

Кафедра гігієни та екології № 4

Лекція № 8

Тема: «Особливості біологічної дії іонізуючих випромінювань.»

План лекції

1. Механізм біологічної дії іонізуючих випромінювань (ІВ).
2. Чинники від яких залежить біологічна дія ІВ та особливості біологічної дії ІВ.
3. Основні види променевих пошкоджень організму та умови їх виникнення.

Біологічна дія ІВ

Для пояснення **біологічної дії ІВ** було запропоновано декілька теорій:

- теорія “точкових теплот”;
- теорія “чутливих об’ємів” або теорія “мішеней”;
- “токсична теорія”;
- теорія “непрямої дії” або “активованої води” тощо.

Проте і в теперішній час **не має єдиної загальноприйнятої теорії** здатної пояснити всі експериментальні та клінічні спостереження тих змін, які відбуваються в опроміненному організмі.

Біологічна дія ІВ

Пояснення первинних процесів, які виникають внаслідок опромінення згідно з цих теорій базувались на уявленнях:

- про **пряму дію** радіації на біологічний субстрат;
- про **непряму дію** через проміжні субстанції (тепло, активні хімічні речовини, токсини тощо).

Ці **теорії** для сьогодення мають лише **історичний інтерес**, проте в свій час вони відіграли важливу роль, привертаючи увагу вчених до проблеми біологічної дії ІВ.

Механізм біологічної дії ІВ

• **«Фізична» фаза** (тривалість 1×10^{-1} с.) – внаслідок опромінення в клітинах і тканинах біологічного субстрату утворюються **іонізовані та збуджені атоми і молекули** (до 70% енергії ІВ витрачається на радіоліз води).

• **«Фізико-хімічна» фаза** (тривалість 1-10 с.) – впродовж цієї фази іонізовані та збуджені атоми і молекули зазнають фізико-хімічних змін, які закінчуються **утворенням вільних радикалів** (активація ПОЛ і утворення вільних радикалів – не специфічний механізм біологічної дії ІВ).

• **«Біохімічна» фаза** – в цій фазі відбуваються зміни обмінних процесів в клітинах, наслідком яких є різноманітні біологічні ефекти.

Для пояснення механізмів порушення процесів обміну в опромінених клітинах була запропонована **«гіпотеза звільнення ферментів»**.

Сутність гіпотези – фізико-хімічні процеси в опромінених клітинах призводять до **порушення властивостей чисельних мембран** в клітинах і внутрішніх **перетинок в мітохондріях** внаслідок чого **змінюється їх проникність**. При цьому **вивільняються ферменти**, які були фіксовані на мембранах або знаходились в порожнинах, що їх обмежували. Ферменти, починають **взаємодіяти** з структурними утвореннями клітини, що **призводить** до порушення **впорядкованості і послідовності** перебігу обмінних процесів (порушення синтезу молекули ДНК, поділу клітини, тощо).

Порушення синтезу ДНК визнано найбільш загальною і важливою патогенетичною дією ІВ.

Біологічна дія ІВ залежить від:

- виду ІВ;
- величини поглинутої дози ІВ;
- розподілу поглинутої енергії ІВ в організмі;
- радіочутливості організму та окремих органів;
- способу опромінення (виду радіаційного впливу);
- індивідуальної особливості організму;
- умов навколишнього середовища.

Особливості біологічної дії ІВ

- **Невідчутність дії.**
- **Наявність латентного періоду.**
- **Здатність до кумуляції.**

Важливими питаннями радіобіології, які можуть розглядатися як особливості біологічної дії ІВ є:

- **радіоадаптація;**
- **пороговість дії.**

Види променевих уражень

Детерміновані ефекти (нестохастичні) – ефекти радіаційного впливу, які виникають лише при перевищенні певного дозового порогу і тяжкість наслідків яких залежить від величини отриманої дози (ГПХ, ХПХ, променеві опіки тощо.).

Стохастичні ефекти – безпорогові ефекти радіаційного впливу, ймовірність виникнення яких існує при будь-яких дозах ІВ і зростає із збільшенням дози, тоді як їх відносна тяжкість виявлень опромінення від дози не залежить.

До стохастичних ефектів належать злякисні новоутворення (соматичні ефекти) та генетичні зміни, що передаються нащадкам (спадкові ефекти).

Розподіл поглинутої енергії в часі

Короткочасне і пропорційне (розтягнуте в часі) опромінення при одній і тій же дозі викликають неоднакові наслідки.

В експерименті при одномоментному опроміненні мишей рентгенівськими променями дозою в:

- 10 Гр – смертність становила 100%
- 1 Гр – протягом 10 днів щоденно, смертність становила 90%
- 0,5 Гр – протягом 20 днів щоденно, смертність становила 30 %

Зменшення пошкоджуючої дії іонізуючого випромінювання при подовженні часу опромінення пояснюється наявністю відновних процесів, ефективність яких зростає пропорційно збільшенню часу опромінення.

Розподіл поглинутої енергії іонізуючого випромінювання (ІВ)

Загальне одномоментне опромінення людини дозою в 4 Гр призводить до виникнення променевої хвороби.

Опромінення такою ж дозою невеликої ділянки шкіри не веде до виникнення загального захворювання організму, а обмежується тільки місцевим процесом – променевою еритемою.

Смертельні дози при опроміненні окремих частин тіла:

- Голова – 20 Гр
- Нижня частина живота – 50 Гр
- Грудна клітка – 100 Гр
- Кінцівки – 200 Гр

Радіочутливість опромінюваних органів і тканин

Всі органи і тканини за радіочутливістю їх клітин ділять на **3 групи:**

- **Високочутливі, при дозах до 6 Гр**
(ембріон, лімфоїдна тканина, кістковий мозок, статеві залози)
- **Помірно чутливі, при дозах від 6 до 30 Гр**
(слинні залози, епітелій слизових оболонок, ростковий шар епідермісу і волосяних фолікулів, ендотелій судин)
- **Малочутливі, при дозах понад 30 Гр**
(печінка, нирки, хрящова і кісткова тканини, периферійні нерви, м'язова і жирова тканини)

Відмінності в радіочутливості різних клітин пояснюється правилом Бергоньє і Трибондо, згідно якого чутливість клітин до опромінення прямо пропорційно їх здатності до ділення і обернено пропорційна їх диференціації.

Спосіб опромінення, або вид радіаційного впливу

Можливі, як відомо два види радіаційного впливу – зовнішнє і внутрішнє опромінення.

Індивідуальні особливості організму

До таких особливостей, які впливають на радіочутливість, відносяться вік, стать, стан здоров'я.

Найбільш висока радіочутливість спостерігається в період ембріонального розвитку. Радіочутливість дітей і людей похилого віку більш висока в порівнянні з особами середнього віку. Спостерігаються деякі відмінності в радіочутливості осіб чоловічої і жіночої статі.

Клінічна форма і ступінь тяжкості ГПХ, викликана зовнішнім рівномірним опроміненням

Доза, Гр	Клінічна форма	Ступінь тяжкості	Прогноз для життя
1	Кістково-мозкова	1 (легка)	Сприятливий
2	Кістково-мозкова	2 (середня)	Сприятливий
4	Кістково-мозкова	3 (тяжка)	Сумнівний
6	Кістково-мозкова	4 (найтяжча)	Несприятливий
10	Кишкова	4 (найтяжча)	Летальний
20	Токсемічна (судинна)	4 (найтяжча)	Летальний
>80	Церебральна	4 (найтяжча)	Летальний

Основні шляхи надходження радіонуклідів до організму



Основні шляхи виведення радіонуклідів з організму



Гостра променева хвороба (ГПХ)

Загальне захворювання організму, яке виникає внаслідок одномоментного або короткочасного зовнішнього опромінення всього організму великими дозами іонізуючих випромінювань, а також в результаті надходження в організм великих кількостей радіонуклідів.

Важкість гострої променевої хвороби залежить від величини поглинутої дози іонізуючого випромінювання.

Розрізняють 4 форми ГПХ:

- I ступеня тяжкості – 1-2,5 Гр
- II ступеня тяжкості – 2,5-4,0 Гр (середня форма)
- III ступеня тяжкості – 4,0-10,0 Гр (тяжка форма)
- IV ступеня тяжкості – понад 10 Гр (дуже тяжка форма)

Хронічна променева хвороба (ХПХ)

Промінене захворювання організму, яке виникає при тривалому опроміненню його малими дозами в межах 1,0 – 5,0 Гр при сумарних дозах 0,7 – 1,0 Гр.

Виникнення ХПХ можливе внаслідок порушення вимог радіаційної безпеки при роботі з радіонуклідами та іншими джерелами ІВ.

Дякую за увагу!