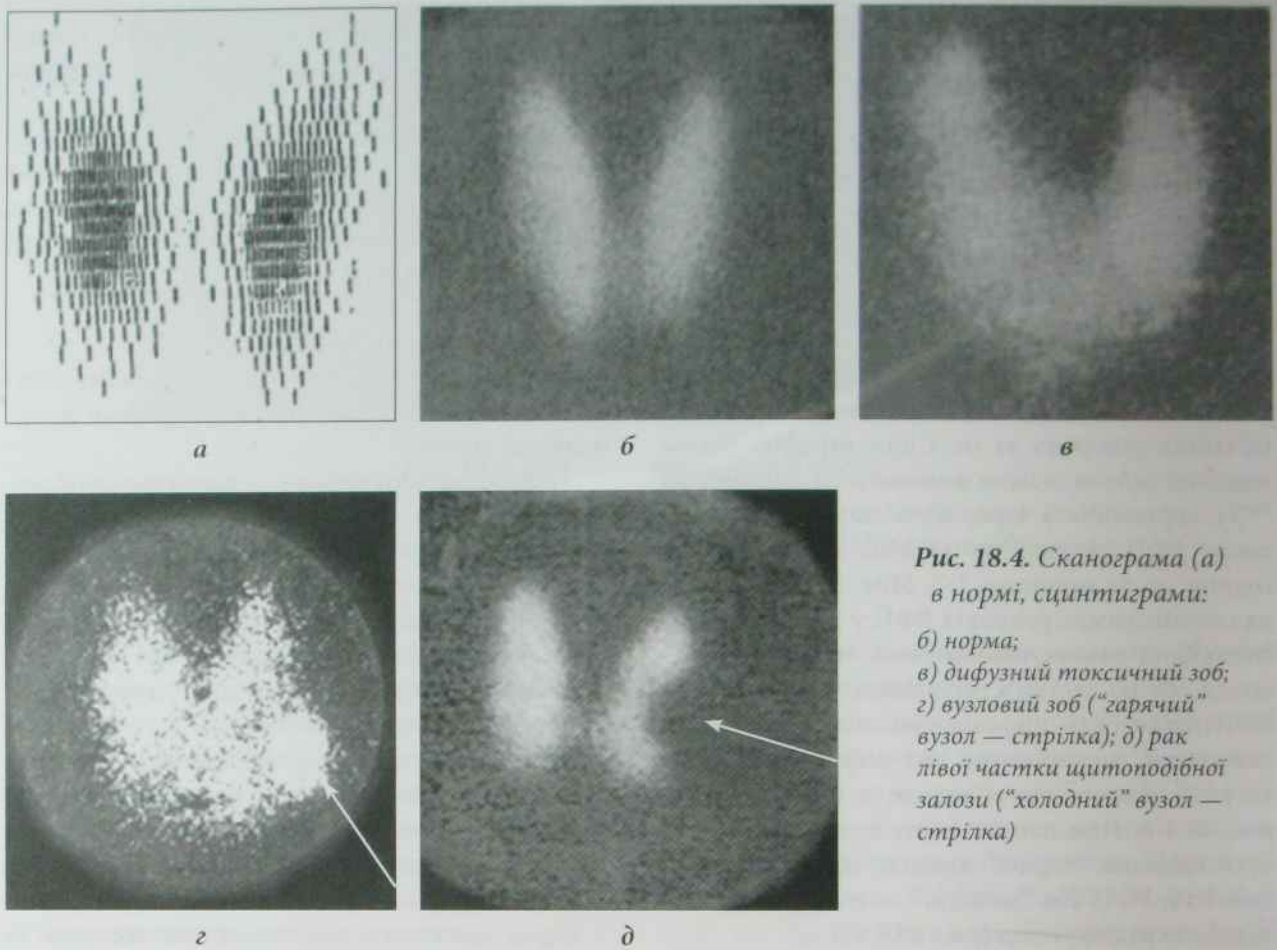
Серед численних радіонуклідних методик *in vitro* найоб'єктивнішим для оцінки функціонального стану щитоподібної залози й індивідуального тиреоїдного статусу є визначення рівнів  $\text{T}_4$ ,  $\text{T}_3$  і ТТГ в сироватці крові, а також АТТГ і АТТПО при аутоімунному тиреоїдиті.

Оцінка результатів радіоімунологічного аналізу функції щитоподібної залози наведена в табл. 18.2.

**Таблиця 18.2. Оцінка результатів радіоімунологічного аналізу функції щитоподібної залози**

Назва показника	Стан функції		
	Норма	Гіпофункція	Гіперфункція
Загальний тироксин	70–150 нмоль/л	менше 70 нмоль/л	більше 150 нмоль/л
Трийодтиронін	1,17–2,18 нмоль/л	менше 1,17 нмоль/л	більше 2,18 нмоль/л
Тиреотропний гормон	0,2–3,5 мкОд/мл	більше 3,5 мкОд/мл	менше 0,2 мкОд/мл
Тироксинзв'язуючий глобулін	0,36–0,42 мкмоль/л	менше 0,36 мкмоль/л	більше 0,42 мкмоль/л





**Рис. 18.4.** Сканограма (а) в нормі, сцинтиграми: б) норма; в) дифузний токсичний зоб; г) вузловий зоб ("гарячий" вузол — стрілка); д) рак лівої частки щитоподібної залози ("холодний" вузол — стрілка)

## Променева діагностика захворювань щитоподібної залози

### Аномалії та вади розвитку щитоподібної залози

**Аплазія і гіоплазія** щитоподібної залози зустрічаються рідко. Гіоплазія щитоподібної залози спостерігається у дітей, які народилися від матерів, що мали знижений вміст йоду в організмі під час вагітності. При УЗД, на КТ і МРТ щитоподібна залоза зменшена, її структура істотно не змінена (рис. 18.5).



**Рис. 18.5.** Ультрасонограма, гіоплазія щитоподібної залози (зменшена в розмірах щитоподібна залоза вказана головками стрілок)

### Аномалії розташування (дистопія) щитоподібної залози

Розрізняють пірнаючий, загрудинний і внутрішньогрудний зоб.

**“Пірнаючий” зоб** — частіше одна третина залози розташована на шії, а дві третини за грудниною. При підвищенні внутрішньогрудного тиску (кашель, напруження) щитоподібна залоза зміщується вгору, але не повністю виходить за ручку груднини.

**Загрудинний зоб** — залоза повністю розташована за грудниною (рис. 18.6)

**Внутрішньогрудний зоб** — часто збільшена щитоподібна залоза розташовується в передньому або в задньому середостінні (рис. 18.7). Збільшена щитоподібна залоза може викликати біль за грудниною, задишку, серцебиття, компресійний синдром (набряк обличчя, шії, розширення підшкірних вен).

**Променеві ознаки загрудинного зобу.** На рентгенограмах і томограмах виявляють зміщення і звуження трахеї, а також відхилення контрастованого стравоходу в протилежний бік від зоба. Для уточнення діагнозу використовують РНД, КТ і МРТ дозволяють визначити локалізацію щито-

подібної залози та її взаєморозташування з навколишніми анатомічними структурами.

### Ендемічний зоб

**Ендемічний зоб** виникає у жителів регіонів зі зниженим вмістом йоду в навколишньому середовищі. Розрізняють дифузну, вузлову і змішану форми зобу. Клінічна картина ендемічного зобу залежить від функції щитоподібної залози (еутиреоз, гіпотиреоз і гіпертиреоз), яку визначають РІА.

При **дифузній формі зобу** на УЗД (рис. 18.8, а) щитоподібна залоза збільшена, контури її рівні, чіткі, структура і ехогенність не змінені. На доплерограмах (кольорова вкладка: рис. 35) збільшена кількість судин, швидкість кровотоку не змінені. На КТ і МРТ щитоподібна залоза збільшена (рис. 18.8, б).

**Вузлова і змішана форми зобу.** На МРТ щитоподібної залози МР-сигнал неоднорідної інтенсивності; на КТ щитоподібної залози відзначається зниження щільності; при УЗД виявляють вузли неоднорідної ехогенності (рис. 18.9); на доплерограмах кровотік посилений на периферії вузлів.



Рис. 18.6. КТ на рівні верхньої апертури грудної клітки, аксіальний зріз: загрудинний зоб

(1 — плечоголовні судини, 2 — трахея, 3 — стравохід, межі збільшеної щитоподібної залози позначено стрілками)

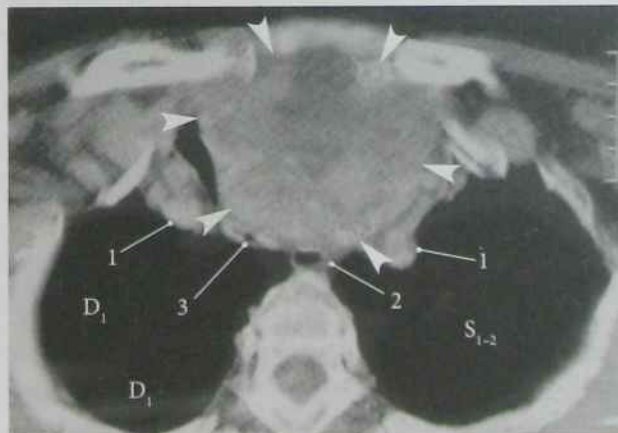
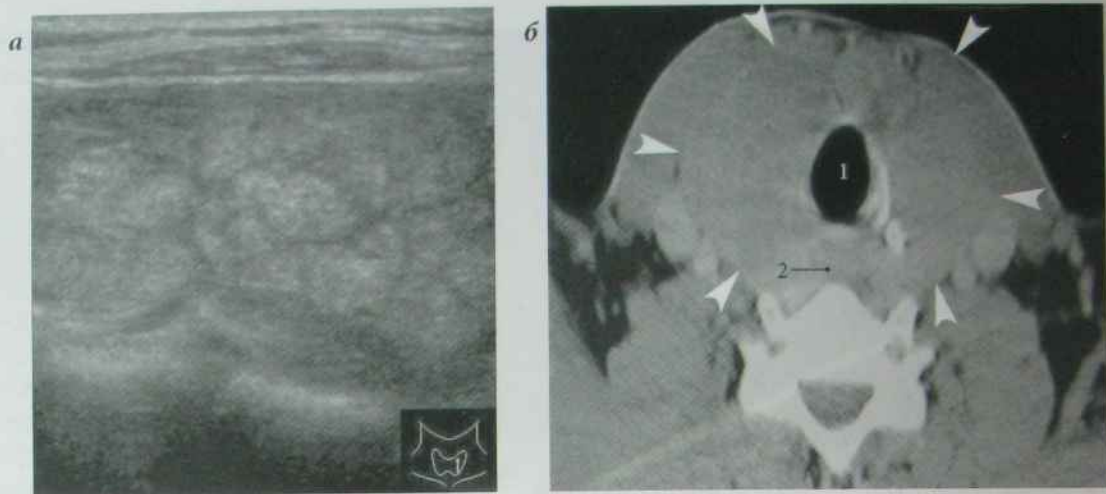


Рис. 18.7. КТ грудної порожнини, аксіальний зріз: внутрішньогрудний зоб

(1 — плечоголовні судини, 2 — трахея, 3 — стравохід, межі збільшеної щитоподібної залози позначено головками стрілок)





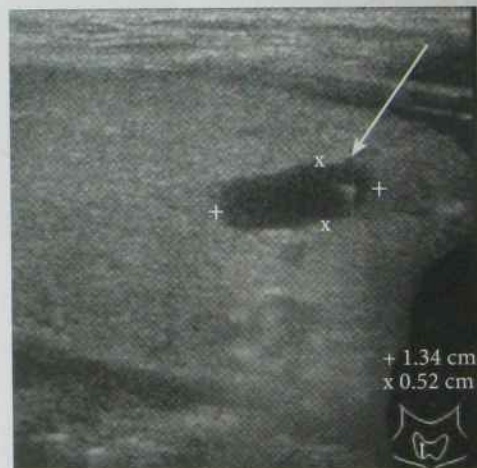
**Рис. 18.8.** Дифузний токсичний зоб:

*а) ультрасонограма щитоподібної залози: В-режим; б) КТ (1 — трахея, 2 — стравохід, межі збільшеної щитоподібної залози позначено головками стрілок)*



**Рис. 18.9.** УЗД щитоподібної залози у В-режимі:

*вузловий зоб (вузли щитоподібної залози позначено стрілками)*



**Рис. 18.10.** УЗД щитоподібної залози:

*кіста правої частки щитоподібної залози: анехогенне овальної форми утворення з чітким контуром (стрілка) та дорсальним посиленням УЗ-сигналу*

### Кісти щитоподібної залози

При УЗД кісти щитоподібної залози візуалізуються у вигляді ехонегативних утворів округлої або овальної форми з чіткими, гладкими контурами (рис. 18.10). Позаду кісти спостерігається посилення ультразвукового сигналу.

На КТ кіста щитоподібної залози має гомогенну структуру, чіткі контури, оптична щільність +4...+30 НУ.

На МРТ інтенсивність МР-сигналу кісти істотно не відрізняється від інтенсивності МР-сигналу нормальної тканини залози.

### Запальні захворювання щитоподібної залози

За перебігом розрізняють гострий, підгострий та хронічний тиреоїдит.

**Гострий гнійний тиреоїдит** виникає раптово, характеризується сильним болем у ділянці щитоподібної залози і підвищенням температури тіла.

При УЗД щитоподібної залози візуалізуються гіпоехогенні ділянки з нечіткими контурами (рис. 18.11).

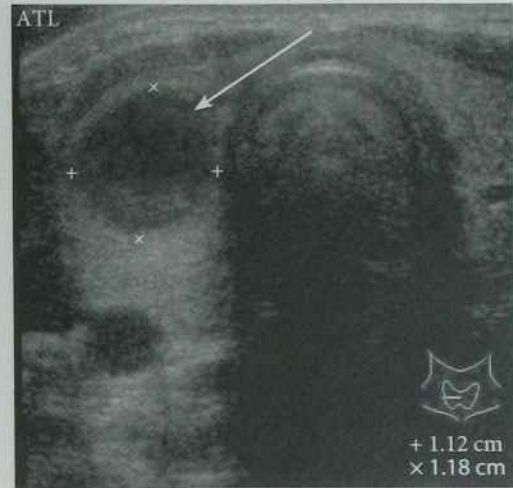
При **сформованому абсцесі щитоподібної залози** на УЗД визначається капсула абсцесу з ане-



**Рис. 18.11.** УЗД щитоподібної залози: гострий тиреоїдит (гіпоехогенні ділянки запалення позначені стрілками)

хогенним вмістом (рис. 18.12). Доплерограма дозволяє підтвердити відсутність кровотоку в ділянці анехогенного утвору (кольорова вкладка: рис. 36).

**Хронічний аутоімунний тиреоїдит Хашімото** — аутоімунне ураження щитоподібної залози,



**Рис. 18.12.** УЗД щитоподібної залози: абсцес правої частки щитоподібної залози (стрілка)

зи, що супроводжується збільшенням її розмірів, ущільненням паренхіми.

РІА дозволяє визначити наявність циркулюючих антитіл до тиреоїдної пероксидази (АТТПО) та антитіл до тиреоглобуліну.

При УЗД структура щитоподібної залози неоднорідна, розміри збільшені, ехогенність знижена (рис. 18.13). Васкуляризація залози залежить від її функціонального стану: чим вища гормональна активність, тим краща васкуляризація залози (кольорова вкладка: рис. 37). На КТ щільність паренхіми щитоподібної залози підвищена, структура її неоднорідна, зрідка виявляють звапнення.

**Хронічний фіброзний тиреоїдит (зоб Ріделя)**  
При УЗД визначається збільшення щитоподібної залози, структура залози неоднорідна. Васкуляризація щитоподібної залози, яка візуалізується за допомогою доплерографії, залежить від гормональної активності. На КТ виявляють збільшення розмірів і денситометричної щільності щитоподібної залози, а також ознаки зміщення та деформації суміжних структур.



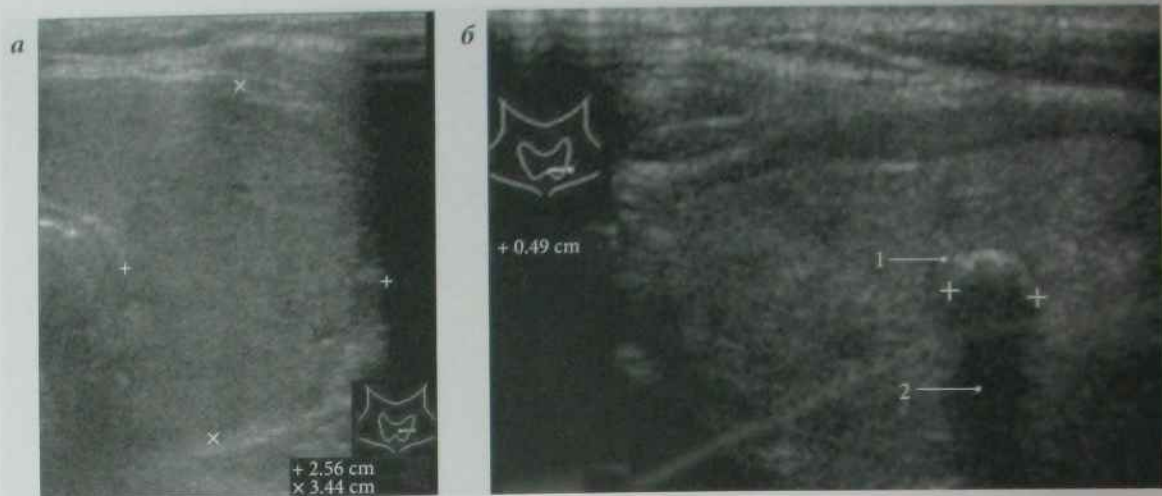


Рис. 18.13. УЗД щитоподібної залози:

а) паренхіма лівої частки щитоподібної залози в нормі; б) аутоімунний тиреоїдит: на тлі гіпоехогенної паренхіми лівої частки щитоподібної залози визначається ділянка звапнення (1 — гіперехогенне утворення паренхіми щитоподібної залози, 2 — акустична тінь)

## Пухлини щитоподібної залози

### Доброякісні пухлини щитоподібної залози Аденоми щитоподібної залози

На УЗД при аденомі залоза асиметрично збільшена на боці ураження; аденома являє собою утворення округлої форми з чіткими рівними контурами, однорідної структури, різної ехогенності (рис. 18.14). На КТ і МРТ на тлі асиметрично збільшеної залози виявляють утворення однорідної структури (ізоінтенсивне по відношенню до нормальної тканини залози на МРТ і ізо-денсивне на КТ), округлої або овальної форми, з чіткими контурами. Контрастування підвищує оптичну щільність тканини аденоми на КТ і силу МР-сигналу на МРТ.



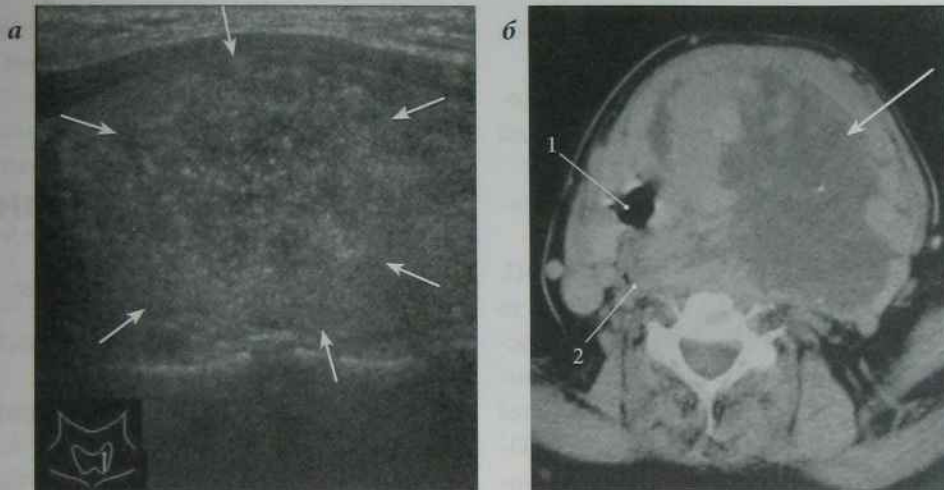
Рис. 18.14. УЗД щитоподібної залози, аденома щитоподібної залози (стрілка)

**Злоякісні пухлини щитоподібної залози**  
Розрізняють *папілярну, фолікулярну (високодиференційовані форми), медулярну і недиференційовану* форми раку щитоподібної залози.

При УЗД (рис. 18.15, а) визначаються одне або декілька неправильної форми гіпоехогенних утворень, з нечіткими контурами. На доплеро-

грамах рак щитоподібної залози візуалізується у вигляді об'ємного гіперваскуляризованого утвору (кольорова вкладка: рис. 38).

На КТ (рис. 18.15, б) при злоякісній пухлині щитоподібна залоза може бути асиметрично збільшена, при значних розмірах пухлини можливе зміщення і деформація трахеї. Пухлина гіподенсивна, контури нерівні, структура негомогенна, можуть визначатися ділянки звапнень.



**Рис. 18.15.** Рак щитоподібної залози:

*а) УЗД щитоподібної залози (ліва частка щитоподібної залози збільшена в розмірах внаслідок наявності гіпоехогенного неоднорідного вузла з нерівним контуром — стрілки); б) КТ ший, аксіальна проекція*

## Алгоритм променевого дослідження щитоподібної залози

1. Визначення розташування та анатомічних змін щитоподібної залози — УЗД, МРТ, радіонуклідні методи, КТ.
2. Визначення функції щитоподібної залози — радіонуклідні методи.
3. Визначення стадії пухлинного процесу — КТ, МРТ, радіонуклідні методи.

## Променеве дослідження прищитоподібних залоз

Прищитоподібні залози являють собою чотири тільця (два верхніх і два нижніх) малих розмірів (довжина 6 мм, ширина 4 мм і товщина 2 мм), розташовані на задній поверхні часток щитоподібної залози. Кожна з прищитоподібних залоз оточена сполучнотканинною капсулою і за до-

помогою мембран поділена на часточки. Клітини прищитоподібної залози продукують паратгормон, який стимулює діяльність остеокластів, що спричиняє підвищення концентрації кальцію в крові.

УЗД прищитоподібних залоз використовується для діагностики патологій з використанням височастотних (10 МГц) датчиків.

МРТ та КТ прищитоподібних залоз виконують з контрастуванням при підозрі на порушення функції для визначення характеру змін.

На поперечних зрізах при УЗД, КТ та МРТ прищитоподібні залози візуалізуються у вигляді округлих з чіткими рівними контурами гомогенних утворів.

Основними радіонуклідними методами дослідження прищитоподібних залоз є радіонуклідна візуалізація (сцинтиграфія) та радіоімунологічний аналіз (визначення концентрації паратгормона).

**Радіонуклідна візуалізація прищитоподібних залоз.** Метод базується на отриманні зображення просторового розподілу двох органотропних РФП:  $^{201}\text{Tl}$ -хлориду, який накопичується в паренхімі прищитоподібних та щитоподібної



залоз, і  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату, який депонується тільки в щитоподібній залозі.

Показання до проведення сцинтиграфії: підозра на аденому або гіперплазію прищитоподібної залози.

Сцинтиграфію виконують за допомогою планарної гамма-камери і ОФЕКТ.

Внутрішньовенно вводять два РФП:  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетат активністю 37 МБк та  $^{201}\text{Tl}$ -хлорид — 55–75 МБк. Через 30 хвилин після введення  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату проводять сцинтиграфію і отримують зображення щитоподібної залози, а через 4–6 годин після введення  $^{201}\text{Tl}$ -хлориду на сцинтиграмі отримують сумарне зображення прищитоподібних і щитоподібної залоз.

**Оцінка результатів.** Комп'ютерною обробкою сцинтиграфічного зображення методом субтракції виділяється сумарна сцинтиграма прищитоподібних та щитоподібної залоз, отримана за допомогою  $^{201}\text{Tl}$ -хлориду. На підсумковому знімку методом субтракції отримують сцинтиграму прищитоподібних залоз. Найчастіше виявляють аденоми прищитоподібних залоз у вигляді вогнищ підвищеного поглинання РФП, які внаслідок надмірної продукції паратгормона (гіперпаратиреоз) можуть викликати розвиток гіперпаратиреоїдної остеодистрофії — хворобу Реклінгаузена. При гіпаратиреозі спостерігається низький рівень паратгормона, гіпокальціємія, гіперфосфатемія.

**Радіоімунологічний аналіз.** Рівень гормонів прищитоподібних залоз (паратгормона і кальцитоніну) визначають за допомогою стандартних тест-наборів.

### Патологія прищитоподібних залоз

**Дистопія прищитоподібних залоз** характеризується розташуванням тканини прищитоподібних залоз у товщі щитоподібної залози, тимуса, паратрахеально, біля сонних артерій; при цьому форма та розміри не змінені.

**Аденома прищитоподібних залоз** характеризується збільшенням їх розмірів; контури залишаються чіткими, капсула не порушена, тканина залози залишається однорідною.

**Рак прищитоподібних залоз** візуалізується у вигляді неправильної форми вузла неоднорід-

ної структури з нечіткими та нерівними контурами внаслідок порушення цілісності сполучнотканинної капсули.

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть променеві методи дослідження щитоподібної залози.
2. Перечисліть показання до проведення УЗД щитоподібної залози.
3. Перечисліть основні променеві ознаки гіпоплазії щитоподібної залози.
4. Перечисліть основні променеві ознаки ендемічного зобу.
5. Перечисліть основні променеві ознаки кіст щитоподібної залози.
6. Перечисліть основні променеві ознаки аденоми щитоподібної залози.
7. Перечисліть основні променеві ознаки раку щитоподібної залози.
8. Перечисліть показання та протипоказання до радіонуклідного дослідження щитоподібної залози.
9. Перечисліть показники накопичення радіоактивного йоду при гіпофункції щитоподібної залози.
10. Назвіть основні показники, що визначаються за допомогою радіоімунологічного аналізу для дослідження функції щитоподібної залози.

### Тестові питання

1. У нормі розміри щитоподібної залози у дорослих:
  - а) \*ширина частки до 2 см, товщина до 2 см, висота до 6 см;
  - б) ширина частки до 7 см, товщина до 4 см, висота до 10 см;
  - в) ширина частки до 4 см, товщина до 3 см, висота до 8 см.
2. У нормі на ехограмах при поперечному скануванні щитоподібна залоза має вигляд:
  - а) \*підкови;
  - б) овалу;
  - в) метелика.

3. На КТ нормальна щитоподібна залоза має вигляд:
  - а) \*двох овалів з рівними, чітко відмежованими контурами та однорідною структурою;
  - б) двох овалів з рівними, нечітко відмежованими контурами та однорідною структурою;
  - в) двох овалів з рівними, чітко відмежованими контурами та неоднорідною структурою.
4. Гіпоплазія щитоподібної залози виникає:
  - а) \*при недостатній кількості йоду в організмі вагітної;
  - б) при порушенні диференціації ембріонального зачатка залози;
  - в) при збільшеній кількості йоду в організмі вагітної.
5. Локалізація загрудинного зобу:
  - а) \*залоза повністю розташована за грудниною;
  - б) велика частина збільшеної щитоподібної залози розташована за грудниною, а менша — на ший;
  - в) збільшена щитоподібна залоза може розташовуватись у передньому або задньому середостінні.
6. Доплерографія при вузловій та змішаній формах зобу визначає:
  - а) \*посилення кровотоку на периферії вузла;
  - б) ослаблення кровотоку на периферії вузла;
  - в) кровотік по периферії вузла не змінюється.
7. У нормі на ехограмах щитоподібна залоза має:
  - а) \*рівні чіткі контури, її структура дрібнозерниста, однорідна, ехогенність середня;
  - б) рівні чіткі контури, її структура вузлова, ехогенність середня;
  - в) рівні чіткі контури, її структура дрібнозерниста, однорідна, ехогенність висока.
8. У нормі на ехограмах частки щитоподібної залози:
  - а) \*приблизно однакові за розмірами;
  - б) права частка більша від лівої;
  - в) ліва частка більша від правої.
9. Локалізація внутрішньогрудного зобу:
  - а) збільшена щитоподібна залоза може розташовуватись у передньому або задньому середостінні;
  - б) велика частина збільшеної щитоподібної залози розташована поза грудниною, а менша — на ший;
  - в) \*залоза повністю розташована за грудниною.
10. На МРТ при дифузній формі зоба виявляють:
  - а) \*збільшення щитоподібної залози;
  - б) зменшення щитоподібної залози;
  - в) вузлову перебудову щитоподібної залози.
11. При УЗД кіста щитоподібної залози визначається у вигляді:
  - а) \*утвору округлої або овальної форми з нечіткими й нерівними контурами гіпоехогенної неоднорідної структури;
  - б) ехопозитивного утвору округлої або овальної форми з чіткими й гладенькими контурами;
  - в) ехонегативного утвору округлої форми з чіткими контурами.
12. На ультрасонограмах рак щитоподібної залози візуалізується у вигляді:
  - а) \*одного або кількох неправильної форми гіпоехогенних негомогенних вузлів з нерівними нечіткими контурами;
  - б) одного або кількох неправильної форми гіперехогенних вузлів з нечіткими контурами;
  - в) одного або кількох неправильної форми гіперехогенних гомогенних вузлів з чіткими контурами.
13. На сцинтиграмах у правій частці щитоподібної залози виявлено холодний вузол діаметром до 1 см з нечіткими контурами. Ваш діагноз:
  - а) \*рак лівої частки щитоподібної залози;
  - б) дифузний зоб;
  - в) вузловий зоб.
14. Для візуалізації прищитоподібних залоз використовується:
  - а) \*субтракційна сцинтиграфія;
  - б) гамма-топографія з  $^{131}\text{I}$ ;
  - в) радіографія з  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетатом.
15. 52 % накопичення  $^{131}\text{I}$  в щитоподібній залозі через 4 години вказує на:
  - а) еутиреоз;



- б) гіпотиреоз;  
в) \*гіпертиреоз;  
г) норму.
16. Показник накопичення  $^{131}\text{I}$  в щитоподібній залозі при гіпофункції органа становить:  
а) \*4–9 %;  
б) 13–27 %;  
в) 30–50 %;  
г) 15–20 %.
17. Сцинтиграфія щитоподібної залози проводиться з:  
а)  $^{131}\text{I}$ ;  
б)  $^{123}\text{I}$ ;  
в)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетатом;  
г) \*усіма зазначеними.
18. Які з наведених гормонів використовуються для радіоімунологічного аналізу функції щитоподібної залози?  
а)  $\text{T}_3$  і  $\text{T}_4$ ;  
б) ТТГ;  
в) кальцитонін;  
г) \*усе перераховане.

### Променеві методи дослідження в стоматології

Основним методом дослідження зубів і щелеп є *рентгенографія*, яку виконують на спеціальних малогабаритних дентальних апаратах 5Д-1, 5Д-2, радіовізіографах ("Денталікс" АО-71 та ін.). Методи рентгенологічного дослідження зубів та щелеп поділяють на основні і допоміжні.

#### Основні методики рентгенологічного дослідження зубів і щелеп

*Внутрішньоротова контактна рентгенографія* — голову хворого фіксують на підголов-

нику крісла, плівку вводять у порожнину рота і щільно притискають великим пальцем протилежної руки хворого до зуба, який досліджують, або використовують спеціальний фіксатор (рис. 19.1).

Внаслідок особливої анатомічної будови щелеп розмістити плівку в порожнині рота чітко паралельно досліджувальному зубу неможливо через виникнення при цьому кута між віссю зуба та плівкою, що призводить до спотворення зображення зубів.

Тому для отримання на рентгенограмі неспотвореного зображення зубів використовують методику внутрішньоротової рентгенографії за правилом ізометричної проєкції, запропонованим А. Цешинським. Згідно з "правилом ізометрії",

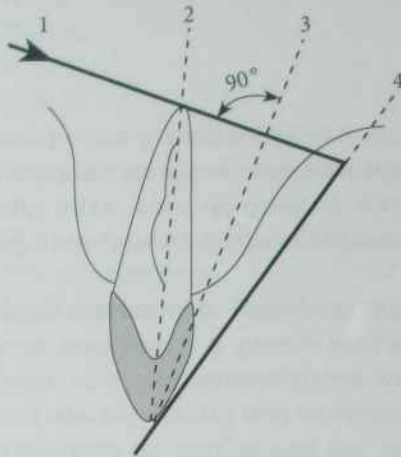


Рис. 19.1. а) розташування досліджуваного і напрям центрального пучка променів при внутрішньоротовій рентгенографії верхніх різців; б) внутрішньоротова рентгенограма верхніх різців



центральный промінь направляють на верхівку кореня зуба перпендикулярно до бісектриси кута, утвореного віссю зуба і плівкою (рис. 19.2).

Внутрішньоротова рентгенографія вприкус використовується переважно для дослідження



**Рис. 19.2.** Схема правила Цешинського:

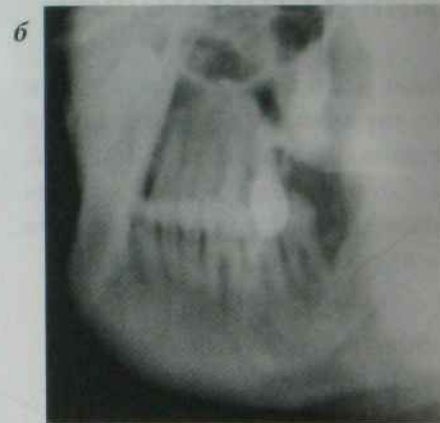
центральный промінь (1) направляють перпендикулярно до бісектриси кута (3), утвореного віссю зуба (2) і площиною плівки (4)

зубів верхньої щелепи, а також якщо неможливо застосувати контактну рентгенографію при обстеженні дітей, при м'язових контрактурах, для вивчення напрямку лінії перелому.

Методика рентгенографії: плівку вводять у порожнину рота і затискають її зубами в горизонтальному положенні. Голова хворого нахилена вперед, отвір зовнішнього слухового проходу і основа носа знаходяться в одній горизонтальній площині.

**Позаротова рентгенографія** використовується для дослідження нижньої щелепи, скронево-нижньощелепного суглоба, приносних пазух, виличної кістки, черепа в прямій та аксіальній проекціях на плівці розмірами 13 × 13 см, 18 × 24 см (рис. 19.3 а, б).

При необхідності виконують прицільні знімки або рентгеноскопію з електроннооптичним підсилювачем.



**Рис. 19.3.** Укладка пацієнта при виконанні позаротової рентгенографії гілки і кута нижньої щелепи (а); позаротова рентгенограма правої гілки і кута нижньої щелепи (б)

**Додаткові методики рентгенологічного дослідження зубів і щелеп**

**Рентгенографія з прямим збільшенням зображення** дозволяє виявити дрібні деталі, секвестри, патологічні зміни структури кістки.

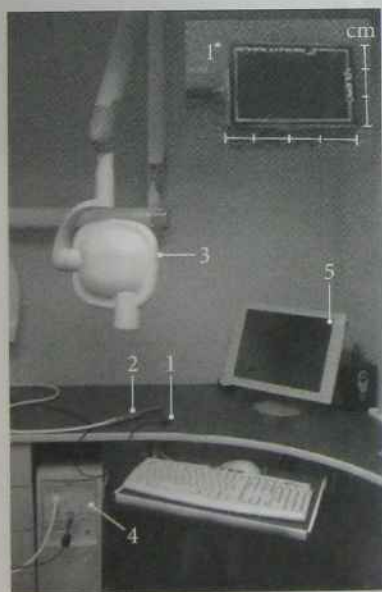
**Лінійна томографія** дозволяє отримувати пошарове зображення досліджуваного об'єкта для уточнення патології щелеп, скронево-нижньощелепного суглоба, визначення стану стінок верхньощелепної порожнини.

**Ангіографія** — контрастне дослідження судинної системи щелеп, використовується при травмах, пухлинах, аномаліях розвитку і патології судин.

**Радіовізіографія** — отримання та обробка цифрового зображення. Основною відмінністю цифрової рентгенографії є те, що замість плівки використовується рентгеночутлива ПЗС-матриця, яка передає інформацію на комп'ютер. Радіовізіограф складається з джерела випромінювання (рентгенівський апарат), ПЗС-матриці, аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) (див. рис. 19.4). Інформація з АЦП обробляється за допомогою спеціальних комп'ютерних програм, і в результаті на екрані монітора з'являється "цифрова рентгенограма".

**Панорамна томографія (ортопантомографія)** виконується на апараті пантомографі (рис. 19.5).

Навколо голови пацієнта синхронно в протилежних напрямках рухаються рентгенівська труб-



**Рис. 19.4.** Стоматологічний рентгенодіагностичний апарат з візіографічним пристроєм:

(1 — ПЗС-матриця розміром 3×4 см; 1\* — збільшене зображення ПЗС-матриці; 2 — внутрішньоротова відеокамера; 3 — випромінювач рентгенівських променів; 4 — аналогово-цифровий перетворювач; 5 — монітор)



**Рис. 19.5.** Укладка пацієнта при виконанні томографії на панорамному томографі (а); панорамна томограма щелепно-лицевої ділянки (б)

ка і плівка. На пантомограмі отримуємо зображення зубів і щелеп. Використовується для діагностики травм, пухлин та інших станів.

**СКТ** зубів та щелеп базується на математичній реконструкції рентгенівського зображення після проходження через тіло пацієнта вузького пучка рентгенівських променів. На екрані дисплея будується зображення досліджуваної ділянки, створене комп'ютером на основі аналізу ступеня поглинання тканинами рентгенівського випромінювання (товщина зрізу при КТ 1–8 мм).

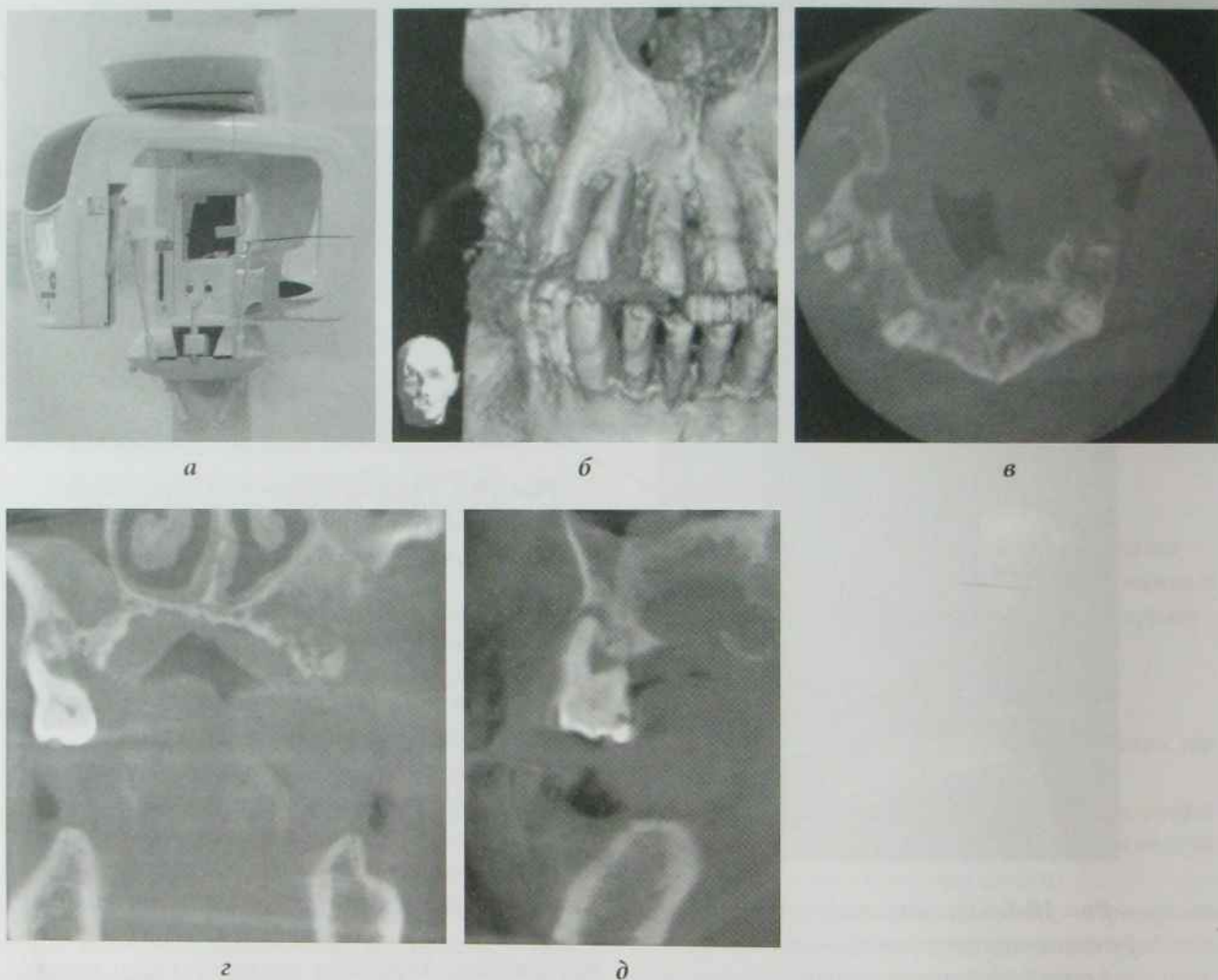
Конусно-променева комп'ютерна томографія відрізняється від СКТ використанням пучка рентгенівських променів у вигляді конуса та одного площинного детектора, взамін великої кількості точкових детекторів спіральних



томографів. Під час дослідження випромінювач працює безперервно, детектор кілька разів на секунду збирає інформацію, яка обробляється комп'ютером. Перевагами конусно-променевої томографії є низьке порівняно з СКТ дозове навантаження (близько 0,05 мЗв при конусно-променевої томографії та близько 0,2 мЗв при СКТ) і висока якість отриманих зображень (товщина

зрізу при конусно-променевої томографії близько 0,1 мм, при СКТ — 0,5 мм) (див. рис. 19.6).

*МРТ* має значні переваги перед рентгенографією та КТ в плані візуалізації м'якотканинних структур (жирових, гідрофільних, м'язових, хрящових, повітря), що значно полегшує диференціальну діагностику патологічних утворень щелепно-лицевої ділянки.



**Рис. 19.6.** Спеціалізований дентальний конусно-променевий комп'ютерний томограф:

зовнішній вигляд (а); тривимірна реконструкція зображення (об'ємне зображення) лицевого черепа та зубощелепної системи (б); томограми зубів у аксіальній (в), фронтальній (г) та сагітальній (д) площинах

# Променева анатомія зубів та щелеп

## Вікові особливості будови зубів та щелеп

Верхня щелепа розвивається з 6 точок скостеніння. Нижня щелепа має сполучнотканинне походження, розвивається з двох половин. Тіло нижньої щелепи складається з двох гілок, сполучених по середній лінії широким хрящем. До 1–2 років вони зростаються між собою.

Формула молочних зубів:

	верх										
права	V	IV	III	II	I	I	II	III	IV	V	ліва
	низ										
	верх										
права	V	IV	III	II	I	I	II	III	IV	V	ліва
	низ										

Інтернаціональний аналог:

	верх										
права	55	54	53	52	51	55	54	53	52	51	ліва
	низ										
	верх										
права	85	84	83	82	81	71	72	73	74	75	ліва
	низ										

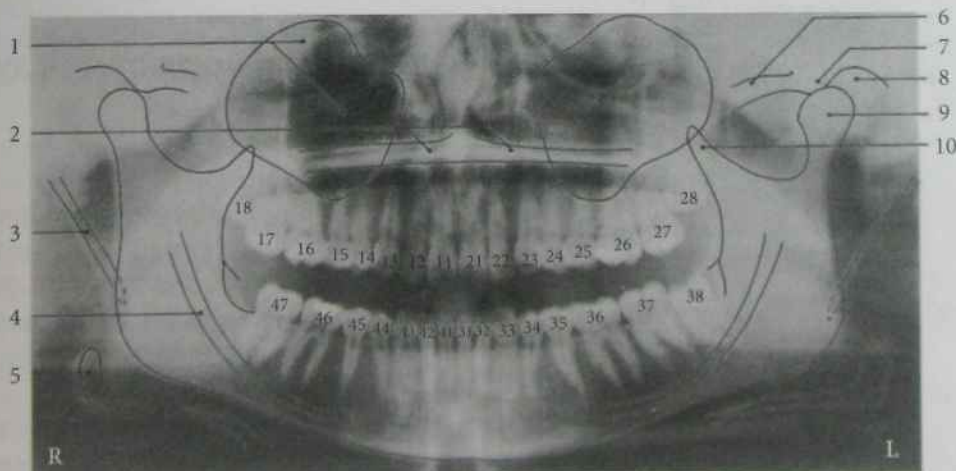
Формула постійних зубів:

	верх																
права	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	ліва
	низ																
	верх																
права	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	ліва
	низ																
	верх																
права	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	ліва
	низ																

Інтернаціональний аналог:

	верх																
права	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	ліва
	низ																
	верх																
права	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	ліва
	низ																

Основні строки розвитку зубо-щелепної ділянки представлені в табл. 19.1.



**Рис. 19.7.** Пантомограма щелепно-лицевої ділянки:

1 — верхньощелепна пазуха; 2 — тверде піднебіння; 3 — шилоподібний відросток; 4 — нижньощелепний канал; 5 — великий ріг під'язикової кістки; 6 — вилична кістка; 7 — суглобовий горбик; 8 — суглобова западина верхньо-нижньощелепного суглоба; 9 — головка нижньої щелепи; 10 — вінецький відросток нижньої щелепи



Таблиця 19.1. Строки розвитку зубо-щелепної ділянки

Формула зубів	I	II	III	IV	V	1	2	3	4	5	6	7	8
Закладка зубів	з 7 по 20 тиждень ембріонального розвитку					7-8	8-9	2	3	5-6	3	4-5	
						місяців ембр. розвитку		років життя		місяців ембр. розвитку	років життя		
Початок мінералізації	4-5	7-8				6	9	2,5	3,5	6	3,5	8	
	місяців ембр. розвитку					місяців життя		років життя		місяців життя	років життя		
Строк прорізування	6-8	8-12	16-20	12-16	20-30	7-8	8-9	11-12	9-10	10-11	6-7	11-12	14-18
	місяців життя					років життя							
Строк формування коренів	3	4			5-6	10-11	11-12	14-15	13-14	14-15	10	15-16	варіабельно
	років життя					років життя							
Строк розсмоктування коренів	4-7	5-8	9-12	7-10	8-11								
	років життя												

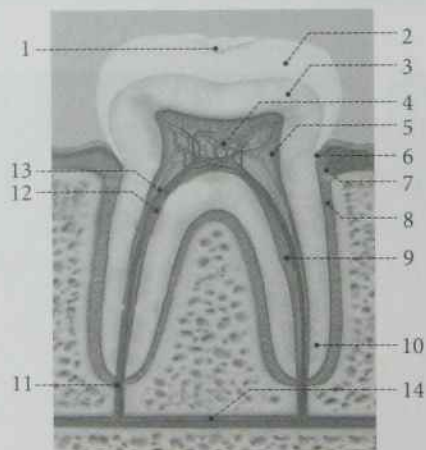


Рис. 19.8. Схема будови зуба:

1 — фісура зуба, 2 — емаль зуба, 3 — дентин, 4 — пульпа зуба, 5 — пульпова кишеня зуба, 6 — зубоясенна кишеня, 7 — кругова зв'язка зуба, 8 — періодонт, 9 — канал кореня зуба, 10 — корінь зуба, 11 — верхівковий отвір кореня зуба, 12 — устя кореня зуба, 13 — судини та нерви пульпи, 14 — магістральний судинно-нервовий пучок

## Променева діагностика захворювань зубів та щелеп

### Запальні захворювання зубів та щелеп

#### Карієс зубів

Карієс зубів — прогресуюче руйнування твердих тканин зуба з розвитком дефекту. Залежно від локалізації розрізняють карієс фісурний, біляшийковий та контактних поверхонь; у клініці розрізняють стадію плями, поверхневий, середній та глибокий карієс.

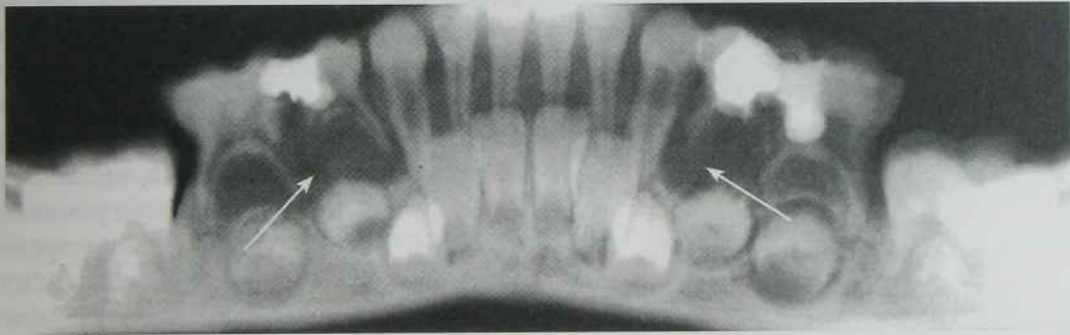
Стадії карієсу: стадія плями (рентгенологічно не визначається); при поверхневому карієсі рентгенологічно визначається дефект у ділянці емалі; при середньому та глибокому карієсі уражується дентин. При прогресуванні карієсу можливе виникнення пульпіту (рентгенологічно — глибокий дефект, що досягає порожнини зуба).

## Періодонтит

Періодонтит — це запалення періодонту, що характеризується порушенням цілісності зв'язок, які утримують зуб, руйнування кортикальної пластинки, яка оточує зуб, і наявність резорбції кісткової тканини.

Класифікація періодонтиту за характером перебігу:

1. Гострий періодонтит: гострий серозний, гострий гнійний.
2. Хронічний періодонтит:
  - ▶ фіброзний;
  - ▶ гранулюючий;
  - ▶ гранульоматозний.



*Рис. 19.9.* Пантомограма нижньої щелепи дитини 5 років у прямій проекції. Пломби 74, 75, 84. Вогнища деструкції в ділянці біфуркації 74, 84 (хронічний гранулюючий періодонтит — стрілки)

Гострий періодонтит визначається за клінічними ознаками: різкий постійний або пульсуючий біль, що відповідає ділянці ураженого зуба, симптом “виростання зуба”; збільшення інтенсивності та наявність іррадіації болю свідчить про перехід запалення в гнійне. Гострий періодонтит часто рентгенологічно не визначається.

Хронічний гранулюючий періодонтит клінічно проявляється больовими відчуттями, особливо при накушуванні, гіперемією ясен. Рентгенологічно при хронічному гранулюючому періодонтиті виявляють ділянку розрідження кістки біля верхівки кореня зуба з нечіткими нерівними контурами, кісткові тканини альвеоли частково зруйновані; перегородки мають нечіткі, нерівні

контури; верхівка кореня зуба може бути нерівною (рис. 19.9).

Хронічний гранульоматозний періодонтит клінічно безсимптомний, іноді може виникати біль при накушуванні. При рентгенологічному дослідженні (рис. 19.10) виявляють чітко обмежену круглясту ділянку розрідження кісткової тканини, гіперцементоз бічних відділів кореня, ущільнення навколишньої кісткової тканини; корінь зуба не змінений; надалі можливе утворення кісти або патологічного перелому нижньої щелепи.

Хронічний фіброзний періодонтит характеризується заміщенням тканин періодонту грубоволокнистою сполучною тканиною. Клінічно



*Рис. 19.10.* Позаротова рентгенограма. Хронічний гранульоматозний періодонтит у ділянці коренів 36 зуба



визначають зміну кольору зуба (потемніння коронки зуба), глибоку каріозну порожнину, зондування болюче, реакція на холод і тепло відсутня. На рентгенограмі виявляють деформацію періодонтальної щілини, її розширення, чітко обмежені ділянки руйнування кісткової тканини біля верхівки кореня зуба; не супроводжується резорбцією кісткової стінки альвеоли і цементу кореня зуба, супроводжується склерозом навколишньої кістки (рис. 19.11).

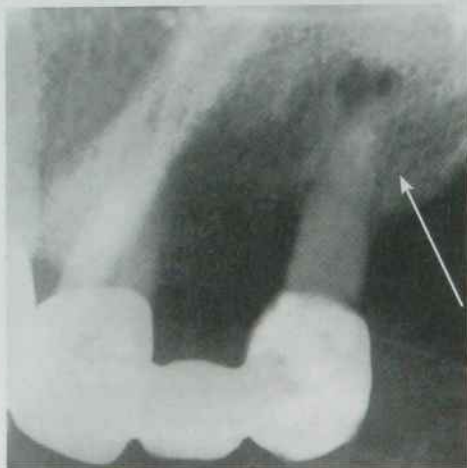


Рис. 19.11. Внутрішньоротова рентгенограма. Хронічний фіброзний періодонтит

### Остеомієліт

Остеомієліт — гнійно-некротичний запальний процес усіх елементів кістки. Розрізняють травматичний (у т.ч. вогнепальний), одонтогенний та гематогенний остеомієліт.

**Травматичний остеомієліт.** Рентгенологічні симптоми з'являються на 8–10 день після травми, на краях відламків з'являються ділянки руйнування кісткової тканини, які з часом утворюють вогнища деструкції. Секвестри утворюються з дрібних некротизованих відламків або зон кісткових фрагментів, які на рентгенограмах виявляються у вигляді тіней, інтенсивніших, ніж навколишня здорова кісткова тканина. У складних для діагностики випадках використовують КТ або СКТ.

**Одонтогенний остеомієліт** є наслідком захворювань зубів і пародонту. Рентгенологічно: розширення щілини періодонту і руйнування компактного шару альвеоли та кісткової тканини альвеолярного відростка щелепи. Можуть виникнути дрібні секвестри. Періостит частіше відсутній (рис. 19.12). При хронічному остеомієліті виявляють деструктивні зміни в кістках. На рентгенограмах визначаються великі ділянки деструкції нижньої щелепи з наявністю секвестрів. Кісткова тканина ущільнюється, склерозується. Періостит виникає рідко.

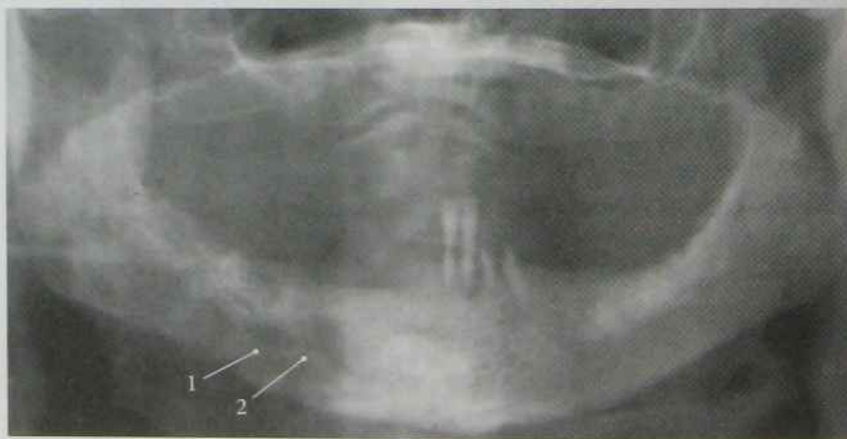


Рис. 19.12. Пантомограма щелепно-лицевої ділянки. Одонтогенний хронічний остеомієліт тіла нижньої щелепи справа (1 — секвестральна порожнина, 2 — секвестр)

**Гематогенний остеомієліт** характеризується поширеністю патологічних змін, часто уражується майже вся кістка. Ділянки деструкції з'єднуються між собою, утворюють секвестри різної величини. Ускладнення: патологічні переломи, хибний суглоб, нориці, розповсюдження на сусідні тканини. Рентгенологічні зміни виникають значно пізніше клінічних проявів.

#### **Хронічний токсичний остеомієліт щелеп у наркозалежних осіб**

Етіологія атипових форм остеомієліту у наркоманів та ВІЛ-інфікованих **повністю не з'ясована**, але для виникнення захворювання вирішальне значення має вживання **наркотичних засобів**, що виготовлені в побутових умовах.

Патогенез тісно пов'язаний з токсичною дією домішок кустарно виготовлених наркотичних засобів, які впливають на мікроциркуляторне русло кісток і викликають глибокі перебудови губчастої та компактної речовини кістки.

Особливості рентгенівської (рис. 9.13) та КТ-картини у хворих на хронічний токсичний остеомієліт у наркозалежних:

- ▶ значна розповсюдженість процесу (при ураженні верхньої щелепи можливе розповсюдження на стінки пазух, піднебінні

відростки, виличну та скроневу кістки, леміш, крилоподібні відростки основної кістки);

- ▶ при ураженні нижньої щелепи можливе розповсюдження на тіло нижньої щелепи, альвеолярний, суглобовий та вінцевий відростки;
- ▶ швидка динаміка деструкції, внаслідок чого відсутня чітка межа між ділянкою патології та здоровою кісткою;
- ▶ можлива наявність зон остеосклерозу та гіперостозу навколо некротизованої ділянки;
- ▶ наявність кіркових та губчастих секвестрів;
- ▶ наявність лінійних та торочкоподібних періостальних нашарувань.

#### **Кісти щелеп**

Кісти щелеп поділяють на:

- ▶ неепітеліальні (аневризмальна кіста, проста кісткова кіста);
- ▶ епітеліальні:
  - ▶ запального генезу (радикулярна кіста молочних чи постійних зубів);
  - ▶ еволюційні (одонтогенні: одонтогенна первинна кіста та фолікулярна кіста — і неодонтогенні: фісуральна, носо-піднебінного каналу, носо-губна).



**Рис. 9.13.** Пантомограма щелепно-лицевої ділянки. Хронічний токсичний остеомієліт нижньої щелепи (адентія 35, 36, 37, 38 зубів, тотальний секвестр — стрілки)



## Неепітеліальні кісти

Аневризмальна кісткова кіста виявляється частіше у віці 12–15 років та характеризується швидко наростаючою деформацією вестибулярної та альвеолярної поверхонь щелепи. Слизива оболонка рота не змінена, може спостерігатися рухомість зубів. Кіста заповнена прозорою або геморагічною рідиною. При рентгенологічному дослідженні визначається у вигляді однокамерної або багатокамерної ділянки просвітлення кістки з чіткими межами (рис. 19.14, а).

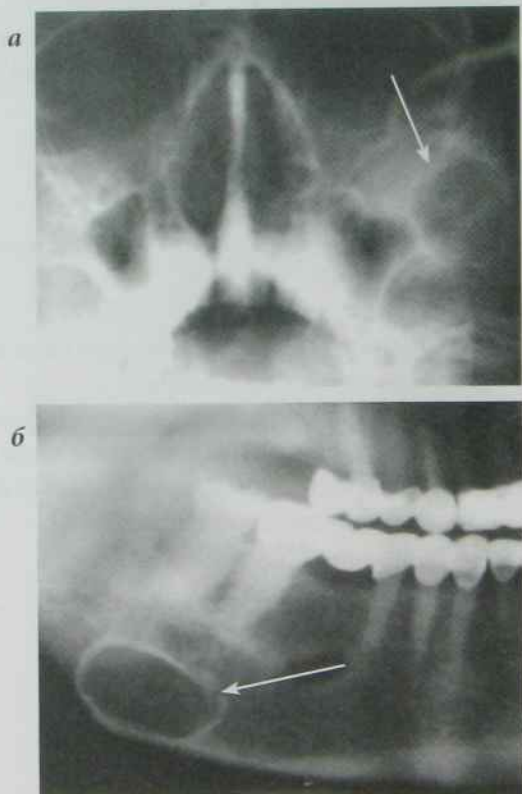


Рис. 19.14. Неепітеліальні кісти:

- а) рентгенограма лицевого черепа в прямій проекції: аневризмальна кісткова кіста лівої верхньої щелепи (деформація лівої верхньої щелепи внаслідок здуття — стрілка)
- б) фрагмент ортопантомограми: проста кісткова кіста правого кута нижньої щелепи (овальної форми просвітлення з чіткими контурами — стрілка)

Проста кісткова кіста (травматична, геморагічна) частіше зустрічається у дітей віком 12–14 років у нижній щелепі, не супроводжується деформацією щелепи і виявляється випадково при рентгенологічному дослідженні. Морфологічно кіста не має оболонки і рідкого вмісту. На рентгенограмі кіста визначається у вигляді овально-витягнутої ділянки просвітлення кістки з чітким контуром, зуби інтактні (рис. 19.14 б).

## Епітеліальні кісти

### Неодонтогенні кісти

Глобуломаксиллярна кіста має веретеноподібну форму, розташовується між іклом і другим різцем або між центральним і бічним різцями. Визначається розходження, зігнутість прилеглих зубів, зуби ніби охоплюють кісту, що є характерною променевою ознакою (рис. 19.15).

Серединна піднебінна і носо-піднебінна кісти розташовуються по лінії з'єднання піднебінних відростків верхньої щелепи та в ділянці різцевого каналу. Кіста має кулясту форму, чіткі контури, зуби в ділянці розташування кісти інтактні (рис. 19.16.).

### Одонтогенні кісти

Одонтогенна первинна кіста (кератокіста) — рентгенологічно визначається тонкостінне кру-

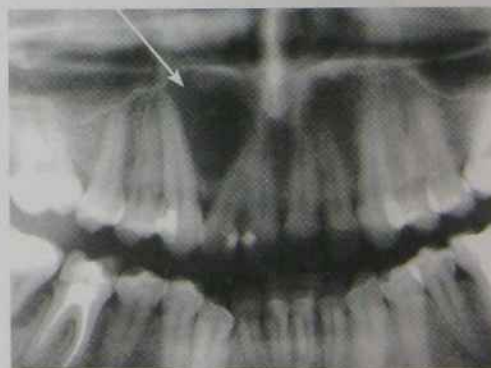


Рис. 19.15. Фрагмент ортопантомограми: глобуло-максиллярна кіста в ділянці 12 і 13 зубів (стрілка)



**Рис. 19.16.** Внутрішньоротова рентгенограма: носо-піднебінна кіста (просвітлення обумовлене кістою, на тлі його чітко визначаються періодонтальні щілини 11 та 21 зубів — стрілка)



**Рис. 19.17.** Фрагмент ортопантомограми: фолікулярна кіста в ділянці 75 зуба (порожнина кісти з ретенуваним зубом — стрілка)

глясте просвітлення з чітким контуром, верхівки коренів зубів, у порожнині кісти резорбовані.

Зубовмісна (фолікулярна) кіста найчастіше є вадою розвитку фолікула третього моляра. На рентгенограмі визначається круглястої форми ділянка розрідження кістки з чіткими контурами. Порожнина кісти гомогенна, навколо кісти визначається ділянка остеосклерозу, кортикальний шар стоншений та деформований; кістозна порожнина може містити коронку зуба (рис. 19. 17).

### Кісти запального генезу

Радикулярні запальні кісти щелеп виникають внаслідок ускладнень карієсу, неефективного лікування хронічних форм пульпіту і періодонтиту молочних та постійних зубів, частіше молярів. Локалізуються в ділянці молочних молярів чи першого постійного моляра, переважно в нижній щелепі. Залежно від локалізації кісти клінічні прояви можуть бути відсутні протягом кількох місяців або кількох років. Радикулярні кісти розрізняють за розміром: до 0,5 см в діаметрі — кістогранульоми; якщо розмір перевищує 0,5 см — це радикулярна кіста (рис. 19. 18).



**Рис. 19.18.** Фрагмент ортопантомограми: запальна радикулярна кіста в ділянці кореня 46 зуба (стрілка)

## Пухлини щелепи

### Доброякісні одонтогенні пухлини

Одонтома — одонтогенна доброякісна пухлина, яка утворюється внаслідок вад формування і розвитку тканин зуба: емалі, цементу, пульпи,



фіброзної, епітеліальної, кісткової тканин. Виявляють переважно у дітей і підлітків у період формування постійних зубів. Частіше уражується верхня щелепа в ділянці пазухи і нижня щелепа в ділянці кута, можливе двобічне ураження. Перебіг безсимптомний або малосимптомний, ріст повільний. Пухлина великих розмірів деформує уражену кістку, може формуватися нориця. Існують проста, складна та кістоподібна форми одонтом.

*Проста одонтома* обумовлена вадою розвитку одного зубного зародка, буває повною (утворена з усіх тканин зубного сосочка) та неповною (неправильно сформована одна з тканин зуба, інші розвиваються нормально). На рентгенограмі виявляють ділянку нерівномірного звапнення в кістковій тканині з поліциклічним контуром (рис. 19.19).

*Складна одонтома* виникає внаслідок порушення формування декількох зародків зубів та містить тканини на різних стадіях розвитку. На рентгенограмі виявляють інтенсивну тінь круглястої, овальної або неправильної форми з виступами.



**Рис. 19.19.** Фрагмент пантомограми нижньої щелепи:

одонтома правої гілки нижньої щелепи (стрілка)

*Кістозна форма* одонтоми являє собою кісту, що має оболонку, в товщі якої міститься одонтома. На рентгенограмі виявляють порожнину з фрагментами малоструктурної щільної тканини. При всіх формах навколо одонтоми виявляють смужку просвітлення, яка відокремлює утворення від нормальної кісткової структури щелепи.

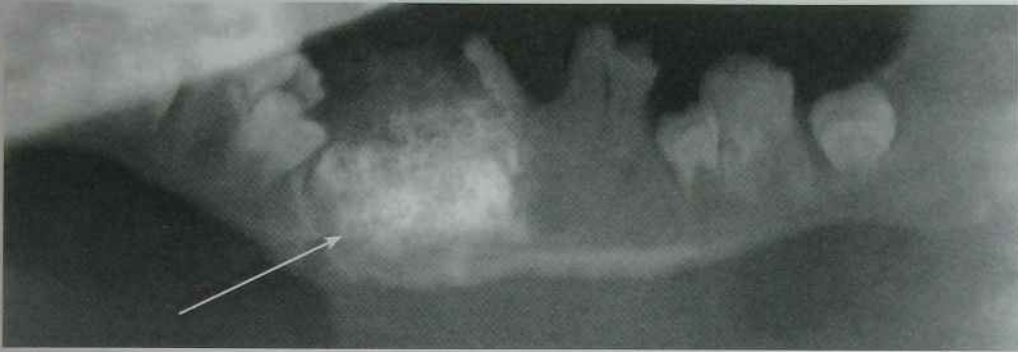
*Адамантинома (амелобластома)* (рис. 19.20) походить з клітин зубного зародка. Розрізняють кістозну та солідну форми адамантиноми. При кістозній формі рентгенологічно визначають багатокоміркове просвітлення різних розмірів ("мильна піна"), навколо пухлини кісткова тканина не змінена. Солідна форма має вигляд овальної порожнини, оточеної смужкою остеосклерозу. Зуби в ділянці пухлини зміщені, корені резорбовані.

*Цементома* — група доброякісних одонтогенних пухлин сполучнотканинного походження, характерним елементом яких є грубоволокниста тканина, схожа з цементом. Розрізняють доброякісну цементобластоми, цементуючу фіброму, періапікальну цементодисплазію та гігантоформну



**Рис. 19.20.** Фрагмент пантомограми щелепи:

адамантинома правої гілки нижньої щелепи (стрілка)



**Рис. 19.21.** Панорамна рентгенограма нижньої щелепи. Добраякісна цементома (звпнення нижньої щелепи в ділянці 81, 82, 83 зубів — стрілка)

цементому (сімейні множинні цементоми). Частіше зустрічаються у віці 10–20 років.

Добраякісна цементобластома (істинна цементома) утворена цементоподібною тканиною, часто зв'язана з коренями премолярів і молярів. Після видалення не рецидивує.

Цементуюча фіброма утворена волокнистою тканиною та множинними круглястими звпненнями (цементиклями). Цементиклі на ранніх стадіях дрібні, розташовуються окремо, надалі зливаються в конгломерати.

Періапикальна цементодисплазія розташовується в ділянці верхівок коренів нижніх різців, схожа з цементуючою фібромою.

Гігантоформна цементома також є дисплазією і характеризується утворенням у різних відділах щелеп інтенсивних звпнень цементоподібної речовини великих розмірів, що деформують щелепу.

Рентгенологічно розрізняють 3 стадії розвитку цементоми (І. І. Єрмолаєв, 1960):

- ▶ перша стадія — на рентгенограмі виявляють ділянки остеолізу, позбавлені кісткової структури (морфологічно — заміщення кісткової тканини щелепи клітинно-волокнистою тканиною);
- ▶ друга стадія — на тлі остеолітичних ділянок виявляють дрібні круглясті ущільнення (морфологічно — ділянки цементу та клітинно-волокнистої тканини);
- ▶ третя стадія — виявляють велику гомогенну ділянку ущільнення, оточену смужкою

просвітлення немінералізованої тканини (рис. 19.21) (морфологічно — злиття окремих цементиклів та утворення масивних ділянок цементу).

### **Добраякісні неодонтогенні пухлини**

#### **Епулід (епуліс)**

Розрізняють гігантоклітинний (відносять до периферичної форми остеобластокластом, походить з ендосту і періосту щелепи), ангіоматозний епуліс (характеризується великою кількістю дрібних вен, розташовується в яснах), внутрішньокістковий епуліс (локалізується в щелепі, морфологічно представлений остеобластами і остеокластами), гранульоматозний епуліс (ростання грануляцій в ділянці уражених ясен), фіброзний епуліс (локалізується в яснах, являє собою зрілу сполучну тканину). Рентгенологічно виявляють малоінтенсивне утворення, що викликає узурацію альвеолярного краю щелепи та зміщення суміжних зубів (рис. 19.22). Локалізується переважно в ділянці різців і премолярів.

**Остеома** — добраякісна кісткова пухлина, рентгенологічно і гістологічно має будову нормальної кістки, не малігнізується, росте повільно. Розрізняють компактну, губчасту і змішану форми остеом. За характером росту розрізняють периферійні (ростуть на поверхні кістки) та внутрішні (розташовуються всередині кістки). У 75 % випадків локалізується у приносових пазухах



і нижній щелепі (рис. 19.23). Рентгенологічно периферійна остеома визначається як поодинокі надлишкові кісткове розростання, що випинається у м'які тканини, має правильну форму, відносно чіткий контур. Центральна остеома ві-



Рис. 19.22. Внутрішньоротова контактна рентгенограма: епуліс (стрілка)



Рис. 19.23. Пантомोगрама щелепно-лицевої ділянки, змішана периферійна остеома лівого кута нижньої щелепи (стрілка)

зуалізується як вогнище інтенсивного ущільнення круглястої форми з гладкими контурами. Структура периферійних та центральних компактних остеом однорідна, губчастих — трабекулярна.

**Хондрома** — доброякісна пухлина, яка походить із хряща, локалізується в передньому відділі верхньої щелепи за ходом серединного шва, рідше в ділянці суглобового й альвеолярного відростків нижньої щелепи. Розрізняють *екхондрому* та *енхондрому*.

**Екхондрома** — кругляста, щільна, з гладкою чи горбистою поверхнею пухлина, яка має широку основу та розташовується на вестибулярній поверхні верхньої щелепи або на альвеолярному відростку. Пухлина безболісна, можливе проростання в носову порожнину, верхньощелепну пазуху чи орбіту. При рентгенологічному обстеженні на передній стінці верхньої щелепи виявляють утворення з ділянками звапнення.

**Енхондрома** локалізується у верхній і нижній щелепі, росте повільно, безсимптомно. При великих розмірах виявляють щільний, нерухомий, болючий при пальпації утвір. На рентгенограмі визначають ділянку здуття, резорбовані корені зубів у ділянці локалізації пухлини, ділянки звапнення та осифікації.

Для уточнення діагнозу або виявлення ознак малігнізації використовують КТ і МРТ.

**Остеохондрома** — доброякісна пухлина, що походить з елементів кісткової та хрящової тканин. На рентгенограмі (рис. 19.24) візуалізується поєднання затемнень і просвітлень з нерівними контурами.

**Гемангіома** щелеп — доброякісна пухлина, що розвивається з елементів кісткового мозку і кровоносних судин. У ділянці пухлини кісткові балки розсмоктуються, а на їх місці утворюються розміщені горизонтально нові, більші за розмірами кісткові балки, але в меншій кількості (рис. 19.25).

#### Злоякісні пухлини щелепи

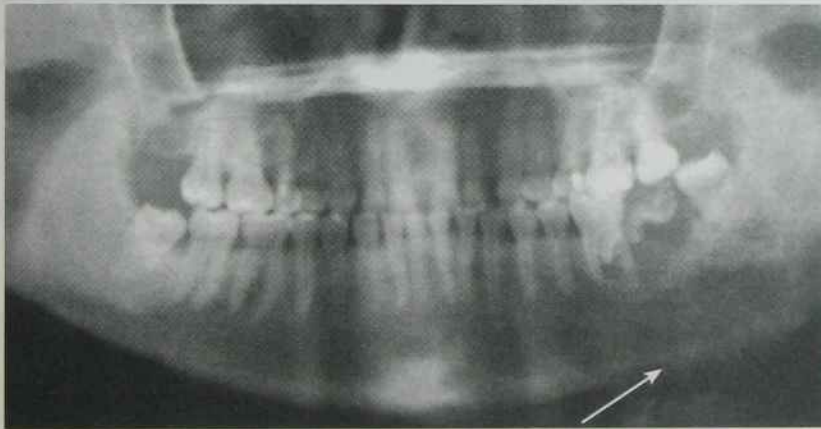
Розрізняють епітеліальні (рак слизової оболонки порожнини рота, альвеолярних відростків і верхньощелепних пазух; кістка ушкоджується вторинно внаслідок проростання раку слизової



*Рис. 19.24. Рентгенограма лівої половини щелепно-лицевої ділянки в бічній проекції. Остеохондрома*

ня — у 4 % хворих. Рак органів порожнини рота розвивається у чоловіків у 5–7 разів частіше, ніж у жінок. Найчастіше хворіють люди у віці 60–70 років. Гістологічно: плоскоклітинний рак різного ступеня диференціації. Рідко зустрічається аденокарцинома, що розвивається з епітелію малих слинних залоз. У занедбаних випадках рак слизової оболонки розповсюджується на прилеглу кісткову тканину і візуалізується у вигляді ділянок крайових деструкцій з нечіткими контурами, реакція окістя відсутня (рис. 19.26). Для визначення наявності регіонарних та віддалених метастазів використовують радіонуклідну діагностику, КТ і МРТ.

**Остеогенна саркома щелепи** (рис. 19.27) — злоякісна пухлина, що походить з кісткової тканини, характеризується швидким ростом та раннім метастазуванням. Розрізняють остеолітичну,



*Рис. 19.25. Пантомограма щелепно-лицевої ділянки. Гемангіома в ділянці кута лівої гілки нижньої щелепи (стрілка)*

оболонки в кісткову тканину) і сполучнотканинні (остеогенні саркоми, хондросаркоми, ретикулосаркоми та ін.)

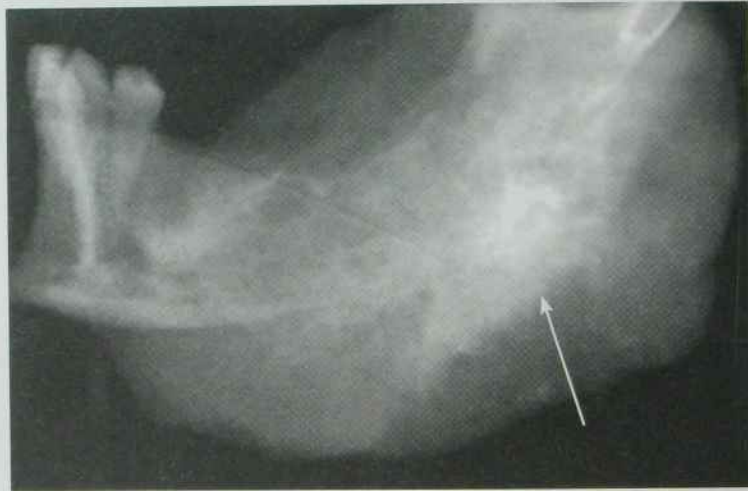
Рак слизової оболонки порожнини рота представлений групою злоякісних новоутворень, до яких відносять: рак язика — у 50–60 % пацієнтів, рак дна порожнини рота — зустрічається у 0–35 % хворих, рак слизової оболонки щоки — у 8–10 % хворих, рак слизової оболонки альвеолярного відростка — у 6 % пацієнтів, рак м'якого піднебін-

остеобластичну і змішану форми остеогенних сарком. Рентгенологічно остеобластична форма остеогенної саркоми являє собою ділянку ущільнення з безладною кістковою структурою і супроводжується наявністю голчастого періостозу. При літичній формі визначають ділянку літичної деструкції кістки, козирковий періостоз. Поєднання деструктивних змін та безладного кісткоутворення характерне для змішаної форми остеогенної саркоми (рис. 19.27).





*Рис. 19.26. Пантомограма щелепно-лицевої ділянки. Рак слизової оболонки лівої щоки з деструкцією альвеолярної частини тіла і лівої гілки нижньої щелепи (стрілка)*



*Рис. 19.27. Рентгенограма тіла і лівої гілки нижньої щелепи. Змішана форма остеогенної саркоми, виражений голчастий періостит (стрілка)*

**Ретикулосаркома щелепи** — злоякісна пухлина, виникає з ретикулярної сполучної тканини кісткового мозку. Рентгенологічно визначають неправильної округлої форми ділянку деструкції з великокомірковою структурою без чітких меж.

**Саркома Юінга** — злоякісна пухлина ретикулоендотеліальної тканини, зустрічається в дитячому і підлітковому віці, швидко метастазує. Клінічні симптоми з'являються гостро, супроводжуються підвищенням температури тіла до фі-

брильної. Рентгенологічно характеризується наявністю деструкції кісткової тканини. Необхідна диференціальна діагностика з гострим остеомієлітом, чутлива до променевої терапії.

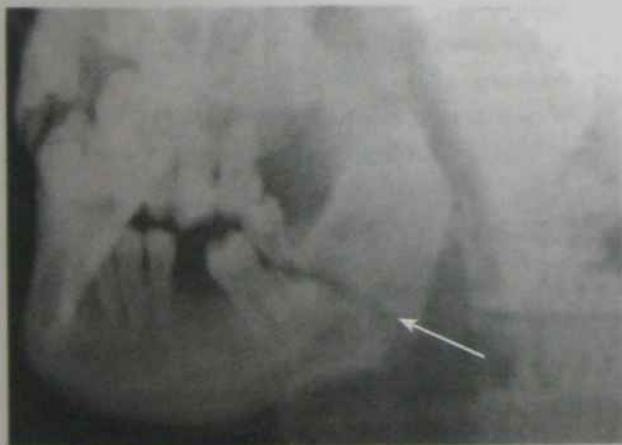
**Мієломна хвороба (хвороба Рустицького – Калера)** — прогресуюче неопластичне захворювання з розвитком плазмоклітинних пухлин кісткового мозку і гіперпродукцією незміненого моноклонального імуноглобуліну (білка Бенс – Джонса). Розрізняють такі форми мієломної

хвороби: солітарна міелома (кісткова та позакісткова) і множинна міелома (дифузна, дифузновогнищева, множинно-вогнищева). Найчастіше при мієломній хворобі серед кісток скелета уражуються кістки таза, хребці, плоскі кістки черепа. Рентгенологічно виявляють поодинокі або множинні просвітлення округлої форми з чіткими рівними контурами, діаметром 0,5–2 см.

## Травматичні пошкодження черепно-лицевої ділянки

Пошкодження черепно-лицевої ділянки за видом травмуючого агента можна розділити на вогнепальні та невогнепальні; залежно від пошкоджених тканин виділяють пошкодження м'яких тканин та пошкодження скелета.

Серед переломів черепно-лицевої ділянки найчастіше зустрічаються переломи нижньої щелепи (близько двох третин усіх пошкоджень черепно-лицевої ділянки, рис. 19.28), а також переломи виличної кістки, кісток носа, верхньої щелепи, травматичне пошкодження зубів та множинні переломи кісток обличчя.



*Рис. 19.28. Позаротова рентгенограма нижньої щелепи: косий перелом у ділянці правого кута нижньої щелепи з частковим зміщенням відламків. 47 зміщений догори*

**Переломи** характеризуються наявністю лінії перелому, зміщенням відламків, деформацією кіркового шару, дезорганізацією кісткової структури.

**Переломи зубів** бувають прості (рис. 19.29) і поєднані з переломами альвеолярного відростка.



*Рис. 19.29. Внутрішньоротова контактна рентгенограма 11, 21, 22: поперечний перелом кореня 11 зуба*

**Вивихи зубів** — зміна положення зуба в альвеолі, характеризується розширенням і деформацією періодонтальної щілини біля верхівки кореня.

**Вивих нижньої щелепи** виникає внаслідок травми або широкого відкриття рота при виконанні лікарських маніпуляцій (розрізняють повні, неповні; однобічні або двобічні вивихи).

## Контрольні завдання

### Питання для самоконтролю

1. Перечисліть основні методики рентгенологічного дослідження зубів.
2. Перечисліть додаткові методики рентгенологічного дослідження зубів.
3. Перечисліть традиційну та інтернаціональну формулу постійних зубів.



4. Перечисліть традиційну та інтернаціональну формулу молочних зубів.
5. Перечисліть променеві ознаки гранулюючого періодонтиту.
6. Перечисліть променеві ознаки одонтогенного остеомієліту.
7. Перечисліть променеві ознаки одонтогенних кіст щелепи.
8. Перечисліть променеві ознаки неодонтогенних кіст щелепи.
9. Перечисліть променеві ознаки адамантиноми.
10. Перечисліть променеві ознаки остеоми.
11. Перечисліть променеві ознаки гемангіоми нижньої щелепи.
12. Перечисліть променеві ознаки травматичного пошкодження зубів та щелеп.
  - б) паралельно бісектрисі кута, утвореного віссю зуба і плівкою;
  - в) перпендикулярно до осі зуба;
  - г) паралельно осі зуба.

### Тестові завдання

1. До основних методик рентгенологічного дослідження зубів і щелеп належать:
  - а) \*позаротова рентгенографія;
  - б) рентгенографія з прямим збільшенням зображення;
  - в) зонографія;
  - г) панорамна томографія.
2. До основних методик рентгенологічного дослідження зубів і щелеп належать:
  - а) \*внутрішньоротова контактна рентгенографія;
  - б) рентгенографія з прямим збільшенням зображення;
  - в) зонографія;
  - г) панорамна томографія.
3. Методику внутрішньоротової рентгенографії за правилом ізометричної проєкції запропонував:
  - а) Рентген;
  - б) Рустичський;
  - в) Юінг;
  - г) \*Цешинський.
4. Згідно з правилом ізометрії, центральний промінь направляють на верхівку кореня зуба:
  - а) \*перпендикулярно до бісектриси кута, утвореного віссю зуба і плівкою;
  - б) паралельно бісектрисі кута, утвореного віссю зуба і плівкою;
  - в) перпендикулярно до осі зуба;
  - г) паралельно осі зуба.
5. Позаротова рентгенографія використовується для дослідження:
  - а) нижньої щелепи;
  - б) скронево-нижньощелепного суглоба;
  - в) приносних пазух;
  - г) виличної кістки;
  - д) \*всього зазначеного.
6. До складу радіовізіографа входять:
  - а) джерело випромінювання (рентгенівський апарат);
  - б) ПЗС-матриця;
  - в) аналогово-цифровий перетворювач (АЦП);
  - г) \*усе зазначене.
7. Прогресуюче руйнування твердих тканин зуба з розвитком дефекту називається:
  - а) \*карієсом;
  - б) пульпітом;
  - в) пародонтозом;
  - г) адамантиномою.
8. Залежно від локалізації розрізняють наступні види карієсу:
  - а) фісурний;
  - б) біляшийковий;
  - в) контактних поверхонь;
  - г) \*всі перераховані.
9. При поверхневому карієсі рентгенологічно визначається:
  - а) норма;
  - б) \*дефект в ділянці емалі;
  - в) ураження дентину;
  - г) порожнина, що проникає в порожнину зуба.
10. Які види періодонтиту розрізняють?
  - а) гранулюючий;
  - б) гранульоматозний;
  - в) фіброзний;
  - г) \*всі перераховані.

11. Які види остеомієліту щелепи розрізняють?
- а) травматичний;
  - б) одонтогенний;
  - в) гематогенний;
  - г) \*всі перераховані.
12. Кісти щелепи поділяють на одонтогенні та неодонтогенні. Серед одонтогенних розрізняють:
- а) \*фолікулярну кісту;
  - б) фісуральну кісту;
  - в) кісту носо-піднебінного каналу;
  - г) носо-губну кісту.
13. Кісти щелепи поділяють на одонтогенні та неодонтогенні. Серед неодонтогенних розрізняють:
- а) кісту носо-піднебінного каналу;
  - б) носо-губну кісту;
  - в) радикулярну кісту;
  - г) \*всі перераховані;
14. Кіста, яка виникає біля верхівки каріозного зуба і представлена порожниною з чітким склерозованим контуром, називається:
- а) \*радикулярною;
  - б) фолікулярною;
  - в) фісурною;
  - г) носо-губною.
15. Серед доброякісних одонтогенних пухлин щелепи розрізняють:
- а) одонтому;
  - б) адамантиному;
  - в) цементому;
  - г) \*всі перераховані.
16. Серед доброякісних одонтогенних пухлин щелепи розрізняють:
- а) \*епулід;
  - б) остеому;
  - в) хондрому;
  - г) всі перераховані.
17. Зміна положення зуба в альвеолі, розширення і деформація періодонтальної щілини біля верхівки кореня є ознаками:
- а) \*вивиху зуба;
  - б) перелому зуба;
  - в) карієсу;
  - г) періодонтиту.



# ВІДПОВІДІ НА СИТУАЦІЙНІ ЗАДАЧІ

## Розділ 11

1. Рентгенограма кісток таза в прямій проекції: перелом правої клубової кістки, гілок лівої сідничної та лобкової кісток, розрив лобкового симфізу.
2. Рентгенограма кісток черепа в прямій проекції: множинні сторонні тіла металевої щільності (вогнепальне поранення голови).
3. Рентгенограма правого плечового суглоба: гігантоклітинна пухлина верхньої третини правої плечової кістки.
4. Рентгенограма лівого кульшового суглоба: пост-артритична фаза туберкульозного кокситу.
5. Рентгенограма кісток черепа у бічній проекції: імпресійний перелом лівої тім'яної кістки.
6. Рентгенограма кісток лівої гомілки у двох проекціях: гострий гематогенний остеомієліт лівої великогомілкової кістки.
7. Рентгенограма правого променево-зап'ясткового суглоба: остеоепіфізеоліз дистального епіметафіза правої променевої кістки.
8. Рентгенограма грудного відділу хребта в бічній проекції: туберкульозний спондиліт  $T_{11} - T_{12}$ .
9. Порівняльна рентгенограма колінних суглобів у бічній проекції: остеолітична саркома дистального епіметафіза лівої стегнової кістки, патологічний надвиростковий перелом.
10. Прицільна рентгенограма лівої половини таза: остеохондрома гілки лівої лобкової кістки.

## Розділ 12

1. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: правобічний пневмогідроторакс.
2. КТ ОГП, аксіальний зріз: цироз верхньої частки лівої легені.
3. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: абсцес нижньої частки лівої легені.
4. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: фіброзно-кавернозний туберкульоз.

5. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: центральний екзобронхіальний рак правої легені.
6. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: тотальна правобічна паренхіматозна пневмонія в стадії ексудації.
7. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: периферичний рак верхньої частки правої легені.
8. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: правобічна полісегментарна пневмонія ( $S_1, S_2, S_3$ ).
9. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: правобічна нижньочасткова бронхопневмонія.
10. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: циротичний туберкульоз лівої легені.

## Розділ 13

1. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: стеноз отвору аорти.
2. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: застійні зміни в легенях, хронічна серцева недостатність.
3. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: кардіоміопатія.
4. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: стеноз лівого атріовентрикулярного отвору.
5. Рентгенограма ОГП в прямій проекції: перикардит.
6. Коронарограма: стеноз правої коронарної артерії.
7. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: аневризма черевної аорти.
8. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: розшаровуюча аневризма черевної аорти.

## Розділ 14

1. Прицільна рентгенограма верхньої третини стравоходу: ендоефітний рак верхньої третини стравоходу.
2. Прицільна іригорома поперечного відділу товстої кишки: екзофітний рак поперечного відділу товстої кишки.
3. Прицільна рентгенограма шлунка: ендоефітний рак антрального відділу шлунка.

4. Прицільна рентгенограма шлунка: ендофітний рак антрального відділу шлунка.
5. Прицільна рентгенограма шлунка: екзофітний рак антрального відділу шлунка.
6. Прицільна рентгенограма шлунка: пілоростеноз.
7. Прицільна іригограма сигмоподібної кишки: ендофітний рак сигмоподібної кишки.
8. Прицільна іригограма сигмоподібної кишки: екзофітний рак сигмоподібної кишки.
9. Прицільна іригограма низхідного відділу ободової кишки: лейоміома низхідного відділу ободової кишки.
10. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: рак підшлункової залози.
11. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: гемангіома печінки.
12. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: розрив печінки, гемоперитонеум.
13. УЗД печінки: кіста печінки.
14. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: метастатичне ураження печінки.

### **Розділ 15**

1. Екскреторна урограма: двобічний міхурно-сечовідний рефлюкс.
2. Ретроградна урограма правої нирки: гідронефроз.
3. Екскреторна урограма: рак правої нирки.
4. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: кіста правої нирки.
5. УЗД лівої нирки: гідронефроз.
6. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: рак правої нирки.
7. КТ черевної порожнини, аксіальний зріз: абсцес правої нирки.

8. КТ органів таза, аксіальний зріз: рак сечового міхура.
9. УЗД сечового міхура: рак сечового міхура.
10. КТ органів таза, аксіальний зріз: параренальна гематома.

### **Розділ 16**

1. Мамограма правої грудної залози: вузловий рак правої грудної залози.
2. КТ органів таза, аксіальний зріз: рак матки.
3. Мамограма: вузловий рак лівої грудної залози.
4. КТ органів таза, аксіальний зріз: лівобічний аднексит.
5. УЗД яєчок: правобічний орхіт.
6. УЗД матки: зародок у плідному міхурі.
7. УЗД яєчок: водянка яєчка.

### **Розділ 17**

1. КТ голови, аксіальний зріз: перелом лобної кістки.
2. КТ голови, аксіальний зріз: епідуральна гематома.
3. КТ голови, аксіальний зріз: субдуральна гематома, компресія речовини мозку.
4. КТ голови, аксіальний зріз: геморагічний інсульт з крововиливом у шлуночки мозку.
5. КТ голови, аксіальний зріз: геморагічний інсульт.
6. МРТ головного мозку T<sub>1</sub>-33, аксіальний зріз: пухлина мозку.
7. МРТ головного мозку T<sub>1</sub>-33, аксіальний зріз: геморагічний інсульт.
8. КТ голови, аксіальний зріз: перелом правої скроневої кістки, внутрішньочерепна гематома, зміщення серединних структур мозку.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алан П. Л. Клінічна доплерівська ультрасонографія : переклад з англ. / П. Л. Алан, П. А. Даббінс, М. А. Позняк. — Львів : Медицина світу, 2001. — 293 с.
2. Воробьев Ю. И. Рентгенография зубов и челюстей / Ю. И. Воробьев. — М. : Медицина, 1989. — 176 с.
3. Воробьев Ю. И. Рентгенодиагностика в практике врача-стоматолога / Ю. И. Воробьев. — М. : Медпресс-информ, 2004. — 111 с.
4. Галузевий стандарт “Протокол надання медичної допомоги хворим на злоякісні утвори”. — Харків, 2006.
5. Гродзинский Д. М. Радиобиология / Д. М. Гродзинский. — К. : Либідь, 2000. — 448 с.
6. Догра В. Секреты ультразвуковой диагностики : пер. с англ. / Викрэм Догра, Дэбра Дж. Рубенс ; под общ. ред. проф. А. В. Зубарева. — М. : МЕДпресс-информ, 2005. — 456 с.
7. Кишковский А. Н. Неотложная рентгенодиагностика / А. Н. Кишковский, Л. А. Тютин. — М. : Медицина, 1989. — 464 с.
8. Кишковский А. Н. Лучевая терапия неопухолевых заболеваний / А. Н. Кишковский, А. Л. Дударев. — М. : Медицина. — 176 с.
9. Клиническая рентгенорадиология : руководство в 5 т. / под ред. акад. АМН СССР Г. А. Зедгенидзе. — М. : Медицина, 1984.
10. Клиническая рентгеноанатомия / под ред. проф. Г. Ю. Коваль. — К. : Здоров'я, 1974. — 600 с.
11. Ковальський О. В. Радіаційна медицина / О. В. Ковальський, А. П. Лазар, Ю. С. Людвінський [та ін.]. — К. : Здоров'я, 1993. — 222 с.
12. Кравчук С. Ю. Основи променевої діагностики / С. Ю. Кравчук, А. П. Лазар. — Чернівці, 2005. — 207 с.
13. Линденбратен Л. Д. Медицинская радиология и рентгенология / Л. Д. Линденбратен, И. П. Королук. — М. : Медицина, 1993. — 556 с.
14. Линденбратен Л. Д. Медицинская радиология / Л. Д. Линденбратен, Ф. М. Лясс. — М. : Медицина, 1986. — 386 с.
15. Лучевая диагностика в амбулаторной стоматологии / М. А. Чибисова, Н. Л. Дударев, А. А. Кураскуа. — Санкт-Петербург, 2002. — С. 352
16. Мащенко М. П. Радіаційна медицина / М. П. Мащенко, Д. С. Мечев, В. О. Мурашенко. — Харків : Інститут монокристалів, 1999. — 389 с.
17. Милько В. И. Медицинская радиология / В. И. Милько, А. П. Лазар, А. Ф. Назимюк. — Киев : Вища школа, 1980. — 274 с.
18. Наказ МОЗ України від 17.01.2005 р. № 24 “Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Медицина невідкладних станів»”.
19. Наказ МОЗ України від 28.10.2003 р. № 499 “Про затвердження інструкцій щодо надання допомоги хворим на туберкульоз і неспецифічні захворювання легень”. — К., 2003. — 100 с.
20. Наказ МОЗ України від 17.09.2007 р. № 554 “Про затвердження протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Онкологія»”.
21. Нормы радиационной безопасности (НРБУ-97). — К., 1997. — 121 с.

22. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки населення України. — К., 2005. — 62 с.
23. Панов Н. А. Рентгенодиагностика в педиатрии / Н. А. Панов, А. З. Гингольд, К. А. Москачева. — М. : Медицина, 1972. — 552 с.
24. Панфилова Г. В. Рентгенологическое исследование в офтальмологии / Г. В. Панфилова, И. Я. Щитова. — К. : Здоров'я, 1980. — 103 с.
25. Пилипенко М. І. Магнітнорезонансні зображення / М. І. Пилипенко, В. О. Рогожин, Л. Г. Розенфельд. — Харків, 2003. — 217 с.
26. Пилипенко М. І. Радіологічна термінологія / М. І. Пилипенко, Л. Г. Розенфельд. — Харків, 1999. — 435 с.
27. Променева діагностика : у 2 т. Т. 1 / за ред. Г. Ю. Коваль. — К. : Орбіс, 1998. — 527 с.
28. Променева діагностика : у 2 т. Т. 2 / за ред. Г. Ю. Коваль. — К. : Орбіс, 2002. — 639 с.
29. Путеводитель по диагностическим изображениям : справочник практического врача / Ш. Ш. Шотмор, И. И. Пурижанский, Т. В. Шевякова [и др.]. — М. : Советский спорт, 2001. — 400 с.
30. Пытель А. Я. Рентгенодиагностика урологических заболеваний / А. Я. Пытель, Ю. А. Пытель. — М. : Медицина, 1966. — 480 с.
31. Радіонуклідна діагностика та променева терапія / за ред. проф. А. П. Лазара. — Вінниця : Нова Книга, 2006. — 197 с.
32. Рентгенодиагностика заболеваний челюстно-лицевой области / под ред. Н. А. Рабухиной, Н. М. Чуприной. — М. : Медицина, 1991. — 223 с.
33. Рентгенодіагностика / під ред. В. І. Мілько. — Вінниця, 2005. — 342 с.
34. Руководство по ядерной медицине / под ред. Т. П. Сиваченко. — К. : Вища школа, 1991. — 535 с.
35. Савула М. М. Туберкулез / М. М. Савула, О. Я. Ладний. — Тернопіль, 1999. — 324 с.
36. Соколов Ю. Н. Рентгенодиагностика опухолей пищеварительного тракта / Ю. Н. Соколов, В. Б. Антонович. — М. : Медицина, 1981. — 320 с.
37. Справочник по онкологии / под ред. С. А. Шалимова, Ю. А. Гриневича, Д. В. Мясоедова. — К. : Здоровье, 2000. — 558 с.
38. Тодуа Ф. И. Компьютерная томография органов брюшной полости / Ф. И. Тодуа, В. Д. Федоров, М. И. Кузин. — Москва : Медицина, 1991. — 448 с.
39. Труфанов Г. Е. Рентгеновская компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике ишемического инсульта / Г. Е. Труфанов, В. А. Фокин, И. В. Пьяной, Е. А. Банникова. — СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2005. — 192 с.
40. Хаїмзон І. І. Фізичні основи променевих методів дослідження в медицині : навчальний посібник / І. І. Хаїмзон, В. А. Дяков, Б. Г. Іваніцький, В. Т. Желіба. — Вінниця ; Київ : Глобус-пресс, 2002. — 240 с.
41. Ionising Radiation Regulation. — 1999.
42. Paul and Juhl's essentials of Radiologic imaging / ed. by John H. Juhl, Andrew B. Crummy [et al.]. — 6<sup>th</sup> ed. — 1999. — 1245 p.



Адаптовано Європейською комісією та експертами, що представляють Європейську спілку радіології і ядерної медицини  
Спільно з Королівською Колегією радіології Великобританії\*  
Погоджено з Європейською Комісією

## КЕРІВНИЦТВО ДЛЯ ЛІКАРІВ, ЩО НАПРАВЛЯЮТЬ ПАЦІЄНТІВ НА ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ. КРИТЕРІЇ ВИБОРУ МЕТОДУ ЗОБРАЖЕННЯ

Схвалено Управлінням радіаційного захисту населення та медичних наслідків аварії на ЧАЕС Міністерства охорони здоров'я України\*\*

Рекомендовано Асоціацією радіологів України  
для впровадження в практику охорони здоров'я України та для використання в навчальних програмах\*\*\*

На виконання Закону України № 15-98 ВР "Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань. (ст. 17. Забезпечення захисту людини під час лікування та здійснення медичної діагностики)"\*\*\*\*

*Довідкове керівництво з променевої діагностики рекомендоване для лікарів і служить довідником для призначення проведення діагностичної інтраскопії у конкретних випадках. Це керівництво не має на меті обмежити роль лікаря в процесі прийняття рішень щодо застосування діагностичної інтраскопії. Довідкове керівництво містить достовірну інформацію з урахуванням думки експертів та результатів досліджень. Керівництво не покликане обмежити свободу лікарів у праві призначити порядок проведення діагностичної інтраскопії для пацієнтів, за яких вони несуть відповідальність. Але на першому місці завжди мають стояти рішення, прийняті лікарями спільно з радіологами.*

\* станом на 2007 р.

\*\* з 2000 р.

\*\*\* 2000 р.

\*\*\*\* 1998 р.

Включення “Керівництва для лікарів, що направляють пацієнтів на радіологічне дослідження” (далі — “Керівництво”) у вигляді додатку в даний підручник “Радіологія. Променева діагностика. Променева терапія” є виправданим на виконання рекомендацій МОЗ України (наказ МОЗ України № 295 від 18.07.2001 р. “Про створення системи контролю та обліку індивідуальних доз опромінення населення при рентгенологічних процедурах”) та Асоціації радіологів України, Закону України № 15-98 ВР “Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань”, а також Державної інспекції з ядерної та радіаційної безпеки України про забезпечення захисту людей України від впливу іонізуючих випромінювань під час лікування та здійснення медичної діагностики.

Керівництво повинне використовуватись усіма медичними спеціалістами, сімейними лікарями та молодими лікарями з метою раціонального вибору методів зображень для зменшення ефективних доз медичного опромінення населення.

### Класифікація ступенів доказовості

Класифікація доказів по ступенях була переведена на ступені рекомендації на основі системи, розробленої Департаментом Охорони здоров'я та соціальних служб США, Агентства з політики охорони здоров'я і наукових досліджень.

Ступінь доказовості [A] :

- Дані отримані в численних рандомізованих контрольованих клінічних дослідженнях (порівняльних).

Ступінь доказовості [B] :

- Дані одного рандомізованого дослідження або кількох нерандомізованих (обсерваційних) контрольованих досліджень.

Ступінь доказовості [C] :

- Неконтрольовані дослідження і консенсус думок експертів.

### Методи отримання зображення

*Комп'ютерна томографія (КТ)*

КТ в даний час широко застосовується. Спіральна та багат шарова КТ відкрили нові діагностичні можливості. Необхідно пам'ятати, що КТ — відносно дорогий метод з високою дозою опромінення. Тому завжди варто розглядати альтернативні методи, особливо зі зростанням ролі МРТ. Національна Комісія з радіаційного захисту (НКРЗ) опублікувала кілька загальних рекомендацій щодо застосування КТ в роботі “Захист пацієнтів при рентгенівській комп'ютерній томографії”. Деякі витяги наводяться нижче.

*З точки зору потенційно високих доз КТ повинна проводитися тільки після точного клінічного підтвердження призначення досвідченим радіологом. Дослідження у дітей вимагають ще вищого рівня підтвердження, оскільки ця категорія пацієнтів піддається більшому ризику опромінення.*

*При відповідній клініці повинні розглядатися альтернативні, більш безпечні неіонізуючі (УЗД і МРТ) або низькодозовані рентгенівські технології.*

*КТ черевної порожнини або таза не повинна проводитися вагітним жінкам без обґрунтованих клінічних показань і розгляду альтернативних методів досліджень.*

*Завжди необхідно дбати про мінімізацію опромінення очей, особливо у пацієнтів, яким можуть знадобитися численні дослідження.*

Будь-яке призначення КТ, що виходить за рамки встановлених керівництв, повинне обговорюватися з радіологом. З метою мінімізації тривалості дослідження (і, таким чином, вартості та дози опромінення), корисно до проведення КТ враховувати клінічні записи і результати попередніх досліджень.

Важлива додаткова інформація:

- КТ залишається оптимальним дослідженням при багатьох клінічних проблемах грудної клітки і черевної порожнини, незважаючи на радіаційний ризик.
- КТ і раніше широко застосовувалася при внутрішньочерепних ураженнях, особливо при цереброваскулярних хворобах (ЦВХ) і травмах.
- КТ залишається простим методом для стадіювання багатьох злоякісних пухлин (напр., лімфома) і контролю ефективності терапії.
- КТ дає цінну передопераційну інформацію про складні утворення і широко використовується при діагностиці післяопераційних ускладнень.
- КТ дозволяє точно провести дренажні процедури, біопсію і знеболюючу блокаду нерва.
- КТ відіграє важливу роль при травмі.



- КТ-знімки можуть погіршуватися при наявності протезів, фіксуючих елементів тощо.
- КТ краще, ніж УЗД, показує анатомічні деталі у пацієнтів, які страждають ожирінням, і у дітей. При будь-якій можливості повинне застосовуватися УЗД.

### **Інтервенційна радіологія (включаючи ангиографію і мінімальну інвазивну терапію)**

Всі відділи променевої діагностики протягом багатьох років застосовують ангиографію та пов'язані з нею процедури (напр., ангиопластика), останнім часом були впроваджені декілька нових методик. Більшість абсцесів черевної порожнини тепер лікуються за допомогою черезшкірних дренажних процедур під радіологічним контролем. Більшість біопсій печінки в даний час виконується під контролем УЗД. Біопсія лімфовузлів під контролем УЗД і КТ є рутинною.

Нові технології в інтервенційній радіології:

- Черезшкірна дискетомія при грижі диска (часто під контролем КТ).
- Черезшкірне введення імплантатів при абдомінальних аневризмах аорти. Різні технології для лікування неоперабельних уражень печінки (напр., висічення лазером під візуальним контролем).
- Інтервенційна МРТ в режимі реального часу отримання зображення для моніторингу терапевтичних маніпуляцій.

Обов'язковою вимогою є детальне обговорення такого призначення з різними фахівцями.

### **Магнітно-резонансна томографія (МРТ)**

У Європі останнім часом спостерігається значне зростання кількості апаратів МРТ. Відповідно, з'явилося багато рекомендацій щодо застосування МРТ. Дійсно, з останніми технічними досягненнями і зростанням досвіду роль МРТ продовжує розширюватися.

Оскільки при МРТ не застосовується іонізуюче випромінювання, цьому дослідженню віддається перевага в тих випадках, де як КТ, так і МРТ дають однакову інформацію і де наявна апаратура для проведення обох досліджень. Всі призначення МРТ повинні узгоджуватися з радіологом.

#### **Інші питання:**

- МРТ зазвичай надає більше інформації, ніж КТ, про внутрішньочерепні ураження, патології голови та шиї, м'язово-скелетні та спинномозкові порушення, завдяки високій контрастній чутливості та мультипланарному зображенню. Це допомагає встановити діагноз і призначити необхідне лікування з більшою точністю. Застосування МРТ все більше зростає в онкології.

- Більшість останніх досягнень включають: МРТ молочної залози і серця; ангиографічну та інтервенційну техніку, МРХПГ та інші чутливі МР-методики; функціональну МРТ головного мозку.

- МРТ не показана в першому триместрі вагітності. Необхідно обговорювати застосування всіх методів зображення при вагітності з відділом променевої діагностики.

- Існує кілька певних протипоказань до застосування МРТ: сторонні металеві тіла (СТ) в очницях, скоби при аневризмі, водії ритму, кохлеарні імплантати й ін. Більш того, МРТ дає погіршення якості зображення поруч із протезами і т.п. Повний список протипоказань наводиться в кількох книгах і монографіях. Будь-які сумніви щодо протипоказань повинні обов'язково попередньо обговорюватися з відділом променевої діагностики.

### **Ядерна медицина (ЯМ)**

ЯМ у країнах Європейського союзу є незалежною спеціальністю. Використання відкритих радіонуклідів для діагностики та лікування проводиться фахівцями з ЯМ. Направляючий клініцист повинен точно вказати клінічну проблему, яка вимагає дослідження, тому що це визначає вид проведеного радіонуклідного (або альтернативного) дослідження.

Незважаючи на деякі неправильні концепції, радіаційні дози при більшості ЯМ-методик більш сприятливі, ніж при багатьох інших радіологічних дослідженнях, які вважаються "безпечними". Доведено, що ефективна доза, пов'язана з більшістю рутинних ЯМ-досліджень, значно нижча, ніж при КТ черевної порожнини.

Певну цінність представляють функціональні дані, одержувані при ЯМ-дослідженнях. На базовому рівні ЯМ може визначити, чи є розширення ниркової миски, визначене при УЗД, тільки наслідком зміни об'ємів збірної системи, чи викликане непрохідністю. Це ж дослідження може надати дані про відсоток функціонування всієї ниркової системи по кожній нирці. Складніші дослідження можуть вказати на фракцію викиду лівого шлуночка серця або розподіл руху крові в корі головного мозку.

ПЕТ (позитронна емісійна томографія) останнім часом зробила великі кроки вперед, і її застосування продовжує зростати. Через короткоживучу природу ключових радіонуклідів (широко застосовується аналог глюкози F-18 флюородезоксиглюкоза (ФДГ)), ПЕТ може проводитися тільки поблизу циклотрона і при

наявності поблизу радіонуклідних препаратів. Однак розвиток можливостей подвійних гамма-камер з потужностями модифікованої ПЕТ є значним прогресом, що збільшить можливість її застосування. У даний час це є метою багатьох досліджень. ПЕТ може виявити маленькі осередки життєздатних пухлин, що надає виняткові можливості при встановленні стадії різних пухлин (напр., бронхів) і при спостереженні за пухлиною (напр., лімфоною), коли інші методи зображення можуть не диференціювати залишкові фіброзні маси і активне захворювання. ПЕТ також може надати унікальні дані про мозковий метаболізм і життєздатність міокарда. Є кілька досліджень, які вивчають ці аспекти. У наступні кілька років впровадження ПЕТ у клінічну практику зростатиме, і її потенційне використання буде схвалюватися при вирішенні деяких клінічних проблем для підтвердження рекомендацій.

### Ультразвукове дослідження (УЗД)

Після останнього видання цього Керівництва у відділах променевої діагностики значно зросла кількість призначень УЗД. За цей час удосконалилося УЗ-обладнання та зріс досвід, розширився діапазон призначень (кольоровий доплер, енергетичний доплер, трансвагінальне (ТВ) гінекологічне дослідження тощо). Ця тенденція повинна схвалюватися, оскільки при УЗД не застосовується іонізуюче опромінення. Однак є дані, що збільшення звернень до УЗД істотно знизило призначення інших радіологічних досліджень і, відповідно, знизилася загальна радіаційна доза для населення.

### Визначення умовних понять, що використовуватимуться нижче

Умовні поняття	Визначення
Ва-клізма	Іригодослідження
ВВУ	Внутрішньовенна урографія
ВРКТ	Високороздільна КТ
ЕРХПГ	Ендоскопічна ретроградна холангіопанкреатографія
Контрастування тонкої кишки	Детальне дослідження з барієм за допомогою назодуоденальної інтубації
КТ	Комп'ютерна томографія
КТ А	КТ-ангіографія
Мамографія	Рентгенографія молочної залози
МРА	Магнітно-резонансна ангіографія
МРТ	Магнітно-резонансна томографія
МРХПГ	Магнітно-резонансна холангіопанкреатографія
Обстеження скелета	Серія рентгенограм для виявлення захворювань скелета або поширення на скелет
ОФЕКТ	Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія
ПЕТ	Позитронна емісійна томографія
РГ	Оглядова рентгенографія — один або декілька знімків
РГГК	Рентгенографія грудної клітки
РГЧП	Рентгенографія черевної порожнини
УЗД	Ультразвукове дослідження
УЗД-КТАБ	УЗД-контрольована тонкоголковка аспіраційна біопсія
ЦСА	Цифрова субтракційна ангіографія
ЯМ	Ядерна медицина (радіонуклідна медицина)



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
<b>А. ГОЛОВА (ВКЛЮЧАЮЧИ ЛОР-ПРОБЛЕМИ)</b>		
Вроджена патологія (для дітей – див. розділ Н)	МРТ	Показана [B]
Цереброваскулярний інсульт (ЦВІ); удар	КТ	Показана [C]
	МРТ ЯМ	Показані в спеціальних випадках [B]
	УЗД сонних артерій	Зазвичай не показане [C]
	КТ	Показана [B]
Транзиторна ішемічна атака (ТІА)	УЗД сонних артерій	Показане [B]
Демієлінізація та інші захворювання білої речовини головного мозку	МРТ	Показана [A]
Об'ємне утворення (ОУ, що займає простір)	КТ або МРТ	Показані [B]
Головний біль: гострий, сильний, субарахноїдальний крововилив (САК)	КТ	Показана [B]
	МРТ або ЯМ	Показані у спеціальних випадках [C]
Головний біль: хронічний (для дітей – див. розд. Н)	КТ або МРТ	Показана у спеціальних випадках [C]
	РГ черепа, приносівих пазух, шийного відділу хребта	Показана у спеціальних випадках [B]
Ураження гіпофіза та параселярної ділянки	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	РГ черепа	Зазвичай не показана [C]
Ознаки ураження задньої черепної ямки	МРТ	Показана [A]
Гідроцефалія (для дітей – див. розд. Н)	КТ	Показана [B]
	РГ	Показана [C]
Симптоми ураження середнього або внутрішнього вуха (включаючи головокружіння)	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Глухота нейрогенної природи (для дітей – див. розд. Н)	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Захворювання приносівих пазух (для дітей – див. розд. Н)	РГ пазух	Зазвичай не показана [B]
	КТ синусів	Показана у спеціальних обставинах [B]
Деменція у поєднанні з порушенням пам'яті, первинні психози	РГ черепа	Зазвичай не показана [A]
	КТ	Показані у спеціальних випадках [B]
	МРТ, або ЯМ	Показані у спеціальних випадках [B]
Ураження орбіт	КТ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
	РГ черепа	Зазвичай не показана [A]
Ураження орбіт: травма	КТ	Показані у спеціальних випадках [B]
Металеві сторонні тіла (СТ) в орбітах (перед МРТ)	РГ орбіт	Показана [A]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [A]
	УЗД	Показано [B]
Розлади зору	РГ черепа	Зазвичай не показана [C]
Розлади зору: гостра втрата зору	РГ черепа	Не показана [C]
	МРТ / КТ	Показана у спеціальних випадках [A]
	Ангіографія головного мозку	Показана у спеціальних випадках [A]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Епілепсія (у дорослих)	МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
(для дітей – див. розділ Н)	КТ	Показані у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показані у спеціальних випадках [B]
<b>Б. Шия. Для спинного мозку див. розд. В (хребет) і Л (травма)</b>		
<b>М'які тканини</b>		
Вузлові утворення в щитоподібній залозі та її збільшення	УЗД і ЯМ	Показані у спеціальних випадках [B]
	УЗД- КТАБ або КТАБ	Показані у спеціальних випадках [B]
Тиреотоксикоз	ЯМ , УЗД	Показані [B]
Ектопічна тканина щитоподібної залози (напр., язикова щитоподібна залоза)	ЯМ	Показані [C]
Гіперпаратиреоїдизм	УЗД / ЯМ / КТ /МРТ	Показане у спеціальних випадках [C]
Безсимптомний шум над сонною артерією	УЗД сонної артерії	Зазвичай не показане [B]
Стороннє тіло (СТ), що потрапило при вдиху або при ковтанні	Бокова РГ м'яких тканин або шиї	Показане у спеціальних випадках [B]
Утворення невідомого походження	УЗД	Показане [C]
	КТ / МРТ	Показане у спеціальних випадках [B]
Закупорка слинних проток	УЗД або сіалограми	Показані [C]
	РГ	Показане у спеціальних випадках [C]
Утворення в слинних залозах	УЗД	Показане [B]
	КТ /МРТ	Показане у спеціальних випадках [B]
Сухість у роті — поєднана із захворюванням м'яких тканин	УЗД / сіалограма / ЯМ	Показані у спеціальних випадках [C]
Дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба	РГ	Показана у спеціальних випадках [B]
	МРТ або артрографія	Показані у спеціальних випадках [B]
<b>В. Хребет</b>		
Загальні проблеми (при травмі – див. розд. Л)		
Вроджені вади (для дітей – див. розд. Н)	РГ	Показана у спеціальних випадках [C]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Мієлопатія: пухлини, запалення, інфекції, інфаркти тощо	МРТ	Показана [B]
	КТ /КТМ	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
<b>Шийний відділ хребта</b>		
Імовірний атланта-аксіальний підвивих	РГ	Показана [C]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Біль в ділянці шиї, брахіалгія, дегенеративні зміни в хребцях	РГ	Показана у спеціальних випадках [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
<b>Грудний відділ хребта</b>		
Біль без травми: дегенеративне захворювання	РГ	Зазвичай не показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
<b>Поперековий відділ хребта</b>		
Хронічний біль у спині без вказівки на інфекцію або пухлина	РГ	Показані у спеціальних випадках [C]
	МРТ або КТ або ЯМ	Показані у спеціальних випадках [C]
Біль у спині з можливими серйозними ознаками:	Радіологічне дослідження РГ, МРТ	Показане [B]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Початок у осіб молодше 20 і старше 55 років.</li> <li>• Неприємні відчуття в ділянці сфінктера або при ходьбі</li> <li>• Втрата чутливості в ділянці сідниць (анестезія)</li> <li>• Різкі або прогресуючі порушення рухової функції</li> <li>• Виражені ознаки неврологічного дефіциту</li> <li>• Наявність пухлини</li> <li>• Систематичне погане самопочуття</li> <li>• ВІЛ</li> <li>• Втрата маси тіла</li> <li>• Зловживання внутрішньовенним введенням препаратів</li> <li>• Прийом стероїдів</li> <li>• Деформація хребта</li> <li>• Біль, не пов'язаний з механічним впливом</li> </ul>	ЯМ	Показане [B]
Гострий біль у спині: утворення грижі диска; ішіалгія без серйозних ознак (див. вище)	РГ	Показані тільки в спеціальних випадках [C]
	МРТ або КТ	Показані у спеціальних випадках [B]
<b>Г. Кістково-м'язова система</b>		
Остеомієліт	РГ	Показана [C]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [C]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [C]
	УЗД	Показана [C]
	ЯМ	
Первинна пухлина кістки	РГ	Показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	УЗД	Показана у спеціальних випадках [B]
Відома локалізація первинної пухлини Метастази в кістки	ЯМ	Показана [B]
	РГ обстеження скелета	Зазвичай не показане [C]
	МРТ	Показана [B]
Утворення м'яких тканин. Пухлина. Можливий рецидив	МРТ	Показана [B]
	УЗД	Показана [C]
Біль у кістках	РГ	Показана [C]
	МРТ	Показана [C]
	ЯМ	Показана [C]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [C]
Мієлома	Обстеження скелета	Показане [C]
	ЯМ	Зазвичай не показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Метаболічні захворювання кісток	Обстеження скелета	Зазвичай не показано [C]
	ЯМ	Показана [C]
Остеомаліяція	РГ	Показана [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [C]
Біль Остеопоротичний колапс	РГ — боковий знімок грудного і поперекового відділів хребта	Показана [B]
	РГ ураженого суглоба	Показана [C]
Артропатія, прояви	РГ кистей / стоп	Показана [C]
	РГ складного суглоба (ів)	Зазвичай не показана [C]
	УЗД або ЯМ, або МРТ	Показані у спеціальних випадках [C]
	РГ	Зазвичай не показана [C]
Артропатія, спостереження	РГ	Не показана при первинному зверненні пацієнта [C]
Біль, викликаний носінням протеза	РГ + ЯМ	Показані [B]
	УЗД або просвічування	Показані у спеціальних випадках [C]
Травма (забій) плеча	РГ	Показана в тільки спеціальних випадках [B]
	МРТ	Показане у спеціальних випадках [B]
	УЗД	Показане у спеціальних випадках [B]
Нестабільність плеча	КТ артрографія	Показана у спеціальних випадках [B]
	МРТ артрографія	Показана у спеціальних випадках [B]
Розрив суглобової сумки	Артрографія або УЗД, або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
Ураження крижово-клубового (КК) суглоба	РГ КК суглоба	Показана [B]
	МРТ або ЯМ, або КТ	Показані у спеціальних випадках [C]
Біль у стегні: при збереженні функції (руху) (для дітей – див. розд. Н)	РГ таза	Зазвичай не показана [C]
Біль у стегні при обмеженні функції (руху) (для дітей – див. розд. Н)	РГ таза	Не показана при первинному зверненні [C]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Не показана при первинному зверненні [B]
Біль у стегні; асептичний некроз	РГ таза	Показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	КТ / ЯМ	Спеціальні випадки [B]
Біль у коліні: без обмеження рухливості в суглобі або ущемлення	РГ	Зазвичай не показана [C]
Біль у коліні: з обмеженням рухливості в суглобі, обмеженням чи з випотом (суглобова миша)	РГ	Показана [C]
Біль у коліні: передбачається проведення артроскопії	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Вальгусна деформація великого пальця стопи	РГ	Показана у спеціальних випадках [C]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Підошовний фасціїт, п'яткова шпора	РГ	Зазвичай не показана [B]
<b>Д. Серцево-судинна система</b>		
Загруднинний біль: інфаркт міокарда	РГГК	Показана [B]
Ішемічна хвороба серця, оцінка стану після інфаркту міокарда	РГГК	Показана при певних обставинах [B]
	ЯМ (відображення міокардіальної перфузії)	Показана [B]
	Ангіографія	Показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ (радіонуклідна ангіографія)	Показана у спеціальних випадках [B]
	УЗД	Показана [A]
Біль в ділянці грудей. Розшарування аорти (гострі стани)	РГ	Показана [B]
	КТ або УЗД, або МРТ	Показані [B]
Розшарування аорти: хронічне	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Легенева емболія	РГГК	Показана [B]
	ЯМ	Показана [B]
	Спіральна КТ	Показана [B]
Перикардит. Ексудативний перикардит	РГГК	Показана [B]
	УЗД	Показане [B]
Підозра на захворювання серцевого клапана	РГГК	Показана [B]
	УЗД серця	Показане [B]
	МРТ	Показана [B]
Клінічне погіршення після інфаркту міокарда	УЗД серця	Показане [B]
Спостереження за пацієнтами із захворюванням серця або з гіпертонією	РГГК	Зазвичай не показана [B]
	УЗД серця	Показані [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Підозра на кардіоміопатію, міокардит	РГГК	Показані [B]
	УЗД серця	Показані [B]
	ЯМ (радіонуклідна ангіографія)	Показана у спеціальних випадках [B]
Аневризма черевного відділу аорти	УЗД аорти	Показане [A]
	КТ або МРТ	Показані [A]
Тромбоз глибоких вен	УЗД вен нижніх кінцівок	Показане [A]
	Венографія	Зазвичай не показана [C]
Ішемія нижньої кінцівки	Ангіографія	Показана у спеціальних випадках [A]
Нестабільна стенокардія	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [A]
	Коронарна ангіографія	Показана у спеціальних випадках [B]
Оцінка стану міокарда	ЯМ	Показана [B]
<b>Е. Грудна клітка</b>		
Біль у грудній клітці невизначеного характеру	РГГК	Не показана при первинному зверненні пацієнта [C]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Травма грудей	РГГК	Зазвичай не показана [С]
Профобстеження при прийомі на роботу або скринінгу	РГГК	Не показана [В]
Передопераційна	РГГК	Зазвичай не показана [В]
Інфекція верхніх дихальних шляхів	РГГК	Зазвичай не показана [С]
Хронічна обструкція дихальних шляхів або астма; спостереження в динаміці	РГГК	Показана тільки в специфічних випадках [В]
Хронічна обструкція дихальних шляхів при ХОЗЛ	РГГК	Показана тільки в специфічних випадках [В]
Пневмонія у дорослих: спостереження в динаміці (для дітей – див. розділ Н)	РГГК	Показана [А]
Плевральний випіт	РГГК	Показана [В]
	УЗД	Показане [В]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [В]
Кровохаркання	РГГК	Показана [В]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [В]
Пацієнти з інтубаційною трубкою (в трахеї, шлунку тощо)	РГГК	Показана [В]
Невизначене (неверифіковане) захворювання легенів	КТ	Показана [В]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках. [В]
<b>Ж. Система травлення</b>		
Травний тракт		
Утруднене ковтання: висока дисфагія (ураження можуть бути легкими або важкими)	Дослідження з барієвою суспензією	Показане [В]
	ЯМ	Показане у спеціальних випадках [В]
Утруднене ковтання: низька дисфагія (ураження можуть бути легкими)	Дослідження з барієвою суспензією	Показане у спеціальних випадках [В]
	ЯМ	Показане у спеціальних випадках [В]
Біль у грудях. Грижа стравохідного отвору або рефлюкс	Дослідження з барієвою суспензією	Зазвичай не показане [В]
Перфорація стравоходу	РГГК	Показана [В]
	Приєм рентгено-контрастної речовини	Показаний у спеціальних випадках [В]
	КТ	Показана [В]
Гостра шлунково-кишкова кровотеча: кривава блювота/мелена	РГЧП	Зазвичай не показана [В]
	Дослідження з барієм	Зазвичай не показане [В]
	ЯМ (дослідження еритроцитів)	Показана у спеціальних випадках [В]
	Ангіографія	Показана у спеціальних випадках [В]
	Ендоскопія	Показана [А]
	УЗД органів черевної порожнини	Показана у спеціальних випадках [В]
Диспепсія у осіб молодого віку (до 45 років)	Візуалізація (приєм барієвої суспензії / ендоскопія)	Зазвичай не показані [С]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Диспепсія у літніх пацієнтів (старше 45 років)	Візуалізація (прийом барієвої суспензії / ендоскопія)	Показана у спеціальних випадках [B]
Спостереження при виразці	Дослідження з барієвою суспензією	Зазвичай не показане [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Проведене хірургічне втручання на верхніх відділах ШКТ (остаточне), для перевірки спроможності анастомозу	Дослідження з водорозчинним контрастним засобом	Показане [B]
Проведене хірургічне втручання на верхніх відділах ШКТ (радикальна хірургія XX ст.)	Дослідження з барієвою суспензією	Зазвичай не показане [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Проведене хірургічне втручання на верхніх відділах ШКТ: порушення моторики, обструктивний синдром	Дослідження з барієвою суспензією	Показане [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Кишкова кровотеча, хронічна або рецидивуюча	Дослідження з барієвою суспензією Ендоскопія Ангіографія КТ з контрастуванням	Не показане при первинному зверненні [C]
	ЯМ (Дослідження еритроцитів або дослідження дивертикула Меккеля та / або ангіографія)	Показані [B]
	КТ	Показана [B]
	Ангіографія	Показана у спеціальних випадках [B]
Гострий біль у черевній порожнині. Перфорація. Непрохідність	РГГК (стоячи) і РГЧП	Показані [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	УЗД	Показана [B]
Обструкція тонкої кишки	Дослідження з контрастною речовиною	Показані у спеціальних випадках [B]
	КТ	Показана [B]
Непрохідність тонкої кишки: хронічна або рецидивуюча	Дослідження тонкої кишки з барієвою суспензією	Показане [B]
	КТ	Показане [B]
Підозра на захворювання тонкої кишки (напр., хвороба Крона)	Дослідження тонкої кишки з барієвою суспензією	Показане [B]
	Дослідження тонкої кишки з барієвою клізмою	Показане [B]
	ЯМ (дослідження лейкоцитів)	Показана у спеціальних випадках [B]
	УЗД / КТ / МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Рак товстої кишки або запальне захворювання кишечника: біль, кровотеча, зміна функції кишечника тощо	Клізма з барієвою суспензією	Показана [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Обструкція товстої кишки: гостра	Клізма барієва	Показана у спеціальних випадках [B]
	РГЧП	Показана [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Запальне захворювання товстої кишки: гостре	РГЧП	Показана [B]
	ЯМ (Дослідження лейкоцитів)	Показана [B]
	Барієва клізма	Зазвичай не показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Запальне захворювання товстої кишки: тривалий термін спостереження	Барієва клізма	Зазвичай не показана [B]
<b>Загальні проблеми в черевній порожнині</b>		
Гострий біль у животі (обов'язкова госпіталізація і визначення показань до хірургічного втручання)	РГЧП + РГГК стоячи	Показані [B]
Пальповане новоутворення	РГЧП	Зазвичай не показана [C]
	УЗД	Показане [B]
	КТ	Показана [A]
Мальабсорбція (синдром недостатності всмокування)	Дослідження тонкої кишки з барієвою суспензією	Зазвичай не показане [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Апендицит	Радіологічні дослідження	Показані у спеціальних випадках [C]
Закреп (для дітей – див. розділ Н)	РГЧП	Показана при конкретних обставинах [B]
	Дослідження прохідності кишечника	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
	Евакуаційна проктографія	Показана у спеціальних випадках [B]
Сепсис черевної порожнини; гіпертермія невідомого походження (ГТНП)	УЗД або	Показані [C]
	КТ або	Показані [C]
	ЯМ	Показані [C]
<b>Печінка, жовчний міхур і підшлункова залоза</b>		
Метастази в печінці	УЗД	Показане [B]
	КТ	Показане у спеціальних випадках [B]
	МРТ	Показане у спеціальних випадках [B]
Одиночні ураження печінки. Гемангіома, метастази печінки (напр., при УЗД)	МРТ або КТ	Показані [B]
	ЯМ (Дослідження еритроцитів)	Показане у спеціальних випадках [B]
Жовтяниця	УЗД	Показане [B]
	ЕРХПГ	Показана у спеціальних випадках [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	Ендоскопічна УЗД	Показана у спеціальних випадках [B]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Відомий цироз печінки. Ускладнення	РГЧП	Не показано [C]
	УЗД	Показане [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
Захворювання жовчовивідної системи (напр., камені у жовчному міхурі)	РГЧП	Зазвичай не показана [C]
	УЗД	Показане [B]
	КТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
	МРХПГ	Показана у спеціальних випадках [B]
Панкреатит: гострий	РГЧП	Зазвичай не показана [C]
	УЗД	Показане [B]
	КТ або МРТ	Зазвичай не показані [B]
Постопераційна нориця	УЗД	Показане [B]
	ЕРХПГ	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Панкреатит: хронічний	РГЧП	Показана [B]
	УЗД або КТ	Показані [B]
	ЕРХПГ або МРХПГ	Показані у спеціальних випадках [C]
Післяопераційна жовчна нориця	ЯМ	Показана [C]
Пухлина підшлункової залози	УЗД	Показане [B]
	КТ або МРТ	Показана [B]
	ЕРХПГ	Показані у спеціальних випадках [B]
	Ендоскопічне УЗД	Показані у спеціальних випадках [B]
Інсуліноми	Методи зображення	Показані у спеціальних випадках [B]
<b>3. Сечовидільна та чоловіча статева системи, наднирники</b>		
Макро- або мікрогематурія	УЗД + РГЧП або ВВУ	Показані [B]
Гіпертензія (без очевидного захворювання нирок)	ВВУ	Зазвичай показана [A]
Гіпертензія: у молодих пацієнтів або коли медикаментозне лікування неефективне	УЗД нирок	Показане [B]
	ЯМ ренограми	Показана [C]
	Ангіографія (ЦСА, КТА, або МРА)	Показані у спеціальних випадках [C]
	МРА	Показані у спеціальних випадках [B]
	КТА	Показані у спеціальних випадках [B]
Ниркова Недостатність	УЗД + РГЧП	Показані [B]
	ЯМ	Показана [B]
	КТ	Не показана як стартове обстеження [B]
	ВВУ	Не показана [B]
	МРТ	Показані у спеціальних випадках [C]
Вимірювання ниркової функції: ефективний потік плазми через нирки (ЕПП)	ЯМ	Показані у спеціальних випадках [B]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ) відносна функція нирковий транзит	ЯМ	Показані у спеціальних випадках [A]
	ЯМ	Показані у спеціальних випадках [A]
	ЯМ	Показані у спеціальних випадках [B]
Ниркова колька, біль у попереку	КТ	Показані [B]
	ВВУ	Показані [B]
	УЗД або РГЧП	Показані тільки в специфічних випадках [B]
Камені в нирці (при відсутності гострої кольки)	РГЧП / КТ	Показані [B]
	УЗД	Показані тільки у специфічних випадках [B]
Об'ємне утворення нирки	УЗД	Показане [B]
	ВВУ	Зазвичай не показана [C]
	КТ	Показана [B]
	МРТ	Спеціалізовані дослідження [B]
Обструкція сечовивідних шляхів	ВВУ	Показана у спеціальних випадках [B]
	УЗД	Показане [B]
	ЯМ	Показана [B]
Простатизм (синдром порушення сечовипускання і розлади інших функцій організму при захворюваннях передміхурової залози)	УЗД	Показане [B]
	ВВУ	Зазвичай не показана [B]
Злоякісне новоутворення простати	УЗД	Показане у спеціальних випадках [B]
Затримка сечовипускання	УЗД	Показане [C]
	ВВУ	Звичайно не показана [C]
Утворення в калитці або наявність болю	УЗД	Показане [B]
Перекрут яєчка	УЗД	Показане у спеціальних випадках [C]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [C]
Інфекція сечових шляхів у дорослих (для дітей – див. розд. Н)	УЗД + РГЧП	Зазвичай не показані [B]
	ВВУ	Показане у спеціальних випадках [B]
	КТ	Показане у спеціальних випадках [B]
Пухлини мозкового шару наднирників	КТ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Оцінка трансплантації нирок	ЯМ	Показана [B]
Ураження коркового шару надниркових залоз, хвороба Кушинга та Конна і синдроми	КТ, ЯМ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
<b>I. Акушерство і гінекологія</b>		
<i>Прим. Трансвагінальна (ТВ) УЗ-апаратура повинна бути у всіх відділеннях, де виконується УЗД таза</i>		
Скринінг при вагітності	УЗД	Показане [C]
Імовірна вагітність	УЗД	Зазвичай не показане [C]
Підозра на позаматкову вагітність	УЗД	Показане [B]
Можлива нежиттєздатна вагітність	УЗД	Показане [C]
Постменопаузальна кровотеча: для виключення підозри на патологію ендометрію	УЗД	Показане [B]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Підозра на новоутворення таза	УЗД	Показане [С]
Біль в ділянці таза, включаючи припустиме запальне захворювання таза, і підозра на ендометріоз	УЗД	Показане [С]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [В]
Втрата внутрішньоматкової спіралі (ВМС)	УЗД	Показане [С]
	РГЧП	Показана у спеціальних випадках [С]
Повторювані викидні	УЗД	Показане [С]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [С]
Безпліддя	УЗД	Показане [С]
Підозра на диспропорцію розмірів таза у вагітної	РГ	Зазвичай не показана [В]
	Пельвіометрія	
	МРТ або КТ	Показані у спеціальних випадках [С]
<b>К. Захворювання молочної залози</b>		
<b>Пацієнти баз клінічних симптомів</b>		
Скринінг	Мамографія	Різні данні [А]
Рак молочної залози у родичів	Мамографія	Показана у спеціальних випадках [С]
Жінки < 50 років з гормонозалежною пухлиною (ГЗП) або у яких підозрюється ГЗП	Мамографія	Зазвичай не показана [А]
Жінки, які не мають симптомів після пластичної операції по збільшенню молочної залози	Мамографія	
<b>Пацієнти з клінічною симптоматикою</b>		
Клінічна підозра на рак молочної залози (діагноз)	Мамографія	Показана [В]
	УЗД	Показане у спеціальних випадках [В]
	ЯМ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [В]
Поширена припухлість (набряклість), генералізований біль у молочній залозі, болючість при пальпації /обширна втягнутість соска	Мамографія або УЗД	Зазвичай не показані [С]
Масталгія, пов'язана з менструальним циклом	Мамографія	Зазвичай не показана [В]
Пластична операція по збільшенню молочної залози	УЗД	Показане [В]
	МРТ або ЯМ	Показані у спеціальних випадках [В]
Хвороба Педжета соска	Мамографія	Показана [С]
Запальне захворювання молочної залози	УЗД	Показане [В]
	Мамографія	Показана у спеціальних випадках [С]
Рак молочної залози – стадіювання; стан пахвових лімфовузлів Стадіювання: загальне	ЯМ молочної залози / пахвових лімфовузлів	Показана у спеціальних випадках [С]
	ЯМ скелета	Показана [В]
	УЗД печінки	Зазвичай не показане [С]
Рак молочної залози Спостереження (контроль)	Мамографія	Показана [А]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
<b>Л.Травма</b>		
<b>Голова: Загальні проблеми травми голови</b>		
<i>Травма голови:</i>		
Ключові питання при наданні допомоги та вирішення клінічних проблем при травмі голови:		
Потоколи обстеження пацієнта при травмі голови повинні постійно переглядатися і змінюватися залежно від наявності КТ, відстані транспортування до нейрохірургічного центру і т.д. Рекомендації, наведені тут, при необхідності після консультацій з найближчим нейрохірургічним центром повинні бути адаптовані з урахуванням місцевих умов і політики.		
<b>Основні клінічні й тактичні питання, які треба з'ясувати:</b>		
<i>Клінічні:</i>		
• Чи є симптоми пошкодження головного мозку?		
• Чи є симптоми внутрішньочерепної кровотечі або підвищеного внутрішньочерепного тиску?		
• Чи є клінічні симптоми перелому черепа? Чи є інші симптоми/залучені ділянки організму?		
<i>Тактичні:</i>		
• Чи потребує пацієнт доставки до лікарні для обстеження? Чи необхідне КТ-дослідження?		
• Чи необхідна консультація нейрохірурга?		
Ці питання визначають стратегію надання допомоги пацієнтові. Рішення, що приймаються стосовно необхідності променевих досліджень, не можуть бути відділені від загальних (організаційних) питань, таких як госпіталізація.		
Основні показання для госпіталізації: сплутана або пригнічена свідомість; ознаки перелому при РГЧ; неврологічні симптоми або ознаки: напади; витікання спинномозкової рідини (СМР) чи кровотеча з носа або вуха; порушення згортання крові; утруднення при догляді дорослих удома: пацієнти, за якими в домашніх умовах важко доглядати (підозра на навмисну травму у дітей, наркотики, алкоголь та ін.) При прийнятті рішення про доставку на обстеження променева діагностика в цьому випадку не є терміною, і пацієнт буде краще обстежений, коли він тверезий і активний. Застосування КТ в якості першого дослідження зростає для пацієнтів із середнім ризиком внутрішньочерепної травми; у цьому випадку в РГЧ зазвичай немає необхідності.		
Труднощі в інтерпретації зображення або в наданні допомоги пацієнтові можуть бути розв'язані при направленні знімків через системи, які передають їх у відповідні неврологічні дослідницькі центри.		
<b>Внутрішньочерепні порушення, що передбачають необхідність термінової нейрохірургічної допомоги:</b>		
• Високий або змішаний ступінь внутрішньочерепного пошкодження		
• Зміщення серединних структур (тобто третього шлуночка)		
• Облітерація третього шлуночка		
• Відносне розширення правого бокового шлуночка (-ів)		
• Облітерація базальних цистерн		
• Повітря всередині черепа		
• Субарахноїдальна або внутрішньошлуночкова кровотеча		
<b>Діти</b>		
Травма голови відносно часто трапляється у дітей; у більшості випадків це не серйозна травма: у проведенні променевої діагностики та госпіталізації немає необхідності. Візуалізація необхідна, якщо була втрата свідомості, присутні неврологічні ознаки або симптоми (виключаючи одноразове блювання) чи спостерігалася неадекватна або неконтрольована поведінка. Проведення КТ є найпростішим шляхом для виключення серйозного ушкодження мозку. Якщо припускається, що травма отримана не при нещасному випадку, то потрібна РГЧ як складова огляду скелета. У доповнення далі може знадобитися МРТ головного мозку для подальшого документального підтвердження давності травми.		



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
<b>Голова: Низький ризик внутрішньочерепного пошкодження</b>		
Повна орієнтація • Немає амнезії • Немає неврологічних дефектів • Немає серйозних скальпованих ран голови • Немає гематоми	РГЧ	Зазвичай не показана [С]
	КТ	Зазвичай не показана [С]
<b>Голова: середній ризик ушкодження</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Втрата свідомості або амнезія</li> <li>• Інтенсивні механізми травми</li> <li>• Гематома м'яких тканин голови, набряк або рвана рана, що проникає до кістки, розміром &gt; 5 см</li> <li>• Неврологічні симптоми або ознаки (включаючи головний біль, дворазове і частіше блювання, повторення симптомів)</li> <li>• Невідповідність даних анамнезу або обстеженню (епілепсія /алкоголь/діти /тощо).</li> <li>• Діти до 5 років: підозра на навмисні травми, випинання тім'ячка, напружене тім'ячко, падіння з висоти більше ніж 60 см або на дуже тверду поверхню</li> </ul>	КТ або РГЧ	Показані [В]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підозра на наявність стороннього тіла (СТ) або проникаюча травма черепа</li> <li>• Втрата орієнтації і/або пригнічення свідомості</li> <li>• Вогнищеві неврологічні симптоми/ознаки</li> <li>• Судомні напади</li> <li>• Перелом черепа або «розширення» швів на РГЧ</li> <li>• Витікання СМР із носа або СМР/кровотеча із зовнішнього слухового проходу</li> <li>• Нестабільний системний стан (організму), що перешкоджає переведенню у неврологічне відділення</li> <li>• Неверифікований діагноз</li> </ul>	КТ	Показана [В]
<b>Голова: Дуже високий ризик внутрішньочерепного пошкодження</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потьмарення свідомості або неврологічні ознаки (напр., зміни зіниць)</li> <li>• Триваюча сплутаність свідомості або кома, незважаючи на реанімаційні заходи</li> <li>• Випинання тім'ячка або розходження швів</li> <li>• Відкрита чи проникаюча травма, вдавнений або відкритий перелом</li> <li>• Перелом основи черепа</li> </ul>	КТ	Показана [В]
Травма носа	РГЧ, РГ кісток обличчя, РГ кісток носа	Зазвичай не показані [В]
Травма очниць: пошкодження тупим предметом	РГ кісток обличчя	Показана [В]
Травма очниць: проникаюче поранення	РГ очниць	Показана [С]
	УЗД або КТ	Показані у спеціальних випадках [В]
Травма середньої третини обличчя	РГ кісток обличчя	Показана [В]
	Низькодозова КТ	Показана у спеціальних випадках [В]
Травма нижньої щелепи	РГ нижньої щелепи або ортопантомографія (ОПГ)	Показані [С]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
<b>Шийний відділ хребта</b>		
Тільки при травмі голови та /або обличчя без втрати свідомості	РГШ (шийного відділу) хребта	Зазвичай не показана [B]
Травма голови з втратою свідомості	РГШ хребта	Показана [B]
Травма ший: з больовим синдромом	РГШ хребта	Показана [B]
Травма ший: з неврологічними порушеннями	КТ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
	РГ	Показана [B]
	МРТ	Показана [B]
Пошкодження ший: з больовим синдромом, але первісна РГ в нормі; підозра на пошкодження зв'язок	РГШ хребта; при флексії (згинанні) і розтягу (розгинанні)	Показана у спеціальних випадках [B]
<b>Грудний і поперековий відділи хребта</b>		
Травма; без больового синдрому, без неврологічних порушень (дефіциту)	РГ	Зазвичай не показана [B]
Травма: з больовим синдромом, немає неврологічних порушень (дефіциту) або пацієнт не може бути оцінений	РГ ділянки локалізації больової чутливості	Показана [B]
Травма: з неврологічними порушеннями (дефіцитом) — больовим синдромом	РГ	Показана [B]
	МРТ	Показана [B]
<b>Таз і крижі</b>		
Нездатність піднімати важкі предмети	РГТ (таза) — РГ головки стегна в бічній проекції	Показані [C]
Кровотеча з сечівника і пошкодження таза	Ретроградна уретрографія	Показана [C]
Травма куприка або крижової кістки	РГ куприка	Зазвичай не показана [C]
<b>Верхні кінцівки</b>		
Травма плечового суглоба	РГ плеча	Показана [B]
Травма ліктьового суглоба	РГ ліктьового суглоба	Показана [B]
Травма зап'ястя	РГ зап'ястя	Показана [B]
	ЯМ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
Пошкодження колінного суглоба (травма при падінні/ травма тупим предметом)	РГ колінного суглоба	Зазвичай не показана [B]
Пошкодження гомілковостопного суглоба (ГСС)	РГ ГСС	Зазвичай не показана [B]
Пошкодження стопи	РГ стопи	Зазвичай не показана [B]
Стресовий (при навантаженні) перелом	РГШ	Показана [B]
	ЯМ або МРТ	Показані [B]
<b>Стороннє тіло (СТ)</b>		
Пошкодження м'яких тканин: ЧТ (метал, скло, фарбоване дерево)	СТ РГ	Показана [B]
Пошкодження м'яких тканин СТ (пластик, дерево)	РГ	Зазвичай не показана [B]
	УЗД	Показане [B]
Проковтнуті СТ знаходяться імовірно в ділянці гортані чи верхнього відділу стравоходу (для дітей див. розділ М)	РГ м'яких тканин ший	Показана [C]
	РГЧП	Зазвичай не показана [B]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Проковтнуті СТ: гладенькі і невеликі (напр., монети)	РГГК	Показана [B]
	РГЧП	Зазвичай не показана [B]
Гострі або потенційно отруйні проковтнуті СТ: (напр., батарейки)	РГЧП	Показана [B]
	РГГК	Зазвичай не показана [B]
Проковтнуті СТ: великі предмети (напр., зубний протез)	РГГК	Показана [B]
<b>Грудна клітка</b>		
Травма грудної клітки: легкого ступеня тяжкості	РГГК	Зазвичай не показана [B]
Травма грудної клітки: середнього ступеня тяжкості	РГГК	Показана [B]
	КТ	Спеціалізоване дослідження [B]
Колота травма	РГГК	Показана [B]
Перелом груднини	РГ груднини в бічній проекції	Показана [C]
<b>Черевна порожнина (включаючи нирки)</b>		
Пошкодження тупим або колючим предметом	РГЧП у положенні лежачи + РГГК положенні стоячи	Показані [B]
Травма нирки	Методи візуалізації УЗД ЯМ	Показані [B]
	КТ	Показані [B]
<b>Політравма</b>		
Політравма — загальний скринінг для пацієнтів без свідомості або зі сплутаною свідомістю	РГ шийного відділу хребта РГГК, РГ таза, КТ голови	Показані [B]
Політравма — черевна порожнина /таз	РГГК, РГ таза	Показані [B]
	КТ черевної порожнини	Показана [B]
Обширна травма — грудна клітка	РГГК	Показана [B]
	КТ грудної клітки	Показана [B]
<b>М. Злоякісні новоутворення</b>		
<p>Багато клінічних проблем, пов'язаних з діагностикою раку, нині частково вирішуються в рамках окремої локалізації. Нижче наведена коротка інформація про застосування зображення в діагностиці, визначенні стадії (стадіюванні) та спостереження при деяких основних первинних злоякісних утвореннях. Злоякісні захворювання у дітей не включені в цей розділ, тому що проведення обстеження та лікувальна тактика для пацієнтів цієї категорії завжди перебувають на особливому рівні і під особливим контролем. <b>Для раку молочної залози (див. розділ. I) РГГК</b> необхідна при більшості злоякісних утворень для виявлення можливих метастазів у легені.</p> <p><b>Метастази.</b> У цьому розділі менше уваги приділено променевому навантаженню при використанні методів зображення. РГГК також є частиною багатьох протоколів спостереження (напр., при ураженні яєчників). Часто бувають необхідні контрольні дослідження для моніторингу прогресування процесу (напр., після хіміотерапії); у деяких клініках більше керуються протоколами досліджень, ніж клінічною необхідністю, і, таким чином, контрольні дослідження повинні відповідно обґрунтовуватися.</p>		
<b>Привушна залоза</b>		
Діагностика	УЗД	Показане [B]
	МРТ або КТ	Показане [B]
	ПЕТ	Не показане [B]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Стадіювання	МРТ або КТ	Показані [B]
<b>Гортань</b>		
Діагностика	Методи візуалізації	Зазвичай не показані [B]
Стадіювання	КТ або МРТ	Показані [B]
<b>Щитоподібна залоза</b>		
Діагностика	УЗД і ЯМ	Показані [A]
Стадіювання	КТ або МРТ	Показані [B]
	ЯМ	Показана [B]
<b>Рот та глотка</b>		
Діагностика	КТ або МРТ	Показані [B]
Стадіювання	КТ або МРТ	Показані [B]
	ПЕТ	Спеціалізоване дослідження [B]
<b>Легеня</b>		
Діагностика	РГГК в задньопередній і бічній проекціях	Показана [B]
	КТ	Показана в спеціальних випадках [B]
Стадіювання	КТ грудної клітки, верхнього відділу черевної порожнини	Показана [B]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
<b>Стравохід</b>		
Діагностика	Дослідження з барієвою суспензією	Показане [B]
Стадіювання	КТ	Показана [B]
	Трансезофагеальне УЗД	Показане [A]
<b>Шлунок</b>		
Діагностика	Ендоскопія / дослідження з барієм	Показане [B]
Стадіювання	КТ	Показане [B]
<b>Печінка: первинне ураження</b>		
Діагностика	УЗД	Показане [B]
	МРТ або КТ	Показані [B]
Стадіювання	МРТ або КТ	Показані [B]
<b>Печінка: вторинне ураження</b>		
Діагностика	УЗД [0]	Показане [B]
	КТ або МРТ	Показані [B]
<b>Підшлункова залоза</b>		
Діагностика	Методи візуалізації	Показані [B]
Стадіювання	КТ або МРТ черевної порожнини	Показані [B]
<b>Товста і пряма кишка</b>		



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Діагностика	Бар'єрна клізма або колоноскопія	Показані [B]
	КТ	Спеціальні дослідження [B]
Стадіювання	УЗД	Показане [B]
	КТ або МРТ черевної порожнини, таза	Показані [B]
Рецидив	УЗД печінки КТ або МРТ черевної порожнини, таза	Показане [B] Показані [B]
	ЯМ	Показана в спеціальних випадках [B]
<b>Нирки</b>		
Діагностика	РГГК	Показане [C]
	УЗД	Показане [B]
	ВВУ	Не показане [B]
	КТ	Показане [B]
	МРТ	Спеціальні дослідження [B]
Стадіювання	КТ або МРТ черевної порожнини	Показані [B]
	КТ грудної клітки	Зазвичай не показана [B]
	ЯМ	Показана в спеціальних випадках [C]
Рецидив	КТ черевної порожнини	Показана [B]
<b>Сечовий міхур</b>		
Діагностика	Методи Візуалізації УЗД	Зазвичай не показані [B] Показані в спеціальних випадках [B]
Стадіювання	ВВУ	Показана [B]
	КТ або МРТ черевної порожнини і таза	Показані [B]
<b>Передміхурова залоза</b>		
Діагностика	Трансректальне УЗД	Показане [B]
Стадіювання	МРТ / КТ таза	Показані у спеціальних випадках [B]
	ЯМ	Показана [A]
<b>Яєчка</b>		
Діагностика	УЗД	Показане [B]
Стадіювання	КТ грудної клітки, черевної порожнини, таза	Показана [B]
Спостереження	КТ черевної порожнини	Показана [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [C]
<b>Яєчники</b>		
Діагностика	УЗД КТ / МРТ черевної порожнини, таза	Показане [B]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Стадіювання	КТ черевної порожнини, таза	Показані в спеціальних випадках [B]
	МРТ черевної порожнини, таза	Показані в спеціальних випадках [B]
	ПЕТ	Показані в спеціальних випадках [B]
Спостереження	КТ черевної порожнини, таза	Показана в спеціальних випадках [B]
<b>Матка: шийка</b>		
Діагностика	Методи візуалізації	Зазвичай не показані [B]
Стадіювання	МРТ або КТ черевної порожнини і таза	Показані [B]
	ПЕТ	Використовують в специфічних випадках [B]
Рецидив	МРТ або КТ черевної порожнини і таза	Показані в спеціальних випадках [B]
<b>Матка: тіло</b>		
Діагностика	УЗД або МРТ	Показані [B]
Стадіювання	МРТ або	Показані в спеціальних випадках [B]
	КТ	Не показане [B]
<b>Лімфома</b>		
Діагностика	КТ	Показана [B]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Стадіювання	КТ грудної клітки, черевної порожнини, таза	Показана [B]
Спостереження	КТ або	Показана [B]
	МРТ	Показана [B]
	ЯМ	Показана в спеціальних випадках [B]
<b>Пухлини опорно-рухового апарату</b>		
Діагностика	РГ + МРТ	Показані [B]
Стадіювання	МРТ ділянки ураження + КТ грудної клітки	Показані в спеціальних випадках [C]
	ПЕТ	Показані в спеціальних випадках [C]
<b>Метастази при неуточненій первинній локалізації пухлини</b>		
Діагностика первинного ураження "Рак з неуточненою первинною локалізацією" — це діагноз виключення, а не діагноз як самостійна одиниця. Гістологічне обстеження є ключовим проявом. Місце первинної пухлини і лікування пухлини, напр., лімфоми, пухлини з зародкових клітин, пухлин голови і шиї. Якщо початково визначили місце метастазів, то можна визначити ймовірне походження, напр., ураження у верхніх шийних вузлах — первинна пухлина може бути в ділянці голови і шиї, ураження пахвових лімфатичних вузлів — з молочної залози, ракові клітини в асцитичній рідині — з раку яєчників у жінок	Методи візуалізації	Зазвичай не показані [C]
	РГК	Показана [B]
	КТ грудної клітки, живота і таза	Показані в спеціальних випадках [B]
	Мамографія	Використовують у специфічних випадках [B]
	МРТ грудей	Показані в спеціальних випадках [B]
	ПЕТ голови і шиї, наддіафрагмального простору або всього тіла	Показані в спеціальних випадках [B]



Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
<b>Молочна залоза – див. розділ К</b>		
<b>Н. Педіатрія</b> <i>Мінімальне променеве навантаження на дітей, особливо з довгостроковими проблемами (при травмах голови у дітей див. розділ Травма Л)</i>		
Вроджені порушення	МРТ	Показана [С]
Аномальний зовнішній вигляд голови / Гідроцефалія Незвичайні шви	УЗД РГЧ	Показане [В] Показана у спеціальних випадках [С]
Епілепсія	РГЧ	Зазвичай не показана [В]
	МРТ або ЯМ	Показані у спеціальних випадках [В]
Глухота у дітей	КТ МРТ	Показані у спеціальних випадках [С]
Гідроцефалія. Порушення функції шунта	РГ	Показана [В]
	УЗД або МРТ	Показані [В]
Затримка розвитку Церебральний параліч	МРТ черепа	Показана в спеціальних випадках [В]
Головний біль	РГЧ	Зазвичай не показана [В]
	МРТ або КТ	Показані у спеціальних випадках [В]
Синусит	РГ синусів	Зазвичай не показана [В]
<b>Шия і хребет травма (див. розділ К)</b>		
Кривошия без травми	РГ	Зазвичай не показана [В]
	УЗД	Показане [В]
Біль у спині або шиї	РГ	Зазвичай не показана [В]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [В]
	МРТ	Показана у спеціальних випадках [В]
Розщелина хребців невідомого походження ( <i>spina bifida occulta</i> )	РГ	Зазвичай не показана [В]
Надмірний волосяний покрив, западина в ділянці крижової кістки	РГ	Зазвичай не показана [В]
	УЗД	Показане [В]
	МРТ	Показане у спеціальних випадках [В]
Неонатальний гіпотиреоїдизм	ЯМ	Показане у спеціальних випадках [В]
<b>Кістково-м'язова система</b>		
Травма, отримана не в результаті нещасного випадку. Дитяча необережність (травма голови див. розділ Л)	РГ пошкоджених ділянок	Показано [В]
	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [В]
Пошкодження кінцівки: дослідження протилежної сторони для порівняння	РГ	Зазвичай не показана [В]
Маленький зріст, недостатній розвиток	РГ для встановлення "кісткового віку"	Показана з відповідними інтервалами [В]
Болючість у стегні	УЗД	Показане [В]
Кульгавість	РГ таза	Показано [С]
	УЗД або ЯМ або МРТ	Рекомендовані у спеціальних випадках [В]

Клінічна проблема	Дослідження	Рекомендації (ступінь доказовості)
Локальний біль у кістці	РГ або УЗД	Показані [B]
	ЯМ або МРТ	Показані у спеціальних випадках [B]
Хрускіт у стегні. Зміщення	УЗД	Показане [B]
Хвороба Осгуда – Шлаттера	РГ коліна	Зазвичай не показана [C]
<b>Кардіоторакальна ділянка</b>		
Гостре інфекційне захворювання органів дихання	РГГК	Зазвичай не показана [B]
Рецидивуючий кашель з мокротинням	РГГК	Зазвичай не показана [B]
Сторонні тіла СТ дихальних шляхів (підозра) <b>див. розділ К</b>	РГГК	Показана [B]
Хропіння або свист	РГГК	Зазвичай не показана [B]
Гострий круп (стридор)	РГ шиї	Зазвичай не показана [B]
Серцеві шуми	РГГК	Зазвичай не показане [C]
<b>Травний тракт – див. також розділ Ж для загальних проблем у черевній порожнині</b>		
Інвагінація	РГЧП	Показана [C]
	Подальше дослідження	Показане у спеціальних випадках [B]
Проковтнуте СТ ( <b>див. розділ Л</b> )	РГЧП	Зазвичай не показана [C]
	РГГК (включаючи шию)	Показана [C]
Травма черевної порожнини середньої тяжкості	РГЧП	Зазвичай не показана [C]
Блювання «фонтаном»	УЗД	Показане [A]
Рецидивуюча блювота	Контрастне дослідження верхніх відділів травного тракту	Зазвичай не показане [C]
Персистоюча (стійка) жовтяниця у новонароджених	УЗД та ЯМ	Показане [B] Показана [B]
Кровотеча з прямої кишки	ЯМ	Показана у спеціальних випадках [B]
Закреп	РГЧП	Зазвичай не показаний [C]
	Контрастна клізма	Зазвичай не показана [B]
Пальповане утворення у черевній порожнині/тазі	УЗД та РГЧП	Показані [B]
<b>Сечовидільна система</b>		
Енурез	Методи дослідження	Зазвичай не показана [B]
	УЗД	Показане [B]
Триваюче зволоження (сечею)	ВВУ	Показане [B]
	УЗД	Показане [B]
Неопущене яєчко	УЗД	Показане [B]
Аntenатальна діагностика дилатації сечовидільних шляхів	УЗД	Показане [B]
Доведена (верифікована) інфекція сечових шляхів	Зображення — УЗД / ЯМ / цистографія	Показані у спеціальних випадках [C]



**РЕЗЮМЕ.** У Директивах з питань медичного опромінення (97/43/Euratom) закладені основні принципи радіаційного захисту населення щодо медичного опромінення. У відповідності зі статтею 6 (2) Директив від країн-членів вимагається підтвердження, що рекомендації стосовно критеріїв призначень медичного опромінення будуть доступні для осіб, що призначають медичне опромінення.

Видання складається з рекомендацій і критеріїв призначень, які повинні використовуватися всіма фахівцями системи охорони здоров'я, що мають право направляти пацієнтів на променеве дослідження, яке буде для них найбільш оптимальним і виправданим.

Це видання базується на попередньому виданні, опублікованому Королівською Колегією радіології Великобританії в 1998 р. під назвою "Поліпшення використання відділу клінічної радіології: Керівництво для лікарів". Видання перероблено різними групами експертів, що представляють європейську радіологію і ядерну медицину, і в подальшому може бути адаптоване в якості моделі критеріїв призначень у країнах-членах ЄС.

Дані критерії призначень не є зобов'язуючими для країн-членів ЄС, а є частиною багатьох технічних посібників, спрямованих на полегшення застосування Директив з питань медичного опромінення. Різні зміни і доповнення можуть знадобитися залежно від місцевих умов практичної охорони здоров'я та можливостей.

Постійне застосування рекомендацій такого типу повинне привести до поліпшення клінічної практики, зменшення кількості направлень на дослідження і, таким чином, до зниження пов'язаної з ним дози медичного опромінення.

# ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Абсцес .....	167	Артрит ревматоїдний .....	173
> легені .....	230	Артрит-артрози асептичні .....	174
> нирки .....	366	Ателектаз .....	218–220
> щитоподібної залози .....	447	Атеросклероз .....	270, 281
Авторадіографія .....	105	> аорти .....	281
Адамантинома .....	464	> вінцевих артерій серця .....	261, 276
Аденома		Атрофія кісткова .....	157
> гіпофіза .....	433	> від тиску .....	157
молочних залоз .....	403–405	> ексцентрична .....	157
> нирки .....	357, 369	> концентрична .....	157
Аденоматоз .....	403	Ахалазія стравоходу .....	298
Активність радіоактивної речовини .....	22	Безпека радіаційна .....	29–32
Аналіз		Беккерель .....	19, 40
> імунорадіометричний .....	113	Бергоньє – Трібондо правило .....	39
> радіоімунологічний .....	105, 450	Бехтерева хвороба див. Спондильоз	
> радіорецепторний .....	105	Бінуклідні радіонуклідні дослідження .....	112
Ангіографія		Бластоматозний ріст .....	160, 161, 179–182
> легенів див. Ангіопульмонографія		Броді абсцес .....	167, 168
> нирок .....	353	Бронхаденіт .....	241
Ангіопульмонографія .....	204	> інфільтративний .....	241
Аневризма		> пухлиноподібний .....	241
> аорти .....	277–282, 472	Бронхіт .....	229
> середньої мозкової артерії .....	428	Бронхографія .....	204, 243
> серця .....	277, 284	Бронхоектази .....	229
Анкілоз		Бронхоектатична хвороба .....	229
> кістковий .....	169, 173	<i>Бронхопневмонія див. Пневмонія вогнищева</i>	
> фіброзний .....	169, 173	Бронхостеноз .....	217
Аномалії		> вентиляний .....	217
> грудних залоз .....	399	> клапанний .....	217
> легеневих вен .....	205	> повний .....	217
> матки .....	382	Вагітність позаматкова трубна .....	398
> нирок .....	355, 360, 369	Варикозне розширення вен стравоходу .....	300, 301
> сечоводів .....	360, 369	Вентрикулографія .....	260, 275
> яечок .....	388	Взаємодія іонізуючих випромінювань .....	23
> Антрум-гастрит див. <i>Гастрит антральний</i>		> квантового .....	23, 25
Аортальна недостатність див.		> корпускулярного .....	24
<i>Недостатність клапана аорти</i> .....		> нейтронів .....	24
Аортографія .....	261, 284	> протонів .....	24
Апендицит .....	320	Вивих .....	188
Аплазія нирки .....	360	> повний .....	191
		> неповний .....	188, 469



> природжений.....	163
Виразка	
дванадцятипалої кишки .....	314–317
шлунка .....	299, 306–308, 310
Відділення .....	41, 42
> променевої терапії.....	42
> радіологічні.....	41
> радіонуклідної діагностики.....	41
> рентгенівської діагностики.....	41
> ультразвукової діагностики.....	41
Відкрита артеріальна протока див.	
Протока артеріальна незарощена.....	
Випромінювання іонізуючі.....	22
> властивості.....	22
> вторинноіонізуючі .....	23
> квантові.....	22, 23
> корпускулярні .....	22
> первинноіонізуючі .....	23
> рідкоіонізуючі.....	23
> фотонні.....	22
> щільноіонізуючі.....	23
Висота судинного пучка .....	262
Вогнище Гона.....	235, 236
Водянка	
> оболонки яєчка .....	388, 389
> суглоба.....	170
Гамма-топографи .....	100
Гамма-хронографи.....	100
Гастрит.....	305
> антральний.....	305
> Менетріє .....	307
> поліпозний.....	306
> ригідний антральний.....	305, 306
> супутній при виразковій хворобі .....	306
> універсальний.....	305, 306
Гаус(и).....	136
Гемангіома .....	128, 175, 177, 334, 466, 467
Гематома внутрішньомозкова .....	427, 428
Гемоторакс.....	220, 248, 249
Гемофілія.....	174, 175
Генератор радіонуклідів .....	51, 97
Гепатит.....	329–330
Гепатоз.....	331, 332
Гідронефроз.....	361, 364, 365, 369, 370
Гідроперикард.....	280, 281
Гідропневмоторакс.....	248, 250
Гідроцеле див. Водянка оболонки яєчка	
Гіперостоз .....	156–158
Гіперплазія ендометрія.....	390
Гістеросальпінгосцинтиграфія .....	383
Гольцкнехта – Якобсона симптом .....	217, 225
Гомілка шаблевидна .....	172
Гона <i>вогнище див. Вогнище Гона</i>	
Дегенеративно-дистрофічні	
захворювання суглобів.....	192, 193
Дезорієнтація кісткової структури .....	161
Декстрокардія .....	275, 276
Денситометрія.....	147
Деструкція кістки.....	171, 172, 179, 180
Деформація	
> зони росту.....	185, 186
> кіркового шару.....	170, 175, 182, 188
Джерела іонізуючих випромінювань .....	50
> нерадіонуклідні .....	50
> радіонуклідні .....	50
> закриті .....	50
> відкриті .....	50
Дивертикул .....	299
дванадцятипалої кишки .....	315–317
> сечового міхура .....	264
> стравоходу.....	299
> товстої кишки.....	320
> шлунка.....	310
Дивертикуліт .....	320
Дивертикульоз .....	320
Дилатація.....	267, 268, 270
> ниркових чашечок див. Гідронефроз	
> ниркової миски див. Гідронефроз	
> серця .....	267, 268, 270
> сечових шляхів див. Гідронефроз	
> чашечково-мискової системи.....	352, 369
Дискінезія.....	265, 298, 328
> жовчних шляхів.....	328
> сечових шляхів.....	365
> стравоходу.....	298
Дистопія нирки.....	359, 361, 362
> грудна .....	361
> клубова.....	361
> поперекова .....	361
> тазова.....	362
Динамічна інфузійна кавернозографія.....	382
Дисемінація .....	222, 235, 239
> обмежена .....	222
> розповсюджена .....	222

Доза іонізуючих випромінювань.....	25	► фотоелектричний .....	23
► граничнодопустима .....	31	Ефективність променевої терапії.....	63
► еквівалентна.....	25, 26	Ехінокок.....	328, 331–332
► експозиційна.....	25	► печінки .....	328, 331, 332
► ефективна .....	26	Ехогенність .....	126
► ефективна популяції.....	27	Загальна ангіокардіографія .....	260
► індивідуальна.....	25	Закон постійності радіоактивного розпаду.....	21
► індикаторна.....	97	Залога (и)	
► інтегральна поглинута.....	25	► підшлункова.....	304, 326, 339, 340
► колективна .....	26	► прищитоподібні.....	449
► осередкова .....	54, 72	► слинні .....	288–290
► разова.....	54, 71–72	► щитоподібна .....	107, 108, 440, 449
► сумарна.....	54, 72	Здуття.....	159, 160
► поглинута.....	25	Зміщення кісткових відламків.....	161
► толерантна.....	56, 58	Зоб.....	445
► шкірна.....	56, 58	► внутрішньогрудний .....	445
► внутрішніх органів .....	58	► ендемічний .....	445
► шкірна .....	54	► загрудинний.....	445
► разова.....	54	► “пірнаючий” .....	445
► сумарна.....	54	Зондування серця.....	260
Дозиметрія.....	25, 27–30	Ілеїт термінальний .....	315
Дозиметрична характеристика іонізуючих		Інсульт.....	430, 431
випромінювань .....	69, 75	► геморагічний.....	431
Доплерографія .....	127, 352, 400	► ішемічний.....	430
Дуктографія .....	400	Інтервенційна радіологія .....	125, 134, 135
Дуплексна сонографія.....	127	Інфаркт	
Ебурнеація.....	167, 168	► легені.....	220
Езофагіт .....	295, 298, 299	► міокарда .....	106, 109, 112, 276, 277
Ектопія яєчка .....	388	Інфільтрат	
Електроннооптичний перетворювач .....	454	► апендикулярний.....	294
Електрорентгенографія .....	124	► підключичний.....	238
Емболія .....	207, 252	► хмароподібний .....	235, 238
Емфізема.....	217, 228	Каверна легенева .....	239, 240
► легенів.....	217, 228	Кавернозографія.....	382
► міжм’язова.....	249	Кальве хвороба .....	193, 194
► підшкірна.....	249	Кардіоміопатія.....	275
Ендартеріт облітеруючий.....	283	► гіпертрофічна .....	276
Ендометриоз .....	392	► застійна .....	276
Ендометрит .....	392	► ідіопатична.....	275
Епіфізеоліз .....	186, 189	Кардіоспазм .....	299
Епулід .....	465	Карієс зубів .....	458
Епуліс .....	465	Карциноз легенів міліарний.....	246, 247
Етапи радіаційного пошкодження.....	35	Категорії пацієнтів.....	31
Ефекти дії іонізуючого випромінювання		Кіста	
► безпосередні.....	38, 56	► ехінококова .....	328, 331, 332
► віддалені.....	22, 38	► зубна.....	461–463
► Комптона .....	23	► ізольована кісткова .....	178



▶ молочної залози.....	403, 404	▶ корені.....	208
▶ нирки.....	370	▶ сегментарна будова.....	209–215
▶ параоваріальна.....	392	Лейомиома.....	291, 295, 311
▶ печінки.....	332	▶ стравоходу.....	301
▶ підшлункової залози.....	341–343	▶ шлунка.....	310, 311
▶ сечівника.....	363	Лептоменінгіт.....	430
▶ яєчника.....	392	Лімфаденіт.....	235
Клишоногість.....	163, 399	Лімфангіт.....	235, 245
Коефіцієнт		Лінія перелому.....	185–186
▶ лінійної передачі енергії.....	25, 26	Ліпома.....	149, 243, 310, 333, 371, 404
▶ серцево-легеневий.....	262, 266	Магнітний диполь.....	136
Коксит туберкульозний.....	169, 170	Магнітно-резонансна томографія.....	136, 137
Колапс легені див. Ателектаз		▶ перфузійна.....	139
Коліт.....	320	▶ дифузійна.....	139
▶ виразковий.....	321	▶ контрасти.....	129
▶ виразковий неспецифічний.....	320	Мамографія.....	400, 401
▶ спастичний.....	320	Маркери пухлинні.....	113
Конгруентність суглобів.....	169, 188	Мастопатія.....	401, 403, 404
Коніотуберкульоз.....	241	▶ вузлова.....	403, 404
Конкремент		▶ дифузна.....	403, 404
▶ жовчний.....	335, 338	▶ змішана.....	403, 404
▶ нирковий.....	292	▶ кістозна.....	404
▶ коралоподібний.....	368	▶ фіброзна.....	403
▶ сечовий.....	352, 353, 368	Менетріє хвороба.....	307
▶ сечового міхура.....	368	Менінгіома.....	414, 432
▶ слинних залоз.....	289	Метастази.....	71–79
▶ слинних проток.....	289	▶ в легені.....	71–79
Константа розпаду.....	21	▶ в кістки.....	148, 183
Коронарографія.....	261	▶ в лімфатичні вузли.....	355, 391
Коронаросклероз.....	261, 276	Методи	
Кортикальні лакуни.....	463	▶ дозиметрії.....	27
Краніографія.....	411	▶ біологічний.....	27, 29
Крива Брега.....	24, 25	▶ калориметричний.....	29
Критичні органи.....	98	▶ математичний.....	29
Крововилив внутрічерепний див.		▶ напівпровідниковий.....	28
Інсульт геморагічний		▶ нейтронно-активаційний.....	28
Кровотеча		▶ радіюлімінесцентний.....	28
▶ кишкова.....	292, 307	▶ розрахунковий.....	29
▶ легенева.....	235, 239	▶ сцинтиляційний.....	28
▶ плевральна див. Гемоторакс		▶ тепловий.....	29
▶ шлункова.....	307	▶ термолюмінесцентний.....	28
Крона хвороба.....	315	▶ фотографічний.....	28
Ксеростомія.....	288	▶ фотолюмінесцентний.....	28
Курс променевої терапії.....	54, 64	▶ хімічний.....	28
Кюрі.....	20, 22, 27	▶ променевої терапії.....	51–54, 56
Легеневий малюнок.....	209, 216, 223, 224	Мієлографія.....	415
Легені.....	207–220	Мієломна хвороба.....	181, 182, 468

Міозит осифікуючий.....	188, 191	Опромінення.....	50, 54, 55
Міокардіосцинтиграфія.....	109	> безперервне.....	55
Міома матки.....	369, 390	> внутрішнє.....	50
<i>Міопатія див. кардіоміопатія</i>		> дистанційне.....	92
Мітральна недостатність див.		> зовнішнє.....	50
Недостатність лівого передсердно-		> інтенсивно-концентроване.....	54
шлуночкового клапана		> одноразове.....	54
Міхуровий занесок.....	394	> розщепленим курсом.....	54
Мозоль		> фракційне.....	54
> ендостальна.....	190	Ортопантомографія.....	455, 462, 463
> кісткова.....	187, 190	ОСПУ.....	43
> надмірна.....	191	Остеоартропатії при колагенозах.....	173
> остеїдна.....	187	Остеобластокластома.....	465
> періостальна.....	190	Остеопіфізеоліз.....	186, 189
> сполучнотканинна.....	187	Остеома.....	175, 465, 466
Набряк легенів.....	248	> губчаста.....	175
> інтерстиціальний.....	248	> компактна.....	175
> альвеолярний.....	248, 251	Остеомієліт	
Надлом.....	184	> вогнепальний.....	166, 460
Наслідки радіаційного впливу.....	22	> Гарре.....	158, 167
> генетичні.....	35, 36	> гематогенний гострий.....	461
> дії випромінювання на ембріон.....	397	> епіфізарний.....	166
Нейросонографія.....	412	> метафізарний.....	167
Непрохідність		> одонтогенний.....	460
> кишечника.....	322, 323	> первинно-хронічний.....	167
> маткових труб.....	383	> посттравматичний.....	460
Неспецифічний орхіт.....	388	> хронічний.....	167
Нирка (нирки)		Остеопороз.....	156-157, 167, 169
> додаткова.....	360	Остеосцинтиграфія.....	111, 147
> кістозна.....	361	Остеохондрит.....	172
> клубова.....	361	Остеохондроз.....	193
> підковоподібна.....	364	Остеохондрома.....	176, 466, 467
> подвоєна.....	360	ОФЕКТ.....	103
> полікістоз.....	361	Пальцеві втиснення.....	151, 422, 423
> поперекова.....	361	Панарицій.....	72
> тазова.....	361	Панкоста рак.....	243, 245, 247
> торакальна.....	361	Панкреатит.....	341, 342
<i>Нирковокам'яна хвороба див. Сечокам'яна хвороба</i>		> гострий.....	341
Ніша виразкова.....	299, 308	> хронічний.....	342
> контурна.....	299	Паростоз.....	156, 159
> рельєфна.....	308	Педжета хвороба.....	196
Нориця.....	315, 319, 464	Пенетрація виразки.....	315
Норми радіаційної безпеки України.....	30	Первинний туберкульозний комплекс.....	235, 236
Одиниці Гаунсфілда.....	131, 205, 324, 326, 331, 340	Переломи кісток.....	183, 184, 426, 469
Одонтома.....	463, 464	> вогнепальні.....	166, 184
Онкомаркери.....	113	> дитячі.....	186
Опіки стравоходу.....	300	> вклинені.....	186



> підокісні.....	186	Полікістоз нирки.....	362
> загоєння.....	187, 190	Поліп.....	295, 301, 306, 310, 322
> зубів.....	469	Порядок вивчення рентгенограм.....	215
> патологічні.....	177, 184,	> кісток.....	155
> ускладнені.....	188, 191	> легенів.....	215
> ускладнення загоєння.....	188, 191	> нирок.....	365
> хребта.....	428, 429	> серця.....	283
> щелеп.....	469	> травного каналу.....	292, 293
Переломовивих див. вивих.....		Посилення зображення.....	131
Перитоніт.....	295	Потужність дози.....	27, 28
Період.....		> експозиційної.....	25
> ефективний.....	27, 99	> ефективної.....	27
> напіввиведення радіонукліда.....	27	> поглинутої.....	25
> напіврозпаду радіонукліда.....	27	Правило Бергонье – Трібондо.....	39
Періостит.....	172, 181, 468	Принципи захисту від дії іонізуючих випромінювань.....	43
Періостоз.....	158, 179–182	Програма лікування.....	53
Перисцисурит.....	238	> радикальна.....	53
Пертеса хвороба.....	193	> паліативна.....	53
Перфорація виразки.....	307	> симптоматична.....	53
ПЕТ.....	100, 103, 104, 112	Прозорість середовищ.....	216, 226, 228
Підвищення прозорості легені.....	216	Прозорова.....	224, 225
Пієлоектазія.....	396	> доріжка.....	224
Пієлографія.....	140, 376	> симптом.....	225
Пієлонефрит.....	365	Променева діагностика.....	139–141
Пілороспазм.....	305	> методи.....	140
Плеврит.....	230	> принципи.....	140, 141
> ексудативний.....	219, 230, 233, 234	> рівні.....	141
> сухий.....	230	> етапи.....	141
> туберкульозний.....	234, 235, 241	Променева терапія.....	49, 50
Пневмонія.....	229, 230	> методи дистанційні.....	49, 50, 83
> вірусна.....	230	> гамма-ніж.....	49, 50, 83
> казеозна.....	234, 239	> стереотаксична гамма-терапія.....	83
> осередкова.....	230	> джерелами високих енергій.....	80, 81
> паренхіматозна.....	230	> комбіновані.....	104
Пневмоперитонеум.....	135	> комплексна.....	78
Пневморетроперитонеум.....	354	> контактні.....	52
Пневмоторакс.....	225, 226	> внутрішньопорожнинний.....	52
> відкритий.....	225	> внутрішньотканинний.....	49, 52
> закритий.....	225	> радіохірургічний.....	49, 53
> клапанний.....	278	> аплікаційний.....	49, 52
> спонтанний.....	248	> близькофокусна рентгенотерапія.....	70, 71
Пневмоцистографія.....	354	> вибіркового накопичення радіонукліда.....	52, 94
Подагра.....	174	> обґрунтування.....	62, 63
Поліартрит.....		> поєднана.....	92, 94
> ревматоїдний.....	173	> показання.....	65
> сифілітичний.....	172		
Поліграфія.....	125		

▶ принципи.....	49-50, 52, 54	П'єзоперетворювач.....	126
▶ протипоказання.....	65, 66	Радіаційний визначальний чинник.....	25, 26
▶ пухлин.....	62	Радіоактивні відходи.....	46
▶ метастазів щитоподібної залози.....	93	▶ знешкодження.....	46
▶ множинних метастазів у кістки.....	93	Радіовентрикулографія.....	109, 258, 260
▶ остеогенних сарком.....	54	Радіовізіограф.....	455
▶ раку легенів.....	76	Радіографи.....	100
▶ раку молочної залози.....	77	Радіографічна крива.....	101
▶ раку прямої кишки.....	79	Радіографія.....	101
▶ раку стравоходу.....	90	Радіокардіограма.....	259, 260
▶ раку шийки матки.....	91	Радіокардіографія.....	259
▶ раку шлунка.....	78	Радіологія.....	18, 134
▶ тиреотоксикозу.....	92	Радіометри.....	29
Променеві пошкодження.....	56	Радіометрія.....	101, 106
▶ променевий некроз шкіри.....	56	Радіонукліди.....	20, 23, 44
▶ променевий опік шкіри.....	56	▶ довгоживучі.....	97, 99
Променеві реакції.....	55	▶ дочірні.....	97, 99
▶ вологий радіоепідерміт.....	55	▶ короткоживучі.....	97
▶ ексудативний радіоепідерміт.....	55	▶ материнські.....	97
▶ променева еритема.....	55	▶ ультракороткоживучі.....	97, 104, 115
▶ сухий радіоепідерміт.....	55	Радіонуклідна ангіокардіосцинтиграфія.....	102
Промені Буккі.....	70	Радіонуклідна діагностика.....	97
Простір.....		Радіонуклідна комп'ютерна томографія.....	103
▶ <i>Загрудинний див. ретростернальний</i>		Радіонуклідна мієлографія.....	415
▶ ретростернальний.....	265, 267	Радіоренограма.....	356
▶ <i>засерцевий див. ретрокардіальний</i>		Радіоренографія.....	356
▶ ретрокардіальний.....	263, 268, 269	Радіотоксичність.....	99
▶ боталова протока.....	272	Радіоуражуваність.....	39
Пуллюй.....	18, 19	Радіофармпрепарати.....	89, 99
Пухлина(и).....		▶ без вираженого селективного	
▶ гігантоклітинна.....	177	накопичення.....	99
▶ гіпернефроїдна.....	93	▶ метаболізм.....	97, 99
▶ жовчних проток.....	339	▶ органотропні.....	99, 107, 108
▶ матки.....	390	▶ отримання.....	97
▶ молочних залоз.....	403	▶ туморотропні.....	99, 107, 108
▶ приноскових пазух.....	465	▶ шляхи введення в організм.....	99
▶ нирки.....	371, 372	Радіофосфорна діагностика.....	113
▶ ниркової миски.....	371, 372	Радіочутливість.....	38, 39
▶ одонтогенна.....	461-463	▶ пухлин.....	63
▶ печінки.....	333-334	▶ класифікація за Петерсоном.....	62, 63
▶ підшлункової залози.....	342-344	Рак дванадцятипалої кишки.....	316
▶ сечового міхура.....	373, 374	▶ жовчних проток.....	338, 339
▶ сечоводу.....	91	▶ жовчного міхура.....	338, 339
▶ спинного мозку.....	429, 434	▶ кишки.....	316, 321, 322
▶ хребта.....	177, 183	▶ легенів.....	76, 77, 243
▶ яєчка.....	383, 389	▶ периферичний.....	245
▶ яєчника.....	392, 393	▶ центральний.....	243



> верхівковий Панкоста .....	243, 245, 247
> медіастинальний .....	243, 245
> міліарний карциноз.....	246, 247
> матки.....	390, 391
> молочної залози .....	405, 406
> нирки.....	371, 372
> передміхурової залози.....	386, 387
> підшлункової залози.....	342, 343
> сечового міхура .....	372, 373
> стравоходу .....	301, 302
> товстої кишки.....	322
> тонкої кишки .....	316
> шлунка.....	310
> яєчка .....	389
> яєчника.....	392, 393
Регламенти радіаційні.....	30, 31
Рентген Вільгельм Конрад .....	18, 19
Рентгенівська комп'ютерна	
> томографія .....	124, 129, 131, 205
> Рентгенівська спіральна комп'ютерна томографія .....	130, 131
Рентгенографія	
> внутрішньоротова.....	453–455, 466
> контактна.....	453–455, 466
> позаротова.....	454, 459, 469
> прицільна.....	124, 302, 307–312
> функціональна.....	125
> цифрова .....	123
Рентгенокімографія.....	125
Рентгеноконтрастні речовини .....	135
> водорозчинні .....	135
> з високою атомною масою .....	135
> нерозчинні.....	135
> низькоатомні.....	135
> порошкоподібні.....	135
Рентгенологічна діагностика	
> фізико-технічні основи .....	117
> методики.....	122
Рентгенометроросальпінгографія.....	382
Рентгенотерапевтичний кабінет.....	68
Рентгеноterapia.....	51, 68
Рентгеноterapia	
> раку шкіри.....	71
> раку нижньої губи .....	71
> кісткового панарицію.....	72
> бешихи.....	72
> парапроктиту.....	73
> методи	
> далекодистанційна .....	69
> близькодистанційна.....	52, 70
> ультрам'якими рентгенівськими променями.....	70
Репарація клітин пострадіаційна .....	38
Рефлюкс	
> везикоуретеральний.....	353, 363
> гастроезофагеальний.....	294, 298
> міхурно-сечовідний див. Рефлюкс везикоуретеральний	
Рефлюкс-езофагіт.....	298, 299
Решітки відсіюючі.....	119, 120
Розпад радіоактивний	
> альфа.....	21
> електронний бета.....	21
> закон постійності.....	21
> К-захват.....	21
> мимовільний поділ ядер.....	21
> позитронний бета.....	21
> термоядерний синтез ядер.....	21
Розрахунок глибинних осередкових доз .....	56, 57
Розриви	
> нирки.....	374, 375
> печінки .....	329, 330
> сечового міхура .....	375
> сечоводу .....	375
Росальпінгіт.....	392
Саркома	
> бластична.....	180, 183
> літична.....	179, 180
> остеогенна .....	179
> параосальна.....	181
> періосальна.....	178
> Юінга див. Юінга пухлина	
Секвестр кістки.....	159
Семінома .....	389
Серце	
> астеніка.....	262
> гіперстеніка .....	262
> гіпертонічне .....	277
> легенева .....	278
> нормостеніка.....	262, 263
> при гіпертонічній хворобі.....	280
Серцево-судинна тіль .....	261, 265
Сечокам'яна хвороба.....	367–368
Сигмоїдит.....	317, 322, 333

Силікоантракоз.....	241	Ступені обтурації бронха див. Бронхостеноз	
Симптом		Схема опису рентгенограм.....	161
> Гольцкнехта – Якобсона .....	225	Сцинтиграма .....	206–207
> Прозорова.....	225	Сцинтиграфія.....	102
Симптоми патології		> динамічна .....	329
> запального захворювання кісток.....	161	> імуносцинтиграфія .....	111
> запального захворювання суглобів.....	161	> інгаляційна.....	206–207
> патології органів дихання ...	216, 217, 219–221	> “негативна”.....	108
> пухлин кісток.....	161	> перфузійна.....	206, 252
Синдром середньої частки правої легені .....	244	> “позитивна” .....	108
Сифілітичне ураження кісток.....	171, 172	> статична .....	328
Сіалоаденіт.....	288, 290	Сканограма .....	102
Сіалографія.....	288	Сканування.....	101, 102
Сіалодохит.....	290	Скіалогія рентгенівська.....	120
Сіалолітіаз.....	288, 290	Телерентгенографія.....	124
Сіалосцинтиграфія .....	290	Тесла.....	136
Сколіоз.....	226, 425	Тінь	
Спіральна комп’ютерна томографія.....	130, 131	> вогнищева.....	216, 222
Спондиліт.....	170, 171	> кільцеподібна .....	216, 225
Спондилоартрит.....	194, 195	> куляста.....	221, 240, 246
Спондилоліз .....	425	> лінійна .....	216
Спондиліоз.....	194	> обмежена .....	220, 221
Спондиліт туберкульозний.....	171	> субтотальна .....	219
Спондилоартроз.....	194–195	> тотальна .....	218, 219
Спондилолістез.....	425	Тиреоїдит .....	447
Стадії променевого ураження.....	35	Тканинний визначальний чинник.....	26, 63
Стеноз		Томографія	
> аортальний .....	269	> лінійна .....	124
> <i>воротаря див. Пілоростеноз</i>		> магнітно-резонансна.....	136
> легеневого стовбура.....	274	> однофотонна емісійна.....	103
> лівого атріовентрикулярного		> панорамна .....	455
>  отвору.....	266	> позитронно-емісійна .....	103
> мітральний .....	266–268	> рентгенівська комп’ютерна.....	103
> правого атріовентрикулярного		> спіральна.....	130, 131
>  отвору.....	274	Тромб внутрішньосерцевий.....	278, 279
Сторонні тіла		Тромбоемболія легеневої артерії .....	252
> дихальних шляхів .....	248, 291	Трубка рентгенівська .....	117, 123
> шлунка.....	292	Туберкулома легенів.....	239
> кишки .....	292	Туберкульоз.....	
> стравоходу.....	297	> внутрішньогрудних лімфатичних	
Стриктур		>  вузлів .....	241
> сечівника.....	366, 367	> кістково-суглобовий.....	168
> сечоводу .....	366, 367	> легенів.....	235–241
Структура кабінету променевої терапії		> дисемінований.....	223, 235, 237
> дистанційної .....	42, 75	> інфільтративний .....	235, 238
> рентгенотерапії .....	68	> міліарний .....	241, 243
> контактної .....	87	> осередковий .....	222, 235



> фіброзно-кавернозний .....	225, 239	> мітральна .....	263
> циротичний .....	240–241	> трапецієвидна .....	263, 264
> нирок .....	366	> трикутна .....	263, 264
> трахеї і бронхів .....	241	Фотолабораторний процес .....	120
> хребта див. Спондиліт туберкульозний		Халазія кардії .....	299
Тубуси .....	69, 70	Хвороба	
Ультразвукова діагностика		> виразкова .....	307
> А-метод .....	126, 412	> гіпертонічна .....	280
> В-метод .....	127	> жовчнокам'яна .....	337
> М-метод .....	126	> ішемічна .....	276
> трансабдомінальна .....	382	> мармурова .....	158
> трансвагінальна .....	382, 393	> мієломна .....	181
> трансректальна .....	382	> нирковокам'яна .....	367
> фізичні основи .....	126	> серця .....	276
Ультразвукова метросальпінгографія .....	382	> сечокам'яна .....	367
Ураження променевої .....	35	Холецистит .....	337
стадії .....	35	Хондробластома .....	174
Уретерит туберкульозний .....	366	Хондрома .....	176, 466
Уретероцеле .....	363, 364	Хоріонепітеліома .....	390–391
Урографія .....	352, 353	Хребет .....	415, 416
> екскреторна .....	352	Цементома .....	464, 465
> інфузійна .....	353	Церебрит .....	429, 430
> оглядова .....	352	Цироз	
Фалло .....	274	> легені .....	225, 240
> тетрада .....	274	> печінки .....	329
> тріада .....	274	Цистографія .....	135, 353
Фіброаденома молочної залози .....	404, 405	> висхідна .....	353
Фібросаркома .....	178, 179	> мікційна .....	353
Фільтри .....	69	> низхідна .....	353
Флюорографія .....	124	Цифрова субтракційна ангіографія .....	261
Флюороскопія .....	122	Шморля грижа .....	194, 428
Форма серця .....	263	Шпора кісткова .....	65
> аортальна .....	270	Штатив Гентрі .....	130, 132
> звичайна .....	263	Щитоподібна залоза .....	440–444
> куляста .....	266	Юінга пухлина .....	181

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Беккерель А. ....	19	Менделєєв Д. ....	20
Бергонье І. ....	39	Мунье-Кун П. ....	227
Блох Ф. ....	136	Мюллер Ж. ....	30, 225, 226
Брегг У. ....	24, 25	Парселл Е. ....	136
Броді Б. ....	167, 168	Педжет Д. ....	196
Буккі Г. ....	68, 70	Петерсон Б. ....	62
Вальсальва А. ....	204, 225	Петржак К. ....	20
Верге А. ....	423	Прозоров А. ....	224, 225
Гален Клавдій. ....	418, 421	Пулюй І. ....	18, 19
Гарре К. ....	158, 167	Ратке М. ....	433
Гільгенрайнер Г. ....	164	Резерфорд Е. ....	19
Гольцкнехт Г. ....	217, 225	Рентген В. ....	18, 19
Гон А. ....	235, 236	Рідель Б. ....	447
Грей Л. ....	25, 27	Русицький О. ....	468
Доплер К. ....	127	Соколов Д. ....	226, 243, 305
Зіверт Р. ....	26, 27	Соколов Ю. ....	226, 243, 305
Кальве Д. ....	193, 194	Сукенніков В. ....	208
Керлі П. ....	224, 251, 252	Тренделенбург Ф. ....	292, 296
Кіарі Х. ....	429	Трібондо Л. ....	39
Кліппель М. ....	425	Фермі Е. ....	20
Кормак А. ....	130	Флеров Г. ....	20
Крузон О. ....	422	Хаунсфілд Г. ....	131, 133
Кюрі І. ....	19, 20	Хашімото Х. ....	447
Кюрі М. ....	20	Цешинський А. ....	453, 454
Кюрі П. ....	20	Шалигін А. ....	166
Кюрі Ф. ....	20	Шентон Е. ....	164, 170
Лармор Дж. ....	136	Шморль Х. ....	194, 195, 428,
Лотербур П. ....	136	Шоффар А. ....	349
Лексел Л. ....	49, 53, 83	Юінг Ж. ....	181, 182, 468
Люшка Г. ....	417	Якобсон О. ....	217, 225



*Навчальне видання*

**Ковальський Олександр Васильович**  
**Мечев Дмитро Сергійович**  
**Данилевич Віктор Петрович**

# РАДІОЛОГІЯ

## Променева терапія. Променева діагностика

Підручник

Редактор *О. В. Марчук*  
Технічний редактор *Ж. С. Швець*  
Коректор *Л. Я. Шутова*  
Комп'ютерна верстка: *О. С. Парфенюк*

Підписано до друку 08.11.12. Формат 84×108/16. Папір крейдований.  
Гарнітура Minion Pro. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 51,24.  
Тираж 900 пр. Зам. № 638.

ПП "Нова Книга"

21029, м. Вінниця, вул. Квятека, 20

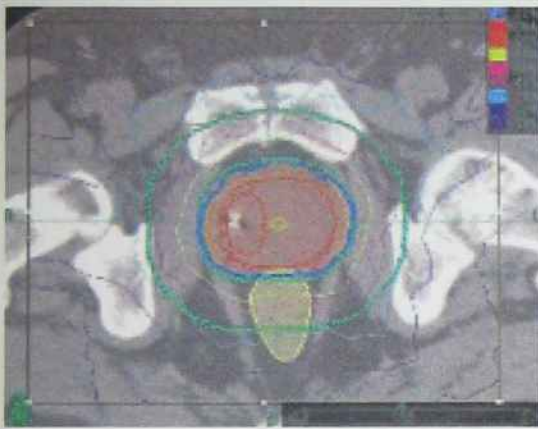
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 2646 від 11.10.2006 р.

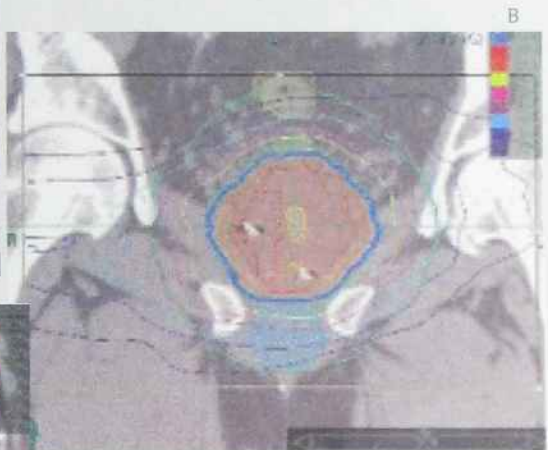
Тел. (0432) 52-34-80, 52-34-82. Факс 52-34-81

E-mail: [info@novaknyha.com.ua](mailto:info@novaknyha.com.ua)

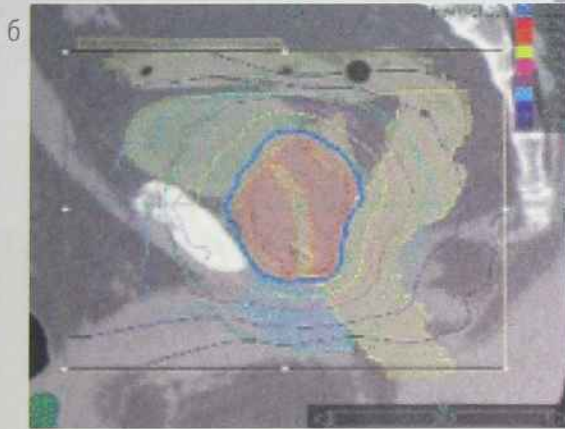
[www.novaknyha.com.ua](http://www.novaknyha.com.ua)



a

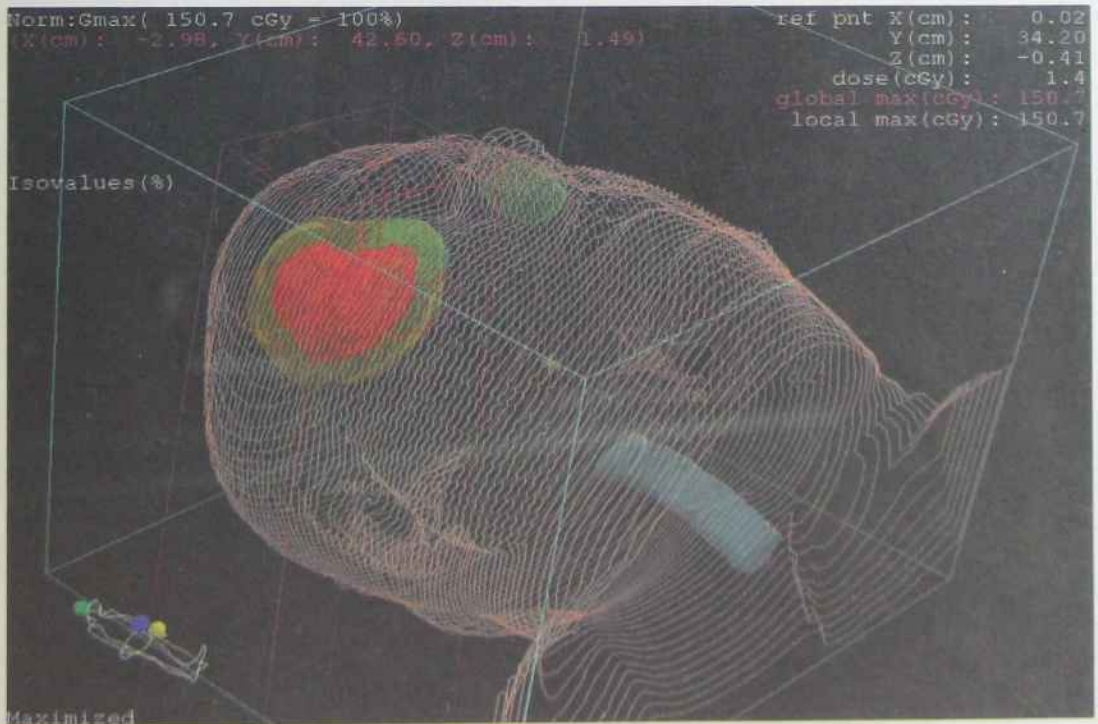


b



6

**Рис. 1.** Ізодозний розподіл при 3D-плануванні лікування хворого з пухлиною передміхурової залози: в аксіальній (а), сагітальній (б), коронарній площинах (в)



**Рис. 2.** Тривимірне (3D) комп'ютерне відтворення серії томограм гліоми головного мозку



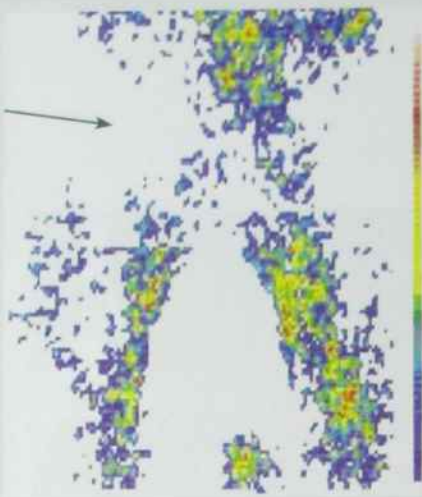


Рис. 3. Непряма лімфосцинтиграма парааортальних і клубових лімфатичних вузлів у хворого на злоякісну пухлину правої нирки (ураження парааортальних лімфатичних вузлів справа — стрілка)

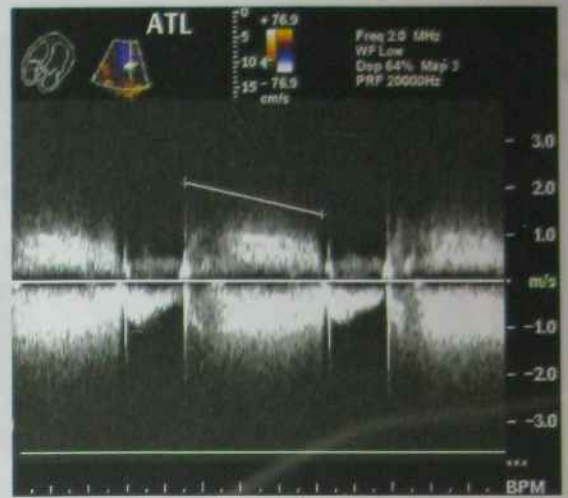


Рис. 4. Спектральна доплерівська крива: недостатність клапанів аорти



Рис. 5. Енергетична доплерографія міоматозного вузла



Рис. 6. Дуплексна сонограма печінки

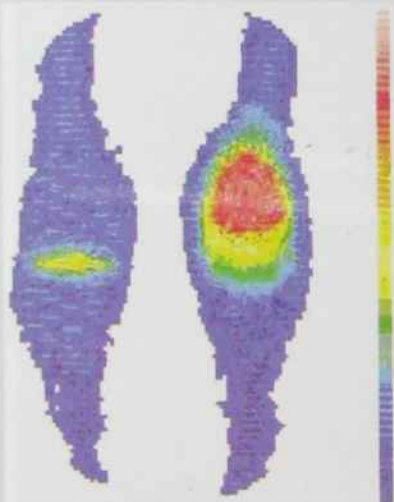


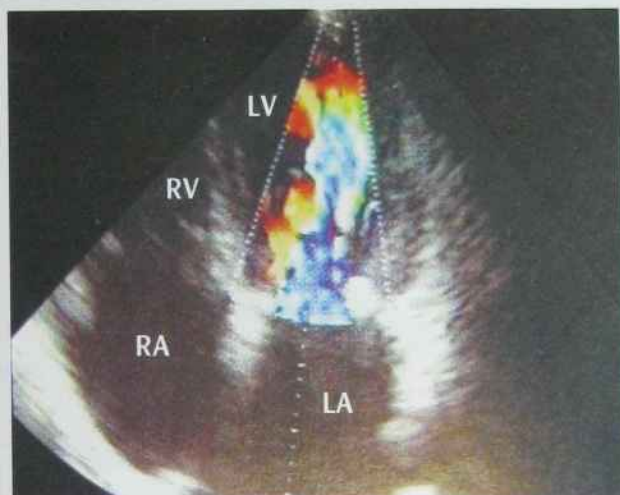
Рис. 7. Сцинтиграма стегон та колінних суглобів у прямій проекції: остеогенна саркома лівого стегна



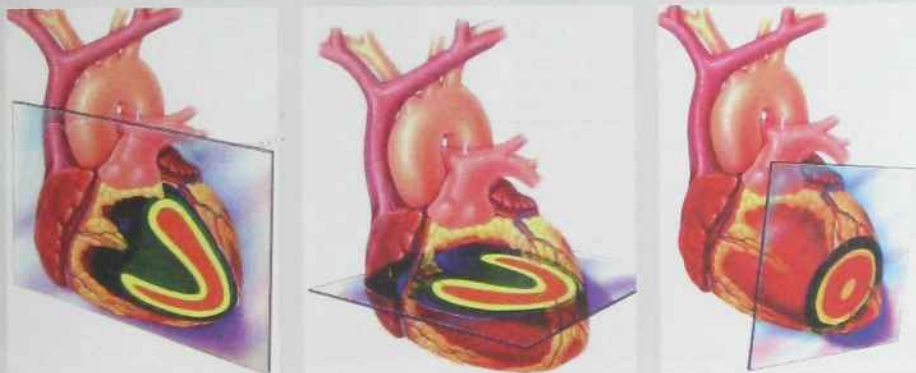
Рис. 8. Кулястий периферичний рак правої легені (стрілка), ПЕТ



**Рис. 9.** Доплерограма серця: систолічний потік крові через аортальний отвір у нормі



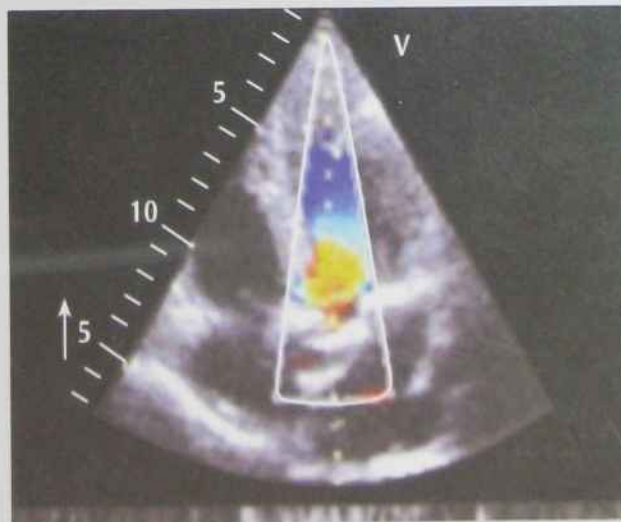
**Рис. 11.** Доплерограма серця: мітральний стеноз



**Рис. 10.** Однофотонна емісійна томографія серця



**Рис. 12.** Доплерограма серця: недостатність мітрального клапана



**Рис. 13.** Доплерограма серця: аортальний стеноз



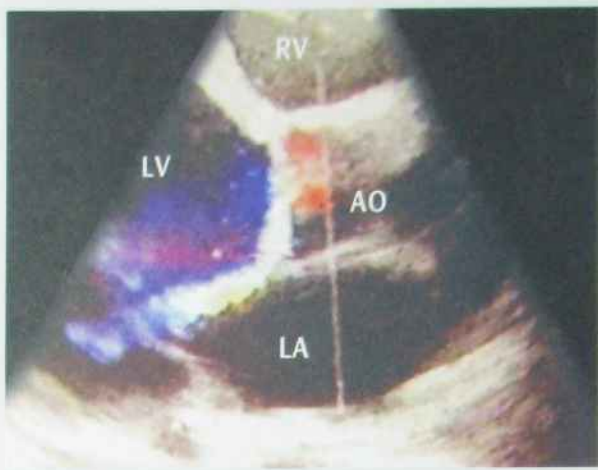


Рис. 14. Доплерограма серця: недостатність аортального клапана



Рис. 15. Доплерограма серця, ДМПП

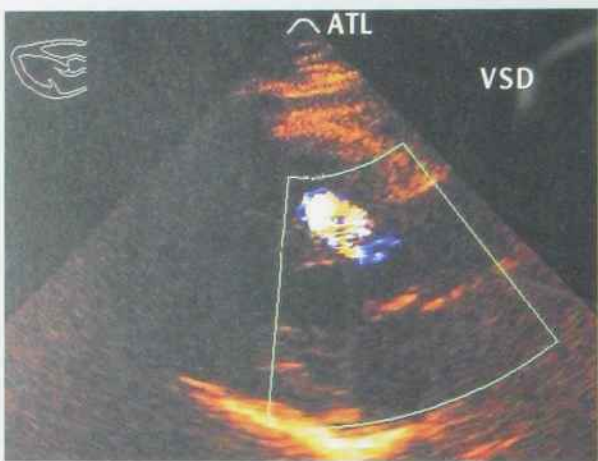


Рис. 16. Доплерограма серця: ДМШП



Рис. 17. Доплерограма серця: відкрита аортальна протока



Рис. 18. Доплерограма серця: тетрада Фалло

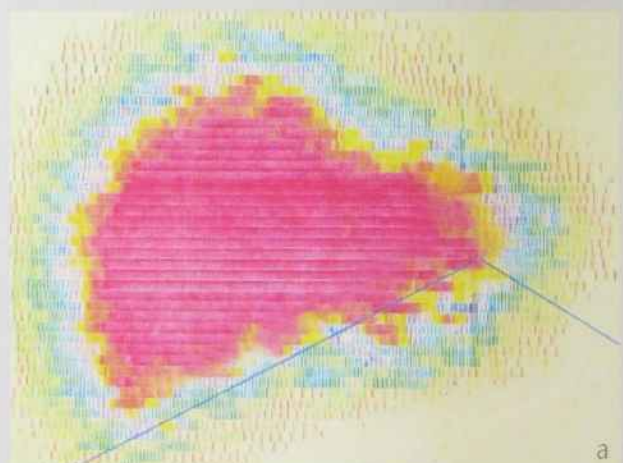


Рис. 19. Сканограми печінки: а) норма;

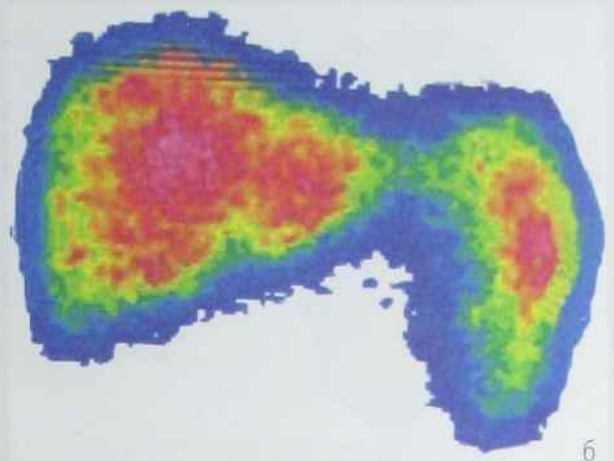
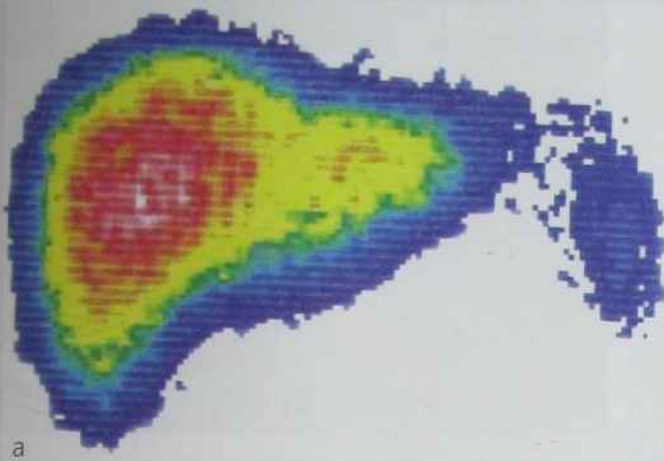


Рис. 20. Сцинтиграма печінки: а) норма, б) цироз печінки



Рис. 21. ОФЕКТ печінки: метастатичне ураження печінки

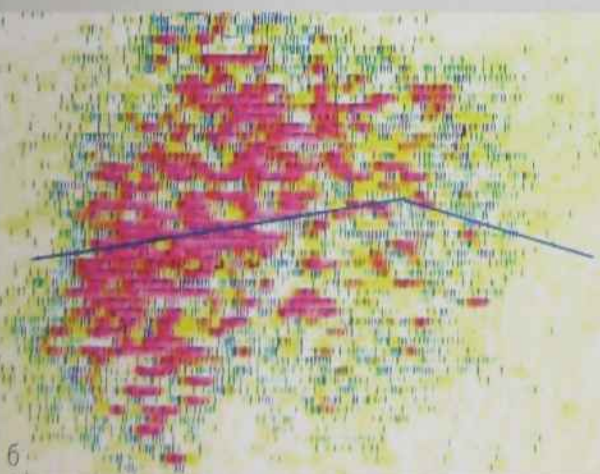


Рис. 19. б) метастатичне ураження (продовження)

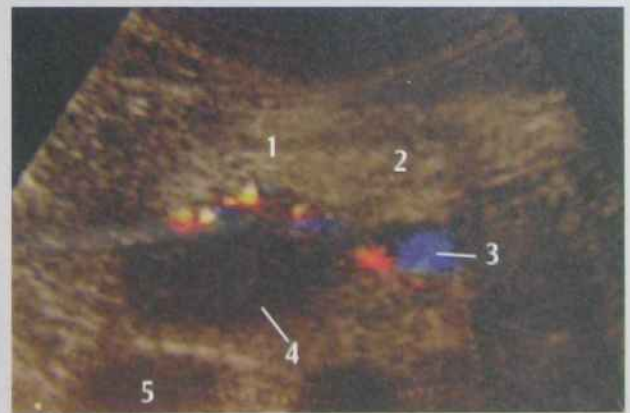


Рис. 22. Доплерограма підшлункової залози: рак головки підшлункової залози (1 – головка підшлункової залози, 2 – тіло підшлункової залози, 3 – верхня мезентеріальна вена, 4 – пухлина, 5 – нижня порожниста вена)



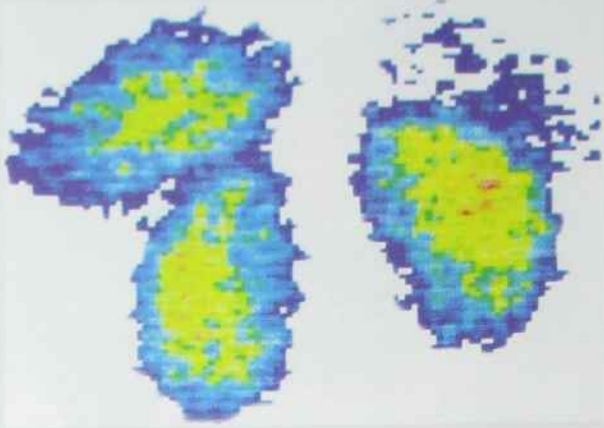


Рис. 23. Сцинтиграма нирок: подвоєння правої нирки



Рис. 24. УЗД в режимі КДК: додаткова ниркова артерія

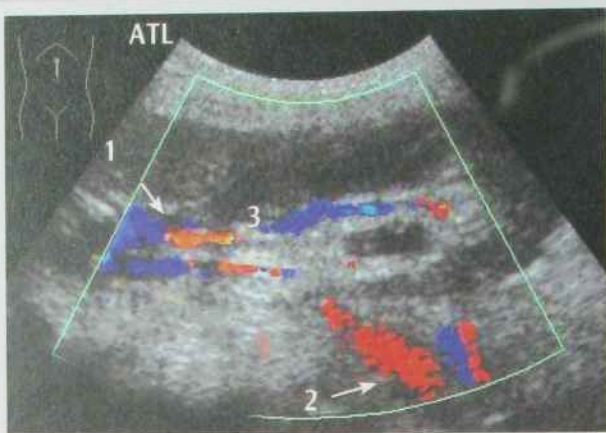


Рис. 25. Доплерограма нирок: незавершений поворот нирки (1 — ниркові судини, 2 — черевна аорта, 3 — ворота нирки)

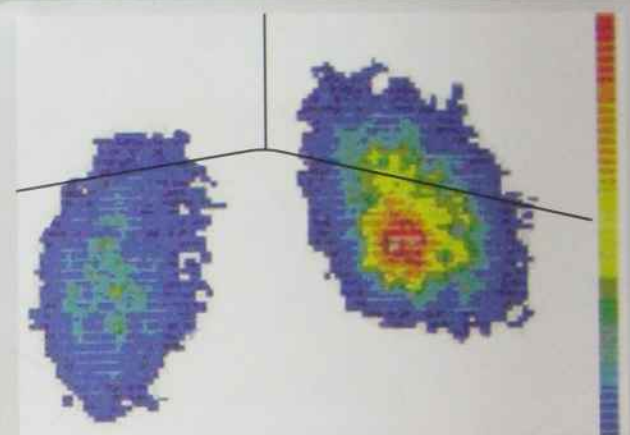


Рис. 26. Сцинтиграма нирок, правобічний пієлонефрит

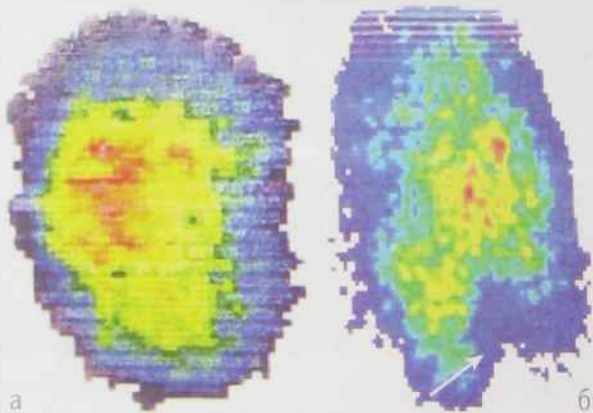


Рис. 27. Сцинтиграми нирок:  
а) норма, б) кіста нижнього полюса лівої нирки ("холодний" вузол — стрілка)

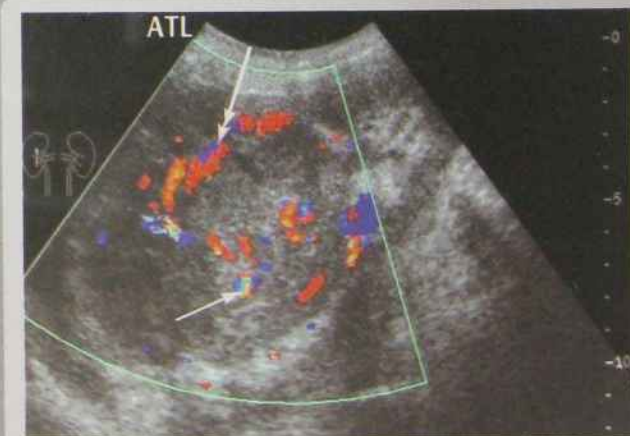
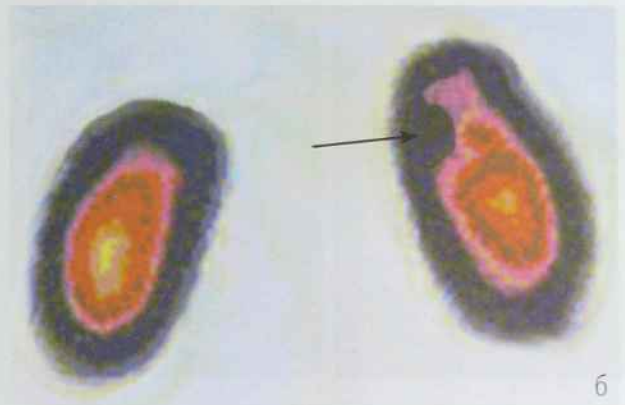
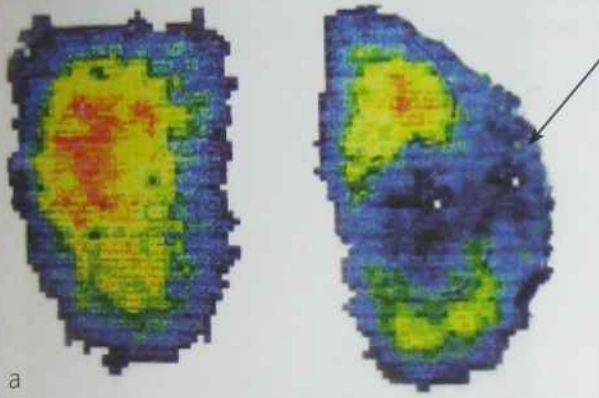


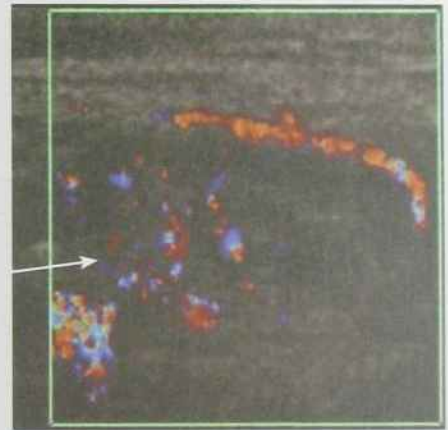
Рис. 28. Доплерограма нирки: нирковоклітинний рак (новоутворені судини в пухлині — стрілка, відтиснуті судини нирки — подвійна стрілка)



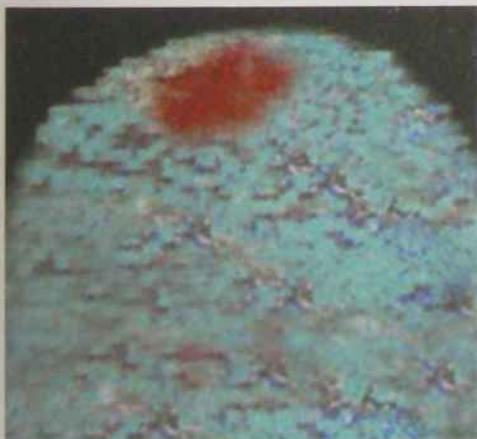
**Рис. 29.** Нирковоклітинний рак лівої нирки: а) сцинтиграма нирок (пухлина лівої нирки) б) ОФЕКТ нирок (пухлина лівої нирки – стрілка)



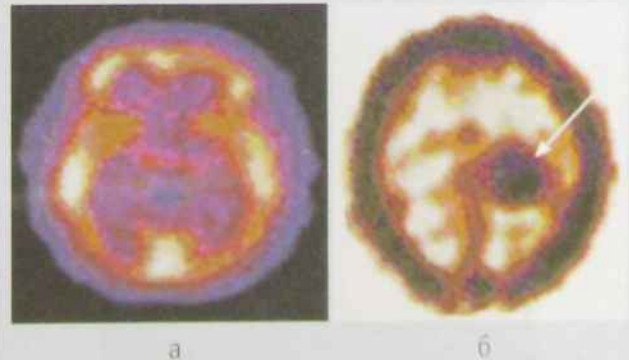
**Рис. 30.** УЗД в режимі КДК. Перекрут правого яєчка (відсутність кровотоку в паренхімі правого яєчка)



**Рис. 31.** УЗД в режимі КДК: злоякісна пухлина грудної залози (новоутворені судини в пухлині – стрілка)

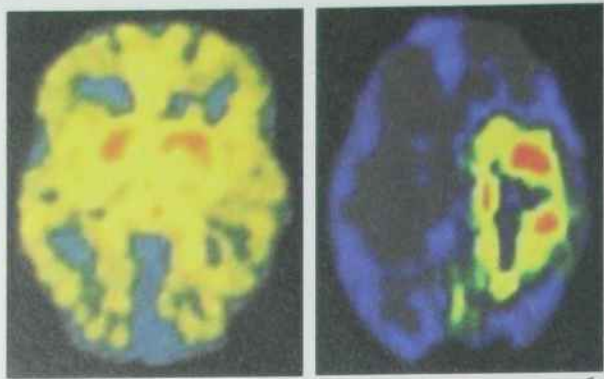


**Рис. 32.** Сцинтиграма головного мозку в прямій проекції: менингеома ("гаряче" вогнище)



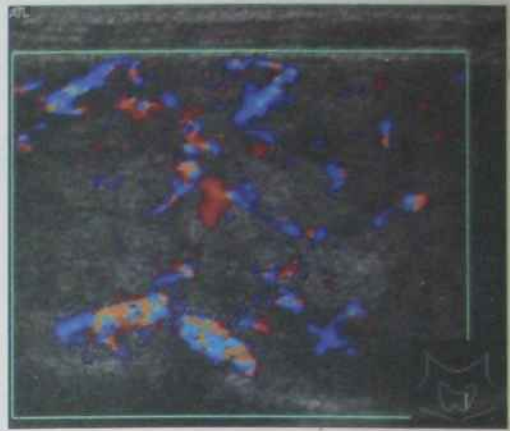
**Рис. 33.** ОФЕКТ – головного мозку, аксіальні зрізи: а) нормальний розподіл  $^{99m}\text{Tc}$  в тканині головного мозку; б) зона інтенсивного накопичення  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетату в лівій тім'яній частці (злоякісна пухлина – стрілка)



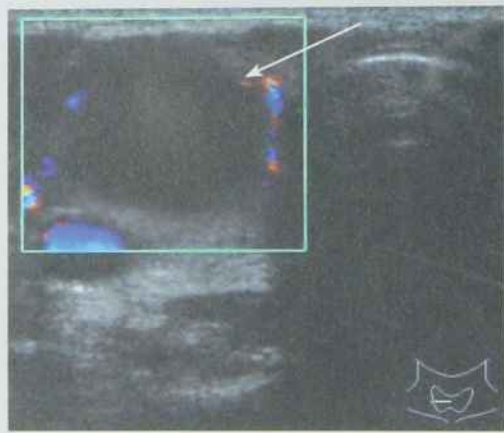


а б

**Рис. 34.** ПЕТ головного мозку:  
а) норма; б) зляквісна пухлина головного мозку



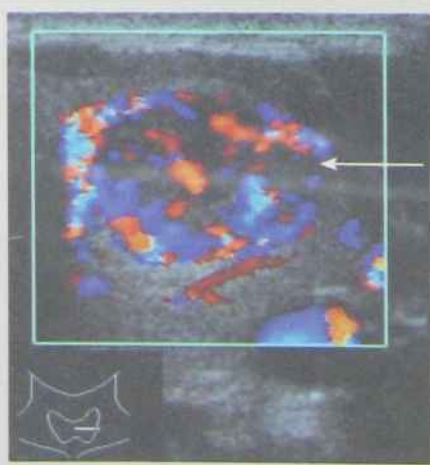
**Рис. 35.** Ультрасонограма щитоподібної залози, режим КДК: дифузний токсичний зоб (гіперваскуляризація збільшеної щитоподібної залози)



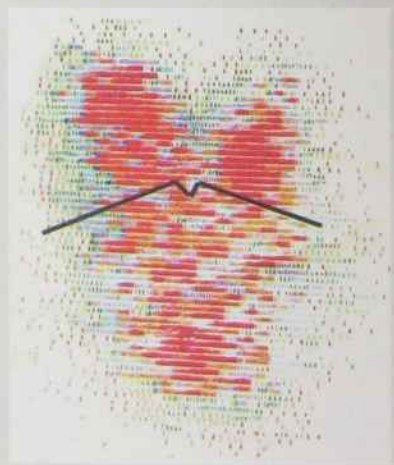
**Рис. 36.** Ультрасонограма щитоподібної залози, режим КДК: абсцес правої частки щитоподібної залози (стрілка)



**Рис. 37.** Ультрасонограма щитоподібної залози, режим КДК: аутоімунний тиреоїдит



**Рис. 38.** Ультрасонограма щитоподібної залози, режим КДК: рак щитоподібної залози



**Рис. 39.** Сканограма щитоподібної залози: дистопія щитоподібної залози (загруднинний зоб)