

СТЕЦИК М.О.<sup>1</sup>, КОСТЕНКО Є.Я.<sup>2</sup>, ЮРЖЕНКО А.В.<sup>3</sup>

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет», стоматологічний факультет,  
<sup>1,2</sup>кафедра ортопедичної стоматології,  
<sup>3</sup>кафедра фундаментальних медичних дисциплін,  
м. Ужгород*

## **РАДІАЦІЯ ЯК ФІЗИЧНЕ ЯВИЩЕ: ПРИРОДА, ЗАКОНИ ДІЇ, ВПЛИВ, НАСЛІДКИ (огляд літератури)**

**Резюме:** Вплив радіації на організм може бути різним, але найчастіше він негативний. У малих дозах радіаційне випромінювання може стати каталізатором процесів, що призводять до онкології або генетичних порушень, а в великих дозах – часто призводить до повної або часткової загибелі організму, внаслідок руйнування клітин, тканин. Позитивна дія іонізуючого випромінювання може бути використана для оздоровчих процедур та в різноманітних цілях, головним є вміння його правильного застосування.

**Ключові слова:** радіація, іонізуюче випромінювання, радіонукліди, променева хвороба, органи-мішені.

**Summary:** The effect of radiation on the body may be different, but more often it is negative. In small doses, radiation can become a catalyst for processes that lead to oncology or genetic disorders, and in large doses – often leads to complete or partial death of the body, due to the destruction of cells and tissues. The positive effect of ionizing radiation can be used for health procedures and for various purposes, the main is its ability to properly use.

**Key words:** radiation, ionizing radiation, radionuclides, radiation sickness, target organs.

**Вступ:** Фактор радіації був присутній на нашій планеті з моменту її утворення. Іонізуючі випромінювання поряд з іншими явищами фізичної, хімічної та біологічної природи супроводжували розвиток життя на Землі.

Ми народилися і живемо в середовищі природних і штучних проникаючих радіоактивних випромінювань.

**Мета роботи** – проаналізувати наукові джерела з питання радіації, впливу іонізуючого випромінювання на організм людини.

**Матеріали та методи дослідження:** контент-аналіз.

**Результати дослідження та їх обговорення:** Радіоактивність (від латинського *radio* - випромінюю, *radius* - промінь і *activus* - дієвий), таку назву отримало відкрите явище, яке виявилось привілеєм найважчих елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва. «Радіоактивність - це мимовільне (спонтанне) перетворення нестійкого ізотопу хімічного елемента в інший ізотоп, при цьому відбувається випуск електронів, протонів, нейтронів або ядер He ( $\alpha$ -,  $\beta$ -і  $\gamma$ -частинок)».

При вивченні дії радіації на живий організм були визначені наступні особливості :

- Дія іонізуючих випромінювань на організм не відчутна для людини (фізичний феномен). У людей відсутні органи чуттів, які сприймали би іонізуючі випромінювання;

- Дія в малих дозах може додаватися або накопичуватися, кумулюватися;

- Випромінювання діє не тільки на даний живий організм, але і на його потомство (генетичний ефект);

- Різні органи живого організму мають свою чутливість до опромінення;

- Не кожен організм в цілому однаково сприймає опромінення;

- Опромінення залежить від частоти. Одноразове опромінення у великій дозі викликає більш глибокі наслідки, ніж фракційне.

Існує три шляхи надходження радіоактивних речовин в організм: при вдиханні забрудненого радіоактивними речовинами повітря (інгаляційний); через заражену їжу або воду, через шкіру та відкриті рани на ній. Незалежно від того, чи піддаємося ми зовнішньому опроміненню, отримуємо радіоактивні речовини з їжею, водою, через дихальні шляхи з повітря або через пошкодження на шкірі, – це все однаково порушує баланс біологічних процесів в організмі і призводить до несприятливих наслідків.

В результаті шкідливого впливу на організм радіації не виникає патогномонічних симптомів захворювання, тому встановити причину більш віддалених наслідків важко, оскільки вони втрачають свою специфічність.

Прямий вплив радіації на організм людини обумовлений взаємодією енергії випромінювання з біологічною тканиною, як наслідок – розвиток онкологічних захворювань (канцерогенез). Першопричиною цього є порушення в генетичному механізмі, так звані мутації.

Крім прямої дії іонізуючого випромінювання на організм виділяють також непряме .

У структурі організму можна виділити два класи систем: керуючий (нервова, ендокринна, імунна системи) і життєзабезпечувальний (дихальна, серцево-судинна, травна системи).

Рівні організації організму функціонують в тісній взаємодії з керуючими системами.

Всі основні обмінні (метаболічні) процеси і каталітичні (ферментативні) реакції, як і дія іонізуючого випромінювання, відбуваються на клітинному і молекулярному рівнях.

Радіочутливість різних тканин організму залежить, в першу чергу, від віку організму, біосинтетичних процесів і пов'язаною з ними, ферментативною активністю.

Одним з найбільш чутливих органів до впливу радіації є щитоподібна залоза.

Кровоносна система і червоний кістковий мозок найбільш вразливі при опроміненні та втрачають здатність нормально функціонувати вже при дозах 0,5 - 1 Гр. Однак, вони мають здатність відновлюватися і якщо не всі клітини уражені радіацією, кровоносна система може регенерувати – відновити свої функції.

Репродуктивні органи, наприклад, сім'яники, так само відрізняються підвищеною радіаційною чутливістю. Опромінення понад 2 Гр призводить до повної стерильності. Тільки через багато років вони можуть повноцінно функціонувати.

Яєчники менш чутливі, принаймні, у дорослих жінок. Але одноразова доза більше 3 Гр все ж призводить до їх стерильності, хоча великі дози при неодноразовому опроміненні не позначаються на можливості завагітніти.

Нирки витримують дозу близько 20 Гр, отриману протягом місяця, печінка - близько 40 Гр, сечовий міхур - 50 Гр, а зріла хрящова тканина - до 70 Гр.

Дуже сприятливий до випромінювання кришталик ока. Гинучи, клітини кришталика стають непрозорими, розростаючись, призводять до катаракти, а потім і до повної сліпоти. Це може статися при дозах близько 2 Гр.

Залежно від величини поглиненої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму, викликані зміни можуть бути зворотніми чи незворотніми.

При невеликих дозах уражена тканина відновлює свою функціональну діяльність. Великі дози при тривалому впливі можуть викликати незворотне ураження окремих органів або всього організму.

Якщо людина перенесла загальне опромінення дозою 100-200 рад, то у неї через кілька днів з'являться ознаки променевої хвороби в легкій формі. Її ознакою може бути зменшення числа білих кров'яних клітин, яке встановлюється при аналізі крові. Суб'єктивним показником для людини є можливе блювання в першу добу після опромінення.

Середній ступінь тяжкості променевої хвороби спостерігається у осіб, які зазнали впливу випромінювання в 250-400 рад. У них значно знижується вміст лейкоцитів в крові, спостерігається нудота й блювання, з'являються підшкірні крововиливи. Летальний результат спостерігається у 20% опромінених через 2-6 тижнів по тому.

При опроміненні дозою 400-600 рад розвивається важка форма променевої хвороби. З'являються численні підшкірні кровотечі, кількість лейкоцитів в крові різко зменшується. Летальний результат хвороби у 50%.

Дуже важка форма променевої хвороби виникає при опроміненні дозою вище 600 рад. Лейкоцити в крові повністю зникають. Смерть настає в 100% випадків.

Для лікування опроміненого організму сучасна медицина широко застосовує такі методи, як переливання крові, трансплантацію кісткового мозку, введення антибіотиків, а також інші методи інтенсивної терапії. При такому лікуванні можливо запобігти смертельному результату навіть при опроміненні дозою до 1000 рад.

З урахуванням всіх вище перерахованих факторів і нормативів, встановлено, що середньорічна ефективна еквівалентна доза опромінення людини не повинна перевищувати 1 мЗв / рік.

Радіохвилі, світлові хвилі, тепла енергія сонця – все це різновиди випромінювань.

Заряджені частинки, які проникають в тканини організму  $\alpha$ - і  $\beta$ -частинки втрачають енергію внаслідок електричних взаємодій з електронами тих атомів, біля яких вони проходять ( $\gamma$ -випромінювання і рентгенівські промені передають свою енергію речовині декількома способами, які, в кінцевому результаті, також призводять до електричних взаємодій).

**Електричні взаємодії** Після того, як проникаюче випромінювання досягне відповідного атому в тканині організму, від цього атому відривається електрон, що заряджений негативно, тому інша частина вихідного

нейтрального атому стає позитивно зарядженою. Цей процес називається іонізацією. Відірвавшись, електрон може далі іонізувати інші атоми.

**Фізико-хімічні зміни** супроводжують виникнення в організмі надзвичайно небезпечних «вільних радикалів» – атомів, які володіють високою хімічною активністю, і наявністю надлишкових або неспарених електронів.

Якщо вільних радикалів мало, то організм має змогу їх контролювати. Якщо ж їх стає занадто багато, то порушується робота захисних систем і життєдіяльність окремих функцій організму за принципом ланцюгової реакції. Потрапляючи в клітини, вони порушують баланс кальцію і кодування генетичної інформації. Такі явища можуть призвести до збоїв у синтезі білків, що є життєво важливою функцією всього організму, тому що неповноцінні білки порушують роботу імунної системи.

Тому вироблений випромінюванням ефект, обумовлений не тільки кількістю поглиненої енергії, а й тією формою, в якій ця енергія передається.

Між еволюційним щаблем та радіаційною чутливістю спостерігається лінійна (прямопропорційна) залежність: чим вище еволюційно стоїть живий організм, тим він більш радіаційночутливий.

«Вживання» клітини після опромінення залежить одночасно від ряду причин: від обсягу генетичного матеріалу, активності енергозабезпечуючих систем, співвідношення ферментів, інтенсивності утворення вільних радикалів  $H^+$  і  $OH^-$ .

У нормальному стані в організмі підтримується баланс між появою вільних радикалів і ферментами.

Активувати процеси поглинання вільних радикалів можна, включивши в раціон харчування антиоксиданти, вітаміни А, Е, С або препарати, що містять Se.

Хімічні зміни виникають в результаті взаємодії вільних радикалів один з одним або з «здоровими» молекулами. Біохімічні зміни відбуваються, як в момент опромінення, так і протягом багатьох років, що призводить до

знищення клітин. Іонізуючий вплив порушує, в першу чергу, нормальний перебіг біохімічних процесів та обмін речовин.

Іонізуюче випромінювання може двома способами впливати на людину. **Перший спосіб** - зовнішнє опромінення від джерела, яке розташоване поза організмом, в основному залежить від радіаційного фону місцевості, на якій проживає людина або від інших зовнішніх факторів. При зовнішньому опроміненні необхідно враховувати  $\gamma$ - і нейтронне опромінення, які проникають в тканину на більшу глибину і руйнують її, опромінення  $\alpha$ -, та  $\beta$ -частинками менш небезпечно, так як вони мають невелику проникаючу здатність у глибину тканини і не досягають кровотворних та інших життєво важливих внутрішніх органів .

Зовнішнє опромінення в основному створюється  $\gamma$ -вмісними радіонуклідами, а також рентгенівським випромінюванням. Його опромінююча здатність залежить від: енергії випромінювання, тривалості дії випромінювання, відстані від джерела випромінювання до об'єкту та захисних заходів.

Між тривалістю часу опромінення і поглиненою дозою існує лінійна залежність, а вплив відстані на результат радіаційного впливу має квадратичну залежність.

**Другий спосіб** – внутрішнє опромінення, обумовлене надходженням всередину організму радіоактивної речовини, в основному з продуктами харчування, інгаляційним шляхом. Особливу небезпеку становлять продукти харчування і повітря, що містять ізотопи плутонію і америцію, які мають високу  $\alpha$ - активність. Попадання плутонію, а також америцію через легені в організм людини, викликає онкологію дихальної системи.

Після того, як радіоактивна речовина потрапила в організм, слід враховувати величину енергії та вид випромінювання, фізичний і біологічний період напіврозпаду радіонукліда.

Біологічним періодом напіввиведення називають час, який необхідний для виведення з організму половини радіоактивної речовини. Деякі

радіонукліди виводяться з організму швидко, і тому не встигають завдати великої шкоди, в той час як інші зберігаються в організмі протягом значного періоду.

Період напіввиведення радіонуклідів, істотно залежить від фізичного стану людини та віку.

Поєднання фізичного періоду напіврозпаду з біологічним, називається **ефективним періодом напіврозпаду** – найбільш важливим у визначенні сумарної величини випромінювання. Орган, найбільш схильний до дії радіоактивної речовини називають **критичним**.

Вплив радіації на організм може бути різним, але найчастіше він негативний. У малих дозах радіаційне випромінювання може стати каталізатором процесів, що призводять до онкології або генетичних порушень, а в великих дозах – часто призводить до повної або часткової загибелі організму, внаслідок руйнування клітин, тканин.

Існує штучна чи ятрогенна радіація, тобто створена людиною. Радіація, сама по собі, може бути дуже корисною для людини, звичайно потрібно вміти нею користуватися, щоб використовувати для оздоровчих процедур і в різноманітних цілях.

### **Література:**

1. Савенко В.С. Радіоекологія. – Мн.: Дизайн ПРО. – 1997.
2. Шумаков О.В. Краткое пособие по радиационной медицине, Луганск. – 2006.
3. Бекман І.М. Лекції по ядерній медицині.
4. Лінденбратен Л.Д., Наумов Л.Б. Медицинская рентгенология. М. Медицина. – 1984.
5. Хазов П.Д., Петрова М.Ю. Основы медицинской радиологии. Рязань. – 2005.
6. Хазов П.Д. Лучевая диагностика. Цикл лекций.- Рязань. – 2006.