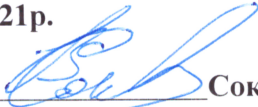


ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра променевої діагностики, терапії та радіаційної медицини і онкології

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ТЕМИ:

«Основні властивості іонізуючого випромінювання. Особливості устрою рентгенологічних та радіологічних відділень».
(для студентів 3 курсу стоматологічного факультету)

Затверджено
на методичній нараді кафедри
“ 27 “ серпня 2021р.
Протокол № 1.
Зав. кафедрою  Соколов В.М.
/підпис/

Одеса – 2021 р.

«Основні властивості іонізуючого випромінювання. Особливості устрою рентгенологічних та радіологічних відділень»- 2 год.

1. Актуальність теми.

Екологічний аспект-знайомство з природою іонізуючого випромінювання переконує в необхідності охорони навколишнього середовища від перевищення природного рівня радіації. Знання основних властивостей іонізуючих випромінювань, одиниць виміру і методів визначення дози опромінення, будівлі радіометрів і дозиметрів, особливостей будови рентгенологічного і радіологічного відділень необхідні для фахівців будь-якого профілю. Тому основні виховні цілі зв'язані з формуванням професійних навичок для деонтології, екології, правової, психологічної сфери діяльності в медицині.

2. Цілі заняття:

2.1 Загальні цілі:

1. Ознайомитися з будівлею атома.
2. Мати загальні представлення про закони радіоактивного розпаду.
3. Знати первинні фізико-хімічні та біологічні процеси при впливі іонізуючої радіації.
4. Засвоїти інформацію про взаємодію іонізуючого випромінювання з речовиною;

2.2 Виховні:

1. Деонтологічна - дати інформацію для бесід лікарів-інтернів з пацієнтами про потенційну небезпеку іонізуючого випромінювання.
2. Відповідальність - повідомити інформацію, з якої випливає відповідальність лікаря, що використовує іонізуюче випромінювання в діагностичних чи лікувальних цілях.
3. Правові представлення - інформація даної лекції дозволяє лікарю уникнути необгрунтованих обвинувачень в ускладненнях протягом захворювання після лікувальних чи діагностичних процедур.

2.3. Конкретні цілі:

- знати:

1. До якого явища приводить поглинання випромінювання різних типів у речовині.
2. Основні властивості іонізуючого випромінювання, біологічну дію іонізуючого випромінювання на здорову та патологічно змінену клітину.
2. Мати уявлення про основні властивості іонізуючого випромінювання, біологічну дію іонізуючого випромінювання на здорову та патологічно змінену клітину.

2.4. На основі теоретичних знань з теми:

- оволодіти методиками /вміти/:

1. Вміти прогнозувати ефект взаємодії різних типів іонізуючого випромінювання із речовиною.

2. Оцінювати та розраховувати поглинену, експозиційну, еквівалентну, летальну, порогову, популяційну дози.

3. Вирішувати відповідні клінічні завдання.

4. Тракувати механізми біологічної дії іонізуючого випромінювання на здорову та патологічно змінену клітину з позицій фізіології, патологічної анатомії та фізіології, біології.

3. Матеріали до аудиторної самотійної підготовки (міждисциплінарна інтеграція).

| Назви попередніх дисциплін | Отримані знання та навички |
|----------------------------|---|
| 1. Фізика. | Знати основи ядерної фізики (види іонізаційних випромінювань, одиниці виміру, дозиметрію). 1.Рішати задачі з ядерної фізики. 2. Вірно обирати способи та методи захисту від основних видів іонізуючого випромінювання. 3. Користуватись основними типами радіометрів та дозиметрів. 4.Обґрунтовувати застосування дозиметру або радіометру в різних умовах. |
| 2. Біологія | Описувати будову клітини, застосовувати знання механізму поділу клітин для пояснення дії іонізуючого випромінювання на клітини, тканини, органи та інш., класифікувати організми за типами та видами, зобразити схематично схему поділу клітини і саму клітину, порівняти різні типи організмів та клітин, демонструвати основні знання. |
| 3. Гістологія | Описувати будову різних типів клітин та тканин, визначати типи тканин, застосовувати знання для пояснення дії |

| | |
|-------------------------|---|
| | вражаючих факторів іонізуючого випромінювання, класифікувати тканини, зобразити схематично будову клітини, порівняти дію іонізуючого випромінювання на різні типи тканин. |
| 4. Нормальна фізіологія | Описувати основні метаболічні процеси в організмі людини, визначати механізми дії іонізуючого випромінювання і оцінити їх шкідливий вплив, володіти знаннями, порівняти дію різних факторів шкідливості на фізіологічні процеси |

4. Зміст теми (текст або тези), граф логічної структури заняття.

4.1 Фізика іонізуючого випромінювання.

Будова атома.

Всі речовини складаються із атомів. Речовина, що складається з атомів одного виду з однаковими хімічними властивостями називається хімічним елементом.

Будова ядра. Ядро атома складається з протонів і нейтронів, разом їх часто називають нуклонами. Протон є стабільною елементарною часткою і має позитивний одиничний заряд. Маса протона дорівнює $1,6729 \cdot 10^{-24}$ г, що в 1836 разів більше маси електрона. У вільному стані протон захоплює електрон, утворюючи атом водню. У нейтрона - ядерної частки - немає електричного заряду. Маса нейтрона приблизно дорівнює масі протона.

Атоми, ядра яких містять однакоє число протонів, але різне число нейтронів, називають ізотопами даного елемента (ізо́топ - грецьке слово, що означає однакоє місце). Атоми ізо́топів відрізняються по своїй відносній атомній масі, але мають однакові хімічні властивості.

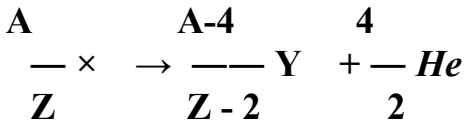
Важливою характеристикою атома є його відносна атомна маса.

З 1961 року як одиницю атомної маси стала рекомендована $1/12$ частина атома ізо́топу вуглецю ^{12}C .

Масове число визначається кількістю протонів і нейтронів (нуклонів) у ядрі атома. Для позначення даного типу атомів звичайно в символу хімічного елемента ліворуч знизу ставляться порядковий номер елемента Z , а вгорі - масове число A . Наприклад, ізо́топ урану 235 позначається ^{235}U і **Іонізуюче випромінювання** — це будь-яке електромагнітне або корпускулярне випромінювання, взаємодія якого з речовиною призводить до виникнення електричних зарядів протилежних знаків. Таку здатність мають тільки ті випромінювання, енергія яких більша, ніж енергія зв'язку електрона в атомі.

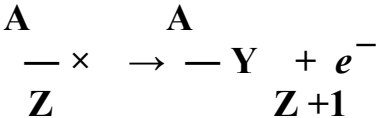
Радіоактивність. Багато атомних ядер мають здатність мимовільно (без якого б то ні було зовнішнього впливу) розпадатися та викидати частки, перетворюючись при цьому в атомні ядра іншого типу. Це явище називається радіоактивністю. Відомі тільки п'ять типів їхніх радіоактивних перетворень - альфа-, бета-розпад, розпад з випускненням нейтрона, спонтанний (мимовільний) розподіл ядра й ізомерний перехід збудженого ядра в основний стан шляхом випускнення гамма-квантів. Альфа- та бета-розподіли є найбільш частими формами радіоактивного перетворення ядер.

Альфа-розподіл. Для важких радіоактивних ядер з $Z > 82$ характерно мимовільне перетворення з випускненням альфа-частинки, що є ядром гелію ${}^4_2\text{He}$, що складається з двох протонів і двох нейтронів. Радіоактивне перетворення з випускненням альфа-частки може бути записане в такий спосіб:



В результаті альфа розпаду материнський елемент X перетворюється в дочірній елемент Y, що розташований у таблиці Менделєєва на дві клітки раніше материнської.

Бета-розпад. При бета-розпаді радіоактивні ядра випускають чи електрони чи позитрони. Позитрон - елементарна частка, маса якої дорівнює масі електрона, що має одиночний позитивний заряд (античастинка електрона). При бета-розпаді з випускненням електрона один з нейтронів у радіоактивному ядрі перетворюється в протон. Масове число атома залишається незмінним. Бета-перетворення з випускненням електрона може бути виражено формулою :



При розпаді ядра з випускненням позитрона один із протонів у ядрі перетворюється в нейтрон і заряд ядра зменшується на одиницю.

Гамма-випромінювання. Гамма-промені являють собою електромагнітне випромінювання з дуже короткими довжинами хвиль. Більшість ядер, що виникають при радіоактивних перетвореннях, утворюються в збуджених станах. При переході збуджених ядер на більш низькі рівні енергії, що супроводжуються випускненням гамма-променів, енергія гамма-квантів лежить у діапазоні 10 KeV-5 MeV.

Закон радіоактивного розпаду.

Активність радіоактивної речовини може бути охарактеризована числом атомів, що розпадаються в одиницю часу, причому це число пропорційне загальному числу атомів радіоактивний елемент, що маються в зразку. Якщо N-

число радіоактивних атомів, то число атомів d , що розпадаються за час dt , визначиться зі співвідношення

$$dN = -\lambda N dt$$

де λ - коефіцієнт пропорційності, називаний постійної розпаду. Негативна величина похідної показує, що число радіоактивних атомів зменшується згодом. Постійна розпаду λ є імовірністю розпаду атома в одиницю часу часткою атомів даної радіоактивної речовини, що розпадаються в одиницю часу. Величина $1/\lambda$ визначає середню тривалість життя радіоактивних атомів даного ізотопу.

Одиниці активності. Важливою характеристикою радіоактивної речовини є його активність. Активністю даного радіоактивного джерела називається число атомів, що розпадаються в одиницю часу, (расп/с). На практиці широко використовують спеціальну одиницю кюрі (Ки). Це величина активності препарату даного ізотопу, у якому за одну секунду відбувається $3,7 \cdot 10^{10}$ актів розпаду.

Похідні одиниці - мілікюрі (мки) і мікрокюрі - (мкки).

Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною

До групи і про випромінювань, що візують, відносяться рентгенівське і гамма-випромінювання, альфа- і бета-частинки, потоки нейтронів і інших ядерних часток, космічні промені. Поглинання випромінювання різних типів у речовині приведе до одного і того ж явища-іонізації. Заряджені частки (альфа, бета і т.д.) іонізують атоми (чи молекули) середовища; електрично нейтральне випромінювання (гамма-промені, нейтрони) іонізує атоми середовища в результаті вторинних процесів.

Альфа-частинки. При проходженні в речовині альфа-частинки викликають сильну іонізацію. Електричне поле альфа-частинки, взаємодіючи з зовнішньою електронною оболонкою атомів, прискорює електрони і вириває деякі з них з цієї оболонки. При цьому утворюються вільний електрон і позитивно заряджений чи атом молекула. Крім енергії, витраченої на іонізацію, альфа-частинка втрачає енергію при порушенні нейтральних атомів і молекул. Траєкторії альфа-частинок у речовині прямолінійні. При проходженні альфа-частинок у повітрі на утворення однієї пари іонів у середньому витрачається $32,5\text{eV}$.

Бета-частинки. Бета-частинки, що випускаються радіоактивними атомами, мають досить великі швидкості. Проходячи через речовину, швидкість бета-частинок сповільнюється в результаті взаємодії з його атомами. Взаємодія електронів і позитронів з речовиною практично однакова. Відмінність складається тільки в тім, що наприкінці шляху позитрон зникає при взаємодії з електроном і утворенням двох гамма-квантів.

Взаємодія швидких електронів з речовиною складається з трьох основних процесів: пружного розсіювання на атомних ядрах, розсіювання на електронах атомних оболонок і непружних зіткнень з атомними ядрами. Пружне розсіювання електронів на атомних ядрах супроводжується тільки зміною напрямку їхнього руху. Внаслідок малої маси електронів вони часто відхиляються на великі кути. Траєкторія електрона внаслідок багаторазового розсіювання настільки звивиста, що якщо її витягнути в пряму лінію, повна її довжина виявиться в 1,5-3 рази більше товщини шаруючи речовини, пройденого електронем.

Взаємодія бета-частинки з електронами атомних оболонок веде до порушення чи іонізації атома і визначає в основному втрати енергії бета-частинок при проходженні в речовині.

Третій процес взаємодії швидких електронів з речовиною - непружні зіткнення з ядрами атомів. Енергія, що втрачається електронем при гальмуванні в електричному полі ядра, перетворюється в гальмове рентгенівське випромінювання. Однак втрати енергії на гальмове випромінювання при проходженні бета-частинок у речовині відіграють доугорядну роль. Ослаблення бета-промінь при проходженні через речовину обумовлюється всіма трьома механізмами взаємодії.

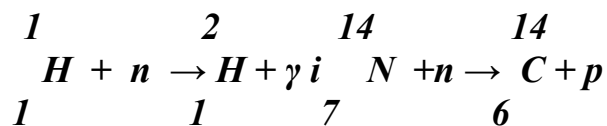
Гамма-випромінювання. Гамма-промені - одні з найбільш проникаючих. Проникаюча здатність гамма-випромінювання залежить від його енергії і від властивості прохідної речовини. Ослаблення гамма-випромінювання в речовині відбувається в результаті різних процесів взаємодії їхньої з частками речовини. Головними процесами, що обумовлюють ослаблення пучка є фотоелектричний ефект, явище Комптона та утворення пар. Ефектом Комптона називають таке зіткнення кванта з електронем, при якому квант передасть електрону частину своєї енергії і перетворюється в інший квант із меншою енергією. Електрони, що беруть участь в ефекті Комптона, затрачають придбану ними енергію на іонізацію зустрічних атомів. Тому що кванти, що виходять, поширюються в будь-яких напрямках, то явище Комптона веде до ослаблення пучка гамма-променів. В результаті багаторазового комптонівського розсіювання енергія фотона зменшується до такого значення, при якому стає можливим фотоелектричний ефект.

Нейтронне випромінювання. Найбільш інтенсивні потоки нейтронів створюються при ядерному вибуху і при розподілі важких ядер у реакторі. Максимум енергетичного спектра нейтронів розподілу приходить на енергію 1 МеВ, середня енергія біля 2 МеВ. Вільні нейтрони можна одержати, вибиваючи їх з атомних ядер. Зокрема, нейтрони можна одержати, бомбардуючи ядра чи альфа-частинками гамма-променями.

Взаємодія нейтронів з біологічною тканиною. Тип взаємодії нейтронів із тканиною залежить як від енергії нейтронів, так і від хімічного складу тканини.

Приблизно хімічний склад м'якої біологічної тканини можна визначити формулою уявлюваної тканинної „молекули” (C₅H₄₀O₁₈N)_x. Для живої тканини характерно, що вона складається в загалі із легких елементів. Найлегший з елементів - водень, по кількості атомів займає перше місце серед всіх елементів тканини.

Вся іонізація в тканині при опроміненні тепловими нейтронами зобов'язана своїм походженням винятково ядерним реакціям і головним чином радіаційному захопленню. В результаті захоплення теплового нейтрона воднем утворюється дейтерій та випускається гамма-квант з енергією 2,23 МеВ. В реакції на азоті-14 утворюються протони з енергією 0,62 МеВ і радіоактивний вуглець-14. Ці реакції:



відіграють ведучу роль в поглинанні теплових нейтронів і гамма-кванти, що утворюються в результаті реакції, а протони створюють основну іонізацію в тканині. Повільні нейтрони втрачають свою енергію на порушення молекул, на їхнє розщеплення і зрештою, перетворюються в теплові нейтрони.

В основі первинних радіаційно-хімічних змін молекул можуть лежати два механізми:

1. Пряма дія, коли дана молекула випробує зміну безпосередньо при взаємодії з опроміненням;
2. Непряма дія - змінюванна молекула безпосередньо не поглинає енергію падаючого випромінювання, а одержує її шляхом передачі від іншої молекули.

Відмінні властивості іонізуючих випромінювань.

- Чим же відрізняються іонізуючі промені від інших?

Іонізуюче випромінювання має загальні властивості, 2 з яких - здібність проникати крізь різні товщі матеріалів (непрозорих для видимого світла) і здібність іонізувати повітря та викликати іонізацію і збудження великої кількості атомів і молекул живих клітин організму (тому їх називають іонізуючими променями або проникаючими) - заслуговують особливо пильної уваги. Ці відмінності обумовлені великою енергією. Наприклад, енергія світла 0,5 еВ (електрон-вольт), а α - частки мають енергію до 10 МеВ. За рахунок цього і інших факторів ці промені мають сильну біологічну дію.. Але проникаюча здатність α - часток дуже мала. Ці промені легко затримуються тонким шаром паперу. Тому при зовнішньому опроміненні вони не являють небезпеки для людини. Ця небезпека стає великою при

проникненні випромінювачів у середину організму (інкорпорації радіонуклідів). Жорсткі R-промені, γ -промені здатні проникати крізь усе тіло людини, затримуючись тільки частково. Але питома іонізація цих променів значно менше ніж корпускулярних. А нейтрино (ми їх не використовуємо в діагностиці і лікуванні) можуть пройти не затримуючись крізь земну кулю.

Всі види іонізуючих випромінювань мають такі властивості:

- 1) велика енергія;
- 2) велика проникаюча здатність;
- 3) іонізуюча здатність — здатність утворювати багато пар іонів при взаємодії з атомами середовища;
- 4) фотохімічна здатність активувати молекули броміду срібла або інших хімічних сполук;
- 5) люмінесцентна здатність викликати світіння деяких речовин;
- 6) теплова дія – здатність енергії іонізуючого випромінювання перетворюватись на тепло;
- 7) сильно виражена біологічна дія.

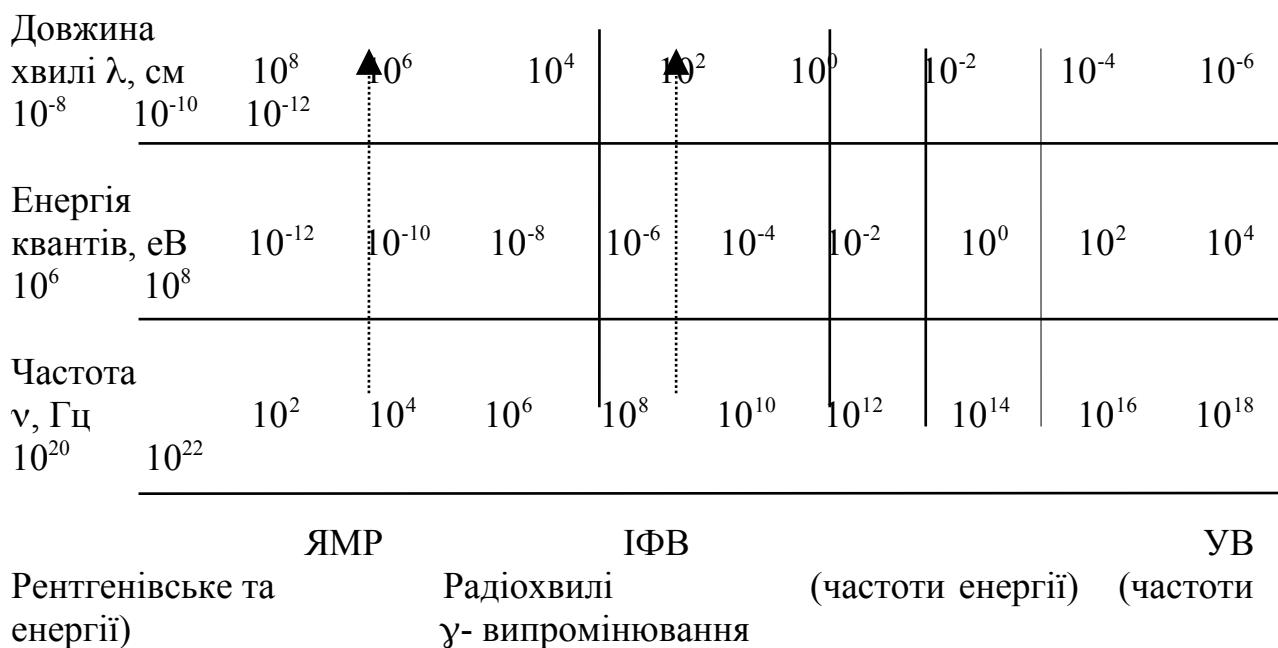
Природа та властивості іонізуючих випромінювань.

Всі іонізуючі випромінювання поділяються на корпускулярні та фотонні. До **корпускулярних** відносяться альфа-випромінювання (α) (ядра атомів гелію), бета-випромінювання (електрони β^- і позитрони β^+), протони (p), нейтрони (n^0) та інші (їх понад 200). Альфа-частки мають дуже велику енергію (до 10 MeV), за допомогою якої вперше у 1919 році опромінюючи ядра атомів, азоту отримали новий хімічний елемент - кисень та позитрон. До **фотонного** випромінювання належать: γ - та рентгенівські промені. γ -випромінювання – це електромагнітні коливання (кванти) великої частоти, які утворюються при ядерних перетвореннях (довжина хвилі 10^{-10} - 10^{-13} м), розповсюджуються порціями - квантами з швидкістю світла. Вони були відкриті в 1900 році французом П.Вілардом.

Рентгенівське - теж електромагнітне квантове випромінювання, але спосіб його отримання – позаядерний (у вакуумних рентгенівських трубках при гальмуванні електронів мішенню - анодом).

Табл. 1.1. СПЕКТРИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТА ЗВУКОВИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ



ЗВУКОВІ

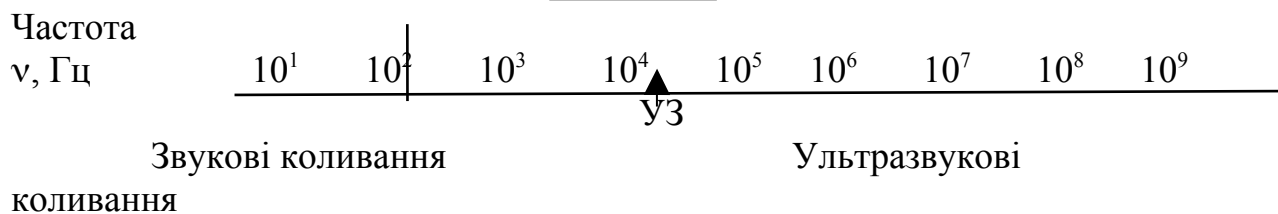


Табл. 1.2. Фізичні властивості іонізуючих випромінювань

| Вид променів | Енергія випромінювання, МеВ | Швидкість розповсюдження в вакуумі, км/с | Довжина пробігу в повітрі | Довжина пробігу в тканинах організму. | Іонізуюча здатність (щільність іонізації на одиницю шляху пробігу в повітрі) |
|---------------------|-----------------------------|--|---------------------------|---------------------------------------|--|
| Альфа частки | 1-10 | 20000 | До 20 см. | До 50 мкм | 10000-20000 пар/мм |
| Бета частки | 0.1-2 | 270000 | До 15 м | До 1 см | 5-10 пар/мм |
| Гамма, | 0.1-20 | 300000 | Сотні | Десятки | 1 пара/см |

| | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------|-------------|--|
| рентгенівські промені | | | метрів | сантиметрів | |
|------------------------------|--|--|--------|-------------|--|

Первинні фізико-хімічні зміни, що виходять у перші частки секунди приводять до утворення наступних ланок реакції, що розвиваються вже після безпосереднього акта опромінення та зухвалих глибоких змін в клітинах та тканинах організмів через досить значні проміжки часу. Тривала суперечка, що розвивалася протягом багатьох років із приводу того чи обумовлений біологічний ефект прямою дією часток і електронів на хімічні зв'язки в молекулах біохімічно важливих компонентів чи клітки ОН викликається непрямым шляхом та вже втратили свою гостроту після чисельних досліджень, у результаті яких встановлено, що істотну роль в дії іонізуючих випромінювань відіграє водяна фаза кліток і тканин організму.

Водяні фази безпосередньо межують з поверхнями біомолекул, що володіють великою кількістю реакційних груп. Водяні містки, що розділяють ці молекули, не перевищують 3-4 молекулярних радіусів, не говорячи вже про те, що у водяній фазі містяться новоутворенні хімічно-активні органічні сполуки. В цих умовах радикали, що утворилися, мають можливість безпосередньо реагувати з біомолекулами і процеси рекомбінації зведені до мінімуму.

Радикали, що утворилися при радіолізі води: Н, ОН, НО₂ окислюють та відновлюють різні органічні сполуки. Однак, можна вважати, що в первинній стадії променевої поразки вирішальна роль належить реакціям окислювання і біологічна дія зв'язується з радикалами, що окислюють ОН та НО₂.

5. Матеріали методичного забезпечення заняття.

5.1. Завдання для самоперевірки висхідного рівня знань-вмінь .

1. Знати основи ядерної фізики (види іонізуючих випромінювань, одиниці виміру, дозиметрію).
2. Вірно обирати матеріали для захисту від основних видів іонізуючого випромінювання.
3. Знати будову клітини, застосовувати знання механізму поділу клітин для пояснення дії іонізуючого випромінювання на клітини, тканини, органи та інш., класифікувати організми за типами та видами.
4. Знати будову різних типів клітин та тканин, визначати типи тканин, застосовувати знання для пояснення дії вражаючих факторів іонізуючого випромінювання, класифікувати тканини.
5. Знати основні метаболічні процеси в організмі людини, визначати механізми дії іонізуючого випромінювання і оцінити їх шкідливий вплив, порівняти дію різних факторів шкідливості на фізіологічні процеси організму.

5.2. Інформацію, необхідну для формування знань-вмінь можна знайти у підручниках:

Основна (базова):

- 1.Радіологія (променева діагностика і променева терапія). Київ, Книга плюс, 2018. -721 с.
- 3.Радіологія (променева діагностика та променева терапія). Тестові завдання. Частина 1. Київ, Книга плюс. 2015. -104 с.
- 4.Радіологія (променева діагностика та променева терапія). Тестові завдання. Частина 2. Київ, Книга плюс. 2015. -168 с.
- 5.Радіологія (променева діагностика та променева терапія). Тестові завдання. Частина 3. Київ, Книга плюс. 2015. -248 с.

Допоміжна:

6. Діагностичні, лікувальні та профілактичні алгоритми з внутрішньої медицини : навч.- метод. Посіб. / [В. І. Денесюк та ін.] ; за ред. Проф. В. І. Денесюка ; Вінниц. Нац. Мед.ун-т ім. М. І. Пирогова, Каф. Внутр. Медицини № 3. – Київ : Центр ДЗК, 2015. – 151 с. : рис., табл.
7. Clinical Radiology: The Essentials Fourth Edition by Daffner M.D. F.A.C.R., Dr. Richard H., Hartman M.D., Dr. Ma (2014) – 4th edition. 2014. 546 p.
8. Radiology for the wards / a student – to – student guide. Latha G. Stead, Matthew S. Kaufman, S. Matthew Stead, Anjali Bhagra, Nora E. Dajani.2009. 265 p.

5.3.Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми «Основні властивості іонізуючого випромінювання. Біологічна дія іонізуючого випромінювання на здорову та патологічно змінену клітину»

| № | Завдання | Указівки до завдання | Самостійні записи студентів |
|----|---|---|-----------------------------|
| 1. | Вивчити будову атома. Закон радіоактивності. | Радіоактивність, типи радіоак-тивних перетворень атома, одиниці активності. | |
| 2. | Вивчити взаємодію іонізуючого опромінення з речовинами. | α -частки, β -частки, γ -випромі-нювання; фотоелектричний ефект, ефект Комптона. Фізико-хімічні процеси та біологічні процеси при дії іонізуючого випромінювання. | |

6. Матеріали для самоконтролю щодо якості підготовки.

Питання для самоконтролю.

1. Визначити поняття біологічної дії іонізуючих випромінювань.
2. Які відмінні властивості іонізуючих випромінювань?
3. Основні фізичні механізми дії іонізуючого випромінювання.
4. Яка відносна біологічна дія різних видів іонізуючого випромінювання?
5. Від яких факторів залежить біологічна дія іонізуючих випромінювань?
6. Видові, індивідуальні, тканинні відмінності біологічної дії іонізуючих випромінювань.
7. Доза, потужність дози, об'єм опроміненої тканини.
8. Для чого потрібне знання біологічної дії іонізуючого випромінювання?
9. Перерахуйте механізм виникнення мутацій під впливом радіації.
10. Що таке пряма та непряма дія іонізуючого випромінювання?
11. Від чого залежить дія іонізуючих променів на організм?
12. Які етапи біологічної дії іонізуючих випромінювань?

7. Практичні роботи (завдання), які виконуються на занятті:

1. Намалювати в робочому зошиті схему поділу клітини і саму клітину.
Дати пояснення.
2. Намалювати в робочому зошиті схему радіолізу води. Дати пояснення.
3. Намалювати в робочому зошиті таблиці з основними одиницями радіоактивності. Дати пояснення.
4. Зобразити схематичні принципи роботи основних пристроїв для радіометрії. Дати пояснення..
5. Зобразити схематичні принципи роботи основних пристроїв для дозиметрії. Дати пояснення..
6. Зобразити схематичні принципи протизапальної дії іонізуючого випромінювання . Дати пояснення.
7. Зобразити схематичні принципи протипухлинної дії іонізуючого випромінювання . Дати пояснення

1. **Тема наступного заняття:** «Фізико-технічні основи променевої діагностики в стоматології. Фізико-технічні основи рентгенологічного дослідження».

2. Завдання для УДРС та НДРС з теми наступного заняття:

Види сучасних методів діагностичних дослідження зубів і щелепно-лицьової області (іонізуючі і неіонізуючі). Показання і протипоказання до МРТ і УЗ-

дослідження; переваги і недоліки. Рентгенологічні методи обстеження зубів і щелепно-лицьової області. Правило орторадіальності. Контактні і дистанційні методи. Внутрішньоротові рентгенограми зубів. Інтерпроксимальна рентгенографія. Ортопанорамна рентгенографія. Метод формування зображення. Аналогові і матричні приймачі рентгенівського зображення.

Методичні рекомендації склала _____ ас. Дойкова К.М.