

УДК 539.1.04; 551.521; 577.21; 577.346

Карина БОЦМАН, студент,

Наталія МАНЧЕВА, к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, e-mail: skypekarina1412@gmail.com, vmanichev@ukr.net

ВПЛИВ РАДІАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Анотація. Останнім часом ми часто чуємо про радіацію, її рівень в світі. Особливо гостро постало питання впливу радіації на людину, адже людство вже навчене на помилках минулого та трагічних подіях. Хоч радіоактивні речовини і приносять багато користі, проте залишаються нещадними силами, про фізику котрих до сих пір багато хто не знає. Тому я вирішила висвітлити це питання та розібратися в тому, який вплив має радіація на організм та чи є якийсь спосіб захиститися від неї.

Ключові слова: радіація, випромінювання, радіоактивність, ДНК, опромінення.

Вчені, які вивчають вплив радіації на живі організми, серйозно стурбовані її поширенням. Як сказав один із дослідників, сучасне людство купається в океані радіації Невидимі оку радіоактивні частинки виявляють у ґрунті та повітрі, воді та їжі, дитячих іграшках, натільних прикрасах, будівельних матеріалах, антикварних речах. Найнешкідливіший на перший погляд предмет може виявитися небезпечним для здоров'я [1].

Наш організм також можна назвати невеликою мірою радіоактивним. У тканинах завжди містяться необхідні йому хімічні елементи – калій, рубідій та його ізотопи. У це складно повірити, але щомиті в нас відбуваються тисячі радіоактивних розпадів!

Випромінювання – це енергія, яка надходить від джерела і поширюється в просторі зі швидкістю світла. Ця енергія має електричне та магнітне поле, пов'язане з нею, і має хвилеподібні властивості. Ви також можете назвати випромінювання «електромагнітними хвилями».

Електромагнітний спектр. У природі існує широкий спектр електромагнітних випромінювань. Одним із прикладів є видиме світло. Випромінювання з найвищою енергією і включає такі форми, як ультрафіолетове випромінювання, рентгенівські промені та гамма-промені. Рентгенівські та гамма-промені мають таку енергію, що при взаємодії з атомами вони можуть видаляти електрони і викликати іонізацію атома. Радіоактивні атоми мають нестійкі суміші протонів і нейтронів.

Радіоактивність – це спонтанне виділення енергії з нестійкого атома для переходу в більш стабільний стан.

Іонізуюче випромінювання – це енергія, що виходить від радіоактивного атома. Радіоактивний розпад відбувається, коли нестійкий атом випромінює енергію і перетворюється на більш стабільний атом іншого елемента [2].

Іонізуюче випромінювання має достатню енергію, щоб впливати на атоми в живих клітинах і тим самим пошкоджувати їх генетичний матеріал (ДНК). На щастя, клітини нашого тіла надзвичайно ефективно усувають цю шкоду. Однак, якщо пошкодження не усунути належним чином, клітина може загинути або в кінцевому підсумку перетворитися на рак.

Вплив дуже високого рівня радіації, наприклад, близькість до атомного вибуху, може спричинити гострі наслідки для здоров'я, такі як опіки шкіри та гострий радіаційний синдром («променева хвороба»). Це також може призвести до довгострокових наслідків для здоров'я, таких як рак. Вплив низьких рівнів радіації в навколишньому середовищі не спричиняє негайних наслідків для здоров'я, але є незначним внеском у наш загальний ризик раку.

Дуже високий рівень радіаційного опромінення протягом короткого періоду часу може викликати такі симптоми, як нудота та блювота, протягом декількох годин, а іноді може призвести до смерті протягом наступних днів або тижнів. Це відоме як гострий променевий синдром, широко відомий як «променева хвороба».

Щоб викликати гострий радіаційний синдром, потрібен дуже високий радіаційний вплив – понад 0,75 грей (75 рад) за короткий проміжок часу (від хвилин до годин). Цей рівень радіації був би як отримати радіацію від 18 000 рентгенів грудної клітки, розподілених по всьому тілу за цей короткий період. Гострий радіаційний синдром зустрічається рідко і виникає в результаті екстремальних подій, таких як ядерний вибух, або випадкове поводження або розрив високорадіоактивного джерела.

Вплив низьких рівнів радіації не викликає негайних наслідків для здоров'я, але може призвести до незначного збільшення ризику раку протягом життя. Існують дослідження, які відстежують групи людей, які зазнали впливу радіації, включаючи тих, хто пережив атомну бомбу, і працівників радіаційної промисловості. Ці дослідження показують, що радіаційне опромінення збільшує ймовірність захворіти на рак, а ризик збільшується зі збільшенням дози: чим вище доза, тим більший ризик. І навпаки, ризик розвитку раку від радіаційного опромінення зменшується зі зниженням дози: чим нижча доза, тим нижчий ризик [3].

Дозу можна визначити на основі одноразового опромінення або на основі накопиченого опромінення протягом тривалого часу. Близько 99% людей не захворіли б на рак в результаті одноразового рівномірного впливу на все тіло 100 мілізіверт (10 рем) або нижче.

Ризики, які є низькими для окремої людини, можуть призвести до неприйнятної кількості додаткових видів раку у великій популяції з часом. Наприклад, у популяції в один мільйон людей середнє збільшення ризику раку протягом життя на один відсоток може призвести до 10 000 додаткових випадків раку.

Розуміння типу отриманого випромінювання, способу опромінення людини (зовнішнє чи внутрішнє), а також тривалість опромінення – все це важливо для оцінки наслідків для здоров'я.

Ризик опромінення певним радіонуклідом залежить від:

- енергії випромінювання, яке він випромінює;
- типу випромінювання (альфа, бета, гамма, рентгенівське випромінювання);
- його активності (як часто він випромінює);
- незалежно від зовнішнього чи внутрішнього впливу;
- швидкості, з якою організм переварює та виводить радіонуклід після ковтання або вдихання;
- де в організмі концентрується радіонуклід і як довго він там залишається.

Зовнішнє опромінення – це коли радіоактивне джерело знаходиться за межами вашого тіла. Рентгенівські та гамма-промені можуть проходити через ваше тіло, відкладаючи енергію.

Внутрішнє опромінення – це коли радіоактивний матеріал потрапляє всередину організму під час їжі, пиття, дихання або ін'єкції (в результаті певних медичних процедур). Радіонукліди можуть становити серйозну загрозу здоров'ю, якщо вдихнути або проковтнути значну кількість.

Особливо чутливі до опромінення діти і плоди. Клітини у дітей і плодів швидко діляться, надаючи більше можливостей радіації порушити процес і викликати пошкодження клітин. Під час перегляду стандартів радіаційного захисту статистика враховує відмінності в чутливості за віком і статтю.

Вплив радіації на людину називають опроміненням. Основу цієї дії становить передача енергії радіації клітинам організму. Опромінення може спричинити порушення обміну речовин, інфекційні ускладнення, лейкоз та злоякісні пухлини, променево безпліддя, променево катаракту, променево опік, променево хворобу. Наслідки опромінення сильніше позначаються на клітинах, що діляться, і тому для дітей опромінення набагато небезпечніше, ніж для дорослих.

Пошкодження атомів клітин. Опромінення – це вкрай руйнівна сила, яка трансформує клітини, деформує їх ДНК, призводить до мутацій та генетичних ушкоджень. Деструктивний процес може запустити лише одна частинка радіації.

Дію іонізуючого випромінювання фахівці порівнюють зі сніжною грудкою. Починається все з малого, потім процес наростає доти, доки не настануть незворотні зміни. На атомарному рівні це відбувається так: радіоактивні частинки летять із величезною швидкістю, вибиваючи при цьому електрони з атомів. В результаті останні набувають позитивного заря-

ду. «Чорна» справа радіації полягає лише у цьому. Але наслідки таких перетворень є катастрофічними.

Вільний електрон та іонізований атом вступають у складні реакції, внаслідок яких утворюються вільні радикали. Наприклад, вода (H_2O), що становить 80% маси людини, під впливом радіації розпадається на два радикали – H та OH . Ці патологічно активні частинки вступають у реакції з важливими біологічними сполуками – молекулами ДНК, білками, ферментами, жирами. В результаті в організмі зростає кількість пошкоджених молекул і токсинів. Через деякий час уражені клітини гинуть чи їх функції серйозно порушуються [4].

Через пошкодження ДНК та мутації генів клітина не може нормально ділитися. Це найнебезпечніший наслідок радіаційного опромінення. При отриманні великої дози кількість постраждалих клітин настільки велика, що можуть відмовляти органи та системи. Найважче сприймають радіацію тканини, в яких відбувається активний поділ клітин:

- кістковий мозок;
- легені;
- слизова оболонка шлунку;
- кишечник;
- статеві органи.

Причому навіть слаборадіоактивний предмет за тривалого контакту завдає шкоди організму людини. Так, міною уповільненої дії можуть стати вам улюблений кулон або об'єктив фотоапарата.

Величезна небезпека впливу радіації на живі організми полягає в тому, що довгий час вона ніяк не проявляє себе. «Ворог» проникає через легені, ШКТ, шкіру, а людина навіть не підозрює про це.

Залежно від ступеня та характеру опромінення його результатом стають:

- гостра променева хвороба;
- порушення роботи ЦНС;
- місцеві променеві ураження (опіки);
- злоякісні новоутворення;
- лейкози;
- імунні захворювання;
- безпліддя;
- мутації.

Від зовнішніх джерел захиститися простіше. Альфа-частинки затримає звичайний картонний лист. Бета-випромінювання не проникає крізь скло. «Прикрити» від гамма-променів зможе товстий свинцевий лист або бетонна стіна. Найгірша справа з внутрішнім опроміненням, при якому джерело знаходиться всередині організму, потрапивши туди, наприклад, після вдихання радіоактивного пилу або вечері з «приправленими» цезієм грибочками. В цьому випадку наслідки опромінення набагато серйозніші.

Найкращий захист від побутового іонізуючого випромінювання – своєчасне виявлення його джерел. У цьому допоможуть побутові дозиметри. З такими приладами під рукою жити набагато спокійніше: будь-якої миті ви досліджуєте на радіаційне забруднення все, що завгодно [5].

Контролюйте індикатором радіоактивності свою їжу, перевіряйте воду і повітря, яким дихайте, і ви створите надійну перешкоду для проникнення мікроскопічних шкідливих частинок.

Висновок. Як і у випадку з багатьма іншими забруднювачами або токсинами, наш генетичний матеріал, або ДНК, є основною мішенню. Випромінювання може безпосередньо взаємодіяти з ДНК і викликати пошкодження, розриваючи зв'язки в ДНК, або опосередковано, розриваючи молекули води, що оточують ДНК. Коли ці молекули води руйнуються, вони виробляють вільні радикали – нестабільні молекули кисню, які можуть пошкодити клітини та органи. Після пошкодження клітини можуть статися три речі:

- клітина відновлюється сама, потім клітина повернеться до нормального стану;
- пошкоджена клітина не відновлена, або відновлена неправильно, тому клітина замінюється, ця зміна в кінцевому підсумку може призвести до раку;
- занадто велике пошкодження клітини, і клітина гине. Загибель клітин не завжди є поганим варіантом.

Якщо кілька клітин, уражених радіацією, загинуть, ваше тіло відновиться, і у вас немає ризику перетворення цих клітин на рак. Однак поширена загибель клітин, наприклад, спричинена високими дозами радіації, може призвести до органної недостатності і, зрештою, до смерті.

Література

1. National Research Council, 2006. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2. Washington, DC: The National Academies Press.
2. Brenner, David J. et al., 2003 «Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know». Proceedings of the National Academy of Sciences 100, no. 24.
3. National Council on Radiation Protection and Measurements, 2018. Implications of Recent Epidemiologic Studies for the Linear Nonthreshold Model and Radiation Protection, NCRP Commentary 27. Bethesda, Maryland: National Council on Radiation Protection and Measurements.
4. Shore, R.E. et al., 2018. «Implications of recent epidemiologic studies for the linear nonthreshold model and radiation protection». Journal of Radiological Protection, no 38.
5. U.S. Environmental Protection Agency, 2011. «EPA Radiogenic Cancer Risk Models and Projections for the U.S. Population».