

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Медичний факультет №2

Кафедра променевої діагностики, терапії та радіаційної медицини і онкології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Едуард БУРЯЧКІВСЬКИЙ

01 вересня 2023 року



МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
ДО ЛЕКЦІЙ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Факультет, курс Медичний факультет №1,2 5-ий курс

Навчальна дисципліна РАДІАЦІЙНА МЕДИЦИНА

Затверджено:

Засіданням кафедри променевої діагностики, терапії та радіаційної медицини і онкології

Одеського національного медичного університету

Протокол № 1 від 30.08.2023 р.

Завідувач кафедри _____ Віктор СОКОЛОВ

(підпис)

Розробники:

к.м.н., доц. Дорофєєва Т.К.

Лекція № 1

Тема: Історія розвитку радіаційної медицини

Актуальність теми: У зв'язку зі стрімким розвитком атомної енергетики, масштабним використанням джерел іонізуючого випромінювання в промисловості, сільському господарстві, а також у медицині ризик виникнення захворювань променевого походження вкрай високий. Тому особливо актуальними є питання, зв'язані з особливостями дії іонізуючого випромінювання на організм людини, принципами лікування променевих поразок і профілактики наслідків опромінення на людину.

Мета:

Навчальна: сформувавши уявлення про предмет радіаційної медицини, її зв'язок з іншими дисциплінами, ознайомити з історичним шляхом розвитку радіаційної медицини, будовою ядра; характеристика видів іонізуючого випромінювання; засвоїти питання, зв'язані з дозиметричними аспектами дії радіації.

Основні поняття: історія розвитку радіаційної медицини, відкриття рентгенівського випромінювання, відкриття радіоактивності, історичні етапи розвитку радіаційної медицини.

Зміст лекційного матеріалу (текст лекції)

Людство вперше дізналось про існування невидимого світу випромінювання високої енергії, познайомились з його властивостями та особливостями біля 100 років тому. В грудні 1895р професор Вюрцбургського університету В.К. Рентген повідомив вченому світу про відкриття нового виду випромінювань, який він назвав X-промені (сьогодні відомі під назвою рентгенівські). Вони володіли дивовижною, приголомшуваючою уяву здатністю: проникати крізь непрозорі для видимого світла предмети - дерево, тканини, картон, людського тіла. Відкриття диво-променів миттєво виплиснулось із сторінок наукових фізичних журналів в широкий світ людських пристрастей, захоплень та заблуджень, стало першою дійсно науковою сенсацією, першим кроком у ХХ століття, в епоху науково-технічної революції.

Нові промені привернули до себе пильну увагу вчених, та не тільки фізиків. Біологи та лікарі справедливо побачили в них інструмент вивчення живих організмів, розпізнавання та лікування хвороб людини. В продовж першого року після відкриття Рентгена застосування X-променів у медицині було присвячено більш 1000 наукових статті та 49 книг, а всього через півроку російський вчений-фізіолог, учень І.П. Павлова - І.Р. Тарханов опублікував перше дослідження о впливі X-променів на нервову систему тварин.

Рентгенівські промені були лише першим із цілого каскаду блискучих досягнень наукової думки, відкривших людству існування невидимого світу елементарних часток, таємничих сил, об'єднуючих ці частки всередині атомного ядра. Тоді на світанку ХХ століття самі великі голови не могли передбачити, що прорив науки в мікросвіт через півстоліття приведе до оволодіння гігантськими силами, прихованими в атомному ядрі, до створення ядерної зброї та до використання атомної енергії в мирних цілях, до атомного тероризму та Чорнобильської катастрофи.

Значення нових відкриттів в фізиці, на історію людського суспільства в ті роки було зрозуміло небагатьом. Одним із них' В.І. Вернадський, перший Президент АРІ України. В 1911р, він безпідставно писав: "Ми підходимо до великого перевороту в житті людства, з яким не може зрівнятих все. коли-небудь їм пережити. Недалеко той час, коли людина дозволить йому будувати своє життя так, як він захоче. Це може статися через століття, але ясно, що це обов'язково станеться. Та чи зможе людина користуватися цією силою, спрямовувавши її на добро, а не на самознищення."

Знову відкриті промені не перестали вражати уяву. Випромінювання радіоактивних елементів не залежить ні від складу хімічних сполук, ні від тиску у всьому діапазоні впливу, якими володіла наука. Ставало зрозуміло: в основі радіоактивності лежать глибокі фізичні закони, які не залежать від взаємодії атомів та молекул, від стану їх електронних оболонок. З другого боку, з'ясувалось, що випромінювання кожного радіоактивного елементу з часом слабіє по певному характерному для нього закону. Одні радіоактивні речовини лишаються активності швидко, інші - повільно, а в процесі випромінювання самі вони змінюють свою фізичну природу, розпадаються, перетворюючись в інші речовини. Вимірювачем долготривалості існування радіоактивних елементів став їх фізичний період напіврозпаду - час, в продовж якого інтенсивність випромінювання знижається вдвічі. Так, період напіврозпаду полонія складає 13В днів, радія - 1620 років, урана - 4,5 млрд років.

Загадкою тривалий час залишалось і джерело енергії, випромінюваної радіоактивними речовинами. Ще в 1933р П. Кюрі звернув увагу на те, що радій не тільки є джерелом невидимої радіації, ала і нагрівається під час цього процесу. Спроба підрахувати кількість тепла, яке виділяється під час радіоактивного розпаду радю, дала несподіваний і вражаючий уяву результат. Виявляється, що один грам радія, під час свого існування виділяє у 4000 разів більше енергії, чим утворюється при спалюванні 1т кам'яного вугілля.

Вивчення радіоактивності не тільки наближує вчених до пізнання фундаментальних законів природи, но і відкриває шлях до оволодіння гігантськими запасами енергії, котра сконцентрована всередині атомів. Проникнення у сутність законів мікросвіту стало

генеральним напрямком розвитку науки в ХХ століття, а перспектива використання атомної енергії - верстовим шляхом НТР.

ТРОХИ ІСТОРІЇ.

Винекнення радіаційної медицини завдячує трьом великим відкриттям увінчавшим закінчення минулого століття

1895р - відкриття Вільгельмом Конрадом Рентгеном Х-променів.] 896р - відкриття Анрі Беккерелем природної радіоактивності урану. 1898р - відкриття Марією Складовською-Кюрі та П'єром Кюрі радіоактивних властивостей полонія та радія.

Дорого заплатило людство відкриття таємниці природи. Загинули майже всі перші дослідники, багато медиків. В середині ХХ ст світ став свідком масової одномоментної загибелі сотень тисяч людей. Напроти Рентгенівського інституту в м. Гамбурзі, де багато років працював один із піонерів медичної рентгенології Т.Е. Албрес-Шонберг, загинувши від променевого раку, 4 квітня 1936р відбулось відкриття пам'ятника, спорудженого німецьким товариством рентгенологів. На його передній стороні наепис: "Пам'ятник відкривається рентгенологам та радіолагам всіх націй, лікарям, фізикам, хімікам, технікам, лаборантам і сестрам, які пожертвували своїм життям у боротьбі проти хвороб їх близьких. Вони героїчно прокладали шлях к ефективному та безпечному застосуванню рентгенівських променів у медицині. Слава їх безсмертна." На пам'ятнику в алфавітному порядку викарбувані імена 169 людей, які померли до того часу від нестерпних радіаційних уражень. Ріком тому їх, біографії та портрети були поміщені в спеціально випущеній Майєром "Книзі Пошани". Пізніше меморіал був доповнений ще двома пам'ятниками з іменами 17 жертв, а в 1959р "Книга Пошани", випущена другим виданням, містила ще 360 прізвищ. За період з 1936 по 1959рр. коли розвиток ядерних досліджень придбало гігантські масштаби, а в сферу впливу іонізуючих випромінювань було втягнуто набагато більше людей, ніж раніше, число жертв науки збільшилось лише вдвічі, при цьому багато із жертв загинули від захворювання, які виникли в ранні роки. Причиною такого щасливого дисонансу між різким підвищенням контактів людини з іонізуючими випромінюваннями і ще більш значним відносним зниженням частоти променевих уражень визначаються успіхами нової області знань -радіаційної медицини. Як не парадоксально, бурному розвитку рвдіаційної медицини сприяла загроза ядерної катастрофи. Нелюдський дослід застосування ядерної бомби в Японії, а пізніше - різьке підвищення радіаційного фону Землі висунули глобальне невідкладне завдання -розробки проблеми проти променевого захисту, який потребує глибокого вивчення механізмів біологічної дії іонізуючих випромінювань. Нова хвиля інтересу до проблеми викликана Чорнобильською катастрофою 1986р. Тисячі вчених світу вносять свій внесок в розвиток радіаційної медицини.

Після такого поверхового екскурсу, який показав, якою дорогою ціною розраховалось людство за освоєння енергії атома, повернемоь до послідовного опису основних подій, пам'ятаючи про їх величезне значення для світового прогресу. В цьому наглядний приклад драматизму фактів та ідей, якими так багата історія людства.

ВІДКРИТТЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОМЕНІВ ТА РАДІОАКТИВНОСТІ.

В.Л. Рентгену під час його великого відкриття було 50 років. Він керував тоді фізичним інститутом та кафедрою фізики Вюрцбургзького університету. 8 листопаду 1895р Рентген пізно вечором закінчив експерименти в лабораторії. Погасивши світло в кімнаті, він помітив у темряві зеленувате світіння, яке випромінювало кристали пластиносиньородистого барію. З'ясувалось, що круксова трубка знаходилась поблизу, обгорнута в чорний папір, була під високою напругою, яку Рентген забув вимкнути перед тим як йти. Світіння негайно припинилось, як тільки був відключений струм, і зразу відновилося після його включення. Катодні і видимі промені не проникали крізь чорну бумагу, і вченого охопила геніальна догадка про те, що при проходженні струму через трубку в ній виникає яексь непізнене випромінювання, яке він назвав Х-промені. 50 діб були поглинені напруженою працею. Вінком цього самовідданого творіння став рукопис, вмістивши 17

сторінок коротких листків, яку Рентген вручив 28 грудня 1895р Голові Вюрцбургського фізико-медичного товариства разом з першим в світі рентгенівським знімком своєї кисті. У перших числах 1896р. брошура Рентгена вийшла із друку, а в найближчі тижні-ГІ переклад на російській, англійській, французькій, італійській мовах.

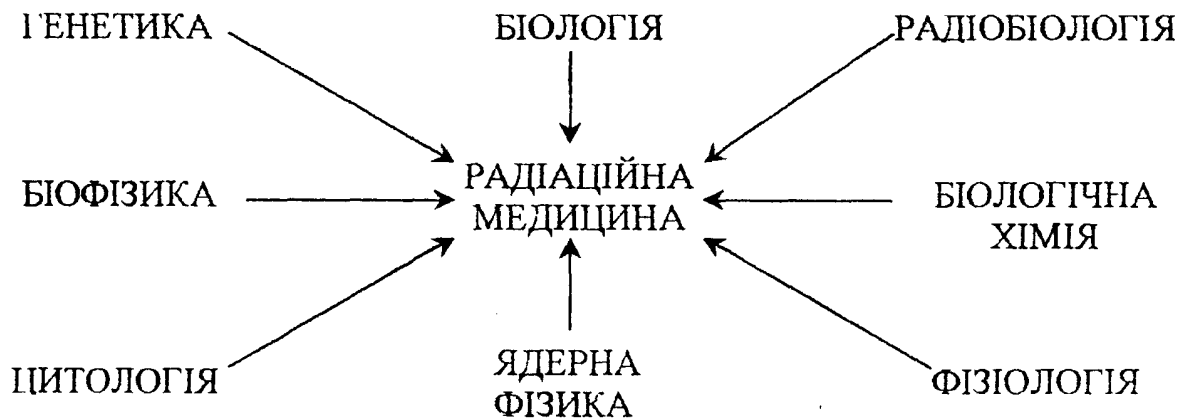
Російський переклад під назвою "Новий Рід променів був випущений в світ в Петербурзі і вміщав фотографії першої рентгенограми руки, зроблений в Росії 16 січня 1896р. 6 січня 1896р. звістка про відкриття Рентгеном всепроникаючих променів було передано Лондонським телеграфом всьому світові. Все людство прийняло цю звістку як найбільшу сенсацію. 23січня 1896р. відбувся триумфальний виступ Рентгена на засіданні товариства дослідників природи в Вюрцбурзі, де вчений під оплески публіки робить знімок руки відомого анатома Келлікера. Поважний вчений заявив,що за 48 років праці наукового товариства, він ще не був присутній при такій значній події. Він проголосив трьохкратне "Ура" на честь Рентгена та запропонував назвати нові промені його іменем.

10 грудня 1901р. Рентгену була присуджена перша Нобелівська премія по фізиці за видатний внесок в науку. Про значення самого відкриття і глибині зробленого Рентгеном експериментального аналізу нового виду випромінювань написані тома. В спогадах присвячених 50-річчю відкриття рентгенівських променів, академік А.Ф. Іоффе, який працював з Рентгеном близько 20 років, писав: "З того, що Рентген опублікував в перших трьох повідомлень не може бути змінене ні одне слово. Багато тисячі дослідників не могли прибавити ні ноти к тому, що зробив сам Рентген у самих елементарних умовах за допомогою самих елементарних приладів." Досить цікава реакція обивателів та преси тих часів на сенсаційне відкриття. Деякі ньюйорзьські газети писали про те, що нові промені можуть фотографувати душі померлих. Вони повідомляли, що в коледжі лікарів-хірургів рентгенівські промені застосовувались для проєкції анатомічних картин прямо в мозок студентам, що давало їм тільки "сильні" знання, ніж звичайні методи навчання. 19 лютого 1896 р. вийшов законопроект, забороняючий використання рентгенівських променів в театральних біноклях із морально-етичних міркувань. Одна із газет того часу писала так: "Нам нові промені набридли. Саме краще, що можливо зробити,- це спалити всі рентгенівські промені, стратити всіх дослідників, потопити обладнання всього світу. Нехай риби розглядають свої кістки, а не ми...". Виникнув ший газетний галас не зміг послабити цікавість до найбільшого відкриття. Рентгенівські промені стали не тільки предметом глибокого вивчення у всьому світі, але і швидко знайшли практичне застосування. Крім того, вони послужили імпульсом до виявлення нового явища - Природної Радіоактивності,- яке приголомшило світ не менш чим через півроку після відкриття Х-променів. Це були невидимі людському оку перші проблески атомного світанку. Вони з'явилися на фотоплівці, залишений в столі професором фізики Парижського музею природної історії Анрі Беккерелем. Він - визнаний авторітет в області люмінесценції - цей час, як і багато інших, цікавився природою всепроникаючих рентгенівських променів. Досліджуючи індукціоное сонячним світлом світіння різноманітних мінералів. Беккерель виявив, що воно виникає і при освітленні солей урану. З'ясувалось, що якщо таку сіль покласти на загорнуту в чорний папір фотопластинку, виставити на сонце, то при проявленні пластинка засвітлювалась лише в тому місці де лежала сіль урану. Беккерель вирішив повторити це дослідження, однак день виявився похмурим і дослід довелося відкласти, а пластинку в темній шухляді письмового столу. Через два дні - 1 березня 1896р знову був сонячний день і можна було провести дослідження. Рухомий інтуїцією вчений вирішив проявити пластинку, не освітлюючи її променями Сонця, і, на його диво на пластинці з'явилися чіткі обриси хреста (саме в формі хреста лежали солі урану). Так і було встановлено, що, незалежно від сонячного світла, уран випромінює невидимі оку "уранові промені". Отже, обидва великі відкриття в значній мірі забов'язані щасливому випадку. Но згадаємо мудрі слова Луї Пастера, що "випадок допомагає лише розумам, підготовленим до відкриття". Дійсно, ще задовго до Рентгена і одночасно з ним працювало багато дослідників з катодними променями, спостерігаючи навіть свічення екрану, а отже "бачили" рентгенівські випромінювання, але "побаив" (тобто розпізнав) його тільки лише В.К. Рентгеном: і тому, що "...на випадок при великих

відкриттях наштовхуються лише ті, хто його заслуговує". Десятки дослідників після відкриття Рентгеном були зайняті пошуком нових таємничих променів. Та лише допитливому та таловитому А. Беккерелю вдалося відрізнити від індукуючої сонячним світлом люмінесценції самочинне випускання ураном проникаючого випромінювання.

Вивчення цього явища стало предметом пристрасних пошуків спочатку велекого польського вченого Марії Склодовської-Кюрі, а незабаром та її нареченого - не менш блискучого французького дослідника П'єра Кюрі. 11 років їх любові та спільної творчості - одна із найкращих сторінок історії науки - ознаменовані відкриттям та виділенням декількох радіоактивних елементів, серед яких головні - полоній та радій (відповідно липень та грудень 1898р). в 1903 була присуджена Нобелівська премія по фізиці П'єру та Марії Кюрі та А. Беккерелю. В 1911р Марія Кюрі нагороджена другою Нобелівською премією за працю в області радіаційної хімії - такої пошани і до наших днів не удостоювався не один вчений. В 1935р, через 32 роки після батьків, Нобелівську премію отримує їхня донька Ірен - за відкриття штучної радіоактивності (разом з чоловіком Фредеріком Жоліо-Кюрі). Історія не знає приклада, щоб дві подружні пари в двох наступних поколіннях внесли такий внесок в світову науку, як сім'я Кюрі. Відданість науці була такою, що життя їх було у прямому значенні пожертвована Марія, Ірен і Фредерік Жоліо померли від променевої хвороби: і є вся підстава передбачити, що лише рання смерть П'єра Кюрі у результаті катастрофи позбавило його від тієї же долі.

Радіаційна медицина представляє собою комплексну наукову дисципліну, має тісні зв'язки з рядом теоретичних та прикладних областей знань (див. мал. 1), таких як:



Мал. 1. Зв'язок радіаційної медицини з іншими дисциплінами.

Радіаційна медицина, її успіхи, багато визначаються успіхами суміжних дисциплін - радіобіології, вивчаючий біологічну дію іонізуючих випромінювань. Вивчення біологічної дії іонізуючих випромінювань почалось той час після відкриття рентгенівських променів. Серед ранніх праць відомі класичні дослідження російського вченого І.Р. Тарханова, який в 1896р поставив експеримент на жабах та комах реакції на випромінювання. На основі цього їм висловлено припущення на можливість лікувального застосування рентгенівських променів. Лише за рік після цього було видано 49 книг та більш 1000 статей. Вони були присвячені використанню X-променів в медичній практиці.

В 1896р в пресі з'явилося повідомлення про ураження шкіри (дерматити, еритеми) у осіб, які були уражені частими та довготривалими впливами іонізуючого випромінювання. В 1902р Фрібен описав перший випадок променевого раку шкіри. В 1914р в літературі були описані біля 115 випадків рентгенівського раку, які виявлені к медико-технічного персоналу. Як відзначив в 1933р С.І. Неменов - "на з'їзді рентгенологів можна було зустріти ветеранів рентгенології без пальців та навіть без всієї кінцівки із-за ампутації по приводу раку". Жертвою раку стали Альберс-Шонберг, Бергон'є, Леві-Дорі, Розенблат та

інші. К 1959р було відомо о 359 рентгенологів, які загинули від променевого раку шкіри або від лейкемії. Перші відомості про променевий рак, походить з XVI ст. відомі медики середньовіччя (Парацельс, Агрікола та інші) писали про загадкову хворобу легенів у гірників, працюючих в копальнях, де пізніше стали добувати уран та радій.

В 1879р, ще задовго до "ери радіації", Хартинг та Геса розпізнали в цьому захворюванні рак легенів.

З липня 1901р А. Беккерель на протязі 6 годин носив у кишені жилета ампулу з радієм та отримав опіки шкіри. Про це через 10 днів, коли з'явилася еритема. довго незаживаюча виразка, вчений повідомив М. Кюрі: "Радій я люблю, но сердитий на нього."

Ці спостереження дозволили П. Кюрі та Бушарояні Бальтазару прийти до висновку про лікувальну дію радія на вовчанку та деякі форми раку і послужило початком кюрітерапії.

Першою в історії спробою рентгенотерапії раку була праця лікаря Джіллманна із м. Чікого. До нього звернувся за допомогою фізик Груббе по приводу сильних променевих опіків руки. Джіллманна здивував ефект Х-променів, і він відправив до Груббе на опромінювання хвору з раком молочної залози в неоперабельній стадії. Цей сеанс лікування був здійснений 29.01.1896р, топто майже тиждень по тому після триумфального повідомлення Рентгена. Був отримай найкращий ефект, топто сам Груббе продовжував практику рентгенотерапії (отримав деяку медичну освіту). Пізніше і він став жертвою променевого раку.

Ніхто не припускав, що Х-промені можуть впливати на внутрішні органи, тому-то довгий час об'єктом дослідження була шкіра. В 1903р Лльберс-Шонберг виявив дегенеративні зміни епітелію та азоспермію у морських свинок та кроликів. В 1905р Хальберштадтер спостерігав атрофію яєчників у опромінюваних самок. Незабаром Осгоуд та Броун виявили азоспермію, яка виявилася причиною безпліддя у молодих робітників зоводу рентгенівських трубок, пропрацювавших на підприємстві небагато біля трьох років.

В 1903р під впливом праць Є.С. Лондона, який виявив летальну дію променів радію на мишей, Г. Хейнікс застосував для цього рентгенівські промені. Йому вдалося визвати загибель тварин і він вперше описав типові зміни клітин кісткового мозку та лімфовузлів при гістологічному дослідженні.

В числяних експериментах Є.С. Лондон продемонстрував дію випромінювання радію на системи організму, в частковості, на кровотворення.

В 1911р була надрукована монографія Є.С. Лондона "Радій в медицині та біології" - перша книга по радіобіології і надрукована на німецькій мові.

Наведені приклади показують перший етап розвитку радіобіології, якв характеризуються працями переважно описового характеру.

Але вже в цьому періоді встановлено два кардинальних факті: викликаних іонізацією випромінювання 1)гальмує клітинне дроблення (Корнікс, 1905) та 2)викликає розноманітні по ступені своєї виявленності зміни різних клітин на випромінювання (І. Бергон'є, Л. Трібондо). Найбільш чутливими виявились сперматогонії, а найбільш резистентними - сперматозоїди, випромінювання яких взагалі не викликало морфологічних змін.

На основі цих експериментів в 1906р були сформульовані положення, яки увійшли в історію під назвою "закона (правила) Бергон'є-Трібондо": клітини тим більш радіочутливі, чим більше у них здібність к розмноженню і тим вони менш диференціювані. Це правило не утратило свого значення і до цього дня.

Таким чином, вже в самий ранній період першопочаткових спостережень, була помічана найбільш важлива особливість іонізуючих випромінювань, саме: виборністю їх дії, які визначаються властивістю тих клітин, на які діють випромінювання.

Дякуючи цьому, не дивлячись на зовсім однакові умови випромінювання однієї і тієї клітини, тканини, органа —одні клітини сильно ушкоджуються та гибнуть, а інші не виявляють ніяких ушкоджень. Наприклад, при опроміненні селезінки або сім'яників

спостерігали зникнення всіх (або тотальної більшості) лімфоїдних елементів при повному збереженні фіброзних елементів та клітин Сертоллі (в яєчниках).

Дуже рано в 1903р була виявлена роль ушкодження ядра в клітинній радіочутливості. Висновок про це зробив Д. Буї.

Вже в першому десятиріччі ХХст почалось вивчення дії іонізуючої радіації на ембріогенез. Ранні спостереження хоча і мали фундаментальне значення, але всеж носили описувальний характер. Була відсутня теорія, яка пояснювала механізм дії опромінення на живому об'єкті.

Другий етап розвитку радіаційної медицини зв'язан з становленням кількісних принципів, який має ціль зв'язати ефект з дозою випромінювання.

Цей етап характеризується масовими експериментами на різних популяціях клітин та тварин з кількісним відображенням результатів на кривих "доза-ефект".

В 1922р Ф. Дессауер запропонував першу теорію, яка пояснювала радіобіологічний ефект радіації. Ці погляди пізніше нашли відображення в "принципі попадань" та "теорії мішень" в трудах І.В. Тимофєєва-Ресовського, К. Цммера, Д.Е. Лі та інших, дослідників-практиків.

Однією із епохальних подій радіобіології виявлено дію іонізуючої радіації на генетичний апарат клітини, яка супроводжується спадкоємною передачею знов набутих ознак. Вперше такі дослідження були зроблені Г.А. Надсоном та Г.Ф. Філіпповим в 1925р в опитах на дріжджах. Це величайше відкриття на жаль, тоді не отримало належної високої оцінки і лише після праці Г. Меллхера, який відкрив мутагенний ефект іонізуючого випромінювання в експериментах на дрозофілі, генетичні дослідження стали проводитися во всьому світі широким фронтом. потужним імпульсом к бурхливому розвитку радіобіології з'явилися успіхи ядерної фізики, позначивши перспективу оволодіння енергією атомного ядра. В США на початку 40-х р створені спеціальні лабораторії при великих містах (Аргона, Бруххевія, інші).

В СРСР такими центрами були Москва, Ленінград, Київ, Мінськ, Свердловськ, Новосибірськ, Алма-Ата та інші міста. Особливо інтенсивний розвиток радіаційна медицина отримала після варварського атомного бомбардування японських міст Хіросіми та Нагасакі.

Головним завданням було поставлено розроблення протипроменевого захисту та лікування променевих ушкоджень, що в свою чергу, потребує детального вивчення механізмів радіобіологічного ефекта та патогенеза променевої хвороби.

В період з 40-го по 50р ХХст найкрупніші дослідницькі центри з'являються в Європі та на других континентах світу. Часто-густо вони організуються при інститутах та шпиталях, як правило, онкологічних. Інтенсивно стали проводити дослідження в Японії (Сугахара).

Широке міжнародне обговорення запитань радіаційної медицини було проведено в 1955р на Женевській конференції по мирному використанню атомної енергії. З цього часу почався третій етап в розвитку науки, який триває і по сьогоднішній час,

За останні 20 років (не менш одного разу в рік) збираються дуже представницькі міжнародні, або національні конгреси, конференції та симпозиуми по окремим питанням радіаційної медицини. На Другому Міжнародному Конгресі по радіаційним дослідженням (Англія 1962) були присутні 1200 вчених із 40 країн світу. Ще більш показними були V (США 1974), VI (Аргентина 1978) Кошреси.

При ООН в березні 1910р в будинку, який був побудований по проекту видатного архітектора Баранова була створена перша в Росії радіологічна лабораторія під керівництвом члена-кореспондента АН України Є.С. Бурксера. І сьогодні його роботи по визначенню радіоактивності повітря в лікувальних місцевостях на узбережжі Чорного та Азовського морей не утратили свого значення.

Аварія на ЧАЕС ще раз нагадала, яка страхітна сила міститься в атомі, який вийшов із під контролю людини, яку небезпеку несуть високі дози ядерного випромінювання. Проте медична наука не була захоплена зненацька цією подією. Наші лікарі виявилися підготовленими надати допомогу постраждалим від аварії. Одеські вчені інтенсивно

займаються актуальними проблемами медичної радіології та проблемами, які зв'язані з реабілітацією постраждалих у наслідок Чорнобильської катастрофи. Створено НШ під керівництвом професора К.Д. Бабова. В ОДМУ зав.

кафедрою курортології ФУВ професор В.В. Кенц з співробітниками розробили методичні розробки по лікуванню проживаючих на радіонукліднозабруненій території України в санаторіях м.Одеси.

Школа проф. Савицького (проф. Литовченко, Напханук, Розанов, Мардашко, Лук'янчук, Нагієв) успішно розвивали важливе направлення радіаційні дисферментози.

ЗАГАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ПРО РАДІАЦІЮ, ЇЇ ДЖЕРЕЛА.

Словом "радіація" часто відзначають те, що має більш конкретну назву "іонізуюче випромінювання". Радіація буде іонізуючою в тому випадку, якщо вона здібна поривати хімічні зв'язки молекул, які складають живий організм і тим самим визивають біологічні важ/шві зміни. Світло радіохвилі так сомо, як і природне сонячне тепло представляють собою види радіації. Проте вони не викликають ушкоджень шляхом іонізації, хоч, звичайно, можуть виявляти біоефекти, якщо інтенсивність їх дії збільшити.

Іонізуючі випромінювання бувають слідуючого походження: передусім ці промені рентгенівські та гамма-промені. Вони представляють собою енергію передавану у вигляді хвиль без ніякого руху речовин, гочнісенько так, як світ та тепло від сонця, які проходять скрізь вакуум космосу, поки не досягнуть Землі. Рентгенівське випромінювання та гамма-промені за своєю природою та властивостями не відрізняються друг від друга.

Єдина відмінність між ними складається в засобах утворення, якщо рентгенівські промені звичайно отримують за допомогою електронного апарату, подібно тому, який можливо побачити в будь-якій стоматологічній поліклініці, то гамма-промені випускаються нестійкими, або радіоактивними ізотопами. Інші типи іонізуючого випромінювання представлені речовинами, швидкорухуючими часточками. Одні із них несуть електричний заряд, а інші нейтрони.

Нейтрони - незаряджені часточки, які утворюються при кожному радіоактивному перетворенні. Вони є найважливішим різновидом іонізуючого випромінювання: вони, як правило, зв'язані з процесами, виникаючими в атомних бомбах та ядерних реакторах.

Нейтрон електронейтральна часточка, маса якої дорівнює масі протона, але на відміну від останнього, нейтрони не мають електричний заряд.

Через те, що ці часточки електронейтральні, вони глибоко проникають во всі речовини, включаючи і живі тканини. При поділі ядер тяжких елементів (уран та інші) з утворенням двох більш легких атомів, нейтрони випромінюються як побічний продукт реакції. Нейтрони можливо отримати штучно в фізичних лабораторіях на потужних прискорювачах часточок. Електрони - легкі негативні заряджені часточки, які існують во всіх стабільних атомах. Вони випромінюють під час радіоактивного розпаду речовини, і тоді їх називають бета промені. Ці часточки можливо отримати і в лабораторних умовах.

Протони - позитивно заряджені часточки, які виявляються в ядрах всіх атомів, їх маса приблизно дорівнює масі нейтрона і майже в 2000 раз більш маси електрона. Протони звичайно не випромінюються радіоактивними речовинами, проте вони були знайдені (у великій кількості) у відкритому космосі, що представляє можливу небезпеку для космонавтів-дослідників.

Альфа-часточки - ядра атомів гелію, но, іншими словами, атоми гелію, які позбавлені орбітальних електронів і складаються із двох протонів і двох нейтронів, з'єднаних разом. Мають позитивний заряд відносно тяжкі. Звичайно альфа-часточки випромінюються при радіоактивному розпаді ізотопів (уран та радій).

Тяжкі іони - ядра інших атомів, позбавлених орбітальних електронів або рухаються з великою швидкістю. В космосі присутні іони майже всіх відомих елементів, що створює труднощі забезпечення безпеки космічного польоту. Але не можливо сконструювати космічний корабель, повністю захищаючий екіпаж від всяких тяжких іонів, які несуться з великою швидкістю і володіють величезною енергією.

Природньо - радіоактивні елементи є ровесниками народження Всесвіту, свідком виникнення Сонячної Системи, формування Землі. На протязі мільярдів років існування Землі йшов процес радіорозпаду нестабільних ядер атомів. У результаті загальна радіоактивність Землі, гірських порід поступово знижувалась. Відносно короткоживучі ізотопи розпадались повністю.

Збереглися головним чином елементи з періодом піврозпаду, порівняний з віком самої Землі.

Космічні промені представляють собою потік елементарних часточок, прилітаючих на поверхню Землі із всесвітнього простору і збільшуючих її природний радіоактивний фон на рівні моря в середнім на 25-30%. Вони відрізняються високою проникаючою здатністю.

Перші космічні промені неоднорідні: частка-сонячного походження, частка-галактичного, частка-міжгалактичного.

Проникаюча здатність космічного випромінювання велика. Оболонки космічного корабля не є перешкодою для часточок випромінювання. Шар половинного послаблення космічного випромінювання складає 1 м свинцю або 10 м води.

Природний радіаційний фон, як вже згадувалось, складається із природньо-радіоактивних елементів гірських порід, а також води, повітря, ґрунту і космічного випромінювання.

В більшості країн природний фон незначно відрізняється від середньої величини 100 мрад (або 0,1 рад) в рік. На поверхні морей та океанів вклад випромінювання Землі зменшується більш чим вдвічі, а сумарна величина фону падає до 60-70 мрад в рік. У світі, в якому ми живемо,- світ радіоактивний. Ця реальність не тільки сьогодняшнього дня. Так було на Землі завжди - з моменту народження Сонячної системи та утворення нашої планети.

Тоді, мільярди років тому радіоактивність земної речовини була значно підвищеною чим нині. Послідуюча безодня років повністю поглинула випромінювання існуючих в той час короткоживучих ізотопів. Зберегалися до наших днів лише короткоживучі елементи якщо не рахувати їх дочірніх продуктів розпаду і постійно народжуючих радіоактивні продукти взємодії космічної радіації та атмосфери. Но їх кількість істотно знизилася у порівнянні з первісним. Отже і вся історія Землі (арік нашої планети - нагадаємо - 5,3 млрд років) протікала в умовах постійного зниження її радіоактивності.

У цей час в Одеській області могутність експозиційної дози гамма-опромінення (11 мкР/година), обумовленою природньою радіоактивністю.

За цими даними, сумарна радіоактивність бета-опромінення атмосферних аерозолей штучного походження $(0,0026 \pm 0,0004 * 10^{15} \text{ Кі/г})$.

Максимальне значення сумарної бета-активності $0,019 \pm 0,005 * 10^{14} \text{ Кі/г}$ (для цезія - 13) і $0,066 \pm 0,12 * 10^{17} \text{ Кі/г}$ (для стронція - 90). Перевищення тимчасового допустимого рівня (ТДР - 88) в харчових продуктах не виявлено.

Значне число людей підлягають впливу іонізуючої радіації в професійних умовах.

Розглянемо основні типи праць і професійні групи з різним рівнем і типом радіаційного впливу.

РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДАХ.

Основним радіаційним фактором є зовнішнього опромінення трубки у режимі просвічування, який носить неравномірний характер як по локалізації, та і по глибині. По даним американських дослідників, при стансі в 25-30 років сумарні експозиційні дози досягни 1000-2000 Р за весь час праці. В останні роки описані лише одиничні випадки уражень.

АНАЛІЗ.

Основну радіаційну небезпеку представляє можливість локального опромінення рук, очей, голови від інтенсивного робочого пучка з відносно невисокими елементами

випромінення (10-40 кВ). могутність дози у зв'язку з малою відстанню від антикатода трубки і слабкою фільтрацією променів може досягнути такого розміру, що за кілька секунд опромінення стане достатнім для розвитку гострих променевих уражень шкіряного покриву.

ПРОМЕНЕВА ТЕРАПІЯ.

Основним радіаційним фактором для персоналу, працюючого на терапевтичних устаткуваннях, є зовнішнє гамма - і рентгенівське випромінювання, яке проникає у кімнату, де знаходиться медичний персонал. Лише при недостатньої її ізоляції від процедурної. Находження в організм радіоактивних речовин можливо тільки при випадковому порушенні цілості укриття джерел (ампул) або їх втрата і виявлення випадковими людьми, що є крайньою рідкістю.

ПРОМИСЛОВА ГАММАДЕФЕКТОСКОПІЯ ТА ГАММАГРАФІЯ.

Основними радіаційними факторами є зовнішнє загальне та місцеве гамма-опромінення рук, окремих частин тілу.

При порушенні цілості ампул можливо надходження в повітря радону забруднення шкіряних покривів і постачання в організм радіоактивних речовин (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{73}Se) можливо лише при глибокому порушенні правил праці з джерелами.

Порушення правил збереження джерел радіації. Супроводжується підвищеним опроміненням персоналу та окремих осіб, які виявили джерело, описані у вітчизняній та закордонній літературі. Найбільш можливо у подібній ситуації місцеві променеві зміни на ділянках безпосереднього зіткнення з джерелом (шкіра рук, передня поверхня стегна та грудної клітки при надходженні джерела в кишені штанів або куртки). Описані і тяжкі випадки з летальним кінцем.

ЗАРЯДКА ТА СКЛАДАННЯ ГАММА І РЕНТГЕНІВСЬКИХ ДЖЕРЕЛ.

При збереженні ручних операцій залишається можливість локального опромінення в підвищених дозах з розвитком клінічних проявах місцевих гострих променевих уражень.

ПРАЦЯ НА ПРИСКОРЮВАЧАХ ЯДЕРНИХ ЧАСТИЦЬ.

Особи, які зайняті обслуговуванням прискорювачів підлягають комбінованому загальному та місцевому впливу гамма - та бета -випромінювання та частиць високої енергії, в тому числі і нейтронів. Описані місцеві ураження кришталіка, променеві катаракти у осіб, починавших працювати багато років тому.

ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЕНЕГТЕТИЧНІ УСТАНОВКИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЯДЕРНЕ ПАЛИВО.

Основним радіаційним фактором, який зв'язаний з активною зоною реактора є зовнішнє гамма-нейтронне опромінення зтвореного в безпосередній близькості до неї дуже неравномірного поля. Крім цього при деяких спеціальних умовах, плановому або аварійному порушенні цілості технологічних комунікацій та режиму праці реактора, а також при експериментальній збірці критичної маси істотне значення можливо придбати зовнішнє бета - та рентгенівське опромінення, при надходженні в навколишнє середовище радіоактивних аерозолей та газів (аргону, криптон), ксенону йоду та інШіх), а також забруднення радіоізотопами помішкань, одязі та тіла працюючих - при порушенні герметичності активної зони. Експериментальні реактори та складання критичної маси у випадку непередбачуваної зміни режиму або при необережності обслуговуючого розвитку гострої променевої хвороби людини, а також при тяжких місцевих променевих уражень.

С також велика група осіб, зайнятих працею при яких в навколишньому середовищі знаходяться відкриті радіоактивні джерела. Одним із найбільш старих та добре вивчених типів робіт такого роду є підприємство св'І лоскладів постійної дії. Основними радіоактивними факторами в даних дуже складних умовах є:

- зовнішнє гамма - та бета - опромінення від люмінесцируючих речовин, альфа - та бета - опромінення органів та тканин у випадку надходження в організм інгаляційним шляхом. Через травний тракт радія та мезоторій, торія, сіронція та інші.

- гамма - та бета - опромінення шкіряних покривів, безпосередньому зіткненню з радіоактивними речовинами.
- Опромінення органів дихання від надходження в організм та видиханих радона, торона та трітія.

ПРАЦЯ З РАДОНОМ В МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДАХ.

Основними радіаційними факторами для цієї групи є: зовнішнє гамма-опромінення від барботерів, в яких знаходяться радіо-джерело приготування радону; вдихання радону, який знаходиться в деякому співвідношенні з гамма -- та бета - активними речовинами його розпаду в вигляді високодисперсних аерозолей. У зв'язку з добрим усмоктуванням 222Ки наряду з змінами інгаляційному надходженні (верхні дихальні шляхи та легені, які опромінюються в першу чергу продуктами розпаду радону) можливо виявлення деяких клінічних синдромів в першу чергу, в системі крові.

ПРАЦЯ З УРАНОМ.

При термічній обробці металевго урану і знаходження персонал}' поблизу від неочищувальних крупних блоків, а також при лабораторної науково-дослідницької праці з солями урану працюючі підлягають бета-опроміненню, які перевищують в окрмких випадках в безпосередній близькості. від зливка пранічного рівня в 2-8 раз. РАЗВІДКА ВИДОБУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ РАДІОАКТИВНИХ ДЖЕРЕЛ.

Принцип застосування радіоактивних джерел є порівняння гамма-опромінь природніх елементів, вміст в руді з опроміненням еталонів. Крім цього використовують занесення в свердловину нейтронних джерел, -так названий нейтроний каротаж. Всі ці види робіт супроводжується безпосереднім контактом персонал)' з гамма - та нейтронними джерелами різної могутності.

Опромінення стає суттєвим лише при порушенні правил зберігання, транспортування та експлуатації джерел.

ДОБУВАННЯ РАДІОАКТИВНИХ РУД.

Збільшення захворюваності раком спостерігається через 10 років після початку роботи при 7-13 кратному систематичному підвищенні прийятих норм.

Багаточисленні закордонні публікації об умовах праці та стану здоров'я цієї групи працюючих дозволяє представити собі, що найбільш можливими клінічними ефектами маючими кореляції з діями радіаційного фактора, які повільно формуються змінами в епітелії дихальних шляхів, ознаки неспіцифічного інтерстиціального фіброзу і прискорюється в окремому терміні випадків раку легенів.

ПРАЦЯ З ВІДКРИТИМИ ШТУЧНИМИ РАДІО АКТИВНИМИ ІЗОТОПАМИ.

Деякі штучні радіонуклеїди, які утворюються шляхом опромінення в реакторах, отримали широке застосування для цілої терапії, діагностиці та багатообразних наукових досліджень.

Сумарна кількість цих радіонуклідів в діагностичних та дослідних лабораторіях - при правильній організованій праці невеликі, значно - вищі при застосуванні радіоактивних речовин в цілях терапії. Можливе опромінення персоналу у підвищеній дозі створюється в цих випадках лише при порушенні елементарних правил праці.

ЗАСТОСУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ОПРОМІНЕННЯ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА В НАУКОВИХ ДЖЕРЕЛАХ

Багаточисленні форми використання радіонуклідів в народному господарстві та наукових дослідженнях при правильному використанні є лише джерелом зовнішнього опромінення працюючих і не приводять до суттєвого надходження в організм людини. Рівень зовнішнього гамма-опромінення для основних професій приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Рівень зовнішнього опромінення з джерелами випромінювання в народному господарстві та науці.		
Робочий процес	Основні професії	Доза γ опромінення в рік, бер
Зборка та насадка радіонуклідних приборів для контролю та регулювання виробничих процесів товщиноміри, плотноміри, вологоміри, рівноміри, лічильники виробів та інші.	Механіки, слюсаря, апаратчики.	0,5-1,0
Зберегання та видача радіоактивних препаратів на базах та складах.	Експедитори, дозиметристи, відборщики радіоактивних упаковок.	1,0-2,0
Використання радіонуклідних приборів технологічного контролю товщиноміри, плотноміри, рівноміри та інші.	Механіки, слюсаря, апаратчики.	0,15-0,2
Вивчення ізностійких виробів, матеріалів, за допомогою радіоактивної мітки (Cs^{51} , Fe^m , Co^{60} та інші) в машинобудуванні та металургії.	Експедитори, механіки, апаратчики.	0,4-0,7
Експериментальні радіологічні дослідження в медико-біологічних лабораторіях	Лаборанти, механіки, препаратори, дозиметристи.	0,2-0,5
Опромінення сільськогосподарських тварин на потужних гамма рентгенівських апаратах.	Оператори та дозиметристи.	0,15-0,2
Радіобіологічні дослідження в сільському господарстві (P^{32} , ^{90}Sr , ^{89}Sr та інші).	Лаборанти, препаратори, дозиметристи.	0,3-1,0

Випадки професійного променевого захворювання у всіх перелічених груп є казуїстичною рідкістю.

ПРОБЛЕМИ ГІГІЄНИЧНОГО НОРМУВАННЯ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРА.

У світі сучасних наукових уявлень, ефекти, які визвані дією радіації систематизовані в 3 групи:

- **Соматичні** (ГПК та ХПХ, локальні променеві ушкодження - катаракта, низькоякісні ушкодження шкіряного покриву та інші)
- **Соматико-стохастичні** (скорочення довготривалості життя, лейкози, пухлини різних тканин та органів)
- **Генетичні** (домінантні та рецесивні генні мутації, хромосомні аберації, делеції та інші)

Соматичні ефекти розвиваються у людини, які підлягали опроміненню, а генетичні - у його нащадків. Рівень опромінення на підприємстві нормують по величині ПДД, яка поглинена в організмі людини у процесі його професійної діяльності. В СРСР до 1950 року в якості ПДД була прийнята величина яка дорівнює 5 бер/рік. Вона залишається і до теперішнього часу у вітчизняних нормах та правилах в рекомендаціях МКРЕ та МАГАТЄ.

Стандарти радіаційної безпеки встановлені окремо (таб.1) для працюючих (категорія А) та органічні верстви населення (категорія Б) з рахунком відмінності в

фізичних параметрах діючого випромінювання, віковим составом опромінених контингентів. При цьому для характеристики нормативних рівней використовуються єдині поняття: ПДД - нормативна межа професійного опромінення і ПД - нормативний рівень радіаційної дії на обмежену верству населення.

СТАНДАРТИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ.

Група критичних органів	Критичні органи	ПДД для категорії А, бер/рік	ПДЦ для категорії Б, бер/рік
1(1)	Все тіло, гонади, червоний КІСТКОВИЙ МОЗОК	5,0	0,5
2(11)	М'язи, ЩЗ, жирова тканина, печінка, селезінка, органи ЖКТ, легені, кришталик ока	15,0	1,5
3(Ш)	Шкіряний покрив, кісткова тканина, кість, передпліччя, щиколотка, стопи кінцівок	30,0	3,0

Висновок

Застосування радіації стало невід'ємною частиною сучасного життя. Від рентгенографії зломаної кістки суглоба до лікування раку, медичне застосування радіації визнається загальноприйнятим, а рентгенівське обладнання можливо зустріти в кожній поліклініці, лікарні любого рівня.

Живі організми завжди випробували на собі дію визначної кількості опромінення виходили із природних джерел, таких як ґрунт та їжа. А також і від космічних променів, які ідуть к нам із космосу.

Ефекти визивасмі дією іонізуючої радіації, можуть бути систематизовані в три групи: соматичні, сомато-схоластичні та генетичні.

Крім опромінення в професійних умовах, широко відомі наслідки опромінення у результаті аварії на ЧАЕС, існує велика кількість людей опромінених при інших обставин:

1. Предтечею Чорнобиля називають аварію радіохімічного підприємства в м.Челябінськ-40, коли радіоактивне облако накрило 3 області: Свердловську, Челябінську, тюменську.

2. Випробування ядерної зброї в минулому в Семипалатенську примушує в теперішній час вирішувати проблему окремих наслідків для населення, які мешкають біля ядерного полігону. У нас в Україні, також, проживають люди, які раніше проживали у районі Семипалатенська.

3. Існує неврахований контингент осіб, приймавших участь у військовому навчанні з застосуванням ядерної зброї, так звані Тоцькі вчєня.

4. У засобах масової інформації промайнуло повідомлення про здоров'я бувших солдат, які служили в Києві у внутрішніх військах, які в перший день аварії на ЧАЕС були уведєні для встановлення порядку та спокою без належних засобів захисту, знаходилися в зоні 3-4 дні.

Таким чином, коло осіб, які потребують для себе поважного відношення спеціалістів радіаційної медицини, перелічені мільйонами. Ви вже знаєте, що застосування радіації в медичних та промислових цілях приносить велику користь суспільству. Але ми також знаємо, що надмірні дози опромінення можуть привести до катастрофи для нашого народу.

Матеріали щодо активації здобувачів вищої освіти під час проведення лекції: питання, ситуаційні задачі тощо (за необхідності).

Загальне матеріальне та навчально-методичне забезпечення лекції:

- навчальні приміщення;
- обладнання;
- устаткування;
- слайди, відеофільми.

Питання для самоконтролю:

- а) з теми викладеної лекції /література, питання, завдання/;
- б) з теми наступної лекції /література, перелік основних питань/.

Список використаних джерел:

Основна:

1. Овчаренко О.П., Лазар А.П., Матюшко Р.П. Основи радіаційної медицини. Одеса : Одеський мед. університет, 2017. 208 с.
2. Радіаційна медицина : підручник /Д.А.Базика, Г.В. Кулініч, М.І. Пилипенко ; за ред. М.І. Пилипенка. Київ : ВСВ «Медицина», 2018. 232 с.
3. Візір В.А., Деміденко О.В., Школовий В.В. Радіаційні ураження : навчально-методичний посібник до практичних занять з внутрішньої медицини (військова терапія) для студентів 5 курсу медичних факультетів / В.А. Візір, О.В. Деміденко, В.В. Школовий. Запоріжжя : ЗДМУ, 2019. 63 с.
4. Ковальський О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / О.В. Ковальський, Д.С. Мечев, В.П. Данилевич. 2-ге вид. Вінниця : Нова книга, 2017. 512 с.

Додаткова:

1. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ : Либідь, 2018. 448 с.
2. Неіонізуюче та іонізуюче випромінювання в умовах виробництва (гігієнічні та клінічні аспекти) / С.І. Ткач, О.Ю. Лук'яненко, В.Г. Шестаков, В.В. Багмут. Харків : ХМАПО, 2014.
3. Військова токсикологія, радіологія, медичний захист : підручник / за ред. О. Є. Левченко. Київ : СПД Чалчинська Н. В., 2017. 788 с.

Лекція № 2

Тема: Вплив іонізуючої радіації на організм. Гострі і хронічні наслідки опромінення

Актуальність теми: Біологічна дія іонізуючого випромінювання обумовлена енергією, що вони віддають різним тканинам і органам, а в зв'язку з цим особливо актуальним є випромінювання принципів діагностики і лікування променевих поразок.

Мета:

Навчальна: сформувати уявлення про принципи прямої і непрямой дії радіації, мати загальне уявлення про фізичні та біологічні фактори, що визначають променеви́й ефект, а також класифікувати віддалені наслідки дії іонізуючого випромінювання.

Основні поняття: Шлях надходження і розподілу радіонуклідів в організмі, макророзподіл радіо активних речовин в організмі, мікророзподіл, віддалені наслідки дії іонізуючого випромінювання, загальні реакції організму на іонізуюче випромінювання.

Зміст лекційного матеріалу (текст лекції)

Вплив іонізуючого опромінення на організм

Після того, як у 1895 році по завданню фізико-медичного суспільства в м. Вюрцбургзі проф. Рентген зробив повідомлення о новій формі опромінення, біології вступила в період бурхливого розвитку. Додатковим товчком до цього розвитку стало відкриття Беккерелем у 1896 році радіоактивності, хоч зв'язок між цими двома формами опромінення залишався незрозумілим. Через 4 місяця після повідомлення Рентгену, Дантель описав випадання волосся після рентгенографії, а 12 серпня 1896 року в журналі " було опубліковано описання тяжких шкіряних пошкоджень у працівників виставки рентгенівської апаратури. В той же час Лепп та Стівенс досліджували випадки дерматиту та випадіння волосся після опромінення. В 1897 році Фрейнд повідомив про успішне видалення за допомогою рентгенівських промінів покритої волоссям роднірки, а Велш описав симптоми гострої променевої хвороби. Двома роками пізніше було опубліковано повідомлення про лікування рентгенівськими проміннями рака шкіри. У 1902 році був зареєстрований випадок рака викликаний впливом опромінення. Перше спостереження за дією рентгенівських промінів на внутрішні органи належить, очевидно, Сенну, який у 1903 році описав випадок зменшення розмірів селезінки після опромінення .

Двадцяте сторіччя, яке частіше називають атомним, принесло розширення контактів людства та усього живого з іонізуючим опроміненням.

Вплив іонізуючого опромінення радіації в професійних умовах.

Значна кількість людей підвертаються впливу іонізуючої радіації в професійних умовах. Розглянемо основні типи работ та професійні групи з різноманітним рівнем радіаційного впливу

Рентгенологічні дослідження в медичних установах.

Основним радіаційним фактором є зовнішнє опромінення трубки у режимі просвічування, що носить нерівномірний характер як по локалізації (переважно голова, груди, руки) так і по глибині. За даними американських досліджень, при стажі 25-30 років сумарні експозиційні дози досягали 1000-2000р за весь час роботи. В останні роки описані лише одиничні випадки уражень.

Рентгеноструктурний аналіз.

Основну радіаційну небезпеку удає можливість локального опромінення рук, очей, голови від інтенсивного робочого пучка з відносно невеликими енергіями опромінення (10-40кв). Потужність дози у зв'язку з малою відстанню від антикатада трубки та з слабкою фільтрацією промінів може досягати таких розмірів, що за декілько секунд опромінення стати достатньою для розвитку гострих проміневих уражень шкіри.

Променева терапія.

Основним радіаційним фактором для персонала , працюючого на терапевтичних установках, є зовнішнє гама - і рентгенівське опромінення, проникаюче в кімнату, де знаходиться медичний персонал , лише при недостатній її ізоляції від процедурної.

Попадання в організм радіоактивних речовин можливо тільки при випадковому порушенні цілостності укриття джерела (ампул) або їх втрата та відкриття випадковими людьми.

Промислова гамадефектоскопія і гамаграфія

Основними радіаційними факторами є зовнішнє загальне і місцеве гама-опромінення рук, окремих частин тіла. При порушенні цілостності ампул можливо попадання в повітря радону. Забруднення шкіри та попадання в організм радіоактивних речовин (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{241}Am) можливі лише при грубому порушенні правил роботи з джерелами.

Порушення правил зберігання джерел радіації, яке супроводжується надвищенням опромінення персоналу та окремих лиць, які знайшли джерело, описане у вітчизняній та зарубіжній літературі. Найбільш можливі в даній ситуації місцеві промінневі зміни на ділянках безпосереднього контакту з джерелом (шкіра рук, передня поверхня бедра або грудної клітини при знаходженні джерела в кишені брук або куртки). Описані тяжкі випадки з летальним кінцем.

Зарядка та збірка гама - і рентгенівських джерел.

При зберіганні ручних операцій залишається можливість локального опромінення у підвищених дозах з розвитком клінічних прояв гострих місцевих променеви уражень

Робота на ускорювачах ядерних часток.

Особи, які зайняті обслуговуванням ускорювачів підвертаються комбінованому загальному та місцевому впливам гама - та бета - опромінення і часток високих енергій. у тому числі і нейтронів. Описані місцеві ураження кришталиків, промінневі катаракти у лиць які почали працювати багато років тому.

Ядерні реакції дослідницького призначення та енергетичні установки, які використовують ядерне паливо.

Основним радіаційним фактором, пов'язаним з активною зоною реактора є зовнішнє гама - нейтронне опромінення, яке створює в безпосередній близькості до неї не рівномірне дозне поле. Зокрема цього при деяких спеціальних умовах, зпланованому або аварійному порушеннях цілостності технологічних комунікацій і розпорядку роботи реактора, а також при експериментальній збірці критичній маси велике значення має зовнішнє бета - та рентгенівське опромінення, попадання в довкілля радіоактивних аерозолів і газів (аргон, криптон, йод), а також забруднення радіоізотопами приміщень, одягу та тіла працюючих при порушенні герметичності активної зони. Експериментальні реактори і збірка критичної маси у випадку непередбаченої зміни режиму або частіше при необачності обслуговуючого персоналу є джерело потужного гама нейтронного опромінення, обумовлюючого розвиток гострої променевої хвороби людини, а також місцевих променеви уражень.

Є також велика група лиць, які зайняті роботою, при котрій в довкіллі знаходяться відкриті радіоактивні джерела. Одним з найбільш старих та добре відомих типів работ є вироблення світосоставів постійної дії. Основними радіоактивними факторами в цих складних умовах є:

- зовнішнє гама - і бета - опромінення від люмінесцируючих речовин;
- альфа - і бета - опромінення органів та тканин у випадку попадання в організм інгаляційним шляхом, через травленевий тракт радію і мезоторію, торію, стронцію;
- гама- і бета опромінення шкіри, безпосередньо доторкуючихся з радіоактивними речовинами;
- опромінення органів дихання від радону, торону. тритію, які поступають і інспіруються.

Робота з радоном в медичних закладах.

Основними радіаційними факторами для цієї групи є: зовнішнє гама опромінення від барботерів, у яких знаходиться радій - джерело виготовлення радону; дихання радоном, який знаходиться у співвідношенні з гама - і бета - активними продуктами його розпаду у вигляді високодисперсних аерозолів.

У зв'язку із добрим всмоктуванням ^{222}Rn на ряду зі змінами у основному критичному органі при інгаляційному попаданні (верхні дихальні шляхи і легені, які опромінюються в першу чергу продуктами розпаду радону) можливо виявлення деяких клінічних синдромів, в першу чергу, в системі крові.

Робота з ураном та його сполуками.

При термічній обробці металевого урану і знаходження персоналу поблизу від неочищених крупних блоків, а також, при лабораторній науково - дослідницькій роботі з солями урану працюючі підвертаються бета опроміненню, перевищуючому в окремих випадках безпосередній близьості від слитка передільні рівні у 2-8 разів.

Розвідка корисних копалин за допомогою радіоактивних джерел.

Збільшення захворювань раком легко спостерігати через 10 років після початку праці при 7-13-кратному систематичному перевищенні прийнятих норм.

Численні зарубіжні публікації про умови праці і стан здоров'я цієї групи працюючих дозволяють уявити собі, що найбільш можливими клінічними ефектами, що має кореляція з дією радіаційного фактору, є повільно формуючі зміни в епітелії дихальних шляхів, ознаки неспецифічного інтерстиціального фіброзу і прискорення в окремі строки випадків раку легень.

Праці з відкритими штучними радіоактивними ізотопами (I^{131} , P^{32} , Au^{198} , CO^{60} , Tc)

Деякі штучні радіонукліди, створювані шляхом опромінення в реакторах, отримали широке застосування для цілей терапії, діагностики і різноманітних наукових дослідів. Сумарна кількість цих радіонуклідів в діагностичних і дослідних лабораторіях - при правильно організованій праці - невеликі, значно вищі — при використанні радіоактивних речовин в цілях терапії. Можливість опромінення персоналу в підвищеній дозі створюється в цих випадках лише при порушенні елементарних правил праці.

Використання джерел опромінення в народному господарстві і наукових дослідах.

Численні форми використання радіонуклідів в народному господарстві і наукових дослідах при правильному користуванні являються лише джерелами зовнішнього опромінення працюючих і не приводить до суттєвого потрапляння радіоактивних речовин в організм людини.

Рівень зовнішнього гама опромінення для основних професій наведений в таблиці 1.

Випадки професійного променевого захворювання у всіх перелікованих груп є казуїстичною рідкістю.

Робочій процес	Основні професії	Доза гама опромінення в рік, бер.
Збирання і налагодження радіонуклідних приладів для контролю і регулювання виробничих процесів (товщиноміри, плотноміри, вологоміри, рівнеміри, лічильники виробів і ін.)	Механіки, слюсарі і апаратники.	0,5-1,0.
Храніння і видача радіоактивних препаратів на базах і	Відбірники радіоактивних упаковок, експедитори, дозиметристи.	1,0-2,0.
Використання радіонуклідних приборів технологічного контролю (товщиноміри, плотноміри, кровне	Механіки, слюсарі і апаратники.	0,15-0,2.
Вивчення зносостійких виробів, матеріалів і покриттів за допомогою радіоактивної мітки в машинобудуванні і	Експериментатори, механіки, апаратники.	0,4 - 0,7.
Експериментальні радіологічні дослідження в медикобіологічних	Лаборанти, препаратори, дозиметристи.	0,2-0,5.
Опромінення сільськогосподарських тварин на могутніх гама - і рентгенівських	Оператори, дозиметристи.	0,15-0,2.
Радіобіологічні дослідження в сільському господарстві.	Лаборанти, препаратори	0,3- 1,0.

Розширення контактів людства і всього живого іонізуючим опроміненням зробило особливо актуальним вивчення їх біологічної дії перед усім медпрацівниками, незалежно від їх вузької професійної спеціалізації.

Незнання особливостей біологічної дії іонізуючого опромінення може привести до фатальних наслідків. Так, у січні 1988р. був опублікований випадок, який трапився в

Бразилії. Керівники радіологічного центру, переводячи клініку у новий будинок, вирішили кинути у старому корпусі старі медичні прилади. В тому числі і апарат з "цезієвою гарматою", де знаходилася капсула із цезієм-137. Апарат був без нагляду рік. Потім він попався на очі одному безробітному, який здав капсулу в утиль. Власник прийомного пункту утильсировини замітив, що капсула по ночам світиться, розбив її і став роздавати своїм друзям "чудову річ", а ті втирали порошок, який світиться перед виступом у карнавалі. Цезій, який частково розсипався на свалці, поширився і іншим шляхом - на підшвах взуття, в складках одягу, на автомобільних шинах.

При цих дозах енергії безпосередні прямі порушення в хімічних зв'язках біомолекул дуже невеликі і вирішальну роль в ураженні грають процеси, при яких відбувається підсилення первинного ефекту, яке розвивається уже після дії іонізуючої радіації.

Довгий спор!, який розвивався на протязі багатьох років на тему: обумовлений біологічний ефект прямою дією частинок і електронів на хімічні зв'язки в молекулах біохімічне важливих компонентів клітини, чи він викликається непрямим шляхом, вже втратив свою гостроту після численних досліджень, в результаті яких встановлено, що велику роль при дії іонізуючих опроміненнь грає водна фаза клітин і тканин організмів.

В теперішній час не виникає сумнівів в тому, що в розвитку променевого ураження у біологічних об'єктів первинна активація відбувається за допомогою радикалів, які утворюються при радіолізі води у водних фазах колоїдів клітин і тканин. Значення такої активації пояснюється тим, що акт розкладання води на радикали потребує порівняно малої енергії, а отримані радикали володіють дуже високою хімічною активністю.

При проходженні опроміненнь через водні фази клітини відбувається іонізація води. При тих дозах опромінення, які являються згубними для організмів, кількість радикалів, які створились в водній фазі, лінійно збільшується із збільшенням дози.

Водні фази безпосередньо знаходяться біля поверхонь біомолекул, які мають велику кількість активних реакційних груп. Водневі містки, які розділяють ці молекули, не перевищують 3-4 молекулярних радіусів, не говорячи вже про те, що у водній фазі знаходяться розчинні хімічно активні органічні сполуки. В цих умовах утворені радикали мають можливість безпосередньо реагувати з біомолекулами, і процеси рекомбінації зведені до мінімуму.

Утворені при радіолізі води радикали Н, ОН, НО окислюють і відновлюють різні органічні сполуки. Але, можна рахувати встановленим, що на первинній стадії променевого ураження провідна роль належить реакціям окислення і біологічна дія зв'язується з біологічними радикалами ОН і НО.

Деякими вченими було встановлено, що не вся поглинена тканинами організмів енергія іонізуючого опромінення викликає біологічний ефект. Вірогідність вдалої взаємодії квантів енергії іонізуючих опроміненнь з біосубстратом, тобто, того, що іонізаційний акт викличе реакції в клітинах, дуже мала, приблизно 0,01 - 0,0001. При поясненні даного феномена були сформувані два положення:

принцип попадання. Цей принцип характеризує особливості діючого агента - дискретність поглинення енергії;

принцип мішені - враховує особливості вивчаємого об'єкту клітини її високу гетерогенність у фізичному і функціональному відношенні, а відповідно, різницю у відповіді на одне і те ж попадання.

Вперше теорія мішені була сформульована Дессауером на початку 20-х років. Принципи попадання і основана на ньому теорія мішені отримали свій розвиток в працях Круозера, Тимофєєва-Рессовського, Циммера, Лі та інших.

Використання основних положень принципу попадання і мішені обмежується строго заданою областю - аналізом самих первинних елементарних дій. Але спроби пристосування теорії мішені безпосередньо до розуміння природи і етапів формування кінцевих променевих реакцій клітин і тим більш організмів безглузді, так як при формуванні самих розумінь "попадання" чи "мішені" не маються на увазі якісь конкретні фізико-хімічні або біохімічні процеси, які відбуваються в мікрообемі.

Первинні гіпотези взаємодії іонізуючого опромінення з біосубстратом виходили із спрощених уявлень про механізм первинних радіобіологічних процесів на основі суто фізичних, а пізніше -радіаційно-хімічних закономірностей, встановлених при опроміненні простих систем, без урахування специфіки біологічних макромолекул, сильно ускладнюючі вже самі перші етапи променевої реакції. Більш прогресивною гіпотезою є стохастична гіпотеза, яка враховує як фізіологічні, так і індуковані опроміненням процеси.

Стохастична гіпотеза розглядає любий біологічний об'єкт, в тому числі і клітину, як лабільну динамічну систему, яка постійно знаходиться у стані переходу із одного стану в інший. Внаслідок крайньої складності системи, любий такий перехід супроводжується і зв'язаний з великою кількістю комплексних і елементарних взаємозв'язаних реакцій окремих клітинних органел і макромолекул. Природно, що в процесі життєдіяльності завдяки впливу

самих різноманітних факторів виникає вірогідність "відмов" в елементарних ланках, а в наслідок цього чи незалежно від цього - "розвал" всієї системи. Згідно стохастичної гіпотези, під впливом опромінення збільшується вірогідність спонтанних порушень гомеостазу клітини, який підтримується численними механізмами регуляції, а первинні радіаційні фізико-хімічні зміни є лише товчком для таких багатокомпонентних процесів, які призводять до даного ефекту.

Ні класичні моделі, основані на принципі влучення, ні концепція біологічної стохастичності не здатні пояснити всю сукупність отриманих експериментальних даних. Доповнив принцип влучення

пропозицією про вірогідний характер проявлення уражень, Капульцевич Ю.Г. запропонував модель радіаційного ураження клітини, названу ним вірогідною. Головна відмінність вірогідної моделі від класичних полягає в тому, що відповідно до останніх радіочутливість клітини визначається лише об'ємом мішені і критичним числом влучень. З позицій вірогідної моделі проблема радіочутливості уявляється більш складною. Процес радіаційного ураження клітини Ю.Г.Капульцевич пропонує формально розділити, на три етапи.

Перший етап - здійснення дій влучення, в результаті яких формуються первинні потенціальні ураження. Другий етап - радіаційне ураження - реалізація потенціальних уражень.

Третій етап - помітні вторинні порушення нормального протікання внутрішньоклітинних процесів, викликані реалізацією пошкоджень.

Розглянуті нами гіпотези взаємодії іонізуючих опромінь з біосубстратом не дозволяють виявити природу уражених клітин при опроміненні, а також пояснити основний радіобіологічний парадокс невідповідних малих кількостей поглинутої енергії з виразними біологічними ефектами. Пояснення даному феномену дається з позицій якісних гіпотез. Характерна особливість якісних гіпотез є у тому, що вони надають визначні значення в первинних процесах променевого ураження різноманітними високореакціоноспроможним продуктам - радіотоксинам, утворюючими в біосубстраті вслід за поглиненням енергії опромінення, ініціюючим множинні реакції ураженого типу.

Ще в 50-х роках А.С. Мочаліной, Ю.Б. Кудряшовим в лабораторії Гарусова було виявлено, що водно-сольові витяжки із печінки опромінених тварин здатні імітувати біологічну дію іонізуючого опромінення. Була виділена в опроміненому організмі група речовин, отримавши загальну назву "радіотоксини". По теперішнім уявленням радіотоксинам відводять певну роль у розвитку променевого ураження організму поряд із визнанням інших численних механізмів ураження, а тому між променевим ураженням і променевим токсичним ефектом не можна поставити знак рівності. В основі гіпотези, яку активно розробляв А.М. Кузин із 1965р., лежить ідея про те, що під дією іонізуючого опромінення в клітині розвиваються не тільки суто радіаційно-хімічні процеси. Згідно з відстоюваною автором структурно-метаболічною гіпотезою ведуча роль в первинних процесах променевого ураження клітини належить порушенню її структурної організації і строгої впорядкованості в кожному її ланцюгу.

Невипадково вчені приділили так багато уваги первинним процесам променевого ураження. Адже без розуміння механізмів радіаційної загибелі клітин неможливий захист організму від вражаючої дії радіації, а також теперішня діагностика та вчення променевої хвороби. Найбільш чутливою в організмі тварин і людини є лімфоїдна тканина. Вже в перші години після опромінення відбувається масова загибель лімфоїдних клітин. Між тим, ці клітини, або лімфоцити, грають першочергову роль у регуляції імунітету організму проти самих різних інфекцій. На протязі багатьох років висока радіочутливість лімфоцитів залишалася загадкою. Адже звичайно більш радіочутливими виявляються клітини, які розмножуються і діляться. Ця їх властивість давно використовується при променевому опроміненні злоякісних новоутворень. Лімфоцити ж - клітини, які не діляться, і, тим самим, їхня загибель ніяк не зв'язана із поділом.

Для пошуку шляхів допомоги, опроміненому організму, було необхідно зрозуміти причини більшої радіочутливості лімфоїдних клітин. В результаті проведених дослідів виявилось, що дія радіації на лімфоцити приводить до швидких змін в властивостях і функціях біологічних мембран, активності ряду ключових ферментів, регулюючих обмін речовин, в енергетичному стані клітин і їх іонному балансі.

В здоровому неопроміненому лімфоциті існують ефективні системи контролю над активністю ферментів. Дія радіації порушує їх, "некерована" нуклеаза діє на молекулу ДНК, що приводить до її розпаду і, як наслідок, до гибелі клітини. Суттєво, що втрата клітиною контрольних функцій відбувається не відразу після опромінення, а через деякий час. Вдалося прослідкувати етапи цього процесу. Виявилось, що в опромінених лімфоцитах з'являються специфічні білкові фактори. Очевидячки, саме під їх нею дією нуклеаза і розщеплює ДНК. Вчені йшли до принципово важливого висновку про те, що гибель

опромінених лімфоцитів в кінцевому рахунку відбувається при включенні конкретних біохімічних реакцій. Процес гибелі керований. Наприклад, деякі антибіотики подавляють синтез білка і можуть передбачити розпад білка(ДНК) в опромінених лімфоцитах, захищаючи їх від гибелі.

Найбільш універсальною реакцією клітини на опромінення є часткова затримка (угнетіння) клітинного ділення, часто називаємо в літературі радіаційним блокуванням мітозів.

Зниження числа ділячихся клітин після опромінення було помічене вже після відкриття рентгенівських променів і послугувало основою для їх застосування з ціллю подавлення пухлинного росту.

Результати абсолютної більшості численних дослідів дали переконливі докази про незрівнянно більшу радіочутливість ядра і вирішуючої ролі його ураження в кінці опромінення клітини. Виявилось, наприклад, що потрапляння однієї лише а-частини в ядро клітини викликає її гибель, яка в випадку опромінення цитоплазми клітини реєструється після проходження 15мл частин.

Далеко ідучи наслідки можуть мати такі зміни спадкової інформації, коли клітина не гине, а приймає нові властивості, яких раніше не було, чи втрачає старі властивості.

Закріплена в спадковості зміна властивостей клітини(організму) називається мутацією, змінений організм - мутантним, а викликаючий мутацію зовнішній агент - мутагенним. Природний радіаційний фон, УФ опромінення Сонця, деякі хімічні речовини, а також температурні коливання -ось ті мутагенні фактори середовища, які зумовлювали на протязі всієї історії життя на Землі зміни спадковості організмів, появу нових життєвих форм-мутантних осіб.

Але надбання нової ознаки чи втрата старої можуть виявитися для організму або корисним, або шкідливим, або ніяк не впливає. Критерій користі мутацій - умова життя організму, групи організмів (популяції), виду в цілому. Саме в реальних умовах життєдіяльності виявляється, чи дасть нова ознака переваги його власникам, чи навпаки, ставить його в невигідні умови в порівнянні із родичами. Організм - носій корисної ознаки - при інших рівних умовах має більше шансів вижити і залишити потомство так, що із часом корисна мутація стає надбанням всього старого виду або сприяє формуванню його в надрах нового. Шкідлива мутація, навпаки, знижує шанс його носія на виживання в конкурентній боротьбі, його потомство стає менш численним, або загибель настає ще до появи нащадків. Тому шкідлива мутація більш чи менш швидко зникає разом із її носіями.

Інша річ, коли йдеться про долю окремого організму, наприклад, окремої людини. Позитивні мутації у людини дуже рідкісні. Більша їх частина шкідливі або ніяк не впливають на організм, деякі стають причиною спадкових чи вроджених хвороб. Іонізуюча радіація, в тому числі природного походження, вносить деякий вклад в цей процес.

Радіочутливість тканини пропорційна проліферативній активності і обернено пропорційна ступеню диференційованості її складових клітин. Ця закономірність була сформульована І.Бергонье і Л.Трибондо ще в 1906 р., на самому початку вивчення біологічної дії іонізуючого опромінення. Це правило не втратило своєї ролі і в теперішній час не дивлячись на деякі виключення із нього.

Для резистентних малообновлюючихся тканин(кісткової, м'язової, нервової) радіаційна дія не залишається безслідно. В лабораторії Г.С.Стреліна встановлено, що малообновлююча тканина "запам'ятовує" радіаційну дію і тому стає неповноцінною у функціональному відношенні. Наслідком таких прихованих порушень, які виникають в клітинах любих малообновлюючихся тканин відносяться цистити, ректіти, ураження нирок, серця, печінки, а, можливо, і злоякісні пухлини.

Зміни, які відбуваються на рівні клітинних популяції, можна зв'язати із вибитком гострого променевого ураження після тотального променевого опромінення. Загальна реакція після опромінення виявляється чотирма кардинальними параметрами клітинних популяцій:!) відносною величиною пула стовбурних клітин. 2) радіочутливістю клітин і здатністю до їх відновлення. 3) клітинною проліферацією. 4) швидкістю утилізації зрілих елементів.

Біологічна ефективність при зовнішній дії радіації знаходиться в деякій залежності від дози, її сили, кратності опромінення, виду іонізуючого опромінення та ін. Чим легше частинки та більша їхня енергія, тим більша їхня проникна здатність. Слабо проникаючі через шкіру бета-частинки і поглинені епідермісом альфа-частинки викликають ураження, обмежені місцем їх прикладення, тоді як потік гама-квантів, протонів і електронів проникає через всю товщу тіла тварин і людини. Чим вища удільна іонізація, тим більша біологічна ефективність.

Біологічна ефективність рентгенівського опромінення 180-300 кВ прийнята за одиницю. Для інших видів опромінення введений коефіцієнт відносної біологічної ефективності (ВБЕ). В таблиці 3 приведені значення ВБЕ різних видів опромінення.

Таблиця 3.

ВБЕ різних видів опромінення

Вид опромінення	ВБЕ
Рентгенівське, гама-промені, електрони, бета опромінення.	1
Швидкі нейтрони і протони до 10 MeV	3-Ю
Альфа-частинки природно радіоактивних ізотопів	10
Тяжкі ядра віддачі	20

Ступінь тяжкості радіоактивного ураження знаходиться в прямій залежності від дози опромінення і її сили (табл. 4)

Таблиця 4. Вплив сили дози принеперервному опроміненні на смертність пацієнтів.

Сила дози, р/хв		Сила дози, р/хв	БЮз/Бзв
0,10	2100	71,0	
0,33	1500	80,0	917
2,0	1150	82,0	930
6,0	920	150,0	870
60,0	920	212,0	715

Чим більша разова доза, тим швидше виявляється ефект. При опроміненні в дозах, вищих 5000-10000 Р (довжина життя приблизно 2 діб) вирішальним у патогенезі є пряма дія на ЦНС. При дозах 15000 Р і вище настає смерть "під променем" або через декілька годин після опромінення. В діапазоні доз 1200-5000 Р (довжина життя близько 7 діб) в клініці захворювання і механізмі розвитку смерті превалює ураження ШКТ. При патогенезі який набувають порушення кровотворних органів, гемарогічні і інфекційні ускладнення (табл. 5). Таблиця 5. Тривалість життя людей при опроміненні в смертельних і надсмертельних дозах.

Доза опромінення, р.	Тривалість життя	Ведуча система(орган) в патогенезі ураження
15000 і вище	Смерть "під променем" чи через декілька годин після опромінення	ЦНС
5000- 10000	Біля 2 діб	ЦНС
1200-5000	Біля 7 діб	ШКТ
300- 1000	Типова гостра променева хвороба Можливі смертельні випадки залежності від дози опромінення ефективності лікування.	

Відновлювальні процеси при радіаційних ураженнях.

Зниження біологічної активності при довготривалому фракційному опроміненні свідчить про те, що організм має властивість відновлювати основну частину уражених тканин. Загальну теорію пошкодження і відновлення запропонував в свій час (1952) Блер.

Фаза уявного клітинного благополуччя

Через 2-4 дні симптоми первинної реакції зсезають, і самопочуття хворих покращується чи навіть нормалізується. Хвороба вступає у другу фазу, називаємо прихованою, чи латентною, стадією променевого ураження із - за відсутності клінічних видимих ознак хвороби.

Тривалість латентної фази залежить від тяжкості ураження і коливається у людини від 14 до 32 днів. При дуже важких формах ураження (при дозах більше ЮГр.) вона взагалі відсутня.

Із клінічних ознак під час прихованої фази відмічається випадання волосся (якщо доза перевищує епіляційну) і неврологічна симптоматика, яка поступово згладжується.

Уявне чи, як кажуть, мниме благополуччя може бути легко виявлене. При дослідженні крові легко знаходиться лімфопенія, а також пониження числа нейтрофілів, а пізніше -

тромбоцитів і ретикулоцитів, в кістковому мозку вже в перші дні чітко виражена аплазія, а з 2 — 3 тижнів помітні ознаки регенерації. В цей період має місце атрофія яєчників і придушення ранніх стадій сперматогенезу.

Фаза виражених клінічних проявів.

В кінці латентного періоду самопочуття хворих знову різко погіршується, наростає слабкість, підвищується температура, збільшується СОЕ. Розвивається картина тяжкого захворювання, в зв'язку з чим цю фазу називають розпалом хвороби. Виникає так називаний геморагічний синдром — крововиливу в шкіру, слизові оболонки, травну систему, мозок, серце, легені.

Небезпека крововиливів в життєво важливих органах, підтримуваних тромбоцитопенією, і виникнення інфекційних ускладнень складає основну загрозу для життя хворих в цей період.

Морфологічний склад крові представлений майже тільки лімфоцитами, так як всі останні елементи білої крові обчислюються одиничними клітинами чи щезають зовсім, що приводить до відносного лімфоцитозу. В кінці фази (а при більших дозах і вираженому геморагічному синдромі раніше) виявляється і починає прогресувати анемія. В цей час в кістковому мозку і лімфатичних вузлах чітко виражені ознаки регенерації, за виключенням у край тяжких ступенів ураження, що рано приводять до летальних випадків при явищах повної аплазії.

Фаза раннього відновлення.

Відображенням порушення обміну речовин і диспепсичних розладів (втрата апетиту і пронос) є різке зниження маси тіла. У хворих, що піддаються лікуванню, третя фаза захворювання продовжується від одного до трьох тижнів, а потім в випадках з сприятливим результатом переходить в четверту фазу - відновлення.

Початок фази відновлення характеризується нормалізуванням температури, покращенням самопочуття, появою апетиту, відновленням сну. Припиняється кровоточивість, щезають чи слабшають диспепсичні явища. Як правило, у хворих швидко збільшується маса тіла. Відбувається поступове відновлення показників крові, яке у виживаючих хворих починається ще в розпалі захворювання як наслідок регенерації кісткового мозку. Вже тоді в периферичній крові з'являються ранні форми клітин — ретикулоцитів і молодші лейкоцити, регенераторні форми тромбоцитів, однак анемія наростає і досягає максимуму до 5 - 6 тижня, потім число еритроцитів починає збільшуватися і через 2-3 місяці досягає початкового рівня.

Нормалізування морфологічного складу крові є відображенням регенераторних процесів в системі кровотворення, в чому легко переконатися при пункції кісткового мозку і динамічному аналізі мієлограм. Нормалізується в цей період і біохімічні показники крові і сечі. Тривалість фаз відновлення 2 - 2,5 місяці. В кінці 3-го місяця від початку захворювання звичайно самопочуття стає цілком

задовільним, хоча окремі прояви ще мають місце, наприклад, продовжується облісіння(ріст волосся відновлюється тільки біля 4-го місяця), лише через 4-6 місяців нормалізується відтворна властивість. Фаза раннього відтворення характеризується завершенням основних процесів безпосереднього відновлення. Розглянутий варіант типової гострої променевої хвороби при загальному відносно рівномірному зовнішньому опроміненні зустрічається рідко. Він відтворюється в дослідах на мишах(мілких лабораторних тваринах), при створенні спеціальних умов(потужне джерело, велике приміщення, багатостороннє опромінення) і на великих тваринах. У людини такого роду ураження зустрічались лише в результаті вибухів атомних бомб і при одиничних аваріях.

Для ілюстрування процесу відновлення можна привести експериментальні дані. Одну групу мишей опромінюють одноразово в дозі 1000 р. До 20-ї доби всі миші гинуть від променевої хвороби. Іншу групу мишей опромінюють фракційне в дозі 50 Р на протязі 20 діб. Сумарна доза також дорівнює 1000р., але смертність в цих умовах складає лише 35%.

На основі численних експериментів був зроблений висновок про те, що чисте ураження(без відновлення) значно зменшується із збільшенням часу, на протязі якого організм може піддатися опроміненню.

Швидкість відновлювальних процесів в організмі після опромінення не завжди постійна. Вона найбільш виражена в діапазоні доз, які викликають легке променеве ураження. По обидва боки від цього рівня доз швидкість після променевого відновлення сповільнюється. Це спричинено тим, що при опроміненні в менших дозах зменшується кількість виникаючих в організмі змін, які є спонукаючою причиною розвитку відновлювальних процесів. При великих дозах, навпаки, вже порушуються біологічні механізми, за допомогою яких здійснюється після променеве відновлення. Крім того, швидкість відновлювальних процесів залежить від потужності дози (інтенсивності опромінення).

Тепер ми перейдемо до безпосереднього проявлення променевої дії на організм, а саме: гостра променева хвороба, ХЛБ, а також віддалені ефекти опромінення.

Клініка гострої променевої хвороби.

На протязі гострої променевої хвороби розрізняють три періоди: період формування, відновлення і результатів і наслідків. Період формування ГПХ в свою чергу можна чітко розділити на 4 фази:

1. Фаза первинної загальної реакції.
2. Фаза уявного клінічного благополуччя(прихована, летальна фаза).
3. Фаза виражених клінічних проявлень(фаза розпаду хвороби)
4. Фаза раннього відновлення.

Фаза первинної загальної клініки.

Первинна реакція організму людини виникає швидко(в перші хвилини, години) і проявляється в усіх випадках опромінення при дозах, перевищуючих 2 Гр. З'являються нудота, сухість і гіркота в роті. Постраждавши відчувають почуття тяжкості в голові, головний біль, загальну слабкість, сонливість. Тривалість фази 1 — 3 дні.

Найбільше діагностичне, а в деяких випадках і прогностичне значення має час появи нудоти, блювоти, а також тривалість диспепсичного синдрому. У лиць, які найбільше постраждали під час вибуху атомної бомби, первинна реакція виникла через 0,5 - 3 години і продовжувалася на протязі декількох (3-4) днів.

Несприятливими в прогностичному відношенні ознаками, які визначають дуже тяжке протікання хвороби(а саме, які свідчать про сумарну дозу опромінення ІОГр.), є розвиток шокоподібного стану із зниженням артеріального тиску, короткочасна втрата свідомості, субфібрильна температура, понос.

На ділянках шкіри, які піддалися опроміненню в дозах 6-10 Гр., виникає перехідна гіперемія у вигляді засмаги.

В периферичній крові в першу добу після опромінення спостерігається нейтрофільний лейкоцитоз зі зсувом вліво, а також абсолютна і відносна лімфопенія.

В кістковому мозку людини при звичайному гематолітичному аналізі пунктата вдається знайти більш чи менш чіткі зміни, найбільш помітні на 2-3 добу: зменшення загальної кількості мієлокаріоцитів, зниження мітотичного індексу та зникнення молодих форм клітин. Але при спеціальному цитологічному дослідженні кісткового мозку людини різкі дегенеративні зміни можуть бути знайдені вже в перші години після опромінення.

Із біохімічних змін крові та сечі можна відмітити при дозах 3-4 Гр. підвищення в крові рівня цукру і зниження хлоридів, а також аміноацидіурію (вірогідно внаслідок підвищеного розкладу білка загинулих клітин).

Клінічні проявлення першої фази ГПХ є наслідком не тільки клітинного поділу радіочутливих систем(лімфопенія, затримка клітинного поділу, зменшення кількості чи зникнення молодих форм клітин), але чітко свідчать про перехідних, але явно ранніх порушеннях нервово-регуляторних і гуморальних взаємовідношень.

нерівномірних опроміненнях людини виникають ті чи інші типи нерівномірного опромінення в залежності від радіаційної ситуації, раніше за все від опроміненого об'єму і проникаючої властивості опромінення:

1. Загальне нерівномірне опромінення;
2. Місцеве (локальне) опромінення.

В першому з них нерівномірність поглиненої дози утворюється в результаті послаблення проникаючого опромінення по глибині, а в другому — внаслідок екранування (випадкового чи спеціального) останніх частин організму чи в результаті прицільної радіаційної дії.

Між цими крайніми зразками зустрічаються самі різноманітні проміжні варіанти і їх сполучення. Відповідно слідує чекати і різноманіття клінічних форм виникаючих уражень.

Систематизація уявлень про основні варіанти променевих уражень організму, виникаючих при нерівномірному опроміненні, дуже важлива для розробки нових методів кращого лікування злоякісних новоутворень, в крупнопольного опромінення, а також для прогностичної оцінки наслідків аварій, виникаючих в виробничих умовах і внаслідок можливого опромінення космонавтів при сонячних радіаційних спалахах.

Єдиним правильним підходом до вивчення різноманітних форм гострих уражень при нерівномірному опроміненні виправдавши себе концепція критичного органу зв'язуючи розглядуємий об'єкт з поглинутою дозою опромінення в опроміненому об'ємі. "Критичний орган" - це орган, тканина чи система, відповідальна за результат захворювання виникнувшого при даній формі променевого ураження. Саме тому при достатньо великих дозах (більше 10 Гр.) критичними можуть бути не тільки органи кровотворення, як при загальному опроміненні, а й інші органи і системи організму. Наприклад, при зовнішній дії слабо проникаючими випромінювання (β - частинки, рентгенівське випромінювання малих енергій) критичним органом є шкіра, площа і степінь опіків якої в першу чергу визначають і місцеве і загальне ураження організму.

В літературі наводиться багато прикладів ураження людини при сильному нерівномірному, переважно локальному опроміненні, в різноманітних, іноді дуже великих дозах (930Гр. — 5кГр.), коли критичними виявляються самі різноманітні органи й тканини: окремі петлі кишечника, м'які тканини, нервова тканина (нервовий пучок серця), шкіра та ін. Смертельний результат в цих випадках розвивався відповідно від перитоніту, сепсису, тяжкого розладу гемодинаміки і т. д., причому смерть наступала чи раніше, чим відбувалося ураження кровотворення чи незалежно від нього. Отже, чим ретельніше буде проаналізована геометрія положення постраждалої особи по відношенню до джерела випромінювання з урахуванням кількісних і часових характеристик проявлення ураження в тих чи інших органах і тканинах (і їх значення для результату очікуваного захворювання), тим правильніше може бути передвіщена його форма, точним буде можливий прогноз і визначена тактика терапії. Для ілюстрації сказаного наведемо описаний А.К.Гуськовой і Г.Д.Байсоголовим випадок, в якому нерівномірність опромінення торкалась значних сегментів тіла.

Постраждала К. в плінні менш 1с підвергалася крайнє нерівномірному гама- нейтронному опроміненню в середній дозі 5,8 Зв (гама - промені 1,1 Гр, нейтрони - 4,7 Зв), середньотканинна доза для лівої половини тіла досягала 10 Зв, а в поверхневому (до 5 см) шарі 16-20 Зв, для правої половини тіла - 2,8 Зв.

Первинна реакція розвивалась в перші дві години після опромінення; вже через 5-10 хв. З'явилася почуття "розпирання" в усьому тілі, а потім нудота, часта блювота, слабкість і оніміння шкіри лівої половини тулуба.

З кінця першої доби і на протязі 25 діб трималась підвищена температура (+ 38° С), одночасно з'явилася і наростала симптоматика ураження шкіри обличчя, слизових ротової порожнини, носу, а пізніше — ШКТ і кінцівок. З 10 по 20-й день картина ураження шкірних покривів і слизових була найбільш тяжкою: відмічались численні пухирі, ерозії, крапкова крововиливи, сильно хворобливе запалення повік і епіляція волосся, різка втрата маси тіла- 8кг за 2 дні.

З 24 дня температура понизилась до нормальної, самопочуття почало швидко покращуватися, почалася епітелізація ерозії в ротовій порожнині і заживлення шкірних уражень, на 3-му місяці відновився ріст волосся. Одночасно почалося формування гідративного набряку уражених тканин всієї лівої половини тіла. Незабаром постраждала була виписана з стаціонару при наявності неприємних відчуттів(сухість) в ротовій порожнині, стягуючих болей в лівій половині грудної клітини, а також почуттям ваги в лівій половині голови. По мірі зникнення набряку почала виявлятися глибока атрофія підшкірної жирової клітковини і лисина на уражених ділянках, причому в лівій скроневій області ріст волосся не відновлявся на протязі 10 років. В периферичній крові хворої вже через 4 години після опромінення нейтрофільний(93,5%) лейкоцитоз(14,900 в 1 мм) і глибока лімфопенія(2,5%). На 4-у добу кількість лейкоцитів почало зменшуватися і до 7-ї доби склало 375 клітин в 1мм³. Недивлячись на таке раннє і швидке пониження, число лейкоцитів в наступному не тільки не зменшувалося, а поступово збільшувалося і до 20 - 27 доби досягнуло вихідного рівня - 400 в 1мм³. Аналогічну клініку (велике і раннє падіння) з наступним швидким відновленням потерпіли і інші показники периферичної крові. Аналізуючи це спостереження автор відмічає, що нетипове протікання і результат хвороби були обумовлені крайньою нерівномірністю опромінення, при якому раннє пониження фермових елементів крові обумовлено швидким спустошенням опромінених в дозах 10 - 20 Зв більших об'ємів кісткового мозку, тимчасово виключених з системи кровотворення. Наряду з цим наявність малопостраждалих ділянок кровотворення, підданих невеликій радіаційній дії, сприяло спочатку підтриманню(стабілізації) числа формених елементів на зниженому рівні, а потім, з 3-го тижня його швидкому відновленню, т. Я. до цього часу почалася регенерація в більш уражених ділянках.

Хронічна променева хвороба.

Хронічна променева хвороба- самостійна нозологічна форма променевого ураження, розвиваюча при тривалому опроміненні організму в малих дозах.

Виражений синдром хронічної променевої хвороби розвивається при сумарних дозах 0,7-1 Гр. і інтенсивності опромінення 0,001 -0,005 Гр/доба.

Розрізняють три ступені хронічної променевої хвороби: легку, середню, тяжку. Перша починається звичайно непомітно для хворого. Дуже часто захворювання виявляється тільки під час періодичного медичного догляду. Перші симптоми легкого ступеню ГПХ виражаються у з'явленні слабкості, підвищеної втомлюваності, в'ялості, головного болю, погіршення апетиту, сонливості. В першій час узакані симптоми дають знати про себе тільки до кінця неділі і після одноденного відпочинку самопочуття покращується. Як наслідок спостерігається приріст симптомів і для відновлення здоров'я потрібен більш довгий відпочинок. Перечисленні вище симптоми можуть спостерігатися і при інших захворюваннях. При променевої хворобі змінюється крім того і склад крові. При першому ступені ГПХ у крові спочатку виявляється деяке збільшення кількості лейкоцитів, а потім число їх зменшується до 2 тис-4 тис. в 1 мм³. Кількість еритроцитів зменшується менше (до 3,500000 в 1 мм³, а кількість тромбоцитів залишається в нормі.

Таким чином, легка форма ГПХ характерна тим, що не всі органи уражені іонізуючою радіацією, а головне - вони не втратили здатності компенсувати погану дію опромінення. Усунення опромінення сприяє зупинці розвитку хвороби і повному видужуванню. Для цього достатньо перейти на роботу не зв'язану із радіацією.

Для другого ступеню ХПХ характерне хвилеподібне протікання. Відбувається

Чергування покращення і погіршення стану хворого. Різко знижується працездатність. Знесилюючий головний біль не піддається медикаментозному лікуванню. Хворі дуже погано переносять гучну музику, світло, навіть розмовну мову. Вони стають роздратованими і в значній мірі втрачають пам'ять. Відмічається зниження АД і порушується нормальне травлення. Розвивається гастрит, який супроводжується відсутністю апетиту, частою блювотою. У хворих спостерігається прогресуюче малокрів'я. Зменшується здатність крові до зсідання. Відбувається подальше погіршення складу крові. Число лейкоцитів нижче 2 тис., а іноді знижується до 900 в 1 мм. Кількість еритроцитів знаходиться у нижньої границі норми, а число тромбоцитів - нижче норми.

Своєчасне виявлення ХПХ другого ступеню під впливом лікувальних мір може бути припинена, але повне відновлення здоров'я хворого відбувається повільно і не в усіх випадках.

Люди, які страждають хронічною хворобою третього ступеню, представляють собою тяжкохворих, потребуючих постільного режиму. Ознаки ураження організму такі ж, як і при другому ступеню захворювання, але стають більш вираженими. Хвороби й процес, як правило, необратимий. Спостерігається різка зміна в крові. Кількість лейкоцитів зменшується до сотень і, навіть до десятків на 1 мм, кількість еритроцитів до 1,5-2 мДН в 1 мм, а тромбоцитів - до кількох тисяч. Смерть настає при катастрофічному руйнуванні кровоутворюючих органів, а також в результаті сепсису, який викликається втратою імунітету.

У професіоналів найбільш інтенсивному опроміненню піддаються руки, а саме кисті і пальці. Переопромінення шкіряних покривів може викликати хронічне запалення і місцеву атрофію, які ведуть до хронічного ураження шкіри рук. Перші ознаки цього захворювання виявляються у почервоначенні шкіри і в деякій припухлості рук. Пізніше виникає порушення кровообігу, шкіра витончується, стає крихкою і на ній з'являються тріщини. На нігтях спостерігається продольна викресленість, вони стають ламкими і втрачають свій природний блиск. Шкіра на кінцях пальців стає сухою, втрачає чутливість. Лікування хронічного ураження шкіри рук починається із усунення людини від праці із радіоактивними препаратами.

Матеріали щодо активації здобувачів вищої освіти під час проведення лекції: питання, ситуаційні задачі тощо (за необхідності).

Загальне матеріальне та навчально-методичне забезпечення лекції:

- навчальні приміщення;
- обладнання;
- устаткування;
- слайди, відеофільми.

Питання для самоконтролю:

- а) з теми викладеної лекції /література, питання, завдання/;
- б) з теми наступної лекції /література, перелік основних питань/.

Список використаних джерел:

Основна:

1. Овчаренко О.П., Лазар А.П., Матюшко Р.П. Основи радіаційної медицини. Одеса : Одеський мед. університет, 2017. 208 с.
2. Радіаційна медицина : підручник /Д.А.Базика, Г.В. Кулініч, М.І. Пилипенко ; за ред. М.І. Пилипенка. Київ : ВСВ «Медицина», 2018. 232 с.
3. Візір В.А., Деміденко О.В., Школовий В.В. Радіаційні ураження : навчально-методичний посібник до практичних занять з внутрішньої медицини (військова терапія) для студентів 5 курсу медичних факультетів / В.А. Візір, О.В. Деміденко, В.В. Школовий. Запоріжжя : ЗДМУ, 2019. 63 с.
4. Ковальський О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / О.В. Ковальський, Д.С. Мечев, В.П. Данилевич. 2-ге вид. Вінниця : Нова книга, 2017. 512 с.

Додаткова:

1. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ : Либідь, 2018. 448 с.
2. Неіонізуюче та іонізуюче випромінювання в умовах виробництва (гігієнічні та клінічні аспекти) / С.І. Ткач, О.Ю. Лук'яненко, В.Г. Шестаков, В.В. Багмут. Харків : ХМАПО, 2014.
3. Військова токсикологія, радіологія, медичний захист : підручник / за ред. О. Є. Левченко. Київ : СПД Чалчинська Н. В., 2017. 788 с.

Лекція № 3

Тема: Медичні наслідки великомасштабної аварії на атомному виробництві

Актуальність теми: Здобувач повинний познайомитися з основними типами аварій на атомному виробництві, повинний мати загальне представлення про прогнозовані медичні наслідки радіаційних катастроф, повинний засвоїти основні етапи по наданню медичної допомоги потерпілим у результаті аварії.

Мета:

Навчальна: сформуванню уявлення з основних типів аварій на атомному виробництві; мати загальне уявлення про прогнозовані медичні наслідки радіаційних катастроф; засвоїти основні етапи по наданню медичної допомоги потерпілим у результаті аварії.

Основні поняття: Типи можливих радіаційних аварій; медико-тактична характеристика радіаційної обстановки, що склалася після катастрофи на Чорнобильській АЕС; гострі ефекти опромінення; віддалені наслідки аварії на ЧАЕС.

Зміст лекційного матеріалу (текст лекції)

Введення

З розвитком людства постійно зростає і його потреба в енергії. Вважається, що в умовах запасів природного палива, що виснажуються, ядерна енергія є істотним джерелом, що знаходиться на належній стадії розвитку, що здатне вирішити проблему протиріч між необхідною і виробленою кількістю енергії.

В даний час у розвинутих країнах світу діє близько 400 енергоблоків у складі більш, ніж 200 атомних електростанцій (АЕС), і атомних теплоелектроцентралей (АТЕЦ), атомних станцій теплопостачання (АСТ). На частку ядерних електроенергій у різних країнах приходить від 30% до 70% усієї вироблюваної в цих країнах електроенергії.

Незважаючи на величезні засоби, вкладені в забезпечення безпеки АЕС, цілком виключити аварійні ситуації неможливо. За 35 років (з 1954 по 1988 р.) у світі зареєстровані 152 аварії з надходженням радіоактивних речовин за межі реактора.

Радіаційні аварії на Україні відбуваються постійно, наприклад, у 1992 р. на Україні було 20 радіаційних аварій, у т.ч. у Вінницької, Луганської, Донецької, Запорізької, Тернопільської, Харківської, Чернігівській областях.

У 1991 р. було викрадено 91 радіоактивне джерело. У розшуку зараз знаходяться 73 джерела (зокрема, у Запорожжя був загублений джерело з плутонієм, у Дніпропетровській області шахта "Павлоградська" забруднена радіонуклідами, у Чернігівській області були перекинуті вагони з ураном. У нежитлому будинку в Черкаській області була знайдена капсула 137-цезій з маркіруванням 134-цезій.

Виявляються невраховані радіоактивні джерела при дозиметричному контролі місцевості. Продовжується завезення з-за кордону радіоактивних джерел без санкції СЗС. На території Харківського онкодиспансера знайдені радіоголки, давно не використовувані в практиці і не знаходилися на обліку диспансеру. Але найбільшу небезпеку, зв'язану з можливістю виникнення масових променевих поразок, представляють аварії на ядерних реакторах (атомні АЕС. і ін.) з їхньою розгерметизацією.

Загальні представлення про можливі радіоактивні аварії на АЕС

У широкому змісті радіаційними аваріями прийнято називати: події, зв'язані з утратою контролю над джерелом іонізуючого випромінювання, у результаті чого відбувається вихід радіоактивних продуктів за захисні бар'єри в кількості, що перевищує встановлені нормативи, що може привести до опромінення персоналу, а при визначених ситуаціях і частині населення.

Якщо події зв'язані з ушкодженням тепловідділяючих елементів ядерного реактора, обумовлені, наприклад, порушенням контролю і керування ланцюговою реакцією розподілу в активній зоні реактора чи тепло відводу від тепловідділяючих елементів, і супроводжуються аварійним опроміненням людей, їх прийнято називати ядерними аваріями.

У такий спосіб термін "ядерна аварія" є більш вузьким, чим "радіаційна аварія" і застосовується для позначення втрати контролю тільки над матеріалами, що поділились, а не над будь-яким джерелом іонізуючого випромінювання. Радіаційні аварії можуть відбуватися в результаті несподіваних технічних несправностей устаткування.

У результаті найбільш важких радіаційних аварій з ушкодженого ЯЕР у навколишнє середовище викидаються РР у виді газів і аерозолів, що утворюють радіоактивну хмару. Це хмара, переміщаючи в атмосфері по напрямку вітру викликає радіоактивне забруднен-

ня місцевості й атмосфери по шляху свого руху. Місцевість, забруднена в результаті випадання РР із хмари, називається слідом хмари.

Медико-тактична характеристика зон радіоактивного забруднення при аваріях на атомних електростанціях

По границі поширення радіоактивних речовин, що виділилися, і радіаційним наслідкам аварії поділяються на три типи:

1. Локальна аварія - це аварія, радіаційні наслідки якої обмежуються одним чи будинком спорудженням і при якій можливе опромінення персоналу і забруднення будинків

і споруджень, що знаходяться на території станції, вище рівнів, установлених для нормальної експлуатації.

2. Місцева аварія - радіоактивні наслідки обмежуються будинками і територією АЕС при якій можливе опромінення персоналу і забруднення будинків і споруджень, що знаходяться на території станції, вище рівнів, установлених для нормальної експлуатації.

3. Загальна аварія - радіаційні наслідки поширюються за кордон території АЕС і приводять до опромінення населення і забрудненню навколишнього середовища вище встановлених рівнів.

Характеристика зон радіоактивного зараження

Відповідно до різних рівнів радіоактивного зараження і ступенем небезпеки для населення виділяють зони помірного (А), сильного (Б), небезпечного (У), надзвичайно небезпечного (Г) зараження, а також зона (М) - (зона радіаційної небезпеки).

Зона радіаційної небезпеки (позначається індексом М) являє собою ділянку забрудненої місцевості, у межах якого доза випромінювання на відкритій місцевості буде складати від 0, 05 до 0, 5 Гр. за рік. Зона помірного радіоактивного забруднення (позначається індексом А) являє собою ділянку забрудненої місцевості, у межах якої доза випромінювання за рік може мати значення від 0, 5 до 5 Гр. У зоні сильного радіоактивного забруднення (позначаються індексом Б) дози випромінювання на місцевості складають від 5 Гр. до 15 Гр. за рік. Зона небезпечного радіоактивного зараження (зона В) характеризується дозою за рік від 15 до 50 Гр., у зоні надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення (позначається індексом Г) дози випромінювання будуть складати більш 50 Гр. за рік.

У результаті загальних радіаційних аварій, як це було на Чорнобильській АЕС з ушкодженої ЯЗР у навколишнє середовище викидаються РВ у виді розпечених газів і аерозолі (ксенон, криптон - ці шляхетні гази швидко розсіюються в атмосфері, хімічно інертні, не накопичуються в організмі людини і шкідливої дії не роблять). Більшість інших (цирконій, молибден, рутеній, кадмій, телур, барій, церій) з періодом напіврозпаду від 30 до 300 доби нерозчинні у воді і рідинах організму, не всмоктуються в кров зі шлунково-кишкового тракту і поверхнею шкіри і лише при надходженні з вдихуваним повітрям частково затримуються в організмі. Радіоактивні аерозолі, що випромінюють бетта-частини дратують слизуваті оболонки дихальних шляхів, порожнини рота, кон'юнктив'ю ока, шкіру, викликаючи в людей відчуття сухості, вершення в горлі, катаральні явища, відчуття металевого смаку в роті, поколювання шкіри. Однак, серйозної небезпеки для життя і здоров'я людей ці ізотопи в кількостях недостатніх для інтенсивного зовнішнього опромінення, не представляють.

Реальну небезпеку представляє надходження усередину організму тих деяких радіоактивних ізотопів, що у силу своєї розчинності у воді й у рідинах організму здатні надходити усередину в його тканині, а потім, вибірково накопичуватися в них і обумовлювати локальне внутрішнє опромінення аж до свого повного чи розпаду виведення з організму. До числа таких ізотопів відносяться радіоактивні йод-131, стронцій-90, цезій-137.

Йод-131 має період напіврозпаду 8,08 діб, тобто розпадається відносно швидко. Однак, у початковий період після радіаційної аварії на його частку приходиться значна частина - до 40-50% сумарної радіоактивності. Через цього, а також унаслідок нагромадження в організмі, він представляє важливе джерело потенційної променевої небезпеки. В організмі людини до 43% йоду, що надійшов-131 накопичується в щитовидній залозі. Тут йод включається в структуру гормонів щитовидної залози - тироксину і трийодтиро-нину й у їхньому складі циркулює в крові. Накопичуючи в щитовидній залозі, йод-131 створює в ній локальну високу дозу.

Два інших радіонукліди, стронцій-90 і цезій-137, відрізняються істотно більшою тривалістю життя: періоди їхнього напіврозпаду 28 і 30 років, відповідно в організм людини і тварин вони надходять, просуваючи по характерних харчових шляхах.

Стронцій за своїх якостей дуже близький до кальцію. Слідом за кальцієм він надходить із ґрунту в рослини, потім у тварин, накопичується в кістках людей, особливо дітей у віці одного - двох років. Стронцій, що осів у кістках, із працею і повільно виводиться. При дуже високому локальному нагромадженні в кістках стронцію може створюватися тривале місцеве опромінення, що становить потенційну небезпеку у відношенні утворення остеосарком через багато років.

Цезій-137, хімічно подібний калію. Надходячи з рослинною їжею в організм тварин і людини, вона подібно калію, рівномірно розподіляється в м'яких тканинах: м'язах печінки, нервовій системі, є присутнім у кожній живій клітці. Джерелами цезію для людини можуть бути рослинні (хліб, овочі, фрукти) і тваринні продукти (м'ясо, риба, молоко).

У мирний час радіоактивні забруднення місцевості можливі у випадку виходу з ладу автоматичних систем безпеки в результаті ненавмисних недоглядів з боку операторів, що обслуговують ядерні енергетичні установки АЕС.

За час існування атомної енергетики відбулися три великих аварії на ядерних реакторах різних типів В Англії на станції Уіндскейл (аварія, що ховали десятки років), у СТТТА на АЕС - Три Майл Айленд і в Радянському Союзі в Чорнобилеві.

Крім усім відомої аварії на ЧАЕС, двох підряд аварій були на Ленінградської АЕС ще в 1974 і 1975 роках. Усе це з переопроміненнями та викидами. На Вірменській АЕС у 1982 р. згорів машинний зал. На Балашовській - при проведенні пусконаладжувальних робіт загинули 14 осіб. У 1984 р. були пожежі на Запорізької, Калінінської, Південно-українській станціях. У 1986-1987 р. були аварії парогенераторів на Зеландско-Воронезькій і Запорізької АЕС.

Існують розрахункові дані про можливе радіоактивне зараження місцевості в Одеській області у випадку аварії на Південно-Української АЕС. Відповідно до розрахунків зараження можливе в межах 50 км зони загальною площею 0, 05 тис. км² з числом працюючих і членів їхніх родин 11 тис.осіб. Орієнтовані рівні радіації від 0, 05 до 0,5 р/год

Основні причини катастроф на АЕС.

Недосконалість конструкції атомних реакторів	Безконтрольність роботи будівельників і експлуатаційників АЕС
Низька якість комплектуючих виробів	Вузьковідомче положення АЕС
Недостатня надійність апаратури контролю	Невдалий вибір міста будівництва станцій
Дисципліна. Моральність виконавців	Велика кількість узгоджень. Острах узяти на себе відповідальність
Знання професійних обов'язків	Запізненість інформації і мала її вірогідність
За матеріалами СМІ	

Варто мати на увазі, що на Україні мораторій на будівництво атомних енергоблоків відмінено і недавно ввійшов у лад могутній (третій по величині у світі) атомний енергоблок на Запорізької АЕС,

Характеристика радіаційної обстановки, що склалася після катастрофи на ЧАЕС.

Найбільша радіоекологічна катастрофа сучасності відбулася на Україні. Вже за перші десять днів після аварії напрямок вітру змінювалося на 360 градусів, фактично описавши повне коло. Це викликало забруднення радіонуклідами значних територій. Там, де в той час випадали дощі, утворилися "плями" радіоактивного забруднення.

Формування основної частини радіоактивних випадань закінчилося в перші 4-5 доби. Однак повне формування радіоактивного "сліду" і "плям" продовжувалося протягом усього травня 1986 р.

Узагальнена (по багатьом зйомкам) карта потужності доз гамма-випромінювання з'явилася базою для прийняття, багатьох рішень - саме по ній остаточно визначалися ізолінії евакуації населення: зона відчуження - (20 мр/г), зона відселення (більш 5 мр/г) і зона контролю (3-5 мр/г) з тимчасовим відселенням частини населення (вагітних, дітей).

Зона відчуження має площу 982 км², на її території розташовані АЕС, м. Прийняти, 15 населених пунктів, 4697 дворів і 4 колгоспи, 9 промислових підприємств, 11 навчальних закладів. На ній проживало 62852 осіб.

Зона відселення (евакуації) має площу 3300 км², на ній були розташовані 23 населених пункту, 9 тисяч дворів, 5 колгоспів, 8 промислових підприємств, 27 навчальних закладів. Чисельність населення складала 93 тисячі осіб.

Зона твердого контролю має площу 1500 км², на якій розташовані 96 населених пунктів, 3 тисячі дворів, 22 колгоспу, 16 промпідприємств, 40 навчальних закладів. Чисельність населення в даній зоні складала більш 46 тисяч осіб.

Випадання радіоактивних продуктів виявлено в багатьох районах західної частини європейської території СРСР. Чи випадання забруднення повітря йодом-131 виявлялися до 2-го травня 1986 р. на Україні - у Києві, Вінниці, Івано-Франківську, Рівне; у Білорусії - у Мінську, Бресті, Могильову; у Прибалтиці - у Клайпеді, Ризі і багатьох інших містах і населених пунктах. Помітні випадання радіоактивності з дощами досягли Австрії, ФРН, Італії, Норвегії, Швеції, Польщі, Румунії, Фінляндії.

При аварії на Чорнобильській АЕС виникли умови, коли радіоактивні продукти могли надходити й у водянні об'єкти як через безпосереднє осадження на водяну поверхню, так і через стік із забрудненої місцевості, а також через міграцію з підземними водами. У перші тижні і місяці аварії найбільш актуальним було з'ясування ступеня забруднення ріки Прийняти і Київського водоймища - джерела водоспоживання м. Києва.

Гострі ефекти опромінення. Медичні наслідки

З підозрою на діагноз "гостра променева хвороба" різного ступеня ваги було госпіталізовано 237 осіб з числа персоналу, що знаходився в зоні аварійного блоку. Згодом у 92 з них цей діагноз не підтвердився. З 145 осіб із установленим діагнозом - IV ступінь гострої променевої хвороби була відзначена в 21 особу (20 з них умерли, одна - живий), III ступінь - у 21 особу (7 умерли, 14- живі), II ступінь - у 53 особи (один умер, 52 живі), I ступінь - у 50 осіб (усі живі). Серед населення 30- кілометрової зони й інших районів випадків захворювання ОПХ не відзначалося.

Співробітники, що знаходилися на промисловій площадці в безпосередній близькості до аварійної зони АЕС і допоміжний персонал піддалися сполученій дії ряду радіаційних факторів:

1. короткочасне зовнішнє гамма - і бета-випромінювання газової хмари викиду для облич, що знаходилися в момент вибуху в аварійній зоні;
2. спадаюче по потужності зовнішнє гама і бета-випромінювання від фрагментів, що розсіялися на промисловій площадці, ушкодженої активної зони реактора;
3. вдихання газів і аерозольних пилових часток, що містять суміш радіонуклідів;
- 4 аплікація їх на шкірі і слизуватих оболонках у момент інтенсивного паротворення і чи запылення змочування одягу (здув з забруднених продуктів)

При цьому ведучими з'явилися загальне зовнішнє відносно рівномірне гамма-опромінювання всього тіла, бета-опромінювання великих поверхонь тіла при практично несуттєвій (крім 2х випадків) значимості інгаляційного надходження суміші радіонуклідів з визначальним внеском у дозу йоду і цезію. Основна клінічна форма, таким чином, являла собою своєрідний варіант ОПХ від нерівномірного сполученого гамма і бета-опромінювання всього тіла і великих ділянок шкірного покриву.

Первинна діагностика ОПХ проводилася в МСЧ (медичної сан. частини), що обслуговує АЕС. Інформація про аварію на станції була отримана через 10-15 хвилин. Перша допомога потерпілим була зроблена на АЕС середнім медичним персоналом і бригадами швидкої допомоги, починаючи з перших 30-40 хвилин до 3-4 годин. Перша допомога полягала у висновку потерпілих із промислової площадки, найпростішій санітарній обробці, дача проти блювотних і симптоматичних засобів, і транспортуванню облич з вираженою первинною реакцією в МСЧ. Обличчя з задовільним самопочуттям були активно викликані для обслуговування в МСЧ у перші 12-24 ч. після аварії, усього госпіталізовано в МСЧ за перші 12 ч. 132 особи. Потерпілий з важкими опіками вмер у перші 12 ч. і 1 особа з персоналу реактора не був виявлений: його робоче місце знаходилося в зоні завалу і високої радіоактивності.

Через 12 годин прибула і приступила до роботи спеціалізована аварійна бригада. За 6 ч. бригадою разом з персоналом МСЧ було доглянуто більш 350 осіб, зроблено близько 1000 аналізів крові (2-3 аналізу кожному).

У перші 3 дні в спеціальний стаціонар Москви і лікарні Києва спрямовано 299 осіб і з припущенням про наявність ОПХ, у наступний термін ще близько 200 осіб для обстеження.

Основними критеріями встановлення діагнозу і визначення черговості госпіталізації були наявність: терміну виникнення й інтенсивність нудоти і блювоти, первинної еритеми шкіри і слизуватих оболонок і зменшення числа лімфоцитів периферичної крові нижче 1-10% у 1-ї доба після опромінювання.

Діагноз ОПХ у наступному був підтверджений у 99 з 129, що надійшли в спеціальний стаціонар Москви в перші двох діб (пожежних, операторів четвертого блоку, чергового і допоміжного персоналу турбінного залу) і в 6 з 74 потерпілих, госпіталізованих протягом наступних трьох днів. Це вказує на високу специфічність використаних методів скринінгу на ОПХ. Ще 10 випадків ОПХ легкого ступеня діагностовано серед облич, що знаходилися в момент аварії на промисловій площадці, по ряду обставин, що надійшли в стаціонар пізніше. У прийомному спокої спеціалізованого стаціонару проводили повторний контроль забруднення і при необхідності санітарну обробку (миття під душем звичайним милом і зміна білизни). Брالی проби крові і сечі для експрес-оцінки інкорпорації радіонуклідів, а також вимірювали зміст радіоактивного йоду в щитовидній залозі (дослідження повторили протягом перших 6-10 днів ще 4-6 разів). Для виміру активності радіонуклідів у всім тілі людини використовували лічильники на базі сцинтиляційного і напівпровідникового блоків детектування.

Гострі ефекти опромінювання на ЧАЕС

У перші дні основною діагностичною задачею була оцінка ступеня ваги КМС по дозі зовнішнього загального опромінювання. Це було можливо в даний термін на основі роз-

роблених раніше методів по вимірі числа лімфоцитів і хромосомних аберацій у культурі лімфоцитів периферичної чи крові по кількості аберацій у препаратах кісткового мозку. що дозволило розділити потерпілих на ряд груп по прогнозованій вазі КМС: легкого ступеня (1-2 Гр.), середньої (2-4 Гр.), важкого ступеня (4-6 Гр.) і край важкої (6 Гр. і більш), а також відокремити потерпілих, доза опромінення яких була менш 1 Гр.

Особлива увага в перші дні приділяли виявленню облич із край важкої (необоротної) ступенем мієлодепресії, що вимагав невідкладного рішення про трансплантацію кісткового мозку. Додатковими ознаками, що дозволяли уточнити приналежність до цієї групи, були поява блювоти в перші півгодини і поносу в перші 1-2 години з початку опромінення, збільшення привушних залоз у перші 24-36 годин. Основними проявами КМС були лихоманка інфекційні ускладнення і крововиливи на шкірі і слизуватих оболонках рота.

Лікування ґрунтувалося на принципах проти інфекційної і підтримуючої терапії (ізоляція, системні антибіотики і замісні трансфузії клітинних компонентів крові), а у випадку прогнозування необоротної мієлодепресії застосовували трансплантацію аллогенного кісткового мозку і кліток людської ембріональної печінки.

Весь хворі з КМС II ступеня і більш виразності були поміщені по одному в звичайні лікарняні палати, пристосовані для забезпечення асептичного ведення хворих: стерилізація повітря ультрафіолетовими лампами, строге дотримання персоналом обробки рук при вході і виході з палати, обов'язкове користування індивідуальними чи разовими халатами, масками, шапками, обробка взуття антисептиками, зміна білизни в пацієнтів не рідше 1 рази в добу, миття антисептиками стін, підлоги палати і предметів відходу, оброблюваних антисептиками у палатах, їжа була звичайної, виключали сирі овочі і фрукти і консервовані продукти.

Профілактику ендогенних інфекцій здійснювали бісептолом і ністатином - усередину по 6 таблеток і 5 000000 од у добу відповідно. При виникненні лихоманки призначали внутрішньо 2 чи 3 антибіотики широкого антибактеріального спектра - по одному (гентаміцин чи ампіцилін) - усі в максимальних дозах. У результаті не менш, ніж у

половини хворих лихоманка припинилася. При відсутності ефекту протягом 24-48 ч. застосовували гамма-глобулін.

Уперше для лікування хворих ОПХ при герпетичної інфекції, який було уражено не менш 1/3 хворих ОПХ III й IV ступеня, застосовували з гарним ефектом ацикловір. Профілактично ацикловір не призначали, досвід показав, що це варто робити при загальному опроміненні у високих дозах. Гарний ефект при лікуванні герпетичних поразок шкіри давала мазь, що містить ацикловір.

Зазначений режим емпіричного проти інфекційного лікування виявився високоефективним: практично не було летальних виходів, обумовлених інфекцією в хворих з костномозговою, навіть важкою і край важкою формою ОПХ, не ускладненої опіками, променевим ентеритом чи гострою вторинною хворобою (ОВБ) унаслідок трансплантації кісткового мозку. Крім того при аутопсії в хворих, що загинули від не костномозгових поразок, не знайшли безсумнівних макроскопічних ознак бактеріальних і мікозних інфекцій (септиконефротичних вогнищ).

Одним з основних успіхів у лікуванні КМС у даної групи хворих ОПХ було раціональне використання свіжих донорських тромбоцитів для профілактики і лікування кровотеч

На 1 трансфузію використовували тромбоцити, отримані від 1 донора (в обсязі 200-250 мл плазми крові) Трансфузії починали при зниженні рівня тромбоцитів у крові нижче, ніж 20-10 /л чи навіть при більш низькому, тільки з появою ознак кровотеч, повторюючи введення через 1-3 дні. Тромбоцитарну масу, як і всі інші компоненти крові, перед інфузією обов'язково опромінювали в дозі 15 Гр із метою інактивації імунокомпетентних клітин донорського походження для профілактики ОВБ.

Зазначений режим трансфузії тромбоцитів забезпечив відсутність не тільки загрозованих життя кровотеч, навіть у хворих із тривалої (більш 2-4 тижнів) і глибокої тромбоцитопенією, але і взагалі яких-небудь ознак кровотеч в більшості пацієнтів.

У дійсній ситуації використовували з успіхом кріоконсервовану аллогенну і, що особливо важливо, аутологічну тромбоцитарну масу. Останню одержували в хворих із КМС 11-111 ступеня ваги КМО в перші дні після опромінення (1-2 сеансу), що не відбивалося на закономірній пост променевої динаміці в них числа тромбоцитів, і з високою ефективністю застосування при розвитку в них критичної тромбоцитопенії.

Лейкоцитарну масу для профілактики і лікування агранулоцитарних інфекцій не застосовували. Потреби в еритроцитарній масі виявилися значно вище очікуваних.

Показанням до трансплантації кліток аллогенного кісткового мозку і кліток людської ембріональної печінки була доза загального гамма-опромінення, оціненого по числу лімфоцитів периферичної крові і хромосомних аберацій, порядку 6 Гр. і вище. По представленнях, що існували, при цій дозі опромінення прогнозується необоротна чи вкрай тривала глибока мієлодепресія. Зроблено трансплантацій кліток аллогенного кісткового мозку.

У терміни з 2-го по 19-й день після пересадження (з 15-го по 25-й день після опромінення) загинули 7 хворих від несумісних з життям гострих променевих поразок, шкіри, кишечнику і легень. З 6 хворих, у яких не було несумісних з життям поразок шкіри і кишечнику, а дози опромінення оцінювалися в 4, 3-10, 7 Гр. вижили 2 особи (доза гамма-опромінення 5, 8 і 9 Гр.).

Некостномозгові синдроми променевих поразок і їхня терапія.

Розповсюджені променеві поразки шкіри, викликані впливом бета-випромінювання, склали відмінну рису поразки людей у даній аварійній ситуації.

Променеві опіки шкіри в пожежних і потерпілих з персоналу станції спостерігалися тільки в сполученні з радіаційною поразкою кровотворення і були, таким чином, складовою частиною загального клінічного синдрому ОПХ.

Шкірні поразки спостерігалися в половини усіх хворих ОПХ, а при III й IV ступені ваги КМС - практично у всіх хворих.

Обтяжуючий внесок променевих поразок шкіри в загально клінічний синдром ОПХ визначався не тільки поширеністю процесу, але і ступенем виразності патологічних змін, а також тривалістю плинущи зі своєрідними рецидивами патологічного процесу.

В однієї людини, як правило, мали місце опіки, локалізовані на різних ділянках тіла. Найбільш частою локалізацією були в ранньому періоді кисті рук, обличчя, шия, стопи, пізніше виявлялися поразки на грудях, спині, потім на гомілкках, стегнах, сідницях. В окремих випадках ця послідовність порушувалася.

Розлита гіперемія I -х доби (первинна еритема) змінювалася до 3-4 доби латентним періодом. Вторинна еритема в найбільш важких випадках виникала з 5-6-х доби, а в більшості хворих - з 8-х по 21-і доба. У залежності від ступеня поразки вона закінчувалася сухим епідермітом (I ступінь променевого опіку) або вологим з утворенням міхурів (II ступінь) чи бульозно-виразковим і виразково-некротичним дерматитом (III-IV ступінь). Епітелізація ерозивних поверхонь продовжувалася протягом 2-3 тижнів з моменту появи видимих змін шкіри.

Опіки в хворих ОПХ охоплювали від 1 до 100% поверхні тіла. При цьому можна відзначити, що якщо мали місце відносно ранні (з 5-6 доби) опіки 11-111 ступеня, хоча б на площі 30-40%, з наступним поширенням гіперемії, то вони були несумісні з життям. Не менш, ніж у 19 з 56 хворих з опіками, останні, безсумнівно, були фатальними. Закономірно, з появою ранньої вторинної еритеми на площі тіла більш 40% у хворих розвивалися спочатку лихоманочно-токсичний синдром, потім нирково-печінкова недостатність і енцефалопатична кома з набряком головного мозку, що і приводила до смерті в термін 14-18 діб після опромінення.

Кишковий синдром

Кишковий синдром був одним з найбільш грізних проявів ОПХ. Початок розвитку синдрому з 4 по 8 добу, відзначена в 10 хворих, свідчило про короткочасне загальне гамма-опромінення в дозі порядку 10 Гр. і більш (усі ці хворі загинули в перші 3 тижні після опромінення), поява поносу після 8 доби (у 7 осіб) - з меншим ступенем поразки. При інтенсивній водно-електролітній білковій підтримуючій терапії наявність такого радіаційного ентериту, що продовжувався з 10-х до 18-25-х діб, не могло бути єдиною чи основною причиною смертельного результату.

Орофарінгеальний синдром

(ОФС) - гострий променевиї мукозит рота і глотки - спостерігається усього в 80 хворих. Найбільш легкі його прояви (1-11 ступеня ваги) характеризувалися набряком слизуватої оболонки в області щік, мови і розпученістю ясен і спостерігалися з 8-9-х до 20-25-х діб. Основними симптомами більш важкого ОФС (1-1У ступеня) були ерозії і виразки на слизуватій оболонці рота, різкий біль, велика кількість гумоподібного слизу, іноді забиваючого переддєнь гортані і порушаючого подих. У значній частині випадків променевиї мукозит ускладнювався вторинною мікробною і вірусною інфекцією, що затягувало його лікування. Характерним було первинне раннє (на 3-4 добу) прояв подібних з герпетичними висипаннями, що утворюють масивні кірки на губах: і шкірі обличчя, що спостерігалися майже в 30% хворих із КМС важкого ступеня.

У хворих даної групи переважно з ОПХ IV ступеня спостерігали також виражений радіаційний паротит з порушенням слиновиділення і значним підвищенням рівня амілази в крові з 1 -х по 4-і су тчи. Привушні залози зменшувалися без спеціального лікування, але більш повільно відновлювалася секреція слинних залоз.

Гострий радіаційний пульмоніт

Гострий радіаційний пульмоніт, описаний в останні роки при тотальному гамма-терапевтичному опроміненні хворих з лейкозами, спостерігався в даній ситуації в 7 пацієнтів з ОПХ 111-1V ступеня ваги. Характерними ознаками його були швидко наростаючі по виразності задишка, при аускультатії - "гукаючі", як "залізний дах на вітрі", хрипи в легенях, що прогресує протягом 2-3 доби вентиляційна недостатність, наставали летальні виходи від гіпоксемічної коми. Пульмоніт розвивався, як правило, за кілька днів до смерті, сполучаючись із украй важкими поразками шкіри і кишечнику. Терміни смерті - 14-30 діб після опромінення. Очевидно, променевиї пульмоніт був ускладнений вторинної, важко розпізнаваної при житті вірусною інфекцією.

Кровотечя тільки в одному випадку досягала визначеної патогенетичної значимості (гемоторакс, спровокований механічною травмою при маніпуляції - катетеризації вени).

Майже у всіх випадках у передодні летального результату мали місце виражені прояви важкої ендогенної інтоксикації в зв'язку з великою променевою деструкцією тканин, збільшеної інфекційно-септичними ускладненнями. Це виражалось в недостатності функції печінки, бруньок, ознаках дисциркуляторної токсичної енцефалопатії в сполученні з дихальною і судинною недостатністю.

Орган зору

Динаміка змін органа зору мала визначені закономірності. Поразка характеризувалася раннім і послідовним залученням у патологічний процес усіх тканин око. При дозі, що не перевищує 1 Гр. змін відзначено не було. Серед хворих ОПХ I ступеня зміни були відзначені тільки в передньому відділі ока: поява в перші 2-4 доби в деяких хворих легкої еритеми шкіри віків і посилення судинного малюнка кон'юктиви вік і очного яблука. Зміни кон'юктиви вік і очного яблука відзначалися з тією же частотою, що і зміни шкіри у відповідному діапазоні доз.

Місцеве лікування очей полягало в застосуванні мазей на поверхню шкіри, що лупиться, століття.

Боротьба з болючим синдромом, як завжди при променевих поразках, була досить важкої і малоефективною. Безумовно, ефективних засобів місцеобезболючої дії в арсеналі медичної науки в даний час недостатньо.

У хворих з важким променевим стоматитом і ентеритом визначений позитивний ефект відзначений від застосування тотального парентерального харчування (на основі гідролізата альвезину чи амінокислотної суміші - амінона і 40% розчину глюкози як енергетичний матеріал.

Фаза клінічного видужання в більшості хворих з ОПХ 1-11 ступеня ваги завершувалася до 3-4-му місяця. У більш тривалому лікуванні бідували хворі з важкими променевими опіками і наслідками КМС III-IV ступеня.

Починаючи з 4 місяців після опромінення в спеціалізованій стаціонар періодично надходили пацієнти в зв'язку зі змінами на шкірі (ділянки дистрофії і виразці, з набряком підніжної клітковини, в основному на гомілкях і стопах), їм проводилося лікування дезагрегантами і засобами, що поліпшують місцевий кровообіг і трофіку тканин. 5 хворих із глибокими великими виразками на руках і інших ділянках тіла піддалися повторним пластичним операціям, деяким треба було більш тривале лікування.

У декількох хворих, що вижили із КМС важкого і у край важкого ступеня зберігаються і лабораторні ознаки імунодефіцитного статусу, але яких-небудь важких і загрозливих життю інфекцій у них за цей час не було. У частині цих випадків почата спроба імунокоригуючої терапії Т- В-активіном.

Демографічні показники після аварії на ЧАЕС.

Співробітники УНЦРМ виявили вплив опромінення і радіоактивних чорнобильських виносів на основні демографічні показники. Так, виявлений тісний кореляційний зв'язок між:

- Різким зниженням у 1987 р. рівня народжуваності в контрольованих районах і опроміненням. Зниження народжуваності починається при опроміненні в дозах 30 сГр і більше.

- Зниженням рівня народжуваності в районах із забрудненням ґрунтів радіоізотопами стронцію.

- Зниженням народжуваності в залежності від доз внутрішнього опромінення і підвищення частки хлопчиків у співвідношенні підлог народжених на забруднених ґрунтах цезієм і стронцієм у Поліському районі.

- Підвищенням рівня дитячої смертності в контрольованих районах у 1987 р. з дозами опромінення.

Аналіз динаміки чисельності населення виявив значне зменшення його в Житомирській, Чернігівській областях, при протилежній тенденції в Полтавській області. Для районів контролю і спостереження середньорічні темпи зниження 3, 5 тис. осіб і 2, 8 тис. осіб, що привело до зниження його чисельності на 15-20%

Це обумовлено як зниженням природного приросту, так і перевагою відтоку над припливом у механічній міграції. При цьому відбуваються значні зміни у віковій структурі населення, міняється її тип. Усе це глибоко впливає на процес відтворення населення. Одна з причин зниження народжуваності в контрольованих районах - зріст у 2, 5 рази рівня мимовільних абортів.

Значимо ріст загальної смертності в Житомирській області. Спостерігається ріст смертності від новотворів, хвороб ендокринної системи, крові і кровотворних органів.

Наслідки чорнобильської катастрофи для здоров'я населення.

Унаслідок чорнобильської катастрофи в Україні постраждало близько 3 млн. осіб (без м. Києва), серед них 5237 осіб, що втратили працездатність, 187 осіб, що хворіли ОПХ, 30 тис. осіб, захворювання яких зв'язані з наслідками чорнобильської катастрофи.

Найбільшій медичній увазі зажадають 155 тис. осіб, що взяли участь у ліквідації аварії, 130 тис. евакуйованих і відселених. До цієї групи відносяться ліквідатори 1986-1987 рр., з дозами опромінення близько 250 мЗв. і більше.

Серед населення найбільше радіосприйнятнішими є діти й обличчя літнього віку. На Україні проживає більш 300 тис. дітей, що постраждали від Чорнобильської аварії.

У структурі захворювань дорослого населення на першому плані - хвороби органів подиху, нервової системи, а дитячого - хвороби органів подиху, травлення, нервової системи, також підвищується питома вага хвороб органів травлення, залізодефіцитних анемії, аденоїдів, уроджених аномалій серця, системи кровообігу й ін. Звертає на себе увага збільшення в жінок спонтанних абортів, кровотеч, інших ускладнень вагітності.

Серед населення, установлене зниження показників клітинного і гуморального імунітету, зростання цитогенетичних ефектів зі збільшенням специфічних маркерів радіаційного впливу. Відзначено зростання захворюваності раком щитовидної залози в дітей.

У практичному відношенні великого значення набуває оцінка непухлинної патології при тривалому зовнішнім і внутрішнім опроміненні в малій дозі. Такому опроміненню може піддаватися населення, що проживає на території, забрудненій радіоактивними продуктами в результаті аварій на АЕС.

В умовах тривалого опромінення дозою малої потужності відзначається повільний розвиток патологічних процесів, тому що захисно-приспосувальні механізми тривалий час забезпечують нормальну життєдіяльність організму.

Як уже згадувалося, критичну групу складають діти, вагітні жінки і матері, що годують. Так, у дітей у зв'язку з малою масою щитовидної залози доза її опромінення в 2-10 разів більше, ніж у дорослих, у вагітних жінок значна кількість ізотопів йоду переходить через плаценту в організм плоду, у матерів, що годують, ізотопи, йоду добре виводяться з молоком і надходять в організм дитини.

Ушкоджень щитовидної залози супроводжується залученням у патологічний процес інших ендокринних органів, що приводить до порушення нейроендокринної регуляції. Наслідком цих процесів можуть бути зміни з боку серцево-судинної й іншої систем.

Зміни з боку серцево-судинної системи можуть виявлятися нейроциркуляторною дистонією. Переважаючим є порушення кровообігу в шкірі, головному мозку, кінцівках, (остеоалгія).

Атрофічні і гіпопластичні стани, зниження захисно-приспосувальних (адаптивних) можливостей організму можуть виявлятися ростом різних захворювань. Треба мати на увазі, що ріст цих захворювань може бути обумовлений нерадіаційними факторами, тому необхідно проводити облік реальних доз опромінення визначеного контингенту населення.

- Усіх захворілих чи тих хто вважається "хворими від Чорнобиля" варто віднести до потерпілих від катастрофи, разом з тим, чуйно розмежувати внесок кожного з його патогенних факторів. Без цього неможливо предметно організувати науково обґрунтовані лікувально-профілактичні заходи.

- Із усіх численних факторів, що впливають на стан здоров'я населення, варто виділити найбільш значні і довгострокові; радіогенний і психогенний (стресовий). На першому місці сконцентрована увага всіх дослідників, а другий залишається дотепер невивченим і багатьма не враховується.

У підсумку виконання національної програми негайних заходів по ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС виявлене формування нової соціально-екологічної спільності, що характеризується високим рівнем тривожності населення, пасивними процесами адаптації.

Я можу порівняти психологічний стан професіоналів - працівників атомної промисловості й описаний психологічний стан "чорнобильців". Професіонали відрізняються скоріше бравадою у відношенні впливу радіації: "Ми з радіацією на ти". Очевидно, зазначена тривожність населення обумовлена відсутністю точних даних про радіацію і стресорним впливом обстановки катастрофи.

- Під впливом іонізуючого опромінення на ЩЖ у дітей від 0, 1 до 9, 8 Зв., а також при дозах зовнішнього опромінення від 0, 01 до 0, 05 Зв. у комплексі з іншими шкідливими факторами (пестициди, нітрати, солі важких металів, авітаміноз) у ранній після аварійний період формуються відхилення в стані здоров'я.

- Виявлена трансформація функціональних порушень, що спостерігалися в перші роки після опромінення, у стійку патологію різних органів і систем.

- Рівень загальних соматичних захворювань серед контингентів дорослого і дитячого населення, що знаходились під нахилом радіаційному впливу, значно зріс і, як наслідок цього, за останні 5 років істотно скоротилася частка облич першої групи здоров'я:

серед ліквідаторів на 22%, евакуйованих - на 20%, населення контрольованих районів на 20%.

Більш докладно про стан здоров'я окремих груп населення Ви довідаєтеся з наступних лекцій і ПЗ.

Матеріали щодо активації здобувачів вищої освіти під час проведення лекції: питання, ситуаційні задачі тощо (за необхідності).

Загальне матеріальне та навчально-методичне забезпечення лекції:

- навчальні приміщення;
- обладнання;
- устаткування;
- слайди, відеофільми.

Питання для самоконтролю:

- а) з теми викладеної лекції /література, питання, завдання/;
- б) з теми наступної лекції /література, перелік основних питань/.

Список використаних джерел:

Основна:

1. Овчаренко О.П., Лазар А.П., Матюшко Р.П. Основи радіаційної медицини. Одеса : Одеський мед. університет, 2017. 208 с.
2. Радіаційна медицина : підручник /Д.А.Базика, Г.В. Кулініч, М.І. Пилипенко ; за ред. М.І. Пилипенка. Київ : ВСВ «Медицина», 2018. 232 с.
3. Візір В.А., Деміденко О.В., Школовий В.В. Радіаційні ураження : навчально-методичний посібник до практичних занять з внутрішньої медицини (військова терапія) для студентів 5 курсу медичних факультетів / В.А. Візір, О.В. Деміденко, В.В. Школовий. Запоріжжя : ЗДМУ, 2019. 63 с.
4. Ковальський О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / О.В. Ковальський, Д.С. Мечев, В.П. Данилевич. 2-ге вид. Вінниця : Нова книга, 2017. 512 с.

Додаткова:

1. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ : Либідь, 2018. 448 с.

2. Неіонізуюче та іонізуюче випромінювання в умовах виробництва (гігієнічні та клінічні аспекти) / С.І. Ткач, О.Ю. Лук'яненко, В.Г. Шестаков, В.В. Багмут. Харків : ХМАПО, 2014.

3. Військова токсикологія, радіологія, медичний захист : підручник / за ред. О. Є. Левченко. Київ : СПД Чалчинська Н. В., 2017. 788 с.