

Лекція № 3
з курсу «Медична екологія»
на тему:
«Патогенетичні механізми дії
фізичних факторів штучного
середовища на організм
людини»

Викладач курсу: доцент кафедри
фізіології, імунології і біохімії
з курсом цивільного захисту
та медицини

Григорова Наталя Володимирівна

ПЛАН

1. Шум.
2. Вібрація.
3. Електромагнітне випромінювання.
4. Іонізуюче випромінювання.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гігієна та екологія : підручник / [В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна та ін.]; за заг. ред. В. Г. Бардова. Вінниця : Нова Книга, 2020. 472 с.
2. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини. Суми : Університетська книга. 2019. 391 с.
3. Гребняк М. Щ., Щудро С. А. Медична екологія : навч. посібник. Дніпропетровськ : Акцент, 2016. 483 с.
4. Димань Т. М. Екологія людини. Київ : Академія, 2009. 380 с.
5. Іщейкіна Ю. О., Буря Л. В. Гігієна та екологія. Полтава : АСМІ, 2018. 305 с.
6. Кушнірук Ю. С. Рекреація та курортологія : навч. посібник. НУВПП, 2012. 146 с.
7. Мороз О. І., Петрушка І. М., Кузь О. Н., Руда М. В. Технології адаптації до змін клімату. Львів : Львівська політехніка, 2022. 452 с.
8. Основи екології та профілактична медицина : підручник для мед. ВНЗ I-III р. а. Затверджено МОЗ / Д. О. Ластков, І. В. Сергета, О. В. Швидкий, А. Ю. Сергієнко та ін. Київ, 2017. 472 с.
9. Соломенко Л. І. Екологія людини. Київ : Центр навчальної літератури, 2017. 120 с.

1. ШУМ

Слово **звук** означає періодичні механічні обурення в газах, рідинах або твердих середовищах. Стосовно до звуків повітряного походження відомо, що вібраційні рухи молекул атмосферних газів викликають **«звуковий тиск»**, який вимірюється в **мікробарах** або **динах**, на 1 см.

Під **шумом** зазвичай розуміються звуки, позбавлені музичних властивостей, або небажані і неприємні звуки. Шум у нормальних умовах є характерним компонентом життя і являє собою одну з найбільш ефективних сигнальних систем. Він супроводжує більшість видів людської діяльності і може виступати в ролі стимулюючого або несприятливого фактора. І так як слух не можна "вимкнути" за власним бажанням, то шум є неминучим фактором навколишнього середовища. Шуми відрізняються один від одного низкою характеристик: фізичними параметрами, спектром, тривалістю та ін.

Відповідна реакція органу слуху на вплив шуму залежить від фізичних параметрів звуку, що впливає. Вираженість реакції пов'язана зі звуковим тиском і зростає в міру зростання величини стимулу.

В якості *одиниці вимірювання інтенсивності* звуку використовується *децибел (дБ); одиниці гучності - сон*. У той же час при певній величині звукового тиску вираженість відповідної реакції органу слуху варіює в залежності від частоти звуку. Зона чутності простягається від 20 до 20 000 Гц, діапазон максимальної чутливості 1000-4000 Гц.

Вплив шуму зазвичай вивчають різними *прийомами і методами*:

- шляхом опитування про суб'єктивний характер дії шуму за спеціально розробленою анкетною або аналізу скарг населення;
- за допомогою фізіологічних, біохімічних, гематологічних та інших об'єктивних методів дослідження;
- за допомогою різних психологічних тестів;
- шляхом дослідження стану здоров'я окремих колективів клінічними методами;
- шляхом вивчення захворюваності населення статистичними методами;
- за допомогою проведення досліджень на лабораторних тваринах (моделювання ситуацій, в тому числі важких для дослідження в реальних умовах навколишнього середовища).

КЛАСИФІКАЦІЇ ШУМУ

Класифікація шуму за джерелами:

виробничий, будівельний, транспортний, побутовий шум.

Класифікація шуму за частотою і сприйняттям людиною:

1) **Чутні звуки** (16 - 20000 Гц):

- **Низькочастотний шум** - якщо його частота до 350 Гц;
- **Середньочастотний шум** (350-800 Гц);
- **Високочастотний шум** (понад 1000 Гц). Цей вид шуму найбільш шкідливий, оскільки надає особливу шкідливу дію на центральну нервову систему і сприймається як більш гучний, особливо у чоловіків.

2) **Інфразвук** - частота до 20 Гц. Це нечутні людиною звуки.

При високій інтенсивності інфразвук може надавати виражену дію на внутрішні органи, якщо його частота збігається з частотою коливань внутрішніх органів і порушує функціонування цих органів (найбільш небезпечна частота 8 Гц - порушення альфа-ритму мозку; при частоті інфразвуку 1-3 Гц - порушення дихання і т. п.).

Встановлено, що нечутні інфразвуки впливають на стан ЦНС людини, викликаючи почуття тривоги, страху, галюцинації (наприклад, при землетрусах паніка може бути пов'язана з інфразвуковими коливаннями ґрунту). Є дані, що в деяких країнах вже багато років розробляється інфразвукові зброю, при цьому поки основною перешкодою для його використання є недалека відстань поширення інфразвукових коливань.

3) **Ультразвук** - частота понад 20 тис. Гц. Це також нечутні людиною звукові коливання. Ультразвук при високому рівні надає **механічну дію** на тканини і **фізико-хімічну дію** (кавітація (утворення мікропорожнин) у внутрішньотканинній рідині, деструкція молекул, їх іонізація); **теплову дію** - нагрівання тканин (тому невеликі рівні ультразвукового опромінення застосовують у фізіотерапії для лікування запалень). Великий рівень ультразвуку дає **бактерицидну дію** (використовується при знезараженні питної води). При дії високих рівнів ультразвуку на людину відбувається місцеве ураження периферичної нервової і кровоносної систем, порушення ЦНС та ін.

Тональні звукові коливання.

Залежно від переважання звуків певної частоти виділяють тональні шуми:

"Білий шум" - звуки всіх частот (шум прибою),

"Рожевий шум" - переважання низьких звуків,

тональні шуми - переважання однієї частоти звуків.

Класифікація шуму за тривалістю:

Стабільний шум - коливання рівня шуму в часі не більше 5 дБ;

Нестабільний шум - коливання рівня більш 5 дБ;

Імпульсний шум (непостійний шум, що складається з 1 або декількох звукових сигналів кожен тривалістю менше 1 сек., при цьому рівні звуків відрізняються не менше ніж на 10 дБ; наприклад, при роботі ковальського преса на заводах). Цей вид шуму найбільш шкідливий для ЦНС людини, оскільки весь час відбувається напруга слухової адаптації.

За часовими характеристиками:

Постійні - рівень звуку за 8-годинний робочий день не змінюється більш ніж на 5 дБ;

Непостійні - рівень звуку за 8-годинний робочий день змінюється не менше ніж на 5 дБ.

Для аналізу відповідної реакції організму людини на звуки та шуми слід також враховувати тривалість дії, частотний розподіл звуків, несподіванка впливу, поєднання з вібрацією і т.д. Механізм, що захищає орган слуху від впливу шуму, - **акустичний рефлекс**: одночасне скорочення м'язів стремінця і тензора барабанної перетинки знижує кількість енергії, переданої на слухові рецептори. Однак існує **межа можливого захисту органу слуху**, обумовлений втому названих м'язів і неефективністю її при раптовому впливі шуму (10 мсек тривалість включення реакції). Органу слуху характерна адаптація до тривалої дії шуму з моменту його появи, незалежно від рівня звуку. У міру наростання рівня звуку відзначається також наростання адаптації, яке швидко ліквідується після припинення дії шуму.

Градації дії шумів

1. **Заважаюча дія**. Вона росте зі збільшенням гучності, але залежить від індивідуального сприйняття. Заважаюча дія може бути пов'язана і з інформацією, яку несе звук: так, заснувши мати може не почути гуркоту грому за вікном, але її миттєво будить тихий плач дитини. Як перешкода, шум може сприйматися з рівнем вже 25 дБ.

2. **Активация, збудження нервової системи.** Цей тип впливу характеризується підвищенням тиску крові, частоти дихання і пульсу. Поріг цих реакцій лежить досить високо, починаючи з 70-75 дБ. При відпочинку нервова система знаходиться на середньому рівні активації. Звукові подразники можуть різко підняти цей рівень, завадити зняттю напруги. Шум діє активуючи, він порушує фазу засипання. Особливо заважає немонотонний шум з великими стрибками гучності.
3. **Вплив на працездатність.** Дослідження показали, що звичні й очікувані шуми не погіршують виконання розумових і фізичних дій. Але шум, особливо несподіваний, може знижувати результативність роботи.
4. **Перешкоди для передачі інформації і порушення загальної орієнтації у звуковому середовищі.** Чіткість голосу, акустична орієнтація в навколишньому середовищі порушуються при шумі тим сильніше, чим вище рівень шуму.

Фізіологічні наслідки впливу шуму

Ці ефекти включають як специфічні слухові реакції, так і неспецифічні неслухові реакції, а також психофізіологічні реакції.

Специфічні реакції:

- **Втома слуху** проявляється у тимчасову зміну величини порогу чутності, що визначається принаймні після закінчення двох хвилин після припинення дії. Це явище проявляється в зоні 90 дБ і найбільш виражено при частоті 4000 дБ.
- **Маскуючий ефект** стосується зниження сприйняття або здатності ясно розрізняти звуки в присутності стороннього шуму. Зазначений ефект обумовлює зміну порога чутності замаскованого звуку, причому виразніше цей ефект проявляється в міру того, як звуки, що і маскує і маскується, зближуються по частотним характеристикам.
- **Вікове зниження гостроти слуху (пресбікузіс)** не слід повністю відокремлювати від шуму. Пресбікузіс проявляється у віці від 30 років і старше і стає вираженим після досягнення 40-річного віку. Він більш характерний для чоловіків і, як правило, зачіпає область високих частот звуків. Однак дані реакції індивідуальні.

- **Глухота.** небезпека постійної глухоти виникає в тому випадку, якщо на людину щодня протягом 8 годин діє шум із середнім рівнем вище 85 дБ.

Неспецифічні реакції:

- з боку ССС при впливі шуму можуть спостерігатися зміни частоти серцевих скорочень в бік збільшення, так і зниження. При впливі шуму знижується хвилинний об'єм крові, збільшуються коливання показників артеріального тиску і звужуються периферичні кровоносні судини.
- З боку органів дихання при впливі імпульсного шуму спостерігається реакція типу апное (зупинка дихання). Є дані про зміни в амплітуді дихання, що свідчать або про розвиток стану тривоги, або про стан дискомфорту.
- Є дані про зміни крові та інших рідких середовищ організму, які, зокрема, проявляються в еозинофілії, гіпокаліємії, гіпо- та гіперглікемії реакціях з боку ендокринної системи.
- Шкірні гальванічні реакції демонструють зниження ступеня електричного опору шкіри.

- Виникають порушення в роботі вестибулярного апарату.
- Реакції з боку очей включають розширення зіниці, звуження розмірів поля зору, зниження швидкості сприйняття світла та погіршення нічного зору.
- Сильний шум небезпечний для клітин плоду, тому що плід не може адаптуватися до шуму. Несприятливим для майбутньої дитини є шум більш 90 дБ.
- Клініко-діагностичними дослідженнями населення, що проживає в умовах постійного впливу шуму (типова ситуація для значного відсотка населення великих міст), виявлені порушення з боку гормональної ланки стресу.

Психофізіологічні реакції:

- Однією з реакцій на вплив шуму є переляк, пов'язаний з впливом раптового звукового імпульсу високої інтенсивності.
- Вплив шуму може привести до порушень сну.
- Вплив шуму накладає відбиток на працездатність людини, час реакції. Тільки за чисто шумовими причинами тривалість життя в містах менше її теоретично природної величини на 8-12 років.

Професійна патологія при впливі шуму називається **«шумова хвороба»** та має 3 стадії.

СТАДІЇ ШУМОВОЇ ХВОРОБИ

у людини можуть бути виявлені при аудіометрії (визначенні гостроти слуху суб'єктивно або за допомогою аудіометра):

1) **слухова адаптація** - при дії підвищеного рівня шуму слуховий поріг зростає на 10-15 дБ (слух знижується на 10-15 дБ), але через 1-3 хв гострота слуху приходить до норми (це нормальне фізіологічне явище - ЦНС захищає себе від шуму);

2) **слухове стомлення** - зниження гостроти слуху на 15-20 дБ протягом годин або днів після припинення дії шуму (передпатологія);

3) **прогресуюча туговухість** - поступова повна втрата слуху на обидва вуха (високочастотний шум більш 80 дБ швидко викликає зниження слуху і розвиток приглухуватості при стажі до 5 років).

Ця стадія шумової хвороби невиліковна, тому так важливо виявляти шумову хворобу на стадії слухового втоми і відстороняти людини від впливу шуму.

Боротьба з шумом на виробництві та в населених місцях

1. Адміністративно-законодавчі заходи: КЗОТ, Закон про боротьбу з шумом і ін.

2. Архітектурно-планувальні заходи (функціональне зонування міст, забезпечення санітарно-захисних розривів від житлових будівель до гучних виробництв, винос великих транспортних магістралей з житлових кварталів, оптимальне планування гучних ділянок на виробництві і т.д.).

3. Гігієнічні заходи:

а) попереджувальний саннадзор - нормування шуму - встановлення ПДУ за різними критеріями;

б) поточний саннадзор - контроль рівнів шуму на виробництві або в побуті і винесення приписів щодо його обмеження або припинення.

4. **Медико-профілактичні заходи** - запобіжні і поточні профогляди працівників на шумних виробництвах.

5. Технологічні меря: шумогасильні прокладки, спеціальне покриття стін, автоматизація та ін.

6. Індивідуальні заходи: навушники, при шумі вище 100 дБ - фланелеві шоломи (проведення шуму через кістки черепа).

2. ВІБРАЦІЯ

Вібрація є одним з видів фізичного (енергетичного) забруднення середовища проживання людини. У межах міської території дію цього фактора менш виражений, порівняно, наприклад, з шумом. Однак вібрація, особливо в поєднанні з іншими фізичними факторами, не тільки погіршує умови проживання населення, а й може чинити негативний вплив на його здоров'я, виступати в ролі фактора, що модифікує або прискорює перебіг наявних у людей захворювань.

Під **вібрацією** розуміється особливий вид механічної енергії, що передається навколишньому середовищу від джерела збудження і поширюється в твердих тілах у вигляді пружних коливань і хвиль. За одиницю частоти коливань прийнятий **1 герц (Гц)**. Таким чином, **вібрація в фізиці** - коливання пружних тіл з частотою більше 1 герца (Гц) - 1 раз в секунду. Вібрація характеризується амплітудою, частотою, напрямком. Вона нормується по віброшвидкості та віброприскоренню.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВІБРАЦІЇ

ЗАГАЛЬНА

транспортна
технологічна

МІСЦЕВА (локальна)

технологічна

ПО ЧАСТОТІ:

Низькочастотна - 2-4 Гц,

Середньочастотна - 8-16 Гц,

Високочастотна - 32-63 Гц.

ЗА НАПРЯМКОМ:

горизонтальна, вертикальна.

ДІЯ ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ

Локальна вібрація малої інтенсивності дає позитивний ефект (вібраційний масаж); при загальній вібрації високої інтенсивності спостерігаються зміни ЦНС (видимі на ЕЕГ, нейроциркуляторні зміни, через вегетативну НС - зміни внутрішніх органів).

Локальна вібрація при значному рівні викликає тривалий ангіоспазм - порушення трофіки тканин, механічне пошкодження нервових закінчень (сенсорні порушення, поліневрити), артрити і артрози з деформацією дрібних суглобів рук (в останній стадії вібраційної хвороби у хворих відзначається характерний вид кистей рук).

На відміну від звуку для вібрації не виявлено спеціальні рецептори, що формують це відчуття, як, наприклад, тактильні рецептори або рецептори тиску. Сприйняття вібрації в основному здійснюється нервовими закінченнями шкірного покриву. Людина відчуває вібрацію від частки Гц до 800 Гц. Вібрація відноситься до факторів, що володіє значною біологічною активністю. Залежно від частоти, інтенсивності, часу впливу і способу передачі (локальний або загальний) вібрація надає різний вплив на організм людини, в першу чергу, при його виробничій діяльності. Діагноз професійної патології - **вібраційна хвороба**.

СТАДІЇ ВІБРАЦІЙНОЇ ХВОРОБИ

При дії загальної вібрації:

1. Скарги на невеликі болі і парестезії кінцівок.
2. Виражені парестезії, зниження чутливості шкіри.
3. Судинні і трофічні порушення пальців, зміни ЦНС.
4. Генералізовані різкі судинні порушення, спазми судин серця і ЦНС.

СТУПЕНІ ВІБРАЦІЙНОЇ ХВОРОБИ

При дії локальної вібрації:

1. Периферичний ангіодистонічний синдром, сенсорна полінейропатія пальців рук.
2. Виражений ангіоспастичний синдром пальців рук.
3. Виражений генералізований ангіоспастичний синдром, дистрофічні зміни кісток, м'язів рук, деформація суглобів пальців рук.

Профілактика шкідливої дії вібрації - профілактика шкідливої дії шуму.

3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

У даний час відзначається висока енергонасиченість житлових приміщень. Холодильники, телевізори, світлотехнічна апаратура, пральні машини, пилососи, електропечі, мікрохвильові печі, нагрівачі, підлоги з підігрівом, комп'ютери, телевізори, засоби зв'язку, силові кабелі, електропроводка є джерелами електричних і магнітних полів різної частоти, які впливають на людину і можуть бути причиною патології. Найбільш істотний вплив на організм людини здійснюють мобільні телефони, СВЧ печі, комп'ютери та телевізори.

Сукупність електромагнітних полів в приміщенні називають **електросмогом**. *Електромагнітні поля (ЕМП)* в усіх частотних діапазонах мають високу біологічну активність. При відносно високих рівнях опромінюється поля провідним є теплової механізм. Найчастіше на людину впливають низькі рівні ЕМП.

Біологічна дія ЕМП проявляється в:

- зміні діяльності нервової і ендокринної систем, захисних реакцій організму;
- зниження потенції, що призводить до порушення дітородної функції.

Усі спостережувані зміни в стані організму можна представити у вигляді **радіохвильової хвороби**. Вона проявляється у вигляді трьох основних синдромів - **астенічного, астено-вегетативного і гіпоталамічного**.

Найбільш ранніми клінічними проявами впливу електромагнітного випромінювання на людину є порушення функцій центральної і вегетативної нервової системи, що проявляються у вигляді астенічного синдрому (слабкість, дратівливість, швидка стомлюваність, погіршення пам'яті, порушення сну).

Серцево-судинні порушення проявляються нейроциркуляторною дистонією (нестабільність пульсу та артеріального тиску, кардіоневрози).

Відзначаються фазові зміни складу крові з подальшим розвитком лейкопенії, нейтропенії, еритроцитопенії.

Астенічний синдром може викликати і **статична електрика**.

Статичні електричні поля з потенціалом 3000 В виникають при накопиченні електричних зарядів на синтетичних поверхнях (лінолеум, пластик, килимові покриття, штори, шпалери, лак, полірування).

Найбільшу небезпеку серед штучних випромінювань у приміщеннях являє собою випромінювання, що створюється різними відеопристроями. В результаті впливу вторинного випромінювання (мікрохвильове, рентгенівське, ультрафіолетове, електронне випромінювання, а також інші електромагнітні поля) телевізорів може порушитися діяльність центральної нервової системи, зорового аналізатора, серця, вилокової залози, розвивається астенічний, астено-вегетативний синдроми, астенопія.

Персональні комп'ютери є джерелами електричних полів, електромагнітних і рентгенівських променів. Для здоров'я людини більш небезпечний монітор. Менш небезпечними в цьому плані є РК-монітори.

Часте й необґрунтоване використання мобільного телефону, що створює електромагнітне випромінювання, **може призвести до:**

- головних болів;
- ослаблення пам'яті;
- погіршення уваги;
- гальмування розумових здібностей;
- дратівливості;
- порушення сну.

У віддалені терміни:

- спостерігаються зміни в імунній системі, пригнічення її функцій;
- зростає число мутацій ДНК;
- підвищується ризик утворення пухлини мозку, порушення функцій вестибулярного і слухового нервів, розвитку хвороби Альцгеймера і хвороби Паркінсона;
- порушується репродуктивна функція у чоловіків;
- збільшується ризик патології розвитку плода.

Електромагнітні поля викликають:

- автоімунні реакції;
- імунодефіцит.

Тривале вплив ЕМП на людину робить канцерогенну дію, може спровокувати розвиток розсіяного склерозу.



ПРОФІЛАКТИКА ШКІДЛИВОГО ДІЇ ЕМП

Для працюючих з джерелами ЕМП, особливо СВЧ необхідно використовувати **4 ПРИНЦИПА ЗАХИСТУ** від електромагнітного випромінювання (в т.ч. іонізуючого):

- захист дозою, кількістю (встановлення та контроль дотримання ПДУ);
- захист відстанню (випромінювання знижується пропорційно квадрату відстані до джерела);
- захист часом (дотримання допустимого часу перебування в зоні дії ЕМП);
- захист екрануванням (використання металевих заземлених екранів).

4. ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Радіоактивність - здатність речовин до мимовільного розпаду (перетворенню ядер атомів одних елементів в інші) з виділенням енергії у вигляді частинок або випромінювань.

Виділяють природні і штучні радіоізотопи та джерела іонізуючої радіації.

Природні джерела радіації - космічне випромінювання, уран в скелястих гірських породах, природні радіонукліди в ґрунті, воді, повітрі та продуктах харчування.

Штучні джерела - АЕС, гамма-дефектоскопи в промисловості, в медицині - рентгенівські і гамма-терапевтичні апарати, радіоізотопні дослідження, радіоактивні речовини для внутрішньопорожнинної терапії та ін.

Всі джерела діляться на **ЗАКРИТІ** і **ВІДКРИТІ**:

- **закрите джерело радіації** - з нього в навколишнє середовище надходить тільки іонізуюче електромагнітне випромінювання (приклад - рентгенівська трубка);

- **відкрите джерело радіації** - у навколишнє середовище може надходити як іонізуюче випромінювання, так і радіоактивні частинки (приклад - відкрита ампула з радіоактивним ізотопом).

Характеристика видів іонізуючих випромінювань:

1. Корпускулярні випромінювання:

- **альфа-випромінювання** - потік альфа-частинок (+ заряджені ядра гелію) - виділяється в основному з природних ізотопів. Володіє дуже високою іонізуючою здатністю - утворюється 6000 пар іонів в 1 см³ повітря, але дуже низькою проникаючою здатністю - пробіг в тканинах організму - 1/6 мм. Захистом служить одяг, аркуш паперу і т.д. Основна небезпека альфа-частинок при внутрішньому потраплянні (**«внутрішні мікрореактори»**) в організм з продуктами і водою;

- бета-випромінювання - потік бета-частинок (електрони або позитрони). Іонізуюча здатність - 6 пар іонів в 1 см³ повітря, проникаюча здатність у тканинах людини - до 1 см.

Захист - екрани з будь-яких матеріалів, крім свинцю (при ударі бета-частинок о свинцеву пластину виникає гальмівне рентгенівське випромінювання);

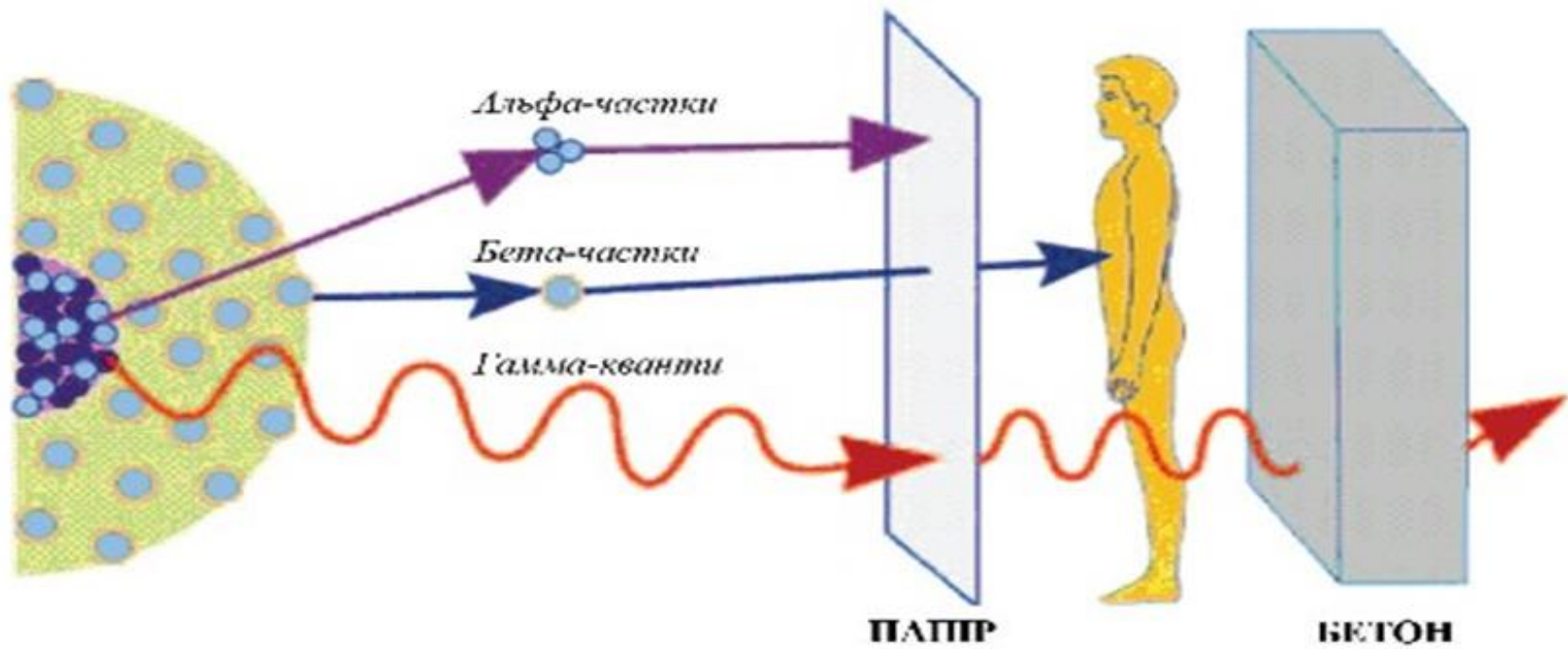
- нейтронне випромінювання - потік нейтронів (діляться на легкі та важкі або швидкі і повільні). Іонізація - 400 пар іонів в 1 см³, пробіг у повітрі - сотні м, в тканинах людини - до 10 м.

Захист від швидких нейтронів - речовини з малим порядковим номером (водень) - вода, парафін, бетон, повільні нейтрони поглинаються бором, кадмієм.

2. Електромагнітні іонізуючі випромінювання:

Рентгенівське та гамма-випромінювання. Фізична природа у них однакова, вони відрізняються тільки довжиною хвилі, гамма-випромінювання більш короткохвильове і жорстке. Іонізуюча здатність - 0,1 пар іонів в 1 см³ повітря, пробіг в повітрі - сотні м, у тканинах - кілька м (залежить від жорсткості випромінювання - від довжини хвилі).

Захист - матеріали з високою щільністю - свинець, бетон.



Дія іонізуючої радіації на організм

Іонізуюча радіація - дивовижний фактор середовища, наслідки впливу якого на організм, на перший погляд, абсолютно нееквівалентні за величиною поглиненої енергії. Так, летальна доза радіації для ссавців величиною 300-900 Рентген (Р) може підвищити їх температуру на соті частки градуса, що не може викликати такого ефекту ураження. У той же час безпосередні прямі порушення в біомолекулах органів і тканин при цьому незначні. У зв'язку з цим зараз існують гіпотези ланцюгових автокаталітичних реакцій, що підсилюють первинну дію радіації, які розвиваються в організмі незалежно від породила їх причини.

Основні етапи розвитку променевих уражень:

- утворення в тканинах іонізованих та збуджених атомів і молекул, які взаємодіють між собою і різними молекулярними системами, утворюючи біологічно активні речовини, також можливі розриви міжмолекулярних зв'язків за рахунок дії радіації (первинні або пускові процеси);

- дія біоактивних речовин (вільні радикали, іони і ін.), що утворилися на першому етапі на біологічні структури клітини і організму - деструкція біоречовин і утворення нових, невластивих організму сполук;
- порушення обміну речовин в біологічних системах зі змінами відповідних функцій на тлі нейрогуморальних реакцій вже без впливу радіації.

Найважливіші біологічні реакції організму на дію радіації

Всі наслідки дії радіації можна умовно розділити на соматичні та спадкові.

Соматичні ефекти виникають безпосередньо в опроміненого організму, **спадкові** - у його потомства.

За наявністю **порога шкідливої дії** (доза, що викликає певні порушення в організмі) всі радіаційні ефекти ділять на:

стохастичні (ймовірні) - безпорогові (здатні потенційно виникнути при дії як завгодно малої дози радіації), які оцінюються за можливий ризик появи ураження - канцерогенну, мутагенну дію, спадкові ефекти.

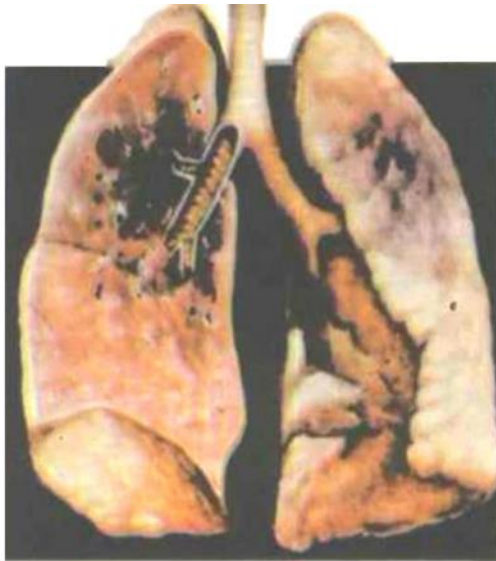
Зазвичай вони вимірюються в млн-людино БЕР. Наприклад, при підвищенні рівня радіації на 1 БЕР серед 1 млн. Людей частота злоякісних пухлин збільшиться на 126 випадків. Ці ефекти важко піддаються експериментальному дослідженню, для них неможливо чітко встановити поріг шкідливої дії. Ці ефекти в основному проявляються при дії малих доз (коли професійне і природне опромінення за життя не перевищує 100 БЕР). **БЕР** - біологічний ефект поглиненої дози в 1 рад.

Нестохастична ефекти - порогові - тяжкість ураження залежить від дози і можна встановити поріг (дозу) шкідливої дії, а потім визначити безпечні рівні впливу і нормувати його. Всі існуючі нормативи радіації - гранично-допустимі дози (ПДД) і норми радіаційної безпеки (НРБ) засновано на попередженні саме цих ефектів. До нестохастичних ефектів належить **гостра і хронічна променева хвороба, променеві опіки, променева катаракта**. При дозах опромінення понад 100 БЕР розвивається **гостра променева хвороба** (100-200 БЕР - легкий ступінь; 200-300 БЕР - середньої тяжкості; 300-500 БЕР - важкий і понад 500 БЕР - вкрай важкий). Дози 500-600 БЕР при одноразовому опроміненні - абсолютно смертельні для людини.

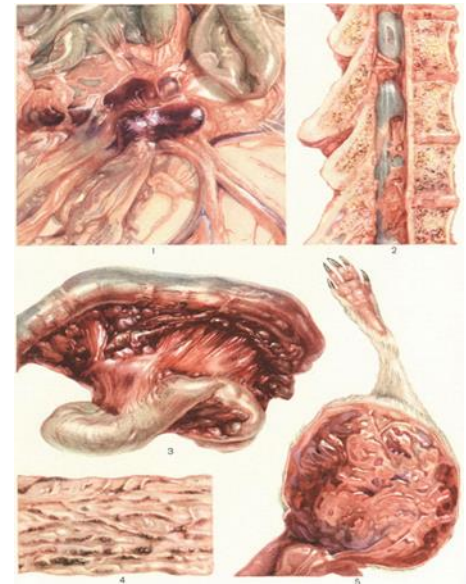
Інша форма гострого променевого ураження - **променеві опіки** - реакція 1 ступеня - доза до 500 БЕР; 2 ступеня - до 800; 3 ступеня - до 1200 БЕР; 4 ступеня - понад 1200 БЕР.

Променева катаракта (помутніння кришталика) відзначається при тривалому опроміненні в дозі більше 30 БЕР в рік.

При тривалому зовнішньому або внутрішньому опроміненні людини в малих, але перевищують допустимі величини, рівнях може виникнути **хронічна променева хвороба** 3-х ступенів тяжкості. Всі існуючі дослідження показують, що соматичні нестохастичні ефекти не виникають при дотриманні встановлених гігієнічних правил дорожнього руху та НРБ (нормативів), проте ці регламенти в силу безпороговості стохастичних і спадкових змін не можуть гарантувати відсутність останніх. У зв'язку з цим існує основне правило сучасних норм радіаційної безпеки - навіть при досягненні гранично-допустимих доз радіації потрібно прагнути до подальшого зниження дози опромінення.



Пневмонія при гострій променевої хвороби



ГРУПИ КРИТИЧНИХ ОРГАНІВ ПРИ ДІЇ РАДІАЦІЇ. ЗАКОН БЕРГАНЬЄ

Закон Берганьє - радіочутливість тканини прямо пропорційна здатності її до поділу і зворотно пропорційна ступеню її диференціювання. Таким чином, чим інтенсивніше в тканині або органі йдуть процеси розмноження клітин і чим менше тканина диференційована, то чутливіша вона до радіації.

Згідно з цим законом всі органи діляться на 3 групи критичних органів по радіочутливості:

- 1 група (найчутливіші органи) - статеві органи (гонади), червоний кістковий мозок, кришталик ока;
- 2 група - всі інші органи і тканини;
- 3 група - шкіра, кістки; щитоподібна залоза.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!