МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Н. В. Григорова

МЕДИЧНА ЕКОЛОГІЯ

Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Середня освіта»
освітньо-професійної програми
«Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)»

Затверджено
Вченою радою ЗНУ
Протокол № від

Запоріжжя
2024

УДК : 504:61(075.8)

Г831

Григорова Н. В. Медична екологія : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Середня освіта» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2024. 217 с.

Навчальний посібник містить теоретичні положення до вивчення різних розділів медичної екології. Розкриті питання про фактори навколишнього середовища, які сприяють формуванню захворювань і патологічних процесів, а також про причинно-наслідкові зв’язки між якістю середовища мешкання людини та станом її здоров’я, роль первинної медичної профілактики екологічно залежної захворюваності.

Видання сприятиме засвоєнню найбільш складних розділів курсу «Медична екологія», виконанню практичних робіт, оволодінню навичками дослідження порушень діяльності органів і систем хворого організму з метою подальшого планування діагностичних досліджень і профілактичних заходів.

Посібник призначений для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Середня освіта» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)».

Рецензент

М. М. Малько, канд. біол. наук, доцент кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини

Відповідальний за випуск

О. Г. Кущ, д-р. біол. наук, професор, завідувач кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини

ЗМІСТ

ВСТУП……7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕДИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ…9
Тема 1. ПРЕДМЕТ, ЗАВДАННЯ, МЕТОДИ ТА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ. ФІЗІОЛОГІЯ АДАПТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ…….9
1.1 Предмет, задачі, методи та диференціація медичної екології……10
1.2 Етіологія середовищних хвороб……13
1.3 Загальні принципи та механізми адаптацій……19
1.4 Поняття про стрес і стресорний вплив…….…….22
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 1…….25
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ…….……26
Тема 2. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ……..26
2.1 Видима частина сонячного спектра. Освітленість……..…….27
2.2 Ультрафіолетове випромінювання……...….29
2.3. Геомагнітні фактори…….…..31
2.4 Метеочутливість……..34
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 2……...……..37
Тема 3. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ШТУЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ……..……39
3.1 Шум……...……40
3.2 Вібрація……...……..44
3.3 Електромагнітне випромінювання……...……..46
3.4 Іонізуюче випромінювання……...……..47
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 3…….…51
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ……..……53
Тема 4. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ХІМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ…….……..53
4.1 Вплив на організм людини солей важких металів……..……54
4.2 Дія пестицидних препаратів на організм людини……..……57
4.3 Токсичність хімічних речовин……...60
4.4 Ознаки хвороб хімічної етіології. Практичні рекомендації та профілактичні заходи ……..……..65
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 4…….67
Тема 5. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ……..……68
5.1 Загальні уявлення про біологічні фактори……...……69
5.2 Гриби (пліснява)……..……70
5.3 Бактерії……...……..73
5.4 Рослини…….75

5.5 Тварини…….78
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 5……79
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ВПЛИВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СПАДКОВІСТЬ ТА СТАН ЗДОРОВ'Я ЖІНОК І ДІТЕЙ……81
Тема 6. СПАДКОВІСТЬ ТА ДОВКІЛЛЯ……...81
6.1 Роль спадковості в патології……..……82
6.2 Мутації…….…….85
6.3 Мутагенні фактори…….…….87
6.4 Спадкові хвороби……...……..89
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 6……95
Тема 7. ВПЛИВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СПАДКОВІСТЬ І СТАН ЗДОРОВ'Я ЖІНОК І ДІТЕЙ……...97
7.1 Загальне уявлення про навколишнє середовище……98
7.2 Фізичне середовище дитини……...……98
7.3 Біологічне середовище дитини……100
7.4 Соціальне середовище дитини……102
7.5 Здоров'я жінок і довкілля……104
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 7……..….105
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІОТОПУ……...……107
Тема 8. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АТМОСФЕРИ…….……107
8.1 Будова атмосфери……..……108
8.2 Озоновий шар…….……109
8.3 Сполуки, що руйнують озоновий шар…….……109
8.4 Стан озонового шару та наслідки його руйнування…….……110
8.5 Тропосфера…….……111
8.6 Продукти спалювання викопного палива. Оксиди сірки. Кислотні дощі....115
8.7 Аерозольні частинки……...……..116
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 8……...…117
Тема 9. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОСФЕРИ…….……118
9.1 Загальні уявлення про гідросферу……...……119
9.2 Баланс прісної води……..……120
9.3 Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери…...……120
9.4 Джерела екологічного неблагополуччя гідросфери…….……..122
9.5 Шляхи впливу гідросфери на людину……123
9.6 Неорганічні контамінанти……..……..124
9.7 Органічні контамінанти……...……126
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 9…….……..127
Тема 10. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІТОСФЕРИ……..……..129
10.1 Загальні уявлення про літосферу……...……130
10.2 Хімічна характеристика літосфери……132

10.3 Медична геологія (геомедицина)……..……..134
10.4 Основні джерела забруднення ґрунту…….……..138
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 10…….……139
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧУВАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ……141
Тема 11. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧУВАННЯ……..……..141
11.1 Характеристика груп сполук, що є складовими харчових продуктів……142
11.2 Шкідливі хімічні речовини природного походження…….……144
11.3 Алергії, що викликаються продуктами харчування…….145
11.4 Токсичні сполуки, що утворюються в продуктах харчування та організмі людини……..……..146
11.5 Ксенобіотики, що надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів……147
11.6 Шкідливі речовини, що утворюються під час приготування їжі……...148
11.7 Речовини, що використовуються в сільському господарстві…….150
11.8 Пестициди. Хлоровані циклічні вуглеводні…….……150
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 11…….151
Тема 12. ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРЧУВАННЯ В УМОВАХ НЕСПРИЯТЛИВОГО ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ……153
12.1 Сутність динамічної адаптованості……..……154
12.2 Основи аліментарної адаптації. Нутрієнти в адаптаційних процесах. Регуляція метаболізму ксенобіотиків……..……..155
12.3 Потреба в окремих харчових речовинах в умовах чужорідного навантаження……..……157
12.4 Система лікувально-профілактичного харчування……..……160
12.5 Особливості організації харчування в умовах екологічного навантаження…….……..161
12.6 Деконтамінаційна харчова технологія……..……161
12.7 Підходи до зниження аліментарного чужорідного навантаження в несприятливих екологічних умовах……...……162
12.8 Раціональний вибір і кулінарна обробка продуктів харчування в умовах екологічного неблагополуччя……...……..163
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 12……...……..165
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 7. ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ……...……..167
Тема 13. ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ……..167
13.1 Середовище, його значення……168
13.2 Джерела і забруднювачі середовища житлових приміщень……..……169
13.3 Медичне значення хімічних забруднювачів середовища житлових приміщень……...……170
13.4 Медичне значення фізичних забруднювачів середовища житлових приміщень……..……..175

13.5 Медичне значення біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень……178
13.6 Медичне значення спільного впливу фізичних, хімічних і біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень…….……..179
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 13…….181
Тема 14. РОЛЬ НІТРАТІВ, НІТРИТІВ І НІТРОЗОСПОЛУК У ПАТОЛОГІЇ ЛЮДИНИ…….……183
14.1 Загальні уявлення про нітрати……...……184
14.2 Джерела надходження нітратів в організм людини…….185
14.3 Зміна вмісту нітратів у продуктах……187
14.4 Дія нітратів на організм людини……..……..188
14.5 Роль нітратів у патології дитячого віку…….190
14.6 Гостре отруєння нітратами та нітритами…….……191
14.7 Діагностика гострих отруєнь нітратами та нітритами……...……..192
14.8 Регламентування вмісту нітратів і нітритів у харчових продуктах...……192
14.9 М-нітрозосполуки……193
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 14…….……195
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 8. ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦІЙНИХ І БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ……..……197
Тема 15. МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ. БІОЛОГІЧНІ РЕСУРСИ……..……..197
15.1 Загальні уявлення про біологічні ресурси…….198
15.2 Біолого-медичне значення рекреаційних ресурсів…….……..201
15.3 Державна система моніторингу навколишнього середовища…….....202
15.4 Соціально-гігієнічний моніторинг…….……204
15.5 Нормативно-правові основи охорони навколишнього середовища……...205
15.6 Відповідальність за порушення норм екологічного законодавства……..207
15.7 Міжнародна діяльність України в галузі охорони навколишнього середовища……...……211
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 15…….212
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА……...…….214
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА…..……...……..215
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ……..216

ВСТУП

Курс «Медична екологія» належить до дисциплін вільного вибору здобувачів освіти в межах спеціальності. Він відповідає навчальному плану за спеціальністю «Середня освіта» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)». Видання цього навчального посібника викликано дефіцитом подібних видань українською мовою, що спрямовані на дослідження порушень життєдіяльності організму людини та тварин, які спричинені несприятливими впливами факторами довкілля, в тому числі антропогенними.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується активним втручанням людини в навколишнє середовище. Поява нових технологій, виробництв, підвищення комфортності проживання, інтенсивне ведення сільського господарства та ін. пов'язані з дедалі зростаючим використанням хімічних сполук, фізичних і біотичних факторів. За підрахунками фахівців, у даний час у навколишньому середовищі знаходиться приблизно 60000-70000 різних хімічних компонентів і щороку додається близько двох тисяч нових.

Накопичення токсичних і канцерогенних сполук у навколишньому середовищі пов'язане з негативними наслідками для всього живого, для стабільності екосистем, а також є головним чинником, що викликає численну патологію у людини. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) 75% з 50 млн щорічних смертей у світі обумовлені дією факторів навколишнього середовища або неправильним способом життя. Із цієї кількості 4 млн становлять випадки дитячої патології. Ще більш драматична ситуація складається щодо онкологічної захворюваності.

Згідно з тими ж даними ВООЗ 90% усіх злоякісних пухлин індукуються навколишнім середовищем і тільки 10% випадків викликаються іншими причинами. Стає очевидним пізнання взаємозв'язку між антропогенним впливом на навколишнє середовище та захворюваністю у людини. Розуміння цих механізмів дозволить намітити та реалізувати комплекс заходів по профілактиці екологічно залежної захворюваності.

Ця патологія має в клінічному аспекті свої особливості, пов'язані з тим, що ці захворювання – хронічні, що, як відомо, важко піддаються лікуванню. У зв'язку з цим у середині 70-х років XX століття в розвинених країнах світу, які раніше зіткнулися з екологічними проблемами, сформувався новий напрям, на стику медичних дисциплін і екології – медична екологія.

Оскільки даний новий напрямок галузі людських знань виник на стику спеціальностей, до фахівців висуваються підвищені вимоги: необхідні знання в області медичних дисциплін, токсикології, епідеміології, біохімії, імунології, технологій та ін. До теперішнього моменту вже розроблені підходи до діагностики, лікування та профілактики багатьох екологічно залежних захворювань.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Медична екологія» є формування системних знань про загальні закономірності взаємодії навколишнього середовища з людьми в сфері їх здоров'я, а також про взаємодію біологічних і небіологічних процесів, що впливають на стан організмів на різних рівнях їх організації, у тому числі на стан організму людини.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Медична екологія» є:

- засвоєння знань про фактори навколишнього середовища, які сприяють формуванню захворювань і патологічних процесів;
- розкриття причинно-наслідкових зв'язків між якістю середовища мешкання людини та станом її здоров'я, ролі первинної медичної профілактики екологічно залежної захворюваності;
- вироблення умінь при проведенні збору, реєстрації і оцінки стану організму, порушень діяльності його органів і систем з метою подальшого планування діагностичних досліджень і профілактичних заходів;
- набуття навичок при проведенні аналізу лабораторних та експериментальних даних і формулюванні на їх підставі висновку про найбільш вірогідні причини та механізми розвитку патологічних процесів та екологічно залежних захворювань.

Основою для вивчення курсу «Медична екологія» є знання та вміння, набуті у процесі вивчення таких дисциплін, як «Біоекологія», «Анатомія людини», «Фізіологія людини», «Біохімія з основами молекулярної біології», «Цитологія та гістологія з основами ембріології», «Загальна та медична генетика». Начальна дисципліна «Медична екологія» має тісні зв'язки з курсами «Основи здоров'я людини» та «Основи медичних знань».

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувач освіти повинен набути таких компетентностей: здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями; здатність працювати в команді; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів); здатність розуміти й уміти пояснити будову, хімічні процеси, функції, життєдіяльність, розмноження, класифікацію, походження, поширення, використання живих організмів і систем усіх рівнів організації; здатність розкривати сутність біологічних явищ, процесів і технологій, розв'язувати біологічні задачі; здатність здійснювати безпечні біологічні дослідження в лабораторії та природних умовах, інтерпретувати результати досліджень; здатність розуміти й застосовувати базові знання з медико-біологічних дисциплін для обрання ефективних шляхів і способів збереження, зміцнення та відновлення здоров'я людини.

Видання навчального посібника сприятиме засвоєнню найбільш складних розділів курсу «Медична екологія», виконанню практичних робіт, оволодінню навичками дослідження порушень діяльності органів і систем хворого організму з метою подальшого планування діагностичних досліджень і профілактичних заходів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕДИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ

ТЕМА 1. ПРЕДМЕТ, ЗАВДАННЯ, МЕТОДИ ТА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ. ФІЗІОЛОГІЯ АДАПТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета: засвоїти знання про закономірності виникнення, розвитку та завершення середовищних хвороб; сформувати уявлення про фактори ризику навколишнього середовища для здоров'я та їх критерії, чинники розвитку екологічного захворювання, типи медико-екологічних наслідків; поглибити знання про причини та умови стресорного впливу на організм людини, а також механізми компенсації цього впливу; набути навички при оцінюванні рівня фізичного здоров'я, схильності до стресу та величини стресового навантаження.

ПЛАН

1.1. Предмет, завдання, методи та диференціація медичної екології.
1.2. Етіологія середовищних хвороб.
1.3. Загальні принципи та механізми адаптацій.
1.4. Поняття про стрес і стресорний вплив.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Адаптація – сукупність фізіологічних реакцій, що забезпечують пристосування будови та функцій організму або його органу до зміни навколишнього середовища.

Адаптивність, або пристосовність, – здатність живих систем до пристосувань.

Акліматизація – реакції організму на зрушення будь-якого одного з зовнішніх параметрів середовища.

Дезадаптація – це порушення адаптивних реакцій організму, процес, зворотний адаптації.

Дистрес – негативна форма стресу.

Дисфункції – неможливості для організму виконувати функції у результаті порушення структур, відповідальних за адаптацію.

Здоров'я – це стан повного фізичного, духовного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб чи фізичних дефектів.

Екстремальні фактори – незвичайні фактори навколишнього середовища, які мають несприятливий вплив на загальний стан, самопочуття, здоров'я та працездатність людини.

Еустрес – позитивна форма стресу.

Неспецифічна резистентність – стійкість по відношенню до різних факторів.

Медична екологія – наука, що вивчає характер взаємодії людини та навколишнього середовища, встановлює причино-наслідкові зв'язки між якістю середовища та станом здоров'я, розробляє методи діагностики та профілактики несприятливого впливу факторів довкілля на здоров'я людини.

Реадаптація – здатність організму після припинення дії травмуючого фактора повертати залучені в процеси системи в початкове положення.

Резистентність – стійкість, опірність організму до дії зовнішніх чинників.

Середовищне здоров'я – напрямок медичної екології, в якому основну увагу приділяється не хворобі, а факторам середовища та їх впливу на здоров'я популяції.

Середовищні захворювання – захворювання, що викликаються безпосередньо етіологічними екологічними факторами, що включають природні хімічні, фізичні, біологічні фактори атмосферного повітря, води та ґрунту песимальної інтенсивності.

Специфічна резистентність – стійкість по відношенню до певного фактору.

Стрес, або напруга, – неспецифічні психофізіологічні прояви адаптаційної активності при дії будь-яких чинників, які є значущими для організму.

Стресор – стресовий агент, який сильно, негативно впливає на організм.

Фактори ризику – потенційно небезпечні для здоров'я фактори фізичного, хімічного, біологічного та соціального походження, що підвищують ймовірність розвитку захворювань, їх прогресування та несприятливий результат.

Фізіологічна адаптація – активне пристосування.

Хвороба – це складна загальна реакція організму на пошкоджуючу дію факторів зовнішнього середовища; це якісно новий життєвий процес, який супроводжується структурними, метаболічними та функціональними змінами руйнівного та пристосувального характеру в органах і тканинах, що призводить до зниження пристосованості організму до умов зовнішнього середовища, які безперервно змінюються, та обмеження працездатності.

1.1 Предмет, завдання, методи та диференціація медичної екології

Медична екологія – наука, що вивчає характер взаємодії людини та навколишнього середовища, встановлює причино-наслідкові зв'язки між якістю середовища та станом здоров'я, розробляє методи діагностики та профілактики несприятливого впливу факторів довкілля на здоров'я людини.

Медична екологія, що вивчає хвороби, викликані екологічними абіотичними хімічними, фізичними і біохімічними факторами навколишнього середовища, формується на стику екології та медицини й оперує як екологічними поняттями, теоретичними та методологічними підходами (екосистема, біогеоцинози, екологічний фактор, біосфера, основний екологічний закон К. Ф. Рульє - І. М. Сєченова, закони дії екологічних факторів на організм, методи екологічних досліджень), згаданими вище, так і медичними термінами (нозологія, хвороба, етіологія, патогенез, клініка, діагностика, лікування, профілактика, результат хвороби).

У науку та практику термін «медична екологія» був уведений в 1985 р. професором алергології та імунології Носвестернського університету (США) Тероном Рендольфом. У 1950 р. Терон Рендольф вперше описав харчову алергію, висунув концепцію хімічної чутливості.

Екологічна медицина була проголошена самостійною науковою дисципліною в 1986 р. на конференції в Клівленді (США).

Традиційно **стан здоров'я** населення характеризується:

1) демографічними показниками, що визначають особливості відтворення населення;

2) показниками фізичного розвитку, що характеризують запас фізичних сил або дієздатності;

3) показниками захворюваності, що відображають особливості адаптації населення до умов навколишнього середовища.

Всі ці показники є відображенням результатів взаємодії теперішніх і попередніх поколінь, які характеризуються різноманіттям індивідуальних особливостей, з навколишнім середовищем.

Екологічний підхід до питань медицини, що полягає в розгляді здоров'я та хвороб у тісному взаємозв'язку з навколишнім середовищем, розроблявся з давніх часів. За визначенням С. П. Боткіна медицина – галузь людських знань, присвячених вивченню людини в її взаємодії з навколишньою природою. Ця взаємодія спрямована на попередження хвороб, лікування і полегшення стану людей. Як видно з цього визначення, сам термін «медицина» несе в собі екологічний підхід. Однак у століття науково-технічної революції, коли комбінація природних і штучних чинників призводить до створення біотехносфери, виникає потреба у детальному вивченні впливу факторів середовища на здоров'я населення.

За даними експертів ВООЗ здоров'я населення залежить у середньому від стану середовища на 38-44%. Техногенне забруднення повітря в 43-45% випадків є причиною, що призводить до погіршення стану здоров'я.

До появи терміна «медична екологія» в країнах Західної Європи і США існував термін «клінічна екологія» (Clinical ecology), а також напрями «середовищні хвороби» та «середовищне здоров'я».

Клінічна екологія встановлює екологічну природу етіологічних факторів. Її дослідження присвячені вивченню взаємозв'язку хвороб з факторами середовища.

Багато захворювань, що відносяться до ендемічних, носять назву тих місцевостей, де вони поширені: тайговий енцефаліт, японський енцефаліт, омська геморагічна лихоманка, гірська хвороба і т. д.

На півночі переважають обмороження, простудні захворювання, викликані переважно фізичними факторами, в тропіках провідне місце займають інфекційні та паразитарні хвороби, отруєння отруйними тваринами та рослинами.

У напрямку «середовищні хвороби» велике значення надається екологічному аналізу в епідеміології хвороб і клінічному перебігу хвороб в умовах певного навколишнього середовища. Напрямок «середовищне здоров'я» основну увагу приділяє не хворобі, а факторам середовища та їх впливу на здоров'я популяції. Тут докладно вивчаються забруднювачі середовища різної природи, проводяться спеціальні дослідження по виявленню канцерогенів і мутагенів хімічної природи, екологічних ефектів радіаційного забруднення, вивчення виробничого середовища і профзахворювань. У даному напрямку також виділяється «медична кліматологія», в тому числі гірська.

До вказаних напрямків тісно примикає медична географія, що встановлює географію захворювань. Найчіткіше в цьому розділі склалася «тропічна медицина», яка описувала етіологію, патогенез, клініку тропічних захворювань, їх діагностику, лікування і профілактику.

На сучасному етапі медична екологія повністю сформувалася на стику медицини та антропоекології.

Антропоекологія – наука про закономірності взаємин людини як біосоціальної істоти та людей в цілому з навколишнім середовищем. Вона розробляє питання оптимізації взаємин людини, окремих груп населення та популяцій із середовищем, вирішує проблеми управління середовищем, виробляє шляхи раціонального природокористування, оптимізації умов життя в різних антропоекосистемах.

У завдання медичної екології входить вивчення видів і форм впливу факторів середовища, механізмів їх дії на організм людини. Особлива увага приділяється екологічним, або середовищним, хворобам; ролі екологічних факторів у виникненні вад розвитку, злоякісних пухлин, професійних та інших хвороб. Медична екологія вивчає види забруднювачів середовища та шляхи їх надходження в організм людини, захворювання, що виникають у результаті впливу техногенних забруднень, наприклад хвороба Мінамата, «жовті» діти і т. д.

Для вирішення основних завдань у медичній екології використовуються хімічні, фізичні, мікробіологічні, паразитологічні методи вивчення умов середовища проживання, а також морфологічні, фізіологічні, біохімічні, клінічні, статистичні методи вивчення захворюваності в природних, модельних і лабораторних дослідженнях.

Медична екологія поділяється на:

- загальну;
- прикладну.

І. Загальна медична екологія.

1. Теорія і методологія медичної екології:
- концепція, принципи, предмет, цілі та завдання медичної екології;
- понятійно-термінологічна база медичної екології;
- положення медичної екології у системі наук;
- методологія медико-екологічних досліджень;
- основні закономірності медичної екології;
- глобальний і регіональний підходи (аспекти) медичної екології;
- екологічні фактори ризику та передумови здоров'я;
- експериментальна медична екологія.

2. Методи медичної екології:
- медико-екологічне спостереження (моніторинг);
- медико-екологічна діагностика;
- медико-екологічна характеристика (опис) територій (явищ);
- медико-екологічне картографування;
- медико-екологічне районування;
- медико-екологічне моделювання;
- сучасні інформаційні технології у медичній екології;
- медико-екологічне прогнозування.

3. Історія розвитку медичної екології.

ІІ. Прикладна медична екологія.

1. Медична екологія природних компонентів біосфери.
2. Медична екологія природних зон.
3. Медична екологія соціуму.
4. Медична екологія техносфери.
5. Медична екологія рекреації.
6. Регіональна медична екологія та країнознавство:
- медична екологія індустріальних країн;
- медична екологія країн, що розвиваються;
- медична екологія міст;
- медична екологія сільських районів;
- медична екологія неосвоєних територій.
7. Медична екологія подорожей і міграцій.
8. Медична екологія катастроф.
9. Військово-медична екологія.

1.2 Етіологія середовищних хвороб

Середовищні захворювання викликаються безпосередньо етіологічними екологічними факторами, що містять природні хімічні, фізичні, біологічні фактори атмосферного повітря, води та ґрунту песимальної інтенсивності.

Вода, повітря та ґрунт часто містять нейро-, нефро-, гепато-, пульмотоксини, мутагени, канцерогени, збудників інфекційних захворювань, їжа – пестициди, ефектори ендокринної системи, патогенні й умовно-патогенні мікроорганізми, тому фізичні, хімічні та біологічні забруднювачі повітря, води, ґрунту, житла, харчових продуктів антропогенної природи також є етіологічними факторами.

Забруднювачі можуть бути також тригерами більшості широко поширених хронічних хвороб. У комплексі з факторами середовища індукторами екологічно обумовлених захворювань можуть бути генетичні дефекти спадкового апарату.

Потенційно небезпечні для здоров'я фактори фізичного, хімічного, біологічного та соціального походження, що підвищують ймовірність розвитку захворювань, їх прогресування та несприятливий результат є факторами ризику. Фактор ризику важливий для розвитку та прогресування хвороби, проте сам по собі не здатний викликати захворювання у конкретної людини.

Зовнішні фактори ризику включають:

1) спосіб життя;

2) соціально-економічний уклад.

До ***внутрішніх вроджених*** і ***набутих факторів ризику*** відносять:

1) гіпертонію;

2) гіперхолестеринемію;

3) надлишкову вагу тіла;

4) спадковість;

5) конституцію й інші.

Спосіб життя як фактор ризику для здоров'я становить 49-53%, спадковість – 18-22%, навколишнє середовище – 17-20%. В умовах великих міст вплив на стан здоров'я населення соціальних чинників і способу життя становить 30,2%, біологічних чинників – 11%, міського та житлового середовища – 16,5%, виробничого середовища – 18,5%.

Під впливом природних песимальних факторів, а також забруднювачів середовища проживання людини відзначається підвищення ризику виникнення середовищних хвороб: 1) системи кровообігу; 2) нервової, ендокринної, сечостатевої систем; 3) шкіри та підшкірно-жирової клітковини; 4) органів чуття; 5) дихання; 6) кровотворення; 7) порушень обміну речовин; 8) вроджених аномалій; 9) патології вагітності; 10) новоутворень органів травлення; 11) сечостатевих органів; 12) алергічних захворювань.

Фактори ризику навколишнього середовища для здоров'я та їх критерії:

Фактори: а) природні

1. Абіотичні:

- кліматo-метеорологічні (температура, рух повітря, опади, зливи, урагани, посухи і т.д.);

- орографічні (розрядження атмосфери, лавини, зсуви, селі, прохідність);

- геофізичні (геомагнітні бурі, землетруси, цунамі, гравітаційні й теплові аномалії, геліоземні впливи);

- гідрографічні (повені, заболочування, осушення, підтоплення, джерела водопостачання, склад поверхневих і підземних вод, здатність їх до самоочищення і переносу забруднень);

- геологічні (склад порід, стратиграфія, тектонічні розломи, радіація, радон, карст, корисні копалини);

- ґрунтові (мікроелементи, здатність до самоочищення, пилоутворення, кислотно-лужна рівновага, склад і структура).

2. Біотичні:

- фауна (отруйні та небезпечні тварини, резервуари та переносники збудників хвороб, харчові ресурси);

- флора (отруйні та лікарські рослини, харчові ресурси, очищення повітря, біоіндикація екологічних шкідливих факторів);

- мікрофлора (повітря, води, ґрунтів, тварин, рослин, продуктів харчування, об'єктів);

- біологічні компоненти комплексів (токсини, білки, продукти обміну речовин);

- біоценози (природні осередки хвороб).

б) соціально-економічні:

- населення (демографія, розселення, урбанізація, міграції, статевовіковий і професійний склад, культура, спосіб життя, звичаї, конфесії, матеріальне благополуччя);

- територіальна організація суспільства, господарське використання земель;

- фізичні забруднення (повітря, води, ґрунту; радіація, електромагнітні поля, теплове забруднення, шум, аерозолі);

- хімічні забруднення (повітря, води, ґрунту, рослин, тварин, продуктів харчування, об'єктів);

- біологічні фактори (мікробні забруднення повітря, води, ґрунту; органічні відходи, алергени);

- промислові та транспортні фактори (аварії, катастрофи, ДТП, вантажопотоки);

- комунально-побутові чинники;

- санітарно-гігієнічний стан і епідемічний статус;

- психотравмуючі фактори (стресори, екологічна стомлюваність);

- медичні та ветеринарні служби та інфраструктура.

в) комплексні:

- ландшафтні;

- зональні;

- планетарні;

- історичні;

- палеонтологічні.

ІІ. Критерії:

- альтернативні (відсутність - наявність; +, -);
- кількісні (ГДК, нормативи, показники та ін.);
- напівкількісні (рангові): бальні або порівняльні (добрі, задовільні, погані, екстремальні і т. п.);
- комплексні (ландшафтні, медико-географічні, інтегральні показники стану здоров'я та середовища).

Таблиця 1.1 – Класифікація екологічних факторів

Ознака класифікації	Фактори
За часом	Еволюційний, історичний, чинний
За періодичністю	Періодичний, неперіодичний
За черговістю виникнення	Первинний, вторинний
За походженням	Космічний, абіотичний (він же абіогенний), біогенний, біологічний, біотичний, природно-антропогенний, антропогенний (у т. ч. техногенний, забруднення середовища), антропічний (у т. ч. занепокоєння)
За середовищем виникнення	Атмосферний, водний (він же вологості), геоморфологічний, едафічний, фізіологічний, генетичний, популяційний, біоценотичний, екосистемний, біосферний
За характером	Речовинно-енергетичний, фізичний (геофізичний, термічний), біогенний (він же біотичний), інформаційний, хімічний (солоність, кислотність), комплексний (екологічний, еволюції, системоутворюючий, географічний, кліматичний)
За об'єктом	Індивідуальний, груповий (соціальний, етологічний, соціально-економічний, соціально-психологічний, видовий (у т. ч. людський, життя суспільства)
За умовами середовища	Який залежить від щільності, який не залежить від щільності
За ступенем впливу	Летальний, екстремальний, лімітуючий, турбуючий, мутагенний, тератогенний, канцерогенний
За спектром впливу	Виборчий, загальної дії

За періодичністю дії на людей компоненти навколишнього середовища можна поділити на:

1) постійно діючі (наприклад, знижений атмосферний тиск у горах, загазованість атмосфери у великих містах, теплові аномалії, конфесії);

2) періодично повторювані (циклічні) (наприклад, цикли сонячної активності, сезонність природних явищ, біологічні ритми, зміна поколінь, пандемії та епідемії);

3) наростаючі та згасаючі (трансформуючі) (наприклад, демографічний та епідеміологічний перехідні періоди, виснаження ресурсів рослинного та тваринного світу, збезлісення, опустелювання);

4) ациклічні (наприклад, землетруси, промислові катастрофи, цунамі).

За переборністю впливу факторів середовища на життєдіяльність людей їх можна поділити на:

1) переборні;

2) важко переборні;

3) частково переборні;

4) непереборні.

Є кілька чинників, що відіграють важливу роль в розвитку екологічного захворювання.

Спадковість. Це може стосуватися дефектів імунної системи, здатності до детоксикації токсичних сполук. Встановлено, що приблизно 50% людей мають ті чи інші дефекти в механізмах ацетипування різних сполук – одного зі способів знешкодження чужорідних сполук.

Більш того, одна людина з шести (17% населення) успадковує від батьків дефектний ген по ферменту глутатіон-8-трансфераза-зета-1 (ОБТІ), який відповідальний за знешкодження канцерогенних речовин. Отже, у другій і особливо в першій групі ризик виникнення раку буде значно вище.

Харчовий статус. Це може стосуватися збідненого або збагаченого по деяких речовинах раціону харчування, недосконалого травлення, порушень всмоктування та ін. Сюди слід віднести ожиріння, яке певною мірою здатне модифікувати процеси детоксикації в організмі.

Особливості токсичного впливу. Воно може відбуватися вдома (дія продуктів спалювання природного газу), на вулиці (дія свинцю з вихлопних газів автотранспорту) та на роботі (наприклад, вплив мікроорганізмів, що знаходяться в системах охолодження, кондиціонування, та хімічних сполук).

Дія алергенів. Одна з головних причин розвитку екологічних захворювань (наприклад, за рахунок продуктів життєдіяльності кліщів домашнього пилу).

Вільнорадикальний стрес. Обумовлений дією фізичних факторів, а також виявленням в організмі людей органічних сполук, важких металів (Pb, Cr, Fe, Hg та ін.). При цьому ініціюються реакції утворення вільних радикалів, що призводить до пошкодження біополімерів, а також процеси перекисного окислення ліпідів. З цим пов’язане ушкодження ДНК, виникнення мутацій, генетичних ефектів та ін.

З точки зору медичної екології можна виділити наступні ***3 типи цих наслідків, що розрізняються за механізмом, часом і просторовим розмахом:***

1. Безпосередні медико-екологічні наслідки за типом «короткого замикання» (травми та отруєння в результаті природних і техногенних катастроф та ін.). Наприклад, виникнення захворювань у осіб, які прибули на територію, розташовану в межах невиявлених ареалів хвороб; привізні спалахи захворювань; травми й отруєння в результаті природних і техногенних катастроф. Вони мають, як правило, локальну приуроченість, проявляються негайно або порівняно швидко. Іноді вони проявляються і протягом більш тривалого часу (наприклад, психічні розлади та психосоматичні захворювання).

2. Опосередковані медико-екологічні наслідки **(**зміна ареалів зооантропонозів і їх структури та ін.). Наприклад, зміна ареалів зооантропонозів і їх структури в результаті розвитку тваринництва і меліорації земель; зміна ролі водного чинника в розповсюдженні хвороб внаслідок урбанізації; прокладка нових доріг, що ведуть до зміни шляхів поширення хвороб. Ці наслідки мають більш багатоступінчасті просторові причино-спадкові зв'язки і більш «розлиту» територіальну приуроченість, проявляються повільніше.

3. Віддалені медико-екологічні наслідки. До них можна віднести деякі захворювання, які мають тривалий (обчислюваний роками) інкубаційний (латентний) період **(**лепра, рак, СНІД), генетичні хвороби та деякі наслідки, викликані фізичними та хімічними факторами. Ці наслідки також можуть бути пов'язані з антропогенними змінами ландшафтів та екосистем, шляхів циркуляції збудників і умов формування генофонду. Вони часто можуть мати планетарний і віковий характер.

Екологічне захворювання розвивається не відразу, на це йдуть роки та десятиліття. Розвиток хвороби пов'язаний з виснаженням адаптаційних систем організму, і, отже, лікування може бути тривалим.

Фахівці в області медичної екології повинні ідентифікувати хронічні стани з урахуванням і усуненням причин, які їх могли викликати. Алгоритм дії лікаря на перших порах такий же, але потім послідовність його дій відрізняється:

- збирається анамнез захворювання (хронологічно з моменту народження);
- з'ясовуються найважливіші супутні розвитку захворювання фактори (генетичні, стресові);
- уточнюється роль активаторів, тобто тригерів процесу: можливість дії ксенобіотиків, вірусів, бактерій, грибів, фізичних факторів, алергенів, соціальних факторів, фізичної активності й ін.;
- з'ясовується можлива роль медіаторів патологічних процесів (наприклад, вільних радикалів);
- проводиться комплексне функціонально-лабораторне дослідження;
- усувається вплив токсинів;

- проводиться корекція імунної системи організму, дисфункціональної активності органів і систем (наприклад, шлунково-кишкового тракту та ін.);
- надаються рекомендації по екологічно правильному способу життя.

1.3 Загальні принципи та механізми адаптацій

Гомеостаз забезпечується складною системою координованих пристосувальних (адаптаційних) механізмів. У відповідь на вплив подразників зовнішнього середовища організм у цілому й окремі його системи відповідають реакцією фізіологічної адаптації – активного пристосування. Адаптація завжди спрямована на запобігання порушень гомеостазу. Ефективність адаптації знаходиться в прямій залежності від досконалості механізмів нервової і гуморальної регуляцій.

Термін **«адаптація»** (пристосовувати) позначає сукупність фізіологічних реакцій, що забезпечують пристосування будови і функцій організму або його органу до зміни навколишнього середовища. Існують аналоги терміну «адаптація», якими користуються фахівці для опису різних аспектів процесу пристосування.

Набув широкого поширення термін **«акліматизація»** яким визначають адаптацію до нових кліматичних умов і біологічного оточення. «Акліматизацією» називають реакції організму на зрушення якого-небудь одного з зовнішніх параметрів середовища, наприклад, температури або тиску.

Терміном **«адаптивність»**, або пристосовність, визначають здатність живих систем до пристосувань. Види, як і окрема особина всередині видів, можуть значно відрізнятися по пристосовності до зрушень в середовищі. ***Пристосованість*** або ***ступінь пристосування*** – це кількісна міра відповідності організму зовнішнім умовам.

Під **резистентністю** розуміється стійкість, опірність організму до дії зовнішніх чинників. ***Специфічна резистентність*** – стійкість по відношенню до певного фактору, ***неспецифічна резистентність*** – по відношенню до різних факторів.

Дезадаптація – це порушення адаптивних реакцій організму, процес, зворотний адаптації. Дезадаптація виникає в результаті впливу на організм факторів середовища, які кількісно перевищують можливості системи, що адаптується.

Дезадаптації призводять до **дисфункції** – неможливості для організму виконувати функції у результаті порушення структур, відповідальних за адаптацію. Якщо екстремальний (надмірний, граничний) вплив не викликає порушень в органах і системах, то можлива **реадаптація**, тобто здатність організму після припинення дії травмуючого фактора повертати залучені в процеси системи в початкове положення.

Особливість реадаптації полягає в тому, що організм, що випробував вплив підвищеного навантаження, зберігає слід, пам'ять про навантаження, фіксуючи зміни, що в ньому проходять.

Абіотичні фактори прямо або опосередковано, через зміну інших факторів, впливають на обмін речовин в організмі. Деякі з них відіграють роль сигналу: не впливаючи безпосередньо на обмін, вони поєднуються з іншими впливами, сигналізуючи про їх початок. Тому сприйняття сигнальних факторів може заздалегідь підготувати організм до зміни середовища.

Існують два типи пристосувань до зовнішніх чинників. Перший полягає в формуванні певної міри стійкості до даного фактору, здатності зберігати функції при зміні сили його дії. Це адаптація за типом толерантності (витривалість, терплячість) – ***пасивний шлях адаптації***. Такий тип пристосування діє переважно на клітинно-тканинному рівні. Другий тип пристосування – ***активний шлях адаптації***.

За допомогою специфічних адаптивних механізмів організм людини компенсує зміни фактора таким чином, що внутрішнє середовище залишається відносно сталим. Відбувається адаптація за типом резистентності (опір, протидія). Тут активні пристосування підтримують гомеостаз внутрішнього середовища організму. **Біотичні фактори** (тваринна та рослинна їжа, збудники хвороб, паразити тощо) надають інший ефект: діючи на організм людини, вони в той же час піддаються впливу з його боку.

Крім якісної специфіки фактора (вплив на ті чи інші процеси в організмі), що залежить від його фізико-хімічної природи, характер впливу та реакція на нього з боку організму людини багато в чому визначаються й інтенсивністю фактора, його ***«дозуванням»***.

Кількісний вплив умов середовища визначається тим, що такі фактори, як температура, опади, вологість середовища, наявність кисню й інших життєво важливих елементів, у тій чи іншій дозі необхідні для нормального функціонування організму, тоді як нестача або надлишок того ж фактора гальмує життєдіяльність. **Кількісне вираження**, (або **«доза»**) **фактора**, що відповідає потребам організму та забезпечує найбільш сприятливі умови для його життя, розглядають як ***оптимальне*** (благородне, краще).

Специфічні адаптивні механізми, властиві людині, дають йому можливість переносити певний розмах відхилень фактора від оптимальних значень без порушення нормальних функцій організму. Зони, коли кількісне вираження фактора, що відхиляється від оптимуму, але не порушує життєдіяльності, визнаються як ***зони норми***. Таких зон дві, відповідно відхиленню від оптимуму в бік нестачі дозування фактора та в бік його надлишку.

Подальше зрушення в бік нестачі або надлишку фактора може знизити ефективність дії адаптивних механізмів і навіть порушити життєдіяльність організму. При крайній нестачі або надлишку фактора, що призводить до патологічних змін в організмі, виділяють зони ***песимума*** (заподіювати шкоду, терпіти збитки).

Нарешті, за межами цих зон кількісне вираження фактора таке, що повне напруження всіх пристосувальних систем виявляється неефективним. Ці крайні значення призводять до летального результату, за межами цих значень життя неможливе.

Адаптація до будь-якого фактору пов'язана з витратою енергії. У зоні оптимуму адаптивні механізми не потрібні й енергія витрачається тільки на фундаментальні життєві процеси, організм знаходиться в рівновазі з середовищем. При виході значення фактора за межі оптимуму включаються адаптивні механізми, що вимагають тим більше енерговитрат, чим далі значення фактора відхиляється від оптимального. Порушення енергетичного балансу організму, нарівні зі шкідливою дією нестачі або надлишку фактора, обмежує діапазон змін, які переносяться людиною (рис. 1.1).

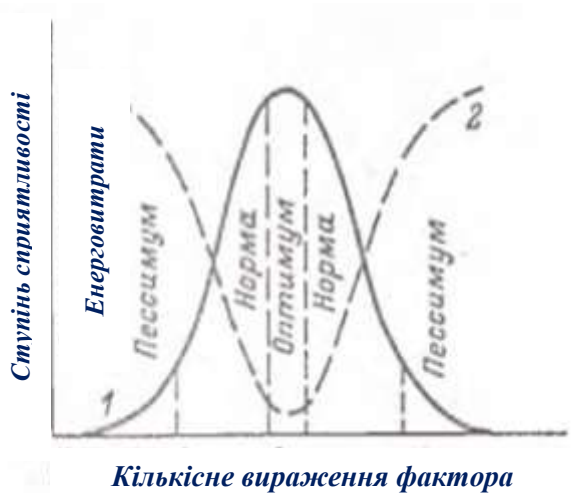


Рис. 1.1. Графічне зображення залежності кількісного вираження фактора від ступеня сприятливості [12]

Якщо зовнішні умови протягом досить тривалого часу зберігаються більш-менш постійними, або змінюються в межах певного діапазону навколо якогось середнього значення, то життєдіяльність організму стабілізується на рівні, адаптивному по відношенню до цього середнього, типового стану середовища. Саме таке «налаштування», стабілізації відображає положення зони оптимуму на шкалі кількісних змін факторів. Так, різниця клімату визначає географічні відмінності індивідуальних властивостей організму людини в північних і південних районах країни, тобто різний рівень стабілізації адаптивних систем.

Зміна середніх умов у часі або в просторі тягне за собою перехід на інший рівень стабілізації (сезонні, температурні адаптації, типи осмо- та терморегуляції і ін.). Але повної ідентичності умов, абсолютної їх повторюваності в природі не існує. У цьому випадку відхиленням конкретних умов від середнього рівня будуть відповідати ***функціональні адаптації.***

Ці адаптації лабільно відповідають на ці зміни та спрямовані на забезпечення максимальної ефективності функціонування організму в межах певного стабілізованого стану. Здатність до функціональних адаптацій тим вище, чим лабільніше впливає на людину фактор.

Таким чином, за біологічною значущістю адаптивні механізми поділяють на дві групи:

1. Механізми, що забезпечують адаптивний характер загального рівня стабілізації окремих функціональних систем і організму в цілому по відношенню до найбільш генералізованих і стійких параметрів зовнішнього середовища.

2. Лабільні реакції, які підтримують відносну сталість загального рівня систем або організму шляхом включення адаптивних реакцій при відхиленнях умов середовища від середніх показників.

Ці два рівні адаптації, діючи спільно та у взаємодії, забезпечують «підгонку» функцій організму до конкретного стану факторів середовища, а в кінцевому рахунку – стійке його існування в умовах складного та динамічного середовища.

1.4 Поняття про стрес і стресорний вплив

Під терміном **«стрес» (напруга)** розуміються неспецифічні психофізіологічні прояви адаптаційної активності при дії будь-яких чинників, які є значущими для організму. Для позначення стресового агента, який сильно, негативно впливає на організм, застосовується термін **«стресор»**. Розрізняють також позитивні форми стресу – **еустрес** (наприклад, сильна радість) і негативні – **дистрес**. Найбільш важка форма дистресу – **шок**.

Концепція стресу Гансу Сельє ґрунтується на так званому ***«синдромі відповіді на пошкодження»***, що складається з трьох процесів:

1) збільшення та підвищення активності кіркового шару надниркових залоз;

2) зморщування та зменшення вилочкової залози і лімфатичних залоз;

3) точкових виливів і кровоточивих виразок у слизовій оболонці шлунка та кишечника.

У відповідь на дію стресора стандартно розвивається один і той же, вище перелічений комплекс змін в організмі, що викликає захисну реакцію. Сукупність захисних реакцій організму, спрямована на ліквідацію стресу, отримала назву **«загального адаптаційного синдрому»**.

Виділяють три стадії стресу. Через 6 год після стресового впливу розвивається перша стадія – ***«реакція тривоги»*** – мобілізація захисних сил, яка триває 24-48 год.

Жоден організм не може тривалий час перебувати в стані тривоги, та якщо він виживає, то виникає ***стадія резистентності***, або ***стійкості***, пристосування до важкої ситуації. Ця стадія призводить до підтримки нормального існування організму в нових для нього умовах. Якщо ж стресор продовжує діяти, то може наступити третя стадія – ***стадія виснаження***. У цьому випадку характер діяльності ендокринних залоз близький до реакції на стадію тривоги.

Однак, протягом стадії виснаження секреція глюкокортикоїдів продовжує знижуватися. На відміну від першої стадії, коли ця реакція веде до стимуляції організму, в третій стадії вона – заклик про допомогу або усунення стресора, що виснажує організм. При сильному та тривалому стресі такий вплив може призвести до хвороби або смерті. Вплив екстремальних факторів на організм викликає у нього великі енергетичні витрати та переважання процесів катаболізму над процесами анаболізму, при цьому адаптація організму досягається ***«дорогою ціною»***.

Загальні адаптаційні реакції організму є ***неспецифічними***, тобто організм аналогічно реагує у відповідь на дію різноманітних за якістю та силою подразників. При дії сильних, надзвичайних подразників в організмі виникає **«реакція стрес»** (рис. 1.2).

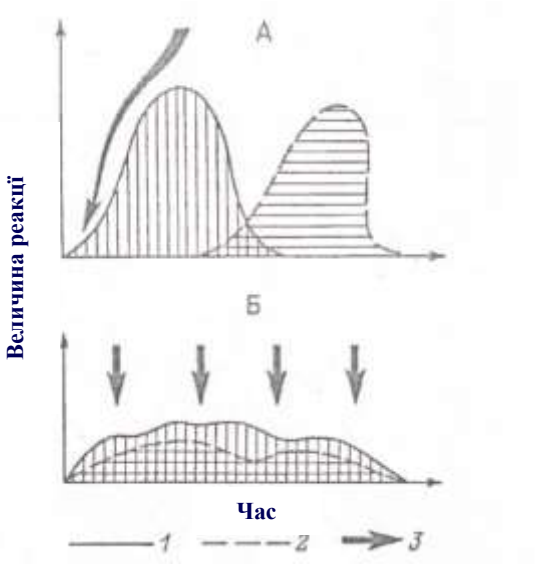


Рис. 1.2. Графічне зображення стадій стресу за Г. Сельє та стадій адаптації за А. С. Солодковим і Є. Б. Сологубом [5]

У центральній нервовій системі розвивається при цьому різке збудження, що змінюються позамежним гальмуванням – ***крайньою мірою захисту***. Біологічна доцільність подібної реакції полягає в зниженні збудливості та реактивності, так як адекватна відповідь на цей подразник могла би призвести організм до загибелі.

Надзвичайні фактори навколишнього середовища, які мають несприятливий вплив на загальний стан, самопочуття, здоров’я та працездатність людини, називаються **екстремальними факторами**.

За тривалістю впливу на організм ці фактори можуть бути ***короткочасними***, вплив яких організм компенсує за рахунок наявних резервів, і ***тривалі***, які вимагають адаптаційної перебудови діяльності функціональних систем людини, іноді навіть несприятливої для здоров'я (рис. 1.3).



1 – робота на самозбереження («зовнішня»); 2 – процеси відновлення відпрацьованих структур; 3 – екстремальний фактор.

Рис. 1.3. Особливості процесів адаптації при короткочасних (А) та довготривалих (Б) екстремальних впливах [12]

При короткочасних впливах екстремальних факторів на організм людини запускаються всі наявні резервні можливості, спрямовані на самозбереження, та тільки після звільнення організму від екстремального впливу відбувається відновлення гомеостазу. При тривалих неадекватних впливах екстремальних факторів на організм людини функціональні перебудови визначаються своєчасним включенням процесів відновлення гомеостазу їхньою силою та тривалістю.

Більшість ***адаптаційних реакцій*** людського організму здійснюються в два етапи: початковий етап термінової, але не завжди досконалої, адаптації, і наступний етап досконалої, довгострокової адаптації.

При дії на організм слабких, граничних подразнень ***(реакція тренування)*** в центральній нервовій системі розвивається порушення, що швидко змінюються охоронним гальмуванням, яке забезпечує зниження її збудливості, реактивності по відношенню до слабкого подразника. При дії подразників середньої сили відбувається розвиток ***«реакції активації»*** – активації захисних систем організму, яка, однак, не носить характеру патологічної гіперфункції. Рівень енергетичного обміну при цій реакції менш економічний, ніж при реакції тренування, але, на відміну від стресу, не призводить до виснаження.

Таким чином, адаптація організму до слабких і середніх за силою впливів відбувається без елементів ушкодження і виснаження організму, енергетичних витрат. При цьому наголошується в першому випадку (реакція тренування) – поступове, а в другому (реакція активації) – швидке підвищення ***резистентності організму***.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 1

Тести

1. Яку назву мають реакції організму на зрушення будь-якого одного з зовнішніх параметрів середовища?

А. Резистентність.

Б. Акліматизація.

В. Стрес.

Г. Адаптація.

2. Які фактори ризику навколишнього середовища для здоров'я належать до соціально-економічних?

А. Орографічні.

Б. Природні осередки хвороб.

В. Історичні.

Г. Фізичні забруднення.

3. Який компонент навколишнього середовища належить до ациклічних?

А. Зміна поколінь.

Б. Цунамі.

В. Знижений атмосферний тиск в горах.

Г. Виснаження ресурсів рослинного та тваринного світу.

4. Який екологічний фактор є ознакою класифікації «за ступенем дії»?

А. Хімічний.

Б. Біотичний.

В. Мутагенний.

Г. Етіологічний.

5. Який симптом входить до тріади стресу за Сельє?

А. Виразки респіраторного тракту.

Б. Інволюція опорно-рухового апарату.

В. Гіпертрофія кіркового шару надниркових залоз.

Г. Гіпертрофія мозкового шару надниркових залоз.

Ситуаційні задачі

1. Чи можна застосувати закон «оптимуму» до отрут, які максимально діють на людину? Обгрунтуйте свою відповідь.

2. У двох чоловіків (бухгалтера та робітника вугільної шахти) визначали зміни максимального об’єму кровотоку при фізичних навантаженнях малої та високої інтенсивності. У результаті в бухгалтера виявили зростання величини хвилинного об’єму крові (ХОК) при малих навантаженнях на 23%, при високих – на 49% порівняно з вихідним рівнем. У робітника вугільної шахти при малих навантаженнях ХОК зріс на 36%, високих – знизився на 11%, порівняно з вихідним рівнем.

Хто з двох обстежуваних краще тренований? Відповідь обґрунтуйте.

3. У багатьох бігунів через якийсь час після початку бігу настає «мертва точка» – відчуття різкої втоми. Однак незабаром настає «друге дихання» – покращення стану, і бігун може нормально продовжити біг.

У чому причина цих станів?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

ТЕМА 2. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Мета: засвоїти знання про вплив ультрафіолетового опромінення, геомагнітних і температурних факторів на стан здоров’я людини та адаптивні реакції з боку організму; сформувати уявлення про основні принципи профілактики несприятливого впливу фізичних факторів природного середовища на організм людини; вивчити вплив різних типів погоди на психофізіологічні функції людини; отримати навички при оцінюванні типу чутливості шкіри до ультрафіолетового випромінювання та ризику розвитку раку шкіри від його впливу, проведенні розрахунку безпечного часу засмаги, визначенні метеочутливості та сезонної організації функцій організму; закріпити набуті навички при проведенні заходів з надання першої медичної допомоги потерпілим від патогенної дії геліогеофізичних факторів.

ПЛАН

2.1. Видима частина сонячного спектра. Освітленість.
2.2. Ультрафіолетове випромінювання.
2.3. Геомагнітні фактори.
2.4. Метеочутливість.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Геліогеофізичні фактори – фактори, що є частиною єдиного фізичного процесу, який починається на Сонці та закінчується на Землі.

Гіпертермія (перегрівання) – тимчасове підвищення температури тіла при перевершенні фізіологічних можливостей теплорегуляторних механізмів, що призводить до утруднення тепловіддачи та накопичення в тілі надлишкового тепла.

Гіпотермія – стан, який виникає при підсиленій віддачі тепла, при нормальній теплопродукції чи при поєднанні цих факторів.

Загальне охолодження – порушення теплового балансу в організмі, що призводить до зниження температури тіла (гіпотермії).

Метеочутливість – реакція організму на вплив метеорологічних факторів або підвищену чутливість до коливань погоди.

Мінімальна еритемна доза (МЕД) – кількість енергії у 250 Дж/м^2 і викликає через 8-10 год почервоніння або еритему у незасмаглих людей з II типом чутливості шкіри.

Опіковий поріг засмаги – час для подальшої безпомилкової репарації.

Тепловий удар – гостре перегрівання організму зі швидким підвищенням температури тіла та подовжена дія високої температури оточуючого середовища.

Ультрафіолетова радіація – частина електромагнітного спектра, що знаходиться між самою м'якою частиною іонізуючого випромінювання з одного боку і видимим спектром – з іншого.

Хронобіологія – наука, що вивчає біологічні ритми.

Хрономедицина – розділ медицини, що використлвує закономірності біоритмів для підвищення ефективності діагностики, лікування та профілактики хвороб людини.

Циклон – сукупність явищ погоди, що характеризується низьким атмосферним тиском, теплим фронтом, підвищеною вологістю, як правило, посиленням вітру, збільшенням хмарності, опадами, зниженням вмісту кисню в повітрі.

2.1 Видима частина сонячного спектра. Освітленість

Вся енергія, що отримується поверхнею Землі, виходить від Сонця. Поверхні Землі досягають **видимі промені** – 0,17-4,0 мкм (48%), **інфрачервоні промені** – 0,75-0,001 мкм (45%), **ультрафіолетові промені** – понад 0,4 мкм (7%). ***Видима частина сонячного спектра*** впливає на людину шляхом зміни активності біологічних, в тому числі, циркадіанних ритмів, під якими розуміють характерні тимчасові цикли з певною послідовністю зміни інтенсивності та характеру біологічних процесів і явищ, які повторюються з періодом 20-28 год.

Істотними є ***циркадні (циркадіанні) коливання*** концентрації гормонів у крові, інтенсивність сечоутворення, діяльність серцево-судинної, кровоносної, дихальної систем, моторна та секреторна діяльність травного тракту.

Вивчає біологічні ритми **хронобіологія**, а використання закономірностей біоритмів для підвищення ефективності діагностики, лікування та профілактики хвороб людини – **хрономедицина**. При зміні часу світлових діб, зокрема, переведення годинника, настає десинхронізація циркадіанних ритмів фізіологічних процесів, що проявляється у втомі, дратівливості, розладі сну, розумовій та фізичній пригніченості. Можуть спостерігатися розлади травлення, зміна артеріального тиску.

Інтенсивне видиме світло може викликати осліплення, ретиніт. Недостатність видимого світла викликає сезонний афективний розлад, який відноситься до **середовищної патології**. Він характерний переважно для жінок і частіше розвивається взимку, коли робочий день починається при більш низькому штучному освітленні.

У хворих відзначається:

- депресія;
- швидка стомлюваність;
- дратівливість;
- порушення сну;
- психомоторне збудження або загальмованість;
- підвищення апетиту;
- надмірне споживання вуглеводів;
- підвищення ваги тіла;
- прагнення до зменшення соціальних контактів.

Ці ознаки зникають в останні весняні та літні місяці, коли збільшується тривалість світлового дня.

Причиною сезонного афективного розладу є тривале перебування в клітинах супрахіазматичного ядра гіпоталамуса специфічного білкового комплексу та високого рівня гормону мелатоніну, які руйнуються тільки при високій освітленості. **Мелатонін** пригнічує вироблення тропних гормонів гіпофіза, низький рівень яких, в свою чергу, знижує частоту дихання, артеріальний тиск, температуру тіла, активність метаболічних процесів і обумовлює симптоми сезонного афективного розладу.

Цей гормон регулює численні, життєво важливі процеси і, перш за все перебіг циркадних ритмів – циклів сну-неспання. Як було сказано, циркадний цикл полягає в зміні фізіологічних і поведінкових реакцій і має період приблизно рівний 24 год.

У темряві стимулюється синтез цього ферменту, а потрапляння світла на сітківку ока, навпаки, гальмує його синтез. Максимальні рівні мелатоніну виявляються в крові людей у період між 23 і 5 год. Вдень цей гормон майже не визначається.

Отже, в темряві більше утворюється мелатоніну, який гальмує вироблення гормонів гіпофізом і має відношення до таких функцій організму, як частота дихання, тиск крові, температура, сон, статеві функції, обмін води, жирів, вироблення тропних гормонів.

Зимова депресія лікується тільки світлом. Одна година перебування людини при освітленості в 2500 люкс (повний сонячне світло – 100000 люкс) і самопочуття людей поліпшується. Показано також, що при зміні часових поясів, тобто при ламанні циркадних циклів хороший результат дає перебування людини протягом 2 днів по три години при сонячному освітленні. Слід мати на увазі, що мелатонін в організмі – ***антираковий фактор*** у силу того, що має здатність знижувати рівні естрогенів у крові жінок.

2.2 Ультрафіолетове випромінювання

Ультрафіолетова радіація – частина електромагнітного спектра, яка знаходиться між самою м'якою частиною іонізуючого випромінювання з одного боку і видимим спектром – з іншого.

Нижнє обмеження спектра (100 нм) еквівалентно енергії фотона 12,4 eV, що приблизно відповідає енергії іонізації у біологічних структурах.

Виділяють три ***діапазони УФ випромінювання***:

УФА – 400-320 нм – довгохвильове випромінювання, глибше проникає в шкіру.

УФВ – 320-280 нм – середньохвильова, засмаглива радіація.

УФС – 280-200 нм – короткохвильова, бактерицидна радіація.

Основна частина УФ випромінювання < 290 нм активно поглинається озоновим шаром стратосфери. Головна мішень дії ультрафіолетового випромінювання – шкіра людини, так як глибше шкіри ультрафіолет не проникає.

Індивідуальна чутливість до ультрафіолетових променів залежить від расової приналежності людини, її віку, статі, фізіологічного стану, вмісту в організмі лікарських засобів або токсичних речовин.

Виділяють чотири типи чутливості шкіри до ультрафіолетових променів:

- I тип – особливо чутлива;
- II тип – чутлива;
- III тип – нормальна;
- IV тип – нечутлива шкіра.

Особливо чутлива шкіра відзначається у блакитнооких або зеленооких рудоволосих людей з веснянками, ***чутлива*** – у блакитнооких, зеленооких або сірооких осіб зі світло-русявим до каштанового кольору волосся, ***нормальна*** – у людей з темно-русявим або каштановим волоссям, сірими або світло-карими очима, ***нечутлива*** – у осіб зі смаглявою шкірою, темними очима та темним кольором волосся.

Опіковий поріг засмаги – час для подальшої безпомилкової репарації. Опіковий поріг для особливо чутливої шкіри становить менше 10 хв, чутливої – 10-20 хв, нормальної – 20-30 хв, нечутливої – 30-45 хв.

Можливе підвищення світлочутливості шкіри під впливом сенсибілізаторів, що містять деякі лікарські засоби (аспірин, ібупрофен, антибіотики) та природні сполуки (фуранокумаріни), а також зниження її при застосуванні пара-амінобензойної кислоти та меланіну. **Мінімальна еритемна доза (МЕД)** в одну одиницю відповідає енергії 250 Дж/м^2 і викликає через 8-10 год почервоніння, або еритему, у незасмаглих людей з II типом чутливості шкіри. Такий же ефект у осіб першого типу шкіри викликає 0,8, третього – 1,4, четвертого – 1,8 МЕД.

При ультрафіолетовій недостатності у людини на тлі порушення обміну фосфору та кальцію розвивається ***гіповітаміноз*** або ***авітаміноз D***. У дорослих він виявляється як остеопороз з порушенням кістковоутворення при переломах, руйнуванням зубної емалі, у дітей – провідник фактору ***екзогенного рахіту***.

Високі дози ультрафіолетового випромінювання в літній період, взимку під час відпочинку в жарких країнах, у соляріях можуть викликати:

- детерміновані;
- стохастичні (ймовірні) ефекти.

Ранні ***детерміновані ефекти***, тяжкість яких залежить від дози, містять прояви, що розвиваються через 2-14 год після опромінення:

- фотоалергічні реакції шкіри;
- фотокератит;
- кон’юнктивіт.

До пізніших ефектів належить **катаракта**.

До ***стохастичних ефектів*** належать злоякісні новоутворення шкіри: **карцинома** та найбільш злоякісна пухлина **меланома**.

Злоякісні утворення найчастіше розвиваються на місці диспластичних невусів. Механізм розвитку злоякісних новоутворень полягає в захопленні невомеланоцитами квантів ультрафіолету, передачі їх у ядро та пошкодження ДНК, яке може з’явитися точкою мутації, у тому числі і злоякісної трансформації клітини (рис. 2.1).

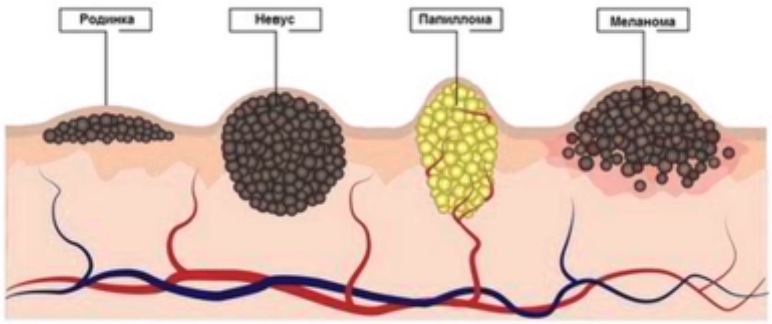


Рис. 2.1. Етапи утворення меланоми [7]

Природний захист від ультрафіолетового випромінювання здійснюється шляхом:

- утворення засмаги, обумовленої меланіном;
- утворення уроканової кислоти;
- зроговіння верхнього шару шкіри.

2.3 Геомагнітні фактори

Вплив магнітного поля на людину тісно пов'язаний з сонячною активністю. Тому в даному пункті піде мова про **геліогеофізичні фактори**. Ці фактори – частина єдиного фізичного процесу, який починається на Сонці та закінчується на Землі. Сонце випускає в навколопланетний простір не тільки електромагнітне випромінювання, але й потік заряджених частинок, які беруть участь у формуванні первинного космічного випромінювання. У результаті термоядерних реакцій з поверхні Сонця в міжпланетний простір потрапляє потік заряджених частинок, у переважній більшості протонів, електронів, атомів гелію і кисню **(«сонячний вітер»)**.

Частинки мають швидкість приблизно 400 км/с (1,4 млн. км/год) і густину – десятки частинок на квадратний сантиметр. Поверхні Землі вони досягають приблизно за 4-5 днів. **Магнітне поле Землі** слугує захистом від сонячного вітру, і останній досить складним чином взаємодіє з магнітосферою Землі. Протони несуть позитивний заряд, отже з їх рухом пов'язані електромагнітні явища. Магнітне поле Землі за своєю величиною є досить невеликим. Крім цього, воно є дипольним. Магнітна вісь земного магніту розташована не вздовж географічної осі, а складає з нею кут 11 градусів, тобто магнітні та географічні полюси не збігаються.

Силові лінії магнітного поля є векторами, тобто вони характеризуються визначеною орієнтацією. Лінії спрямовані вертикально вгору від Північного магнітного полюса (він розташований у Південній півкулі), а на Південному магнітному полюсі (в Арктиці) спрямовані вниз. На екваторі вони паралельні земній поверхні. Магнітне поле Землі через існування сонячного вітру несиметричне. З денного боку, який «у лоб» обдувається сонячним вітром, магнітне поле Землі підтискається ближче до Землі та вже на відстані 10 земних радіусів (приблизно 64000 км) закінчується.

На протилежній стороні, нічній – ситуація зворотна. Тут сонячний вітер тисне на магнітне поле тільки з боків. Тому силові лінії магнітного поля витягуються на дуже великі відстані (до 100 і більше земних радіусів). Все це впливає на взаємодію заряджених частинок сонячного вітру з магнітними лініями поля. Заряджені частинки можуть проникати в атмосферу Землі в ділянку вирв, які є на Північній і Південній півкулях. Інший їхній шлях проникнення в атмосферу – через ***шлейф*** або ***хвіст***. Чим далі від Землі, тим напруженість магнітного поля менше.

У сильно віддаленому хвості магнітосфери напруженість магнітного поля дуже мала, і вона не може перешкоджати проникненню заряджених частинок всередину цього поля, в крайові ділянки. Ці області з'єднуються силовими лініями магнітного поля з високими широтами Північної і Південної півкуль (70 широти). Рухаючись уздовж силових ліній поля, рух частинок прискорюється і, потрапляючи до верхніх шарів атмосфери, вони взаємодіють з атомами і молекулами газів. Отже, не тільки на денній, а й на нічній стороні Землі можливе проникнення частинок в атмосферу (рис. 2.2).

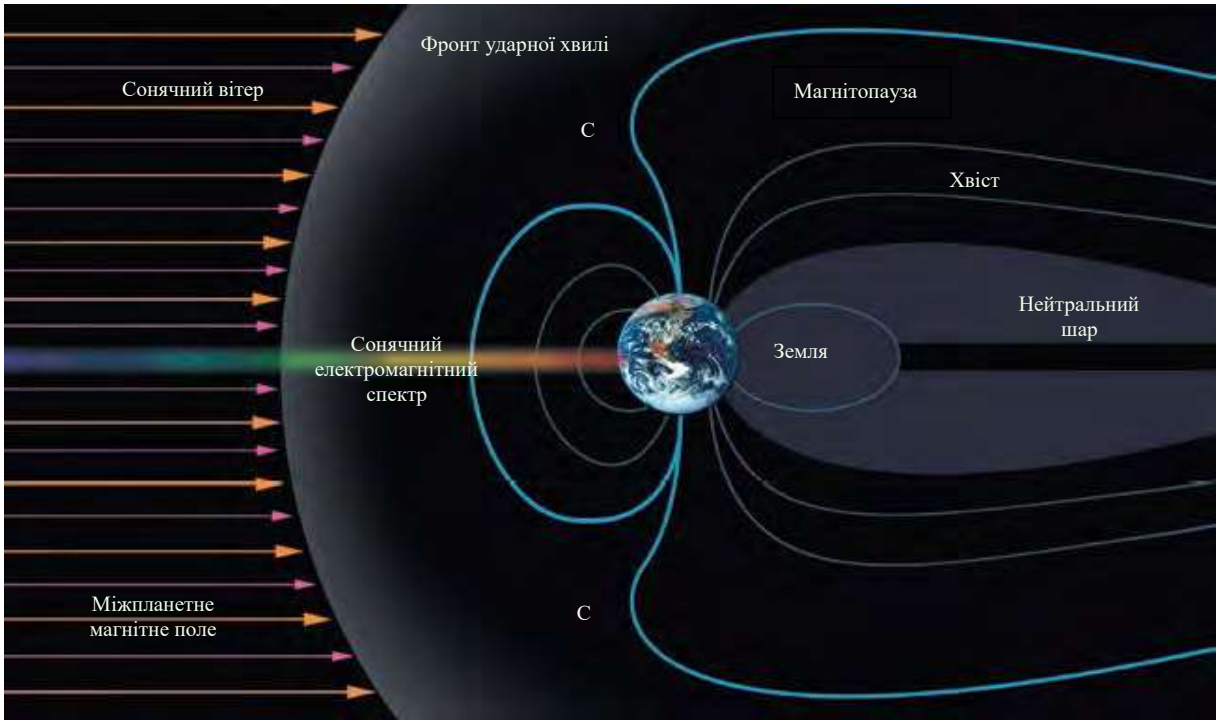


Рисунок 2.2 – Структура магнітосфери Землі [2]

Утворюється немовби овал, який оточує полярну шапку, на денній стороні 1 тис. км від геомагнітного полюса, на нічний – приблизно 2000 км. Ці місця так і називають – ***овали полярних сяйв***. Як було відзначено, заряджені частинки, що вторглися в атмосферу (іоносферу) на високих широтах, викликають сильну іонізацію атомів і молекул, у результаті цього атмосферний газ має здатність проводити електричний струм. В овалі полярних сяйв інтенсивність електричних потоків підвищена і, отже, в них тече електричний струм. Є два електричні потоки – один зі сходу на захід, інший у протилежному напрямку. Ними породжується додаткове магнітне поле.

Сонячна активність відрізняється 11-річної періодичністю (2000 рік – рік найвищої активності Сонця). Крім цього, можливі раптові збільшення активності, що виражається в появі у Сонця темних плям. Навіть при сонячному спалаху середньої інтенсивності, а це супроводжується появою плям на Сонці, виділяється величезна кількість енергії (приблизно 1 025 Дж). При цьому викидаються в міжпланетний простір потоки заряджених частинок, енергія та швидкість яких більше, ніж енергія частинок сонячного вітру. Один з

найпотужніших спалахів класу X стався 14 липня 2024 року. Енергія протонів при цьому спалаху була в 20000 разів більше, ніж енергія частинок звичайного сонячного вітру.

При цьому потік електромагнітної енергії досягає поверхні Землі за 8 хв, а потік високошвидкісних частинок всього за 12-24 год. Під його тиском магнітосфера Землі на денній стороні стискається приблизно вдвічі (до 3-4 земних радіусів). Через сильне стиснення магнітосфери Землі збільшується напруженість магнітного поля і починається світова **магнітна буря**. ***Початкова фаза магнітної бурі*** триває 4-6 год. Після цього, магнітне поле коливально повертається до норми, а потім знижується. Період зниження напруженості магнітного поля називають ***головною фазою***, та триває вона близько 10-15 год. Після головної фази слідує ***відновлювальна фаза*** (кілька год), у процесі якої магнітне поле коливально відновлює свої початкові розміри.

Здорові люди нечутливі до магнітних бурь і тільки у 16% практично здорових людей спостерігається короткочасна перебудова діяльності вегетативно-гуморальної та серцево-судинної систем.

Фактори, що впливають на людину під час магнітної бурі:

1) мікропульсації магнітного поля Землі (найбільший вплив на нервову систему людини надають пульсації з частотою 0,1 Гц);

2) інфразвук (поширюється з області високих широт);

3) зміна інтенсивності УФ випромінювання;

4) зміна метеоумов;

5) зміна атмосферної електрики;

6) зміна радіоактивності за рахунок ексгаляції радону.

Геомагнітні бурі впливають на перебіг деяких захворювань:

1. Збільшення серцево-судинних захворювань (гіпертонічна хвороба, стенокардія, інфаркт міокарда). Число цих захворювань збільшується в день геомагнітної бурі, а максимуму досягає на наступний день. Інфаркт міокарда, що виник у день геомагнітної бурі, відрізняється більш важким перебігом. Смертність збільшується на 10-20%.

2. Збільшення захворюваності органів дихання (наприклад, за рахунок загострення хронічних неспецифічних захворювань легенів).

3. Зміна психоемоційного стану (синдром психоемоційного напруження).

4. Збільшується частота передчасних пологів. При цьому впливає не інтенсивність магнітної бурі, а сам факт зміни магнітного поля.

Основні принципи профілактики несприятливого впливу геомагнітних факторів.

1. Організаційні заходи:

- складання прогнозів магнітних бур;
- постановка хворих на диспансерний облік;
- організація роботи кардіологічних бригад «Швидкої допомоги» з урахуванням сонячної активності.

2. Обмеження фізичного навантаження під час магнітної бурі.
3. Зниження калорійності харчування.
4. Завчасний прийом лікарських препаратів: антиоксидантів (вітаміни А, Е, С); седативних і легких антикоагулянтів (аспірин).
5. Активний відпочинок, загартовування (загальне оздоровлення).

2.4 Метеочутливість

Восени та навесні погодні умови піддаються більш значним змінам, тому у населення відзначаються сезонні захворювання (простудні, серцево-судинні та шлунково-кишкові) або сезонні загострення хронічних хвороб. У здорових людей з добре функціонуючими механізмами адаптації різка зміна погоди відбивається, в основному, на стані психоемоційної сфери, може виникнути головний біль, уповільнення реакції організму на різні зовнішні подразники. У 35-70% хворих внаслідок ослаблення механізмів адаптації, імунітету або наявності хронічних захворювань розвивається **метеочутливість**, під якою розуміють реакцію організму на вплив метеорологічних факторів або підвищену чутливість до коливань погоди.

Найчастіше метеочутливість спостерігається при серцево-судинних хворобах, у меланхоліків і холериків.

Розрізняють такі ступені метеочутливості:

- легкий;
- середній;
- важкий.

Легкий ступінь проявляється суб'єктивними скаргами на здоров'я.

При ***метеочутливості середнього ступеня*** відзначаються зміни артеріального тиску, показників електрокардіограми. Різко виражені серцеві, мозкові, астеноневротичні або змішані розлади характерні для ***важкого ступеня метеочутливості***.

Для ***серцевого типу метеочутливості*** характерна:

- тахікардія;
- біль у ділянці серця;
- порушення дихання.

При ***мозковому типі*** з'являються:

- головний біль;
- запаморочення;
- шум у вухах і голові.

При ***астеноневротичному типі метеочутливості*** у людини спостерігається:

- постійна дратівливість;
- підвищена збудливість;
- підвищення або зниження артеріального тиску;

- порушення засинання.

Змішаний тип поєднує серцеві та нервові розлади.

На організм впливають також знижені або підвищені атмосферний тиск, температура, вологість, швидкість руху та іонізація повітря.

Зниження атмосферного тиску при підйомі в гори викликає **гірську хворобу**, для якої характерні:

- сонливість;
- головний біль;
- загострення серцево-судинних захворювань;
- загострення кістково-м'язових захворювань;
- загострення шлунково-кишкових захворювань.

Зазначені симптоми обумовлені подразненням рецепторів плеври, суглобів, судин і гіпоксією внаслідок зниження парціального тиску кисню.

Серед метеочутливих людей прийнято виділяти три групи (А. Д. Єфіменко, 1997).

1. ***Істинно метеочутливі люди*** – це люди, в яких погане самопочуття залежить від певних погодних умов. В іншому вони можуть бути абсолютно здорові.

2. ***Клінічно метеочутливі люди*** – це люди, які страждають на будь-які гострі та хронічні захворювання, а погодні умови лише підсилюють або послаблюють перебіг основного захворювання. Найчастіше метеочутливість докучає тим особам, які страждають на вегетативні неврози, гіпертонічну хворобу, недостатність коронарного кровопостачання.

3. ***Псевдометеочутливі люди*** – це люди, на яких діють не самі погодні умови, а деякі супутні їм обставини. Більшість літніх самотніх людей, зокрема, відчувають пригнічений стан з приходом холодної вогкої погоди, ожеледиці та ін., що обмежують їх рухливість, а значить, і можливість спілкування.

Яку ж погоду прийнято вважати несприятливою? Відповідь буде наступною:

1) температура повітря протягом доби змінюється на 15 °С і більше для дорослих, на 7-8 °С і більше для дітей;

2) відносна вологість протягом доби змінюється на 30%;

3) атмосферний тиск зростає або падає зі швидкістю більше 1 мм рт. ст. за годину для дорослих; падіння або підйом тиску на 7-8 мм рт. ст. за добу для дітей;

4) комфортна для організму норма 768 мм рт. ст. або 1013 мбар;

5) швидкість вітру перевищує 12-15 м за секунду;

6) різкі зміни геомагнітного поля: за статистикою в дні «сонячного вітру» смертність збільшується в 1,5 рази.

Залежно від того як поєднуються протягом дня несприятливі погодні фактори прийнято виділяти **різні типи погоди**.

Гіпоксичний тип. Його основні риси: низький атмосферний тиск, теплий фронт, підвищена вологість, як правило, посилення вітру, збільшення хмарності, опади, зниження вмісту кисню в повітрі (сукупність цих явищ

називають **циклоном**). Несприятливий для людей з низьким артеріальним тиском. Сприятливий для тих, хто схильні до гіпертонічної хвороби, спазмів судин.

Спастичний тип. Його основні риси: підвищення атмосферного тиску та вмісту кисню в повітрі, зниження температури, посилення вітру, дні, як правило, ясні. Несприятливий для людей, які страждають на підвищений артеріальний тиск і бронхіальну астму. У таку погоду можливо загострення нирково- та жовчокам'яної хвороби. Сприятливий для гіпотоників.

Тонізуючий і гіпотензивний типи. Найчастіше передують відповідно спастичному та гіпоксичному типам. Перший викликає підвищення тонусу судин, другий – його зниження.

Вплив на здоров'я менш виражений. Однак, якщо ви несумісні з одним з цих типів погоди, самопочуття може дещо погіршитися.

Найбільш небезпечні різкі перепади, коли протягом доби відбувається нашарування одного ефекту на інший: спастичного на гіпоксичний, і навпаки.

Ще великий Гіппократ за 400 років до нашої ери в «Афоризмах» зауважив: «Організми людей поводяться по-різному відносно пори року: одні схильні більше до літа, інші – до зими. Також хвороби протікають по-різному – добре або погано – в різні пори року». Сучасні численні дослідження підтвердили: пори року та самопочуття людини взаємопов'язані.

Якщо ви страждаєте на хронічну кисневу недостатність (гіпоксію), гіпотонію, серцево-судинні та бронхіальні захворювання або схильні до цих недуг, ви швидше за все **людина зими**. Коли ясні погожі сонячні дні з легким морозцем, ви відчуваєте приплив сил і бадьорості. Люди зими в більшості своїй ті, кому дошкуляють алергії та шкірні захворювання, «прокидаються» з потеплінням. Той, хто страждає на хвороби легень, нирок (гломеруло- та нефрит), гіпертонічну хворобу, порушення опорно-рухового апарату або має до них схильність, може вважати себе **людиною літа**. Тепла суха погода для таких людей – благо, відмінний час, щоб зміцнити здоров'я: вони практично не хворіють, чи не нагадують про себе й хронічні хвороби.

Підвищення тиску може викликати **баротравми барабанної перетинки.** Температура повітряного середовища вище +35 °С обумовлює:

- гіпертермію;
- почастішання дихання;
- тахікардію;
- гіпотонію;
- дискоординацію рухів.

При температурі повітря від 0 °С до -12 °С можливе зниження температури тіла до 35 °С, ослаблення больової чутливості, адинамія, сонливість. При більш низьких температурах може наступити **відмороження** обличчя, кінцівок і **летальний кінець**. **Охолодження ніг** призводить до простудних захворювань.

Відносна вологість нижче 20% призводить до пересихання та запалення слизових оболонок ротової порожнини, носа, глотки, очних яблук. При

відносній вологості більше 90% припиняється випаровування поту та розвивається гіпертермія (в разі високої температури навколишнього середовища). Низька швидкість вітру ускладнює віддачу тепла, а рух повітря вище 20 м/с збільшує тепловіддачу організму, пригнічує нервово-психічний стан.

При спільному впливі на людину високої температури, високої відносної вологості і низькій швидкості руху повітря розвивається **тепловий удар** з:

- підвищенням температури тіла до 40-41 °С;
- головним болем;
- блювотою;
- гіпотонією;
- почастішанням дихання;
- втратою свідомості;
- судомами.

Оптимальний вміст **негативних легких іонів**:

- сприятливо впливає на газовий і мінеральний обмін;
- стимулює обмінні процеси;
- прискорює грануляцію ран;
- тонізує діяльність центральної нервової системи;
- надає імуностимулюючу, аналгетичну, десенсибілізуючу, бактерицидну дію.

У даний час **аероіонотерапія** застосовується в комплексному лікуванні та профілактиці різних захворювань. Надлишок іонів з позитивним зарядом пригнічує дію, викликаючи відчуття втоми, сонливість, головний біль, дратівливість, підвищення артеріального тиску.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 2

Тести

1. До якого типу чутливості шкіри до ультрафіолетових променів належать блакитноокі, зеленоокі або сіроокі особи зі світло-русявим до каштанового кольору волосся?

А. Особливо чутлива.

Б. Чутлива.

В. Нормальна.

Г. Нечутлива.

2. Який ефект високих доз ультрафіолетового випромінювання належить до стохастичних?

А. Фотоалергічні реакції шкіри.

Б. Злоякісні новоутворення шкіри.

В. Фотокератит.

Г. Кон’юнктивіт.

3. Який симптом характерний для астеноневротичного типу метеочутливості?

А. Біль у ділянці серця.

Б. Шум у вухах і голові.

В. Порушення засинання.

Г. Поєднання серцевих і нервових розладів.

4. Чим характеризується група клінічно метеочутливих людей?

А. Погане самопочуття залежить від певних погодних умов, а в іншому вони можуть бути абсолютно здорові.

Б. Діють на людей не самі погодні умови, а деякі супутні їм обставини.

В. Погодні умови лише підсилюють або послаблюють перебіг основного захворювання.

Г. Більшість літніх самотніх людей відчувають пригнічений стан з приходом холодної вогкої погоди.

5. Який тип погоди характеризується ясними днями, зниженням температури, посиленням вітру?

А. Тонізуючий тип.

Б. Гіпотензивний тип.

В. Гіпоксичний тип.

Г. Спастичний тип.

Ситуаційні задачі

1. Відомо, що помірна засмага викликає утворення в шкірі коричневого пігменту меланіну. Однак навіть помірний вплив сонця може призвести до утворення раку шкіри.

Якими причинами можна пояснити різні наслідки помірних сонячних ванн?

2. Якщо людина вимушена працювати за високих температур середовища та 100% вологості повітря, то за цих умов всі механізми терморегуляції виявляються неефективними. Якщо робота триває довго, то може настати небезпечне для життя перегрівання.

Як допомогти системі терморегуляції штучним шляхом, не використовуючи захисних костюмів?

3. У людей народження дітей не приурочене до будь-якої пори року.

Яка ваша думка, чи можуть фотоперіоди зачаття, вагітності та народження мати вплив на стан людського організму? Поясніть свою відповідь.

ТЕМА 3. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ШТУЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Мета: засвоїти знання про вплив шуму, вібрації, електромагнітного та іонізуючого випромінюваь на стан здоров'я людини в залежності від інтенсивності та тривалості; сформувати уявлення про основні принципи профілактики та боротьби зі шкідливою дією фізичних факторів штучного середовища на організм людини; набути навички при визначенні шумового та радіоактивного забруднення навколишнього середовища; закріпити набуті навички при проведенні заходів з надання першої медичної допомоги хворим з ознаками шумової, вібраційної та променевої хвороб.

ПЛАН

3.1. Шум.
3.2. Вібрація.
3.3. Електромагнітне випромінювання.
3.4. Іонізуюче випромінювання.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

БЕР – біологічний ефект поглиненої дози в 1 рад.

Вібрація – особливий вид механічної енергії, що передається навколишньому середовищу від джерела збудження та поширюється в твердих тілах у вигляді пружних коливань і хвиль.

Децибел (дБ) – одиниці вимірювання інтенсивності звуку.

Герц (Гц) – одиниця частоти коливань.

Звук – періодичні механічні збурення в газах, рідинах або твердих середовищах.

Електросмог – сукупність електромагнітних полів у приміщенні.

Інфразвук – звук частотою до 20 Гц.

Прогресуюча туговухість – поступова повна втрата слуху на обидва вуха.

Рад – позасистемна одиниця виміру поглиненої дози іонізуючого випромінювання, 1 рад = 0,01 Дж/кг = 0,01 Гр.

Слухова адаптація – зростання слухового порогу впродовж 1-3 хв на 10-15 дБ при дії підвищеного рівня шуму.

Слухове стомлення – зниження гостроти слуху на 15-20 дБ протягом годин або днів після припинення дії шуму.

Сон – одиниці гучності.

Ультразвук – звук частотою понад 20 тис. Гц.

Шум – звуки, позбавлені музичних властивостей, або небажані та неприємні звуки.

3.1 Шум

Слово **звук** означає періодичні механічні збурення в газах, рідинах або твердих середовищах. Стосовно 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 розуміють звуки, позбавлені музичних властивостей, або небажані та неприємні звуки. Шум у нормальних умовах є характерним компонентом життя та являє собою одну з найбільш ефективних сигнальних систем. Він супроводжує більшість видів людської діяльності та може виступати в ролі стимулюючого або несприятливого фактора. Так як слух не можна «вимкнути» за власним бажанням, то шум також 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*** та ***методами***:

- шляхом опитування про суб'єктивний характер дії шуму за спеціально розробленою анкетою 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, у тому числі важких для дослідження в реальних умовах навколишнього середовища).

Класифікація шуму за джерелами:

1) виробничий шум;
2) будівельний шум;
3) транспортний шум;
4) 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 особливо шкідливо діє на центральну нервову систему (ЦНС) і сприймається як більш гучний, особливо у чоловіків;

2) ***інфразвук – частота до 20 Гц.*** Це нечутні людиною звуки. При високій інтенсивності інфразвук може виражено діяти 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 інфразвукова зброя, при цьому поки основною перешкодою для її 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 та ***фізико-хімічу 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.

Залежно від переважання звуків певної частоти виділяють тональні шуми:

1) ***«білий шум»*** – звуки всіх частот (шум прибою);

2) ***«рожевий шум»*** – переважання низьких звуків;

3) ***тональні шуми*** – переважання однієї частоти звуків.

Класифікація шуму за тривалістю:

1) ***стабільний шум*** – коливання рівня шуму в часі не більше 5 дБ;

2) ***нестабільний шум*** – коливання рівня більш 5 дБ;

3) ***імпульсний шум*** (непостійний шум, що складається з 1 або декількох звукових сигналів, кожний тривалістю менше 1 с, 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:

1) ***постійні*** – рівень звуку за 8-годинний робочий день не змінюється більш ніж на 5 дБ;

2) ***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, несподіванку

впливу, поєднання з вібрацією і т. д. Механізм, що захищає орган слуху від впливу шуму, – **акустичний рефлекс**: одночасне скорочення м'язів стремінця та тензора барабанної перетинки знижує кількість енергії, переданої на слухові рецептори. Однак існує межа можливого захисту органу слуху, обумовлений втомою 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 підвищується 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. ***Активація, збудження нервової системи.*** Цей тип впливу характеризується підвищенням тиску крові, частоти дихання та пульсу. Поріг цих реакцій знаходиться досить високо, починаючи з 70-75 дБ. Під час 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 та 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 включають як специфічні слухові реакції, так і неспецифічні неслухові реакції, а також психофізіологічні реакції.

Специфічні реакції:

1. ***Втома слуху*** проявляється у тимчасовій зміні 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.

2. ***Маскуючий ефект*** стосується зниження сприйняття або здатності чітко 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 за частотними характеристиками.

3. ***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 ділянку високих частот звуків. Однак дані реакції індивідуальні.

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

Неспецифічні реакції:

1. ***З боку ССС*** при впливі шуму можуть спостерігатися зміни частоти серцевих скорочень у бік як збільшення, так і зниження. При впливі шуму знижується хвилинний об'єм крові, збільшуються коливання показників артеріального тиску та звужуються периферичні кровоносні судини.

2. ***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.

3. Є ***дані про зміни крові*** та інших рідких середовищ організму, які, зокрема, проявляються в еозинофілії, гіпокаліємії, гіпо- та гіперглікемії, реакціях з боку ендокринної системи.

4. ***Шкірні гальванічні реакції*** демонструють зниження ступеня електричного опору шкіри.

5. Виникають порушення ***в роботі вестибулярного апарату***.

6. ***Реакції з боку очей*** включають розширення зіниці, звуження розмірів поля зору, зниження швидкості сприйняття світла та погіршення нічного зору.

7. Сильний шум небезпечний ***для клітин плода***, тому що плід не може адаптуватися до шуму. Несприятливим для майбутньої дитини є шум більш 90 дБ.

8. 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:

1. Однією з реакцій на вплив шуму є ***переляк***, пов'язаний з впливом раптового звукового імпульсу високої інтенсивності.

2. Вплив шуму може привести ***до порушень сну***.

3. 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 та розвиток приглухуватості при стажі до 5 років). Ця стадія шумової хвороби невиліковна, тому так важливо виявляти шумову хворобу на стадії слухової втоми та відстороняти людину від впливу шуму.

Боротьба з шумом на виробництві та в населених місцях:

1. Адміністративно-законодавчі заходи: КЗпП, Закон України «Про систему громадського здоров'я», Житловий кодекс України та ін.

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

3. Гігієнічні заходи:

а) попереджувальний санітарно-епідеміологічний нагляд – нормування шуму – встановлення гранично допустимого рівня (ГДР) за різними критеріями;

б) поточний санітарно-епідеміологічний нагляд – контроль рівнів шуму на виробництві або в побуті та винесення приписів щодо його обмеження або припинення.

4. Медико-профілактичні заходи – запобіжні та поточні профогляди працівників на шумних виробництвах.

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

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

3.2 Вібрація

Вібрація є одним з видів фізичного (енергетичного) забруднення середовища проживання людини. У межах міської території дія цього фактора менш виражена, 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** розуміють особливий вид механічної енергії, що передається навколишньому середовищу від джерела збудження та 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 за частотою більше 1 герца (Гц) – 1 раз на секунду. Вібрація характеризується амплітудою, частотою, напрямком, а нормується за віброшвидкістю та віброприскоренням.

Класифікація вібрації

1. За амплітудою:

а) загальна: транспортна, технологічна;

б) місцева (локальна): технологічна.

2. За частотою:

а) низькочастотна – 2-4 Гц;

б) середньочастотна – 8-16 Гц;

в) високочастотна – 32-63 Гц.

3. За напрямком:

а) горизонтальна;

б) 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 й 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 виявлені 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, які володіють значною біологічною активністю. Залежно від частоти, інтенсивності, часу впливу та способу передачі (локальний або загальний) вібрація по різному впливає на організм людини, в першу чергу, при її виробничій діяльності.

Діагноз професійної патології – ***вібраційна хвороба***.

Стадії вібраційної хвороби

При дії загальної вібрації:

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

3.3 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 у приміщенні називають **електросмогом**. ***Електромагнітні поля (ЕМП)*** в усіх частотних діапазонах мають високу біологічну активність. При відносно високих рівнях ЕМП провідним є тепловий механізм. Найчастіше на людину впливають низькі рівні ЕМП.

Біологічна дія ЕМП проявляється в:

- зміні діяльності нервової й ендокринної систем, захисних реакцій організму;
- зниження потенції, що призводить до порушення дітородної функції;
- усі зміни в стані організму, що спостерігаються, 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 систем, що проявляються у вигляді ***астенічного синдрому*** (слабкість, дратівливість, швидка стомлюваність, погіршення пам'яті, порушення сну).

Серцево-судинні порушення проявляються у вигляді ***нейроциркуляторної дистонії*** (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. У результаті впливу вторинного випромінювання (мікрохвильове, рентгенівське, ультрафіолетове, електронне випромінювання, а також інші електромагнітні поля) телевізорів може порушитися діяльність ЦНС, зорового аналізатора, серця, вилочкової залози, розвивається астенічний, астено-вегетативний синдроми, астенопія.

Персональні комп'ютери є джерелами електричних полів, електромагнітних і рентгенівських променів. Для здоров'я людини більш небезпечним є 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, пригніченні її функцій;
- зростає число мутацій ДНК;
- підвищується ризик утворення пухлини мозку, порушення функцій вестибулярного та слухового нервів, розвитку хвороби Альцгеймера та хвороби Паркінсона;
- порушується репродуктивна функція у чоловіків;
- збільшується ризик патології розвитку плода.

Електромагнітні поля викликають:

- аутоімунні реакції;
- імунодефіцит.

Тривалий вплив ЕМП на людину має канцерогенну дію, може спровокувати розвиток розсіяного склерозу.

Профілактика шкідливої дії ЕМП

Для працюючих з джерелами ЕМП, особливо СВЧ необхідно використовувати ***4 принципа захисту*** від електромагнітного випромінювання (у т. ч. іонізуючого):

- захист дозою, кількістю (встановлення та контроль дотримання ГДР);
- 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).

3.4 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 та штучні радіоізотопи і джерела іонізуючої радіації.

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

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

Усі джерела діляться на закриті та 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 іонізуючої здатністю – утворюється 6000 пар іонів в 1 $см^3$ повітря, але дуже низькою проникаючою здатністю – пробіг у тканинах організму – 1/6 мм. Захистом слугує одяг, аркуш паперу і т. д. Основна небезпека альфа-частинок спостерігається при внутрішньому потраплянні («внутрішні мікрореактори») в організм з продуктами та водою;

- ***бета-випромінювання*** – потік бета-частинок (електрони або позитрони). Іонізуюча здатність – 6 пар іонів у 1 $см^3$ 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 та повільні). Іонізація – 400 пар іонів в 1$см^3$, 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, що 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$см^3$ повітря, пробіг в повітрі – сотні м, у тканинах – кілька м (залежить від жорсткості випромінювання – від довжини хвилі).

Захист – матеріали з високою щільністю – свинець, бетон (рис. 3.1).

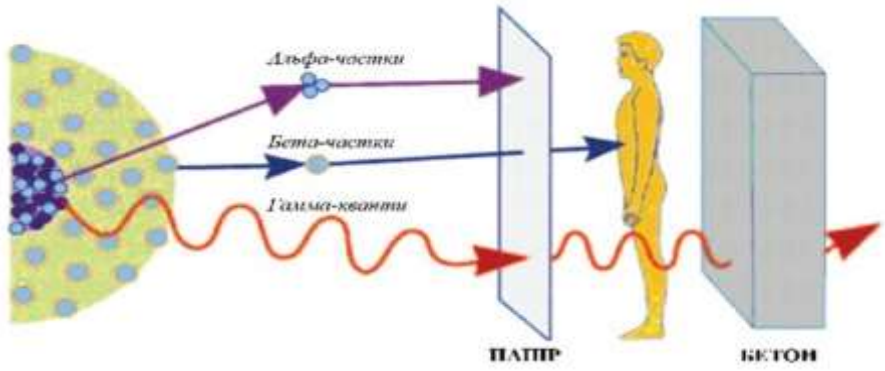


Рис. 3.1. Проникаюча здатність різних видів випромінювання [7]

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 причини, що їх породила.

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 та організму – деструкція біоречовин і утворення нових, невластивих організму сполук;
- порушення обміну речовин у біологічних системах зі змінами відповідних функцій на тлі нейрогуморальних реакцій вже без впливу радіації.

Найважливіші біологічні реакції організму на дію радіації

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

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

За наявністю порогу шкідливої дії (дози, що викликає певні порушення в організмі) всі радіаційні ефекти ділять на стохастичні та нестохастичні.

1. ***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 та природне опромінення за життя не перевищує 100 БЕР). **БЕР** – біологічний ефект поглиненої дози в 1 рад.

2. ***Нестохастичні ефекти*** – порогові – тяжкість ураження залежить від дози та можна встановити поріг (дозу) шкідливої дії, а потім визначити безпечні рівні впливу та нормувати його. Всі існуючі нормативи радіації – гранично-допустимі дози (ГДД) і норми радіаційної безпеки (НРБ) ґрунтуються на попередженні саме цих ефектів. До нестохастичних ефектів належать гостра та 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.

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

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 (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Симптоми променевої хвороби [7]

При тривалому зовнішньому або внутрішньому опроміненні людини в малих рівнях, але тих, що перевищують допустимі величини, може виникнути **хронічна променева хвороба** 3-х ступенів тяжкості.

Усі 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 ГДД радіації потрібно прагнути до подальшого зниження дози опромінення.

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 усі 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 та тканини;

3 група – шкіра, кістки; щитоподібна залоза.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 3

Тести

1. У чому проявляється шкідливий вплив інфразвуку?

А. Особливо шкідлива дія на центральну нервову систему.

Б. Місцеве ураження периферичної нервової системи.

В. Виражена дія на внутрішні органи.

Г. Місцеве ураження кровоносної системи.

2. Який тип дії шуму характеризується підвищенням тиску крові, частоти дихання та пульсу?

А. Заважаюча дія.

Б. Активація, збудження нервової системи.

В. Вплив на працездатність.

Г. Перешкоди для передачі інформації та порушення загальної орієнтації у звуковому середовищі.

3. Який ефект радіації належить до нестохастичних?

А. Променева катаракта.

Б. Канцерогенна дія.

В. Мутагенна дія.

Г. Спадковий ефект.

4. Чим характеризується нестабільний шум?

А. Коливання рівня шуму в часі не більше 5 дБ.

Б. Складається з 1 або декількох звукових сигналів, кожний тривалістю менше 1 сек.

В. Коливання рівня шуму в часі більше 5 дБ.

Г. Викликає напругу слухової адаптації.

5. До яких змін в організмі у віддалені терміни може призвести часте й необґрунтоване використання мобільного телефону?

А. Ослаблення пам’яті.

Б. Порушення сну.

В. Гальмування розумових здібностей.

Г. Розвиток хвороби Альцгеймера та хвороби Паркінсона.

Ситуаційні задачі

1. Для будівництва лікарні на 520 ліжок пропонується ділянка розміром 120×80 м, розташована по відношенню до житлового району так, що найближчі житлові будинки знаходяться на відстані 30 м, а радіус обслуговування поліклініки не перевищує 5 км. За 40 м від кордону ділянки знаходиться районна автомагістраль. Рівень шуму дільниці становить удень – 60, а вночі – 45 дБ. За 20 км на схід від ділянки розташоване промислове підприємство (теплоелектростанція).

Оцініть придатність цієї ділянки для будівництва лікарні, дайте рекомендації щодо розміщення функціональних зон на ділянці.

2. У пацієнта, який зазнав зовнішнього опромінення рентгенівськими променями в дозі 6 Гр, розвинулася виразково-некротична ангіна. Під час огляду пацієнта: шкірні покриви бліді, з численними крововиливами у вигляді екхімозів.

Картина периферичної крові: еритроцити – $2{,}4\times10^{12}$/л; тромбоцити – $40{,}0\times10^{9}$/л; лейкоцити – $3{,}3\times10^{9}$/л. Лейкоцитарна формула: нейтрофіли: сегментоядерні – 45%, паличкоядерні – 1%; еозинофіли – 0; базофіли – 0; лімфоцити – 50%; моноцити – 4%.

Яка форма гострої променевої хвороби розвинулася у пацієнта? Про який період захворювання слід думати у пацієнта?

3. Людям, які постраждали під час аварії на Чорнобильській АЕС, в якості профілактичних заходів уводили препарати йоду.

З якою метою це робилось?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

ТЕМА 4. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ ХІМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Мета: засвоїти медико-екологічну характеристику речовин, які викликають захворювання хімічної етіології; вміти розпізнавати хвороби хімічної етіології; сформувати уявлення про методи детоксикації та здійснення профілактичних заходів з метою запобігання патогенного впливу хімічних факторів на живий організм; опанувати заходи першої медичної допомоги при ураженні різними хімічними речовинами.

ПЛАН

4.1. Вплив на організм людини солей важких металів.
4.2. Дія пестицидних препаратів на організм людини.
4.3. Токсичність хімічних речовин.
4.4. Ознаки хвороб хімічної етіології. Практичні рекомендації та профілактичні заходи.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Арборициди – засоби для знищення небажаної деревинної рослинності.

Бактерициди – засоби для боротьби з мікробами.

Вторинна токсикація – трансформація пестицидів з утворенням нових токсичних речовин.

Виробничі (промислові) отрути – отрути, які впливають на людину в умовах трудової діяльності та викликають погіршення працездатності або порушення здоров’я.

Гербіциди – засоби для знищення бур’янів.

Дефоліанти – засоби для видалення листя.

Інсектициди – засоби для знищення шкідливих комах.

Кумулятивні отрути – отрути, накопичуючись в організмі, здійснюють на нього тривалу та сильну дію та призводять до тяжких хронічних отруєнь і захворювань.

Кумуляція – накопичення токсичних речовин в організмі.

Отрути – речовини, що свою шкідливу дію проявляють у звичайних умовах і у відносно невеликих кількостях.

Пестициди – засоби хімічного захисту рослин.

Токсичні речовини – речовини, які, потрапляючи в організм людини, викликають помітні фізіологічні зміни окремих органів і систем і тим самим призводять до порушення його нормальної життєдіяльності.

Токсичність – це здатність хімічних речовин викликати отруєння, що супроводжується порушенням стану організму і його функцій.

Фунгіциди – засоби для боротьби з грибковими захворюваннями.

4.1 Вплив на організм людини солей важких металів

Хімічні забруднювачі зазвичай знаходяться в середовищі у вигляді аерозолів або розчинів, більш-менш рівномірно розподіляються в середовищах і характеризуються середньою концентрацією, здатні до трансформації у довкіллі та кумуляції в організмі. До забруднювачів хімічної природи повітря належать оксиди вуглецю, сірки, азоту, аміак, сірководень, діоксини; води – важкі метали, поверхнево-активні речовини, вуглеводні, леткі органічні сполуки, добрива, пестициди, кислоти, луги; ґрунту – пестициди, добрива, важкі метали, нафту, вуглеводні. Негативні техногенні впливи на навколишнє середовище та здоров'я людини чинять численні хімічні сполуки, що застосовуються у різних галузях народного господарства.

Основними джерелами надходження важких металів на земну поверхню є пилогазові викиди гірничорудної, металургійної та хімічної промисловості. Одним з найсильніших за дією й найпоширенішим хімічним забрудненням є забруднення важкими металами.

До важких металів відносяться більше 40 хімічних елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва, маса атомів яких становить понад 50 атомних одиниць.

Ця група елементів бере активну участь у біологічних процесах, входить до складу багатьох ферментів. Група «важких металів» багато в чому збігається з поняттям «мікроелементи». Звідси свинець, цинк, кадмій, ртуть, молібден, хром, марганець, нікель, олово, кобальт, титан, мідь, ванадій є важкими металами. Джерела надходження важких металів поділяють на ***природні*** (вивітрювання гірських порід і мінералів, ерозійні процеси, вулканічна діяльність) і ***техногенні*** (видобуток і переробка корисних копалин, спалювання палива, рух транспорту, діяльність сільського господарства).

Відповідно до функцій в організмі метали класифікують на такі групи:

- есенційні (незамінні фактори живлення);
- неесенційні (необов'язкові для життєдіяльності людини);
- токсичні (отруйні).

За дією на організм людини мікроелементи поділяють на:

- важливі для живлення людини (Co, Cr, Ce, F, Fe, I, Mn, N, Se, Si, V);
- токсичної дії (As, Be, Cd, Co, F, Hd, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Se, Sn, Ti, V).

Із зазначених елементів деякі віднесені до обох груп. У низьких дозах вони не мають токсичної дії, але їх надлишок в організмі може спричинити дію.

За токсичністю серед важких металів розрізняють:

- ***найтоксичніші*** (Cd, Hg, Ni, Pb, Co, As);
- ***помірно токсичні*** (Cu, Zn, Mn);
- ***малотоксичні*** (інші важкі метали).

Свинець і кадмій проявляють канцерогенні властивості (рис. 4.1).

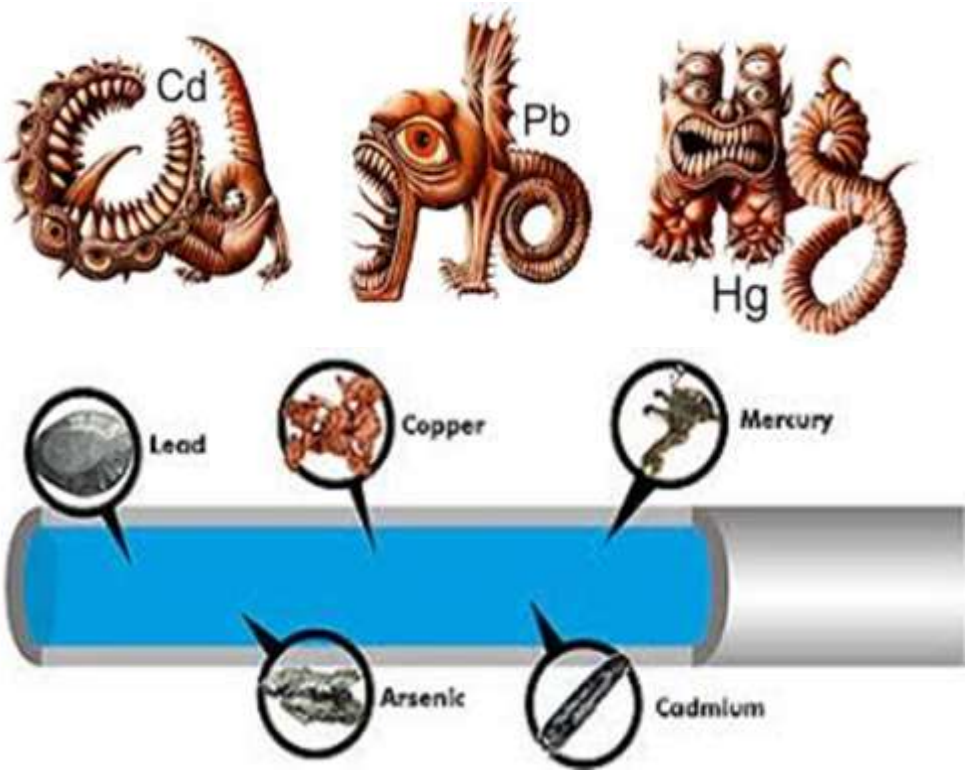


Рис. 4.1. Токсичні метали [9]

Концентрація важких металів у овочах, плодах залежить від біологічних особливостей їх будови, агроекологічного стану, ґрунтів, технології їх вирощування. Вміст важких металів залежить і від розмірів плодів. Наприклад, у моркві, буряках, кабачках, кавунах міститься більше свинцю і менше міді, миш'яку, цинку.

Надлишок і дефіцит важких металів змінює перебіг обмінних процесів в організмі людини і може спричинити багато захворювань. При цьому природний баланс, який сформувався в певних біоценозах між ґрунтом і рослинами, успадковується живими організмами. Відхилення від нього через ланцюги харчування передається людині та може спровокувати захворювання.

У ґрунтах, як правило, знаходиться одночасно декілька важких металів. При цьому найнебезпечнішим для рослин і людини буде елемент, концентрація якого найвища.

Забруднення важкими металами контролюють за їх валовим вмістом у ґрунтах і рослинах.

В оцінюванні агроекологічного стану ґрунтів і рослин щодо наявності у них важких металів використовують такі показники:

- кларки (валовий фоновий вміст);
- ГДК (гранично допустима концентрація) валового вмісту важких металів у ґрунті;
- ГДК рухомих форм важких металів у ґрунті;
- ГДК вмісту важких металів у рослинній продукції (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – ГДК важких металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукти	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Sn	As
Картопля та овочі (свіжі, свіжозаморожені)	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Фрукти та ягоди свіжозаморожені	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Гриби свіжі та консервовані	0,1	10	0,05	0,5	20	–	0,2
Консерви овочеві	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Консерви в металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Консерви фруктово-ягідні	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Консерви фруктово-ягідні в збірній металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Картопля, овочі сушені та консервовані	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Фрукти, ягоди сушені та консервовані	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Консерви для дитячого харчування на овочевій і фруктовій основі	0,02	5	0,01	0,3	10	–	0,2
Овочево-молочні та плодово-молочні суміші	0,02	–	0,01	0,3	50	–	0,2

Вплив солей – сполук важких металів – на стан здоров’я населення прямо пропорційний величині техногенного навантаження на довкілля, що включає соціально-економічне освоєння території (показники концентрації населення, промисловості, сільського господарства, будівництва, транспорту, освоєння земельного фонду, забрудненість природного середовища, величини радіаційної і хімічної забрудненості атмосферного повітря, природних вод і ґрунтового покриву).

Підвищений вміст у компонентах довкілля ***свинцю, нікелю, магнію*** зумовлює виникнення злоякісних пухлин. Дуже чутливо реагує організм людини на ***дефіцит або надлишок йоду***, що призводить до зобних ендемій, або до виникнення злоякісних пухлин.

Людський організм нормально функціонує за умови збалансованості всіх хімічних компонентів. Негативні зміни в ньому відбуваються тоді, коли концентрація елемента має відхилення від ГДК, що зумовлює глибокі зміни обмінних процесів, порушення функцій багатьох органів, наслідком чого є специфічні захворювання.

Отже, важкі метали і їх солі ушкоджують ґрунт, повітря, воду, а через них потрапляють у рослини, якими живляться тварини та люди. Індустріалізація, науково-технічний прогрес поглиблюють їх негативний вплив.

4.2 Дія пестицидних препаратів на організм людини

Пестициди є у воді, повітрі, ґрунті, організмах тварин і людей. У ґрунт пестициди потрапляють з протруєним насінням, у процесі хімічного обробітку рослин, з рослинними залишками, а також з поверхневим стоком і органічними добривами. У продуктах харчування найчастіше зустрічаються алдрин, тіофос, карбофос та давно заборонений ДДТ, якого ще багато на сільськогосподарських сховищах України.

Пестициди (лат. *pestis* – зараза, чума і *caedo* – вбиваю) є засобами хімічного захисту рослин, їх поділяють на пестициди ***першого*** (сірка, сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, нікотин сульфат, піретрум) і ***другого*** (фосфорорганічні, хлороганічні, ртутьорганічні сполуки, карбонати, ціаніди, мідьвмісні речовини) ***поколінь***.

До групи пестицидів відносяться: ***інсектициди*** (засоби для знищення шкідливих комах), ***фунгіциди*** (засоби для боротьби з грибковими захворюваннями), ***гербіциди*** (засоби для знищення бур'янів), ***дефоліанти*** (засоби для видалення листя), ***бактерициди*** (засоби для боротьби з мікробами), ***арборициди*** (засоби для знищення небажаної деревинної рослинності) тощо. Щорічно у світі використовують до 2,3 млн. тон пестицидів. **Розповсюдження** пестицидів у навколишньому середовищі відбувається як ***фізичним***, так і ***біологічним шляхом***. Перший спосіб – розсіювання з допомогою вітру в атмосфері та поширення через водотоки. Другий – перенесення живими організмами по ланцюгу харчування. Із просуванням організмів до вищих ланок харчового ланцюга концентрації шкідливих речовин зростають, нагромаджуючись у внутрішніх органах, переважно в печінці та нирках. Отже, хімізацію, що інтенсивно розвивається в с/г, можна оцінювати з двох позицій – як економічно вигідну і як екологічно небезпечну для довкілля та для самої людини.

Особливого значення набуває застосування ***системних фунгіцидів*** (нині рекомендовано до виробництва близько 300 препаратів), стійких проти змивання з рослин. Неправильне їх застосування може завдати великої шкоди посівам, навколишньому середовищу, здоров'ю людей, свійським тваринам і птиці. А в багатьох інструкціях норми витрат препарату зазначені в широких межах, наприклад, 1-2 кг на 1 га.

Застосування великих доз добрив може погіршити якість продукції, ґрунтових вод, що зумовлює забруднення близьких річок і водойм. Використання ***мінеральних добрив*** дало змогу певною мірою підвищити врожайність культур, однак подальше збільшення їх доз уже не сприяло її зростанню, що пов'язано зі зменшенням запасів гумусу в ґрунті. Зростання врожайності неможливе без удосконалення технології внесення добрив. Безконтрольне їх застосування призводить до забруднення навколишнього середовища, що загрожує здоров'ю людини.



Рис. 4.2. Вимоги до пестицидів, що висуваються з боку фермера, виробника та споживача [1]

Особливо небезпечне неправильне або надмірне використання пестицидів. Причому деяка їх частина трансформується, тобто виникають нові токсичні речовини (вторинна токсикація).

Усі без винятку пестициди при ретельному вивченні виявляли або мутагенну, або інші негативні дії на живу природу та людину. Навіть разові контакти людини з такими пестицидами, як діелдрин, паратіон, призводять до зміни біотоків головного мозку (енцефалограми). А вплив сучасних органофосфатних пестицидів, які швидко розкладаються, загрожує розвитком депресій, роздратування, розладом пам'яті, іншими нейропсихологічними порушеннями.

Близько 90% усіх фунгіцидів, 60% гербіцидів і 30% інсектицидів є канцерогенними.

Застосування пестицидів призводить до пригнічення біологічної активності ґрунтів і перешкоджає природному відновленню родючості, викликає втрату харчової цінності та смакових якостей сільськогосподарської продукції, збільшує втрати та скорочує термін збереження продукції.

Очевидними є негативні наслідки застосування пестицидів для здоров'я людини, причому спостерігається тенденція до їх зростання, водночас у об'єктів, які пригнічуються пестицидами, спостерігається певна пристосованість до них.

Пестициди спричинюють загибель багатьох організмів і можуть при накопиченні в ґрунті, сільськогосподарській продукції погіршувати стан людини (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Характерні особливості різних груп пестицидів

Назва пестициду	Загальні відомості	Основні симптоми отруєння
1	2	3
Фосфорорганічні сполуки (ФОС)	Ці сполуки з високою активністю. Механізм дії полягає в пригніченні холінестерази (антихолінестеразна дія). До ФОС належать афуган, актилік, карбофос, фталофол	Посилення секреції залоз, скорочення гладеньких м'язів, сповільнення серцевих скорочень, розширення кровоносних судин, пониження АТ. Можливі головний біль і біль у животі
Хлорорганічні сполуки (ХОС)	ХОС є високостійкими сполуками. У молоці, м'ясі, овочах зберігаються до 1 року, їм властиві висока акумуляція, алергічна дія. До них належать ДДТ, гексахлорциклогексан, гектахлор, гексахлорбутадієн, дихлор, хлорбензол, каптан	Призводять до порушення вуглецево-фосфорного обміну, пошкоджують нервову систему, верхні дихальні шляхи. При інтоксикації з'являється головний біль, запаморочення, пошкодження печінки
Ртутьорганічні сполуки (РОС)	Мають фунгіцидні та бактеріальні властивості (для протруювання насіння). Накопичуються в головному мозку, печінці, нирках, надниркових залозах. Виводяться за 2-3 роки. Найпоширенішими РОС є грокозан, меркуран	Інтоксикація РОС зумовлює аборти, смерть новонароджених до 1 року. При гострих отруєннях спостерігається металевий присмак у роті, слабкість, головний біль, нудота, блювота, паралічі, психози; у важких випадках – смерть

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
Ціаніди	До них належать сполуки з ціаністим натрієм, який міститься в тютюні, абрикосах, мигдалі. Використовують для боротьби з гризунами. Дія обумовлюється блокадою тканинного дихання	При гострому отруєнні настають втрата свідомості, параліч дихання та серця, при хронічному – головний біль, схуднення, втрата сну, порушення ходьби
Мідьвмісні речовини (МВР)	До цієї групи належать мідний купорос, сульфат міді, бордоська рідина, хлорокис міді, трихлорфенолят міді. Порушують обмін білків, жирів і вуглеводів. Миття овочів і фруктів не завжди убезпечує від цих речовин, тому їх потрібно очищати від шкірки	При хронічному отруєнні (більше 2 г) можливі розлад дихання і засвоєння їжі, блювота, діарея, запалення ясен, збільшення печінки
Карбонати	Мають широкий спектр дії. Карбонати – прямі інгібітори холінестерази. Затримуються в багатих на лікоїди тканинах. Можуть спричиняти наркотичну дію. Найтоксичнішими з них є севін, цинеб, цирам	Цинеб, цирам мають канцерогенну дію. Перебіг гострої інтоксикації супроводжується атрофічними змінами слизових оболонок, порушенням вегетативної нервової системи, пошкодженням печінки

4.3 Токсичність хімічних речовин

У народному господарстві широко застосовуються або ж утворюються під час виробничих процесів різні хімічні речовини, які при недотриманні правил безпеки можуть шкідливо впливати на організм людини. Характер дії і ступінь небезпечності шкідливої речовини визначається її токсичністю, концентрацією, часом дії, отриманою дозою.

Токсичними (отруйними) називаються такі речовини, які потрапляючи до організму людини, викликають помітні фізіологічні зміни окремих органів і систем і тим самим призводять до порушення його нормальної життєдіяльності.

Хоча отруйні властивості можуть виявляти практично всі речовини, до отрут прийнято відносити лише ті, які свою шкідливу дію проявляють у звичайних умовах і у відносно невеликих кількостях. Виробничими (промисловими) отрутами називають отрути, які впливають на людину в умовах трудової діяльності та викликають погіршення працездатності або порушення здоров'я.

Токсичність – це здатність хімічних речовин викликати отруєння, що супроводжується порушенням стану організму та його функцій. Отруйні властивості можуть проявляти майже всі речовини. Наприклад, токсично діє на людину спожита у великих дозах звичайна сіль. Однак отруйними вважають лише ті речовини, що проявляють шкідливу дію у звичайних умовах і потрапляють в організм у відносно малих кількостях. Дію отрути класифікують ***за ступенями токсичності*** (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Токсикологічна класифікація речовин (Залеський І. І., Клименко М. О., 2005 р.)

Клас токсичності	$Д_{50}$ для людини, мг/кг маси	Середня смертельна доза	Приклади
Надтоксичні	Менше 0,01	Менше 1 краплі	Нервово-паралітичні гази, ботулінічний токсин, діоксин
Вкрай токсичні	Менше 5	Менше 7 крапель	Ціаністий калій, героїн, атропін, нікотин та ін.
Дуже токсичні	5-50	Від 7 крапель до 1 чайної ложки	Солі ртуті, морфій, кодеїн
Токсичні	50-500	Від 1 чайної ложки до 1 унції (28,35 г)	Солі свинцю, ДДТ, сірчана кислота, кофеїн, гідроксид натрію, тетрахлорвуглець та. ін.
Помірно токсичні	500-5000	Від 1 унції до 1 пінти (0,473 л)	Метиловий спирт, ефір, фенобарбітал, амфетамін, керосин, аспірин
Малотоксичні	5000-15000	Від 1 пінти до 1 кварти (0,963 л)	Етиловий спирт, мило

За характером дії на окремі тканини та системи організму, токсичні речовини умовно поділяють на такі групи: нервові (нейротропні) отрути; отрути крові; ферментні отрути; мутагени; канцерогени; отрути, що подразнюють органи дихання; отрути, що подразнюють шкіру та слизові оболонки; отрути, що впливають на репродуктивну функцію; загальноотруйні речовини.

До організму людини отрута може потрапляти ***через легені, шлунково-кишковий тракт, шкіру***. З огляду на **умови, в яких виникають отруєння**, їх поділяють на ***побутові, медикаментозні*** та ***професійні***. Найчастіше трапляються отруєння снодійними пігулками, фосфорорганічними сполуками та наркотиками.

Токсичний ефект може проявлятися функціональними та структурними змінами (у цьому разі токсичність визначають в ***діючих, порогових і недіючих концентраціях*** і ***дозах***) або ***смертю*** організму (токсичність визначають у смертельних концентраціях і дозах).

Великий вплив на ступінь токсичності речовин мають їх агрегатний стан і фізико-хімічні властивості (температура кипіння, летючість та ін.). Токсичність твердих і рідких отрут проявляється в основному при їх переході в пароподібний стан.

При одночасній дії на організм двох і більше отруйних речовин можливі три випадки: **посилення однією речовиною дії іншої; послаблення дії іншої; додавання дій обох речовин**. Наприклад, алкоголь посилює токсичну дію майже всіх отруйних продуктів, тому що в його присутності поліпшується всмоктування отрут і прискорюється їх окислення в організмі. Токсичні речовини можуть надходити в організм через органи дихання (пари, гази, пил), шкіру (в основному рідкі та маслянисті продукти) та шлунково-кишковий тракт (рідкі, тверді продукти та гази).

Найчастіше шкідливі речовини потрапляють в організм через органи дихання. З легень отрути всмоктуються в кров і розносяться нею по всьому організму. Здібність проникнення хімічних продуктів залежить в основному від їх розчинності у воді, а також тканинних рідинах і середовищах. Багато токсичних речовин потрапляють в організм через шкіру. Це такі речовини, які добре розчиняються в жирах і ліпоїдах: вуглеводні ароматичного і жирного рядів, їх похідні, металоорганічні сполуки та ін. Найбільш небезпечними є малолеткі речовини маслянистої консистенції, наприклад, анілін, нітробензол.

У порожнину рота токсичні речовини потрапляють відносно рідко, частіше всього – із забруднених рук. Більшість токсичних речовин, що надійшли в організм, зазнають у ньому різноманітних перетворень у результаті різних хімічних реакцій: окислення, відновлення, гідролізу, метилування, ацетилування та ін. ***Біологічна спрямованість*** цих процесів – знешкодження отрут.

Багато з отруйних речовин перетворюються в організмі в менш токсичні або нетоксичні. Це головний шлях їх знешкодження. Однак у результаті перетворень токсичність деяких отрут може збільшуватися.

Кумуляція (накопичення) токсичних речовин в організмі відбувається в тому випадку, коли їх перетворення або виділення відбувається повільніше, ніж надходження.

Кумулятивні отрути (ртуть, свинець, миш'як, фтор), накопичуючись в організмі, здійснюють на нього тривалий і сильний вплив і призводять до тяжких хронічних отруєнь і захворювань. Надходження отрут з кісток, печінки, нирок тощо в кровотік може періодично зростати при нервовому напруженні, захворюваннях, прийомі алкоголю, що призводить до загострення хронічного отруєння.

Важливий шлях знешкодження отрут – видалення їх з організму. Воно може відбуватися **через органи дихання, травлення, нирки, шкіру**. Через легені виділяються ті леткі речовини, що не змінюються або мало змінюються в організмі, наприклад, бензин, хлороформ, а також спирти, складні ефіри, ацетон.

Через нирки виділяються добре розчинні у воді речовини та продукти перетворення отрут в організмі.

Погано розчинні речовини, в тому числі сполуки важких металів – свинцю, ртуті, а також марганцю, миш'яку виділяються в основному через органи травлення.

Через шкіру сальними залозами виділяються всі розчинні у жирах речовини.

Потовими залозами виділяються, наприклад, ртуть, мідь, миш'як, сірководень.

Основним органом, що руйнує шкідливі хімічні речовини, є печінка.

Хімічні речовини класифікують за ступенем небезпеки, тобто за ступенем загрози для життя людського організму (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Класифікація речовин за ступенем небезпеки (ДСТУ 12.1.007-76)

Показники	Клас небезпеки			
	1	2	3	4
ГДК у повітрі виробничої зони, мг/м^3	< 0,1	0,1 – 1,0	1,1– 10,0	> 10
Середньо-смертельна доза при потраплянні до шлунку DLso, мг/кг	1,5	15–150	151–5000	> 5000
Середньо-смертельна концентрація в повітрі CLso, мг/кг	< 100	100–500	501– 2500	> 25000
Зона гострої дії, мг/кг	< 6	6–18	18,1–54	> 54

Отруті властива ***вибіркова токсичність***.

За цим критерієм розрізняють:

- серцеві отрути з перевагою кардіотоксичної дії (лікарські препарати, рослинні отрути, солі калію, кобальту, кадмію та барію);
- нервові отрути, що спричиняють порушення психічної активності (чадний газ, фосфорорганічні сполуки, алкоголь, наркотики);
- печінкові отрути (хлоровані вуглеводи, отруйні гриби, феноли, альдегіди);
- ниркові отрути (сполуки важких металів, етиленгліколь, щавлева кислота);
- кров'яні отрути (анілін, нітрати);
- легеневі отрути (оксиди азоту, озон, фосген).

Відомо, що ефект токсичної дії різних речовин залежить від того, в якій кількості та якими шляхами вони потрапляють до організму, наскільки тривала їх атака на організм, а також від їх фізичних властивостей, хімічної взаємодії з кров'ю та ферментами, що залежить від статі, віку, інколи від індивідуальної чутливості людини (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Токсикологічна характеристика шкідливих речовин

Токсичні речовини	Вид дії
Фосфорорганічні речовини, інсектициди, хлорофос, карбофос, нікотин, отруйні речовини	Нервово-паралітична дія
Діхлореман, гексахлоран, оцтова есенція, миш'як, ртуть	Шкірно-резорбтивна (подразнююча) дія
Синильна кислота, чадний газ, алкоголь і його сурогати	Загальна токсична дія (кома, паралічі, набряк мозку)
Оксиди азоту	Задушлива дія (токсичний опік легенів)
Випари кислот, лугів, хлорпікрин	Сльозогінна дія
Атропін, наркотики	Психотропна дія (порушення психічної активності)

За характером дії (ДСТУ 12.0.003-74) шкідливі речовини поділяють на:

- токсичні речовини (спричиняють отруєння всього організму або пошкоджують окремі системи і зумовлюють патологічні зміни печінки, нирок);
- подразнюючі речовини (викликають подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, очей, легенів);
- алергенні речовини (провокують напади астми);
- мутагенні речовини (зумовлюють порушення генетичного коду; така дія характерна для свинцю, марганцю, радіоактивних ізотопів);

- канцерогенні речовини (наслідком їх дії є розвиток злоякісних новоутворень через потрапляння в організм небезпечних доз циклічних амінів, ароматичних вуглеводів, хрому, нікелю, азбесту);

- речовини, що впливають на репродуктивну (дітородну) функцію організму (ртуть, свинець, стирол, радіоактивні ізотопи).

Отруєння, що настає внаслідок надходження токсичних речовин до організму, відбувається в гострій, підгострій і хронічних формах. ***Гострі отруєння*** виникають внаслідок дії великих доз отрути і супроводжуються порушенням функції життєво важливих органів. ***Хронічні отруєння*** проявляються поступово внаслідок тривалого надходження невеликих кількостей отрути в організм.

Токсичність речовин встановлюють за результатами клінічних, лабораторних та епідеміологічних досліджень. Клінічні дослідження проводять у зв'язку з випадковими отруєннями, передозуванням лікарських препаратів, вбивством і самовбивством. Під час лабораторних досліджень (на щурах, мишах, морських свинках) встановлюють токсичність різних речовин, а отримані дані використовують в гігієнічному нормуванні шкідливих факторів.

4.4 Ознаки хвороб хімічної етіології. Практичні рекомендації та профілактичні заходи

На хімічну природу захворювань можуть вказувати наступні **ознаки**:

1. Спалах хвороб характеризується, як правило, зненацкістю та гострим початком, звичайно обумовлені короткочасною дією хімічних речовин у достатньо високих дозах (концентраціях), щоб викликати хвороби, але ніколи точно невідомих.

2. Уражаються як окремі особи, так і невеликі групи населення (обмежена кількість випадків), але бувають і масові випадки інтоксикації.

3. Клінічні прояви інтоксикації особливо на перших етапах розвитку хвороби нерідко за значним числом ознак вкладаються у відому лікарю картину будь-якого захворювання, більш за все інфекційного, але разом з тим присутні ознаки атиповості протікання захворювання, які викликають сумніви у правильності спочатку поставленого діагнозу.

4. Навіть при короткочасній дії симптоми, що спостерігаються, можуть бути стійкими чи одужання може бути дуже повільним.

На перших етапах вивчення захворювання етіологічний фактор, зокрема хімічний реагент, як правило, невідомий та його ідентифікація являє собою серйозну проблему. Її вирішення утруднюється тим, що лікар, як правило слабо знайомий з постійно зростаючим різноманіттям хімічних речовин, які можуть становити загрозу для людини, а також з першими початковими симптомами та ознаками інтоксикації, куди включаються й специфічні ураження (енцефалопатії, остеопатії, нефропатії, гепатопатії).

Справа ускладнюється також й тим, що більшість хімічних речовин діють неспецифічно на організм як теплокровних тварин, так і людини, тому різні за хімічною природою речовини можуть викликати схожу клінічну картину інтоксикації, одні й ті самі зміни лабораторно-діагностичних показників, наприклад, біохімічних показників крові (активність ферментів).

Таблиця 4.6 – Відмінності захворювань хімічної етіології від інфекцій

Інфекційні захворювання	Захворювання хімічної етіології
1. «Гра за правилами» між мікро- та макроорганізмом, які відпрацьовувалися тисячоліттями	1. «Гра за вільними правилами з варіаціями», в залежності від шляхів та динаміки надходження токсичної речовини в організм людини
2. Характерна для кожного мікроорганізму клінічна картина	2. При хронічній інтоксикації залишається невідомим початок захворювання та відсутність характерної клінічної картини
3. Повторна дія патогенного організму часто не має наслідків у зв’язку з розвитком імунітету	3. Повторна дія токсичної речовини часто призводить до більш яскравої симптоматики захворювання у зв’язку з розвитком сенсибілізації
4. Пасивне виявлення «по зверненню»	4. Необхідне активне виявлення захворювання
5. Відпрацьовані та часто ефективні методи лікування	5. Ефективне лікування без встановлення причини та без попередньої ліквідації джерела практично неможливо

У цьому зв’язку необхідно роздивитися два основних набору даних: клінічні симптоми та епідеміологічні характеристики. Самі по собі нехарактерні для захворювання ознаки та симптоми не мають великого значення при диференціації інтоксикації та інфекції. Так, підвищення температури, що є незвичайною ознакою хвороби хімічної етіології, можливо при дії речовин, які порушують процеси фосфорилювання чи змінюючих терморегуляцію іншими способами (пентахлорфенол, дикумарол, гексахлорен, афлатоксин).

Крім того, хімічні речовини можуть змінювати стан імунної системи організму й тим самим підвищувати індивідуальну схильність до інфекцій.

Вибір адекватних заходів профілактики залежить від виду встановленої чи припущеної хімічної речовини, котра відповідальна за виникнення хвороби, шляху, характеру та глибини її дії, прогнозу можливостей проявлення віддалених ефектів.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 4

Тести

1. Який метал є помірно токсичним?

А. Свинець.

Б. Мідь.

В. Кадмій.

Г. Ртуть.

2. Інтоксикація якими пестицидами призводить до абортів, смерті новонароджених до 1 року?

А. Ціаніди.

Б. Ртутьорганічні сполуки.

В. Карбонати.

Г. Хлорорганічні сполуки.

3. Які речовини належать до кров'яних отрут?

А. Анілін і нітрати.

Б. Солі калію та кобальту.

В. Алкоголь і наркотики.

Г. Феноли та альдегіди.

4. Чому відповідає смертельна доза надтоксичних речовин?

А. Менше 1 краплі.

Б. Менше 7 крапель.

В. Від 7 крапель до 1 чайної ложки.

Г. Від 1 чайної ложки до 1 унції.

5. Чим характеризується захворювань хімічної етіології?

А. «Гра за правилами».

Б. Пасивне виявлення «за зверненням».

В. «Гра за вільними правилами з варіаціями».

Г. Відпрацьовані та часто ефективні методи лікування.

Ситуаційні задачі

1. До цехової поліклініки звернувся робітник хімічного комбінату, 35 років, зі скаргами на погане самопочуття, безсоння, зниження пам'яті, почуття безпричинної тривоги та страху. Стаж роботи на цьому виробництві становить 5 років.

При обстеженні виявлено астено-вегетативний синдром, асиметричний тремор витягнутих рук, у ротовій порожнині – гінгівіт і стоматит, чорна облямівка на яснах. У крові виявлено лімфо- та моноцитоз.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий професійний фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

2. При щорічному диспансерному обстеженні в районній поліклініці у працівника складу агрохімікатів сільгосппідприємства виявлено скарги на головний біль, слабкість, болючість у печінці, нудоту, діарею. У працівника встановлено астено-вегетативний синдром, симптоми гепатиту. У біохімічній лабораторії лікарні при дослідженні крові відмічено зниження активності холінестерази на 35%, еритро- та лейкопенія, лімфоцитоз.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий професійний фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

3. Солі важких металів – свинцю, ртуті, кадмію – володіють високою канцерогенною дією. Вчені провели експеримент: робітникам – металургам, які найбільше страждають від впливу важких металів, пропонували приймати аскорбінову кислоту, в результаті кількість захворювань значно знизилася.

Запропонуйте причини таких результатів.

ТЕМА 5. ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Мета: отримати знання про основні шляхи зараження та патогенетичні механізми дії грибів (плісняви), бактерій і вірусів на організм людини; вміти розпізнавати хвороби бактеріальної та вірусної етіології; сформувати уявлення про алергенні рослини та тварини та здійснення профілактичних заходів з метою запобігання патогенного впливу біологічних факторів на організм людини; набути навички при наданні першої медичної допомоги при невідкладних станах, що є ускладненнями алергічних хвороб.

ПЛАН

5.1. Загальні уявлення про біологічні фактори.
5.2. Гриби (пліснява).
5.3. Бактерії.
5.4. Рослини.
5.5. Тварини.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Бластоспори – морфологічна форма існування деяких патогенних грибів у вигляді одноклітинних організмів**.**

Гіперчутлива пневмонія – захворювання, симптоми якого з’являються після короткочасної перерви в роботі в приміщеннях, що мають забруднені системи зволоження повітря або кондиціонування.

Екзорфіни – продукти *Candida*, що мають низьку молекулярну масу та складаються зазвичай з п’яти-семи амінокислотних залишків, хоча можливі й більш довгі фрагменти.

Контактний дерматит – ураження слизових оболонок, що викликане при потраплянні на шкіру пилкового алергену.

Мікотоксикози – це харчові отруєння, викликані токсинами мікроскопічних цвілевих грибів.

Міцелій – морфологічна форма існування деяких патогенних грибів у вигляді довгого нитчастого утвору.

Мутуалізм – кожен із видів може рости, розмножуватися, жити тільки в присутності іншого виду.

Псевдогіфи – морфологічна форма існування деяких патогенних грибів у вигляді ланцюжка клітин, що утворилися через неповне розділення клітин.

Паразитизм – паразитичний вид гальмує ріст і розвиток свого господаря.

Поліноз – група алергічних захворювань, що викликаються пилком рослин і характеризуються гострими запальними змінами з боку слизових оболонок і шкіри.

Ризоїди – вирости патогенних грибів, які здатні пробити слизову оболонку шлунково-кишкового тракту живого організму.

Хвороба легіонерів – серйозне легеневе захворювання.

5.1 Загальні уявлення про біологічні фактори

До біологічних факторів відносять сукупність впливу одних організмів на інші. Вплив може бути **гомотипічним** (між особинами одного виду) та **гетеротипічним** (між особинами різних видів).

Вплив одного виду на інший буває нульовим, сприятливим, несприятливим і включає:

- ***нейтралізм*** (види незалежні і не впливають один на одного);
- ***конкуренцію*** (кожен з видів несприятливо впливає на інший);
- ***мутуалізм*** (кожен з видів може зростати, розмножуватися, жити тільки в присутності іншого виду);
- ***співробітництво*** (обидва види утворюють спільноту);
- ***коменсалізм*** (один вид отримує користь від співмешкання);
- ***паразитизм*** (паразитичний вид гальмує ріст і розвиток свого господаря);
- ***хижацтво*** (хижий вид використовує в якості їжі жертву).

Вплив на людину біологічних факторів може бути обумовлений як самими **живими організмами** (вірусами, мікроорганізмами, найпростішими, комахами, рослинами), так і **продуктами їх життєдіяльності** (пилком, спорами, вовною, не властивими для людини сполуками, що володіють алергенними властивостями).

Біологічні забруднювачі, зокрема, патогенні організми, на відміну від хімічних забруднюючих речовин, є дискретними організмами, часто збираються в конгломерати або адсорбуються на зважених твердих частинках і формують різну інфікуючу дозу, мають певну інвазивність і вірулентність, розмножуються в організмі господаря або воді, харчових продуктах, які не кумулюються. До забруднювачів біологічної природи **повітря** відносять патогенні віруси, бактерії, гриби, **води** – патогенні бактерії, віруси, цисти найпростіших, гриби та яйця гельмінтів, **ґрунту** – патогенні віруси, бактерії, цисти простіших, яйця гельмінтів, гриби.

5.2 Гриби (пліснява)

У природі відомо близько 200 тис. різновидів грибів, з яких 45 можуть бути збудниками захворювань. Живуть в широкому діапазоні умов навколишнього середовища. Приблизно 30% населення може мати алергічні реакції на потрапляння в організм спор грибів у вигляді кон'юнктивітів, кашлю, задишки та інших проявів. Деякі види грибів, наприклад ***Aspergillus flavies***, продукують **мікотоксин** – сильну отруту, здатну викликати отруєння у людини.

Різні види плісняви розмножуються на органічних субстратах (фрукти, зерно, компост, деревина, килими, меблі), а також у вологих умовах (ванні кімнати, системи вентиляції, зволожувачі повітря, фільтри) та продукують алергени. Майже всі види плісняви здатні при своєму рості та розвитку вивільняти в навколишнє середовище близько 500 різних летких органічних сполук, велика частина з яких токсична.

Головну небезпеку становлять такі сімейства: ***Aspergillus, Penicillum, Cladosporium, Mucor, Stachybotrys, Absidia, Alternaria, Fusarium*** і ***Cryptostroma***. Найбільший ризик виникнення захворювання мають гриби роду ***Penicillum*** і ***Aspergillus***. Саме вони – причинні агенти в розвитку астми та легеневого мікозу.

Прикладом дії біологічного фактора на людину можуть бути дріжджоподібні гриби роду ***Candida albicans***, що знаходяться в шлунково-кишковому тракті людини та сприяють розвитку патології при певних умовах.

Відомо, що *Candida* існує в трьох різних морфологічних формах: у вигляді одноклітинних організмів – **бластоспори**, у вигляді **псевдо гіфів**, тобто ланцюжка клітин, які утворилися через неповне їх розділення, а також довгого нитчастого **міцелію** (рис.5.1).

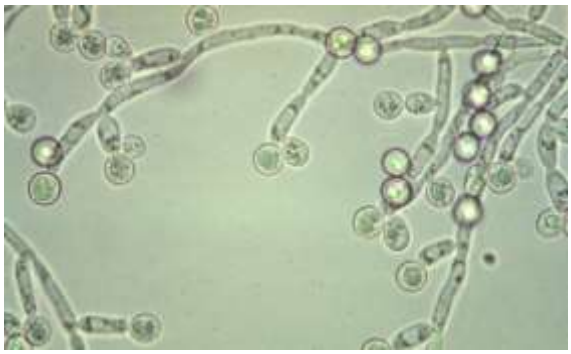


Рис. 5.1. Псевдоміцелій *Candida albicans* [1]

У механізмі патогенної дії перехід бластоспор у форму гіфів критичний. Він відбувається під впливом різноманітних факторів, включаючи доступність поживних речовин і мікроелементів, температуру, pH середовища і т. д. Підвищена температура (37 °C), нейтральний pH, високе співвідношення CO_2: O_2, нестача поживних речовин стимулюють утворення **гіфів**. Навпаки, низька температура, кислий pH (4-6) і доступність поживних речовин (амінокислот, цукру) підтримують форму **бластоспор**.

У нормі в шлунково-кишковому тракті знаходиться неінвазивна **дріжджоподібна форма**. У деяких умовах: при стресі, пригніченні імунної системи, тривалому прийомі антибіотиків, стероїдів, оральних контрацептивів, неповноцінному харчуванні кандиди переходять у гіфи, міцелярну форму і починають посилено розмножуватися.

При цьому утворюються вирости ***(ризоїди)***, які здатні пробити слизову оболонку шлунково-кишкового тракту. В результаті цього порушується бар'єрна функція шлунково-кишкового тракту, та в кровоносне русло потрапляють токсини, продукти неповного розщеплення білка (олігопептиди), які мають антигенні властивості.

Різні форми *Candida* призводить до розвитку аутоалергічних реакцій. Більш того, показано, що подібні продукти мають опіатну активність, за що отримали назву екзорфінів.

Екзорфіни мають низьку молекулярну масу та складаються зазвичай з п'яти-семи амінокислотних залишків, хоча можливі й більш довгі фрагменти.

Найбільша кількість екзорфінів утворюється з глютелінів (клейковина пшениці) і казеїну молока. Одна молекула білка глютеліну містить до 15 опіоїдних послідовностей.

Екзорфін з глютеліну пшениці, **гліадіноморфін** або **глютеоморфін** є гексапептидами та мають наступну структуру:

Тир-Про-Глн-Про-Глн-Про-Фен.

Структура екзорфіну з коров'ячого молока, β-казоморфінів, вельми подібна:

Тир-Про-Фен-Про-Гли-Про-Ілей.

Подібно до морфію, екзорфіни мають N-кінцеву амінокислоту тирозин, мають певну конформаційну схожість на цій ділянці молекули та здатні імітувати дію нейрогормонів.

На рис. 5.2 показані просторові моделі гліадіноморфіну та морфіну. При цьому їх дія подібна до дії ендорфінів (енкефалінів), що, як відомо, є природними знеболювальними речовинами. Ці сполуки утворюються в наших органах при стресі з протеїнів-попередників під дією серинових протеаз з трипсиновою активністю. Енкефаліни діють в якості нейротрансмітерів, перехоплюють нервові імпульси, які сприймаються як біль.



Рис. 5.2. Просторові моделі гліадіноморфіну (а) і морфіну (б).
Фігурними дужками показано положення К-кінцевих залишків тирозину [2]

Опіатні рецептори виявляються в гіпофізі та гіпоталамусі. Зв'язуючись з ними, екзорфіни здатні впливати на діяльність ЦНС, що проявляється порушенням пам'яті, уваги, емоційної поведінки, навчання та ін. Більш того передбачається, що при генетичній схильності людини до недостатньої перетравлюваності екзорфінів і, отже, підвищенню їх концентрації у просвіті шлунково-кишкового тракту, зниженої здатності до метаболічної деградації також може мати місце патологія. До неї відносять ***аутизм*** і ***шизофренію***.

У індивідуумів, які мають підвищену чутливість до дії нейрогормонів, неврологічна реакція на молекули екзорфінів може бути аномальною, що буде супроводжуватися зазначеною патологією. Використання специфічної дієти, позбавленої гліадинів і казеїну, викликає у хворих істотне поліпшення їх стану.

Крім цього, кандиди здатні проникати через пошкоджену слизову оболонку шлунково-кишкового тракту, потрапляють у кровоносне русло та далі в різні органи та тканини, що призводить до появи болю в суглобах, ураження шкіри, рецидивуючих захворювань сечостатевої системи.

Більше того, кандиди здатні захоплювати слідові кількості ртуті, що надходять у шлунково-кишковий тракт, перетворювати її в органічну форму ***(метилртуть)*** і тим самим сприяти хронічній інтоксикації організму.

Також, нарешті, відома здатність кандид до утворення токсичних для людини проміжних продуктів метаболізму, наприклад ***ацетальдегіду***.

Іншим прикладом дії продуктів життєдіяльності тварин та екологічних чинників на розвиток патології у людини може бути **інсулінозалежний цукровий діабет (ІЗЦД)**.

Процес, який призводить до пошкодження бета-клітин – аутоімунний. У нього залучені Т- і В-лімфоцити, цитокіни та вільнорадікальні механізми. Стимулюється процес безліччю факторів навколишнього середовища, в тому числі і хімічними.

Встановлено, що генетично успадковані зміни в 6-й хромосомі у людей пов'язані зі збільшеним ризиком пошкодження бета-клітин підшлункової залози.

Найбільше значення в патогенезі цього захворювання має потрапляння в організм дитини чужорідних білків з коров'ячого молока. У дітей, хворих на діабет, ідентифікуються антитіла до олігопептидів бичачого сироваткового альбуміну, що містить 17 амінокислотних залишків. При цьому штучне або раннє змішане вигодовування – фактори ризику в розвитку цієї патології. Навпаки, грудне вигодовування протягом перших кількох місяців життя може зменшити ризик розвитку ІЗЦД або затримати його розвиток у вразливих індивідуумів.

5.3 Бактерії

Розпад бактерій призводить до вивільнення ендотоксинів, які присутні у зовнішній мембрані *Pseudomonas, Enterobacter*. Вплив на людину зазвичай відбувається, коли ендотоксини у вигляді дрібних аерозолів проникають глибоко в легені.

Вплив мікроорганізмів на людину в екологічному плані породжує дві головні проблеми:

- гіперчутливість до мікробних агентів і продуктів їх деструкції (***гіперчутлива пневмонія***, звана також ***«лихоманкою зволожувачів повітря»*** або ***«фермерськими легенями»***);

- виникнення ***«хвороби легіонерів***», а також ***«понтіак-лихоманки»***.

Гіперчутлива пневмонія проявляється у вигляді грипозоподобного стану, що виражається у вигляді загального нездужання, кашлю, задишки, лихоманки.

Симптоми захворювання з'являються після короткочасної перерви в роботі (тому це захворювання іноді називають ***«хворобою понеділка»***) в приміщеннях, що мають забруднені системи зволоження повітря або кондиціонування.

Зазначений симптомокомплекс – відповідна реакція організму на надходження в нього різних алергенів (мікроорганізми, мембранні білки або полісахариди).

Приклад бактеріального впливу на людину в антропогенно зміненому середовищі проживання – ***«хвороба легіонерів»***. Вперше була описана в

1976 р. в американських легіонерів, які з'їхалися на конференцію та проживали в одному з филадельфійських готелів. Захворіло 182 людини, з яких 29 загинули. З тих пір у всьому світі було зареєстровано понад 60 спалахів цього захворювання.

Захворювання обумовлене бактеріями роду ***Legionella pneumophila***, що розмножуються в забруднених системах зволоження повітря, кондиціонерах, душових і ванних кімнатах. Відомо, що *Legionella pneumophila* існує в природних водних системах і ґрунті. При цьому вона не становить небезпеки для людини.

Однак, у зміненому середовищі, при підвищеній температурі (35-55 ºС) *Legionella* дуже швидко розмножується в технічних водних системах і за допомогою аерозолів здатна інфікувати людину.

Хвороба проходить або у формі хвороби легіонерів, або понтіак-лихоманки.

Хвороба легіонерів – серйозне легеневе захворювання. Ознаки хвороби містять різкий початок з високою температурою, сильний кашель, постійний головний і м'язовий біль, загальне занепокоєння (рис. 5.3).

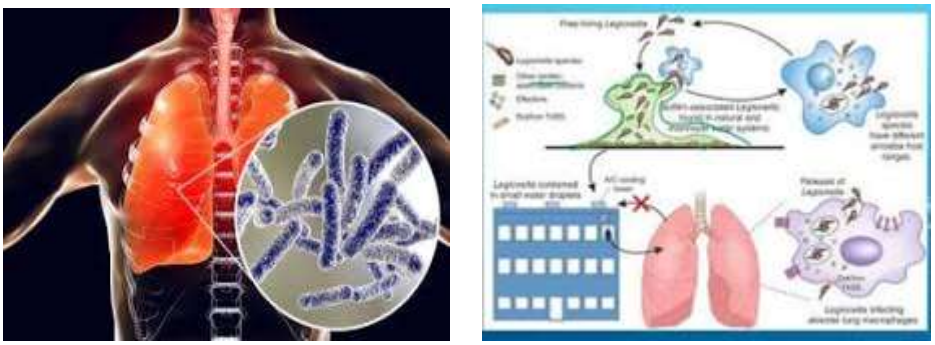


Рис. 5.3. Механізм розвитку хвороби легіонерів [17]

Інкубаційний період складає від 2 до 10 днів. Захворювання лікується призначенням відповідних антибіотиків. Групи ризику: чоловіки у віці понад 50 років, що вживають алкоголь і нікотин, пацієнти з порушеннями імунної системи, супутні хронічні захворювання легенів і серця.

Понтіак-лихоманка – більш легке захворювання, не пов'язане з залученням до патологічного процесу легенів. Інкубаційний період дуже короткий, з грипозоподібними ознаками, невеликою лихоманкою, головним і м'язовим болем. Ознаки захворювання минають протягом 2-5 днів, і тому хвороба часто маскується під інші захворювання (рис. 5.4).

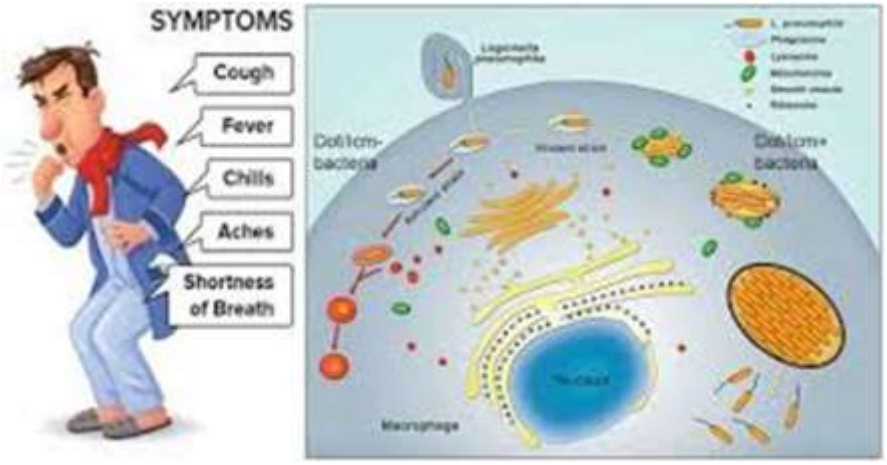


Рис. 5.4. Симптоми та механізм розвитку понтіак-лихоманки [17]

5.4 Рослини

Пилок рослин, особливо під час цвітіння, може слугувати у вразливих індивідуумів потужним алергенним фактором і бути причиною патології з боку верхніх дихальних шляхів і легенів.

Як з'ясувалося, стан навколишнього середовища, й особливо атмосферного повітря, сильно впливає на розвиток алергічних захворювань. наприклад, алергічні риніти мають набагато більшу поширеність у весняний період у людей, які мешкають уздовж доріг з інтенсивним автомобільним рухом, а також у містах, і набагато меншу – у сільських жителів. Пилок має маленькі розміри, тому він здатний поширюватися на великі відстані. Основна роль у стимуляції виникнення алергічних захворювань серед усіх відомих забруднювачів атмосфери належить озону, частинкам сажі та діоксиду сірки.

Поліноз (від англ. *pollen* – пилок) – група алергічних захворювань, що викликаються пилком рослин і характеризуються гострими запальними змінами з боку покривних тканин (слизових оболонок і шкіри).

Поліноз викликається тільки пилком, який має алергенні властивості. Саме рослини, широко поширені на певній території, продукують величезну кількість дрібного і летючого пилку.

Залежно від періоду цвітіння різних рослин виділяють три піки захворюваності на поліноз: **весняний, літній** та **осінній**. У деяких хворих клінічні прояви полінозу можуть спостерігатися весь період, починаючи з весни і до пізньої осені.

Епідеміологія. Поліноз належить до числа найпоширеніших алергічних захворювань, на які страждають від 0,5 до 15% всього населення.

Класифікація. Офіційної класифікації полінозу немає. У даний час поліноз прийнято ділити залежно від локалізації патологічного процесу та ступеня тяжкості хвороби.

Виділяють:

- алергічні ураження очей;
- алергічні захворювання верхніх і нижніх дихальних шляхів;
- алергічні захворювання шкіри;
- поєднані алергічні прояви;
- рідкісні клінічні прояви пилкової етіології.

Поліноз викликає пилок, що володіє ***певними властивостями***, при наявності деяких умов. До них належать:

- висока алергенність / антигенність пилку;
- приналежність пилку до роду рослин, широко розповсюджених у країні;
- легкість і летючість (здатність поширюватися на великі відстані);
- діаметр пилкових зерен – не більше 35 мкм, що забезпечує проникнення пилку в дихальні шляхи;
- здатність продукуватися в значних кількостях, створюючи високу концентрацію в повітрі.

Причиною пилкової алергії є, як правило, вітрозапилювані рослини, оскільки концентрація їх пилку в повітрі набагато вища, ніж концентрація пилку рослин, що запилюються комахами. Викид пилку з вітрозапилюваних рослин відбувається рано вранці, проте її концентрація в повітрі зазвичай стає максимальною вдень або раннім вечором. Це обумовлено високою циркуляцією повітря саме в ці години доби. У суху погоду навіть під дією слабкого вітру концентрація пилку в містах може бути дуже високою. Алергенні властивості пилку можуть зберігатися протягом багатьох годин. Під час дощу пилок майже повністю зникає з повітря.

Виникнення алергічних реакцій обумовлено помилковою реакцією імунної системи на нешкідливий фактор зовнішнього середовища або речовину ***(алерген)***. При повторному потраплянні в сприйнятливий сенсибілізований організм людини даний алерген змушує опасисті клітини виробляти гістамін та інші речовини, що призводять до алергічної реакції.

Пилок рослин має складний антигенний склад і може містити від 5 до 10 антигенних компонентів. Причому антигени присутні не тільки в пилкових зернах, а й в інших частинах рослин – стеблах і листі. Найбільш виражені алергенні властивості має зовнішня оболонка пилкового зерна ***(екзіна)***, що містить ряд ферментів, які відіграють значну роль в процесі взаємодії пилку з зовнішнім середовищем. Білкові сполуки, відповідальні за алергенність пилку, за своєю хімічною структурою є поліпептидами / глікополіпептидами з молекулярною вагою від 5000 до 40000. При цьому малу алергенну активність мають антигени, що містять велику кількість вуглеводів. Наявністю білків у складі всіх пилкових алергенів у значній мірі пояснюється феномен спільності антигенних властивостей у пилку рослин, які споріднені за будовою. Встановлено, що ***водорозчинна фракція*** пилкового алергену викликає **ураження слизових оболонок**, а ***жиророзчинна*** – особливо при потраплянні на шкіру – **контактний дерматит** (рис 5.5).



Рис. 5.5. Види пилку рослин, які викликають алергічні реакції [5]

Прояви полінозу численні та різноманітні. Найбільш поширеними проявами пилкової алергії є алергічний риніт і кон'юнктивіт – алергічні запалення слизової носа та очей.

При тривалому перебігу хвороба може перейти в ***бронхіальну астму***. Також часто зустрічаються різні шкірні прояви полінозу: ***кропив'янка, екзема, атопічний і контактний дерматит***.

Аналіз літературних даних про вміст пилку в повітрі й етіологію полінозів в різних природно-кліматичних умовах дозволяє виділити основні групи алергенних рослин:

1. Листяні дерева, пилок яких викликає алергію:

- сім. ***Betulaceae*** (вільха чорна та сіра, ліщина звичайна, береза бородавчаста);
- сім. ***Salicaceae*** (верба козяча, верба, тополя чорна, тополя сріблястa, осика);
- сім. ***Fagaceae*** (дуб звичайний, дуб понтійський);
- сім. ***Tiliaceae*** (липа плосколистна).

2. Хвойні дерева, пилок яких викликає алергію:

- сім. ***Pinaceae*** (сосна звичайна, ялина звичайна).

3. Злакові трави, пилок яких викликає алергію (тимофіївка, пирій, костриця, пшениця).

4. Бур'яни, що викликають алергію і фітодерматози (амброзія, циклахена дуршніколистна, лобода біла, кульбаба лікарська, кропива пекуча, вовче лико, полин гіркий).

Причиною захворювання в Південно-Східному регіоні України – зоні степів (в Одеській, Запорізькій, Сімферопольській, Донецькій, Луганській областях) – є пилок сімейства лугових злаків, складноцвітих і лободових (полину, лободи, амброзії, кульбаби, циклахену) та культурних рослин (жита, кукурудзи, соняшнику).

Тривалість загострення полінозу становить 60-180 днів на рік, переважає літньо-осінній тип, весняний тип полінозу зустрічається рідко.

Аеропалінологічні та клініко-алергологічні дослідження в Луганській області визначили провідні крайові алергени: пилок полину і лободи більш ніж у 90 % випадків, амброзії – у 85 %, лугових трав – у 48 % випадків.

У природній зоні широколистяних лісів тривалість загострень захворювання дещо коротша: клінічні ознаки пилкової алергії проявляються з кінця квітня до серпня-вересня, найбільше звернень хворих відмічається в червні-липні (м. Київ), превалює поєднана сенсибілізація до пилку злакових трав. Для Вінниці, наприклад, характерний весняно-літній тип полінозу: перша хвиля – в квітні-травні, коли порошать граб, береза, вільха, в'яз; друга – в червні під час цвітіння липи, тополі і в серпні, коли порошать лобода, злаки, складноцвіті (амброзія, полин). У Львівській області сезон загострення починається в травні-червні – виникає алергія до злакових трав, полину, лебеди і культурних рослин: соняшнику, кукурудзи. Пилок дерев виступає причиною полінозу в 3% хворих. У цілому, в природних умовах України період загострення полінозу триває близько 5-6 місяців.

5.5 Тварини

Потужну алергічну дію має також шерсть домашніх тварин (кішок, собак). Згідно статистичних даних приблизно 10% населення має ознаки алергії на шерсть собак, 13% – на шерсть домашніх кішок, 37% – на мишей і 57% – на щурів. При цьому кількість людей з алергічною симптоматикою може збільшуватися при недостатності систем вентиляції службових і домашніх приміщень. Період сенсибілізації до біологічних факторів тварин може бути вельми різноманітним – від декількох днів до десятків років.

Алергія може початися через високу концентрацію подразнюючої речовини. Це означає, що якщо ви вирішили завести собаку, краще вибирати з маленьких порід – бішони, йорки, тої та ін.

Побільше хочеться? Щоб можна було собачку дресирувати, активно з нею грати, займатися спортом – виберіть серед шнауцерів, пінчерів, пуделів. Це декоративні породи, але якщо по максимуму ними займатися, порадують відмінними показниками! Що стосується собачої шерсті, саме вона є носієм алергену. На ній осідають і залишаються – слина тварини, сірка з вух, сеча та залишки калу. Але є породи собак, у яких практично немає линяння та лупи. Це означає, що шерсть не буде валятися по всьому будинку, мала ймовірність її потрапляння в дихальні шляхи та шкіру алергіка, що саме є профілактикою алергії. До таких порід відносяться собаки, у яких ніколи немає підшерстя – папільон, тої, йорки, бішони, пуделі.

Навіть певний колір шерсті собаки може викликати алергію за словами вчених. Але, досконально цей факт ще до кінця не вивчений, і складно пояснити, чому таке відбувається. Але тільки у тварин з білою шерстю відзначена більш низька концентрація алергічних речовин. Також до «щадних» належать такі відтінки: апельсиновий, кремовий, рудий. Тобто, всі світлі тони шерсті представляють безпеку для здоров'я.

Основна причина, через яку у людини можуть з’являтися алергічні реакції на кішок, це вміст алергену у виділеннях вихованця. У слині кішки присутній протеїновий білок, який є алергеном.

Коли тварина починає себе вилизувати, вона розносить цей фермент по своєму тілу та приміщенню, в якому мешкає. Таким чином алерген потрапляє і на господаря. Фермент може поширюватися за допомогою пилу та сміття, які швидко розносяться по дому.

Після потрапляння алергену в дихальні шляхи людина починає кашляти, чхати і задихатися. Це перші симптоми алергії. Поступово у неї починають сльозитися очі, з’являється свербіж шкіри та почервоніння.

Однак не у всіх людей алергія проявляється однаково. Не завжди алергія виникає на котячу слину, яка містить білок Fel. Тому варто ознайомитися з породами кішок, що не викликають алергію, щоб не помилитися при виборі.

Для зменшення впливу на людину біологічних факторів може бути проведено декілька **радикальних заходів**:

- підтримання необхідної відносної вологості в житлових приміщеннях. Цей фактор відіграє надзвичайно важливу роль у життєдіяльності бактерій, грибів. Вологість залежить від температури повітря в приміщенні, кількості приміщень з підвищеною вологістю (ванні кімнати, туалети), джерел постійної вологості (водопровідні труби), а також вологості зовнішнього повітря;
- регулярна ретельна очистка кондиціонерів;
- використання синтетичного спального приладдя (подушки, ковдри), їх періодичне прання;
- регулярне вологе прибирання житлових приміщень;
- використання пилососів зі змінними паперовими фільтрами, так як через тканинні фільтри кліщі домашнього пилу внаслідок своїх малих розмірів вільно проходять.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 5

Тести

1. Як зветься захворювання бактеріальної природи, що не пов’язане з залученням до патологічного процесу легенів, але має грипозоподібні ознаки, що проходять протягом 2-5 днів?

А. «Хвороба легіонерів».

Б. «Лихоманка зволожувачів повітря».

В. «Понтіак-лихоманка».

Г. «Фермерські легені».

2. Як зветься захворювання бактеріальної природи, що розвивається в антропогенно зміненому середовищі проживання та має важкий перебіг з ураженням легень?

А. «Лихоманка зволожувачів повітря».

Б. «Понтіак-лихоманка».

В. «Хвороба легіонерів».

Г. «Фермерські легені».

3. Яке дерево, чий пилок викликає алергію, належить до сімейства березових?

А. Липа плосколистна.

Б. Вільха чорна.

В. Дуб звичайний.

Г. Тополя чорна.

4. Яка рослина викликає алергію в серпні-жовтні?

А. Жито.

Б. Амброзія.

В. Пирій.

Г. Кукурудза.

5. На шерсть яких тварин населення країни найчастіше має ознаки алергії?

А. Миші.

Б. Щури.

В. Кішки.

Г. Собаки.

Ситуаційні задачі

1. Встановлено, що сир «рокфор» містить отруту, що виробляється грибами цвілі. Однак смертельна доза для людини можлива лише при з'їданні 200 кг сиру за раз.

У яких випадках смертельна доза можлива при з'їданні значно меншої кількості сиру?

2. Під час обстеження хворого Є. в порядку першої допомоги встановлено: хворому 18 років, студент, харчується у студентській їдальні. З бесіди з хворим з'ясовано, що 18 травня відчув сухість у роті, утруднення ковтання, погіршився зір (бачить, як у тумані). Діареї не було. Об'єктивні дані: температура тіла – 36,2 ºС. Пульс – 70 уд/хв, гарного наповнення. Живіт безболісний, м'який при натисканні. Зіниці розширені і не реагують на світло, невеликий птоз, сухість слизових ротових порожнин. Голос хрипкий, невелике опускання м'якого піднебіння.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Як підтвердити діагноз захворювання? Назвіть практичні рекомендації та профілактичні заходи в цьому випадку.

3. Під час польових робіт в одного працівника розвинулася сінна гарячка.

Чому хвороба виникла у цієї особи в той час, коли інші не захворіли? Які причини?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ВПЛИВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СПАДКОВІСТЬ ТА СТАН ЗДОРОВ'Я ЖІНОК І ДІТЕЙ

ТЕМА 6. СПАДКОВІСТЬ ТА ДОВКІЛЛЯ

Мета: отримати знання про види та механізми дії мутагенних факторів і класифікаційні ознаки мутацій; вивчити механізми генетичного гомеостазу та його порушення; ознайомитися з групами захворювань у залежності від ступеня спадкового внеску та впливу зовнішніх факторів; набути навички при визначенні наявності статевого хроматину в епітелії слизової оболонки порожнини рота.

ПЛАН

6.1. Роль спадковості в патології.
6.2. Мутації.
6.3. Мутагенні фактори.
6.4. Спадкові хвороби.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Алельні гени, або алелі – парні гени, що займають одні й ті самі локуси гомологічних хромосом і визначають альтернативні взаємовиключні стани тієї самої ознаки.

Вроджені хвороби – це хвороби, які проявляються при народженні.

Ген – функціональна одиниця спадковості.

Генетичний тягар – зростання рівня мутацій у всього населення земної кулі, що призводить до генетичного накопичення шкідливих мутацій**.**

Ділеція – втрата ділянки хромосоми.

Дуплікація – пошкодження ділянки хромосоми.

Експресивність – ступінь вираженості дії гена у конкретного хворого.

Інверсія – поворот фрагмента хромосоми на 180^{o}.

Комбінативна мінливість – мінливість, обумовлена випадковою перекомбинацією алелей у генотипі нащадків, що обумовлює виникнення відмінностей їх генотипу від батьківського.

Мінливість – властивість організму набувати нових ознак і особливості індивідуального розвитку, що відрізняються від батьківських.

Модифікаційна мінливість – це зміни ознак організмів (фенотипу), викликані чинниками середовища існування і не пов'язані зі змінами генотипу.

Моногенні (монофакторні) захворювання – захворювання, розвиток яких обумовлено спадковими (генетичними) факторами.

Мутагенні фактори – це фактори, які є причиною мутацій.

Мутація – стійка раптова стрибкоподібна зміна в спадковому апараті клітини, не пов'язана зі звичайною рекомбінацією генетичного матеріалу.

Мутаційна мінливість – мінливість, обумовлена виникненням мутацій.

Полігенні (мультифакторіальні) захворювання – захворювання, в етіології яких основне значення має вплив зовнішніх факторів на тлі спадкової схильності.

Спадкові хвороби – це хвороби, зумовлені порушеннями спадкової інформації, отриманими організмом зі статевими клітинами своїх батьків.

Спадковість – властивість організмів зберігати та забезпечувати передачу ознак нащадкам, а також визначати особливості їх індивідуального розвитку в конкретних умовах середовища.

Супермутагени – мутагени, що викликають один і той самий тип мутацій.

Точкові мутації – генні мутації, які впливають на фізіологічні та кількісні ознаки.

Транслокація – обмін ділянок між негомологічними хромосомами.

Фенокопії – зміни ознак організму під впливом факторів зовнішнього середовища в період ембріонального розвитку, які по основним проявам подібні до спадкової патології.

6.1 Роль спадковості в патології

Спадковість – властивість організмів зберігати та забезпечувати передачу ознак нащадкам, а також визначати особливості їх індивідуального розвитку в конкретних умовах середовища.

Стан здоров'я або хвороби – результат взаємодії спадкових і середовищних факторів. Генетичні чинники відіграють одну з ключових ролей у виникненні та поширенні в популяції патологічних процесів і станів, однак конкретний внесок спадкових факторів у виникнення тієї чи іншої нозологічної форми різний.

Залежно від ступеня спадкового внеску та впливу зовнішніх факторів виділяють наступні групи захворювань:

1) ***моногенні (монофакторні)*** – захворювання, розвиток яких обумовлено спадковими (генетичними) факторами;

2) ***полігенні (мультифакторіальні)*** – захворювання, в етіології яких основне значення має вплив зовнішніх факторів на тлі спадкової схильності;

3) ***захворювання, в етіології яких вирішальна роль належить різним екзогенним факторам*** (наприклад, інфекції або травми), при цих захворюваннях роль генотипу обмежена регулюванням ступеня сприйнятливості організму, ефективністю імунної відповіді та можливостями адаптаційно-компенсаторних реакцій у відповідь на зовнішній вплив.

Близько 10% всіх форм патологічних станів – це монофакторні хвороби, причина яких виключно генетична, тобто поломки на генному або хромосомальному рівні.

Ген – функціональна одиниця спадковості. Через статеві клітини батьків передаються не ознаки, а інформація про них. Первинна дія генів полягає в тому, що вони програмують біосинтез ферментів за принципом «один ген – один фермент».

Ферментні системи контролюються відповідними комплексами генів і зміни (мутації) в них гена тягнуть за собою ланцюги процесів – змінюється або випадає фермент, що призводить до випадання метаболічної реакції відповідного ступеня і, як наслідок, до зміни або порушення розвитку окремих ознак організму, тобто розвиток спадкових ознак йде за схемою ***«ген – фермент – біохімічна реакція – ознака»***.

Для ***моногенних захворювань*** характерно прояв ознаки в альтернативній формі: є генетична поломка – є хвороба (наприклад, фенілкетонурія), немає поломки (дефекту геному) – немає хвороби. Тоді як у ***полігенних захворювань*** ознака варіюється кількісно (наприклад, така ознака, як артеріальний тиск, є у всіх осіб, але рівень прояви цієї ознаки суворо індивідуальний).

Хромосомні та генні мутації різноманітно впливають на організм. У багатьох випадках ці мутації летальні, тому що порушують розвиток; у людини, наприклад, близько 20% вагітностей закінчуються природним викиднем у терміни до 12 тижнів, і в половині таких випадків можна виявити хромосомні аномалії.

У результаті деяких хромосомних мутацій певні гени можуть опинитися разом, і їх загальний ефект може викликати появу будь-якої «сприятливої» ознаки. Крім того, зближення між собою деяких генів робить менш ймовірним їх поділ у результаті кросинговера, а в разі «сприятливих» генів це створює перевагу. Геномні мутації, нарівні зі зміною фенотипу, часто призводять до мимовільного аборту або хромосомної хвороби. Серед новонароджених і дітей, померлих у перинатальний період, хромосомні хвороби зустрічаються з частотою 1 випадок на 200.

Спадкові хвороби – це хвороби, зумовлені порушеннями спадкової інформації, отриманими організмом зі статевими клітинами своїх батьків.

Частота поширення спадково обумовлених захворювань залежить від характеру успадкування генетично змінених ознак і є досить постійною в тій чи іншій популяції. Однак, можливості сучасної медицини, в тому числі, хірургічних втручань, дають можливість не тільки доживати до настання статевої зрілості, але й частіше, ніж раніше, мати потомство, що збільшує частоту індивідів з генетичними дефектами в популяціях.

Вроджені хвороби – це хвороби, які проявляються при народженні дитини. Вроджені хвороби можуть бути як генетично детермінованими, так і внутрішньоутробно надбаними (в тому числі фенокопії).

Генетично детерміновані вроджені захворювання розвиваються в результаті пошкодження генетичного апарату батьків, а також можуть також бути результатом мутації «*de novo*» – мутацій у гаметах батьків, які знову виникають.

Внутрішньоутробно надбані хвороби є вродженими станами. Вони виникають у результаті дії екзогенних тератогенних факторів у період вагітності.

Фенокопії – зміни ознак організму під впливом факторів зовнішнього середовища в період ембріонального розвитку, які за основними проявами подібні до спадкової патології.

Причини виникнення фенокопій:

- кисневе голодування плода;
- хвороба матері під час вагітності;
- психічна травма у вагітної;
- ендокринні захворювання у вагітної;
- неправильне харчування вагітної (нестача вітамінів С, В, Р, РР і мікроелементів кобальту, кальцію, заліза та ін.);
- прийом лікарських препаратів під час вагітності (антибіотиків, сульфаніламідів та ін.).

Мінливість – властивість організму набувати нових ознак і особливості індивідуального розвитку, що відрізняються від батьківських.

Мінливість може бути фенотипичною та генетичною:

1. ***Фенотипична (неспадкова, модифікаційна) мінливість*** – зміни стосуються тільки індивідуальних ознак при незмінному генетичному матеріалі. Такі зміни не передаються у спадок.
2. ***Генетична (спадкова) мінливість*** – зміни відбуваються в геномі.
3. ***Генеративна мінливість*** – зміни в спадковому апараті гамет (статевих клітин).
4. ***Соматична мінливість*** – зміни в апараті клітин тіла (соматичних клітинах).

Як генеративна, так і соматична мінливість буває мутаційною та комбінативною.

Мутаційна мінливість обумовлена виникненням мутацій – стійких змін генетичного матеріалу, що призводять до зміни успадкованої ознаки.

Комбінативна мінливість обумовлена випадковою перекомбинацією алелей у генотипі нащадків, що призводить до виникнення відмінностей їх генотипу від батьківського.

Алельні гени, алелі (від лат. *allelos* – протилежний) – парні гени, що займають одні й ті самі локуси гомологічних хромосом і визначають альтернативні взаємовиключні стани тієї самої ознаки. Трапляються в межах однієї популяції організмів та визначають різні фенотипи цих організмів. Таким чином, при комбінаторній мінливості самі гени не змінюються, але генотипи батьків і дітей виявляються різними.

Механізми комбінативної мінливості: незалежна розбіжність хромосом у мейозі, рекомбінація генів при кросинговері, випадкова зустріч гамет при заплідненні.

Полігенні захворювання виявляються після народження не відразу. Це обумовлено наступними причинами:

1. Ген, що детермінує певну патологію, знаходиться в загальмованому (зарепресованому) стані, а через деякий час експресується.

2. Потрібен час, щоб фактор середовища достатньо подіяв на властивість, що детермінується даним геном.

3. З віком змінюється активність процесів репарації.

6.2 Мутації

Мутація – стійка раптова стрибкоподібна зміна в спадковому апараті клітини, не пов'язана зі звичайною рекомбінацією генетичного матеріалу.

Види мутацій

1. За причинами виникнення:

- ***спонтанні.*** Виникають при дії звичайних факторів зовнішнього середовища. Частота їх невелика;
- ***індуковані:*** виникають під впливом різних фізичних, хімічних і біологічних факторів (мутагенів).

2. За характером зміни генотипу відповідно до 3-х рівнів організації генетичного матеріалу (гени-хромосоми-геном) розрізняють:

- ***генні мутації***, зумовлені зміною послідовності пуринових і піримідинових основ ділянки ДНК (зміни структури гена). При цьому мутантні гени можуть бути ***домінантними***, які проявляють себе в гетерозиготному стані, і ***рецесивними*** – проявляються в гомозиготному стані (рис. 6.1);

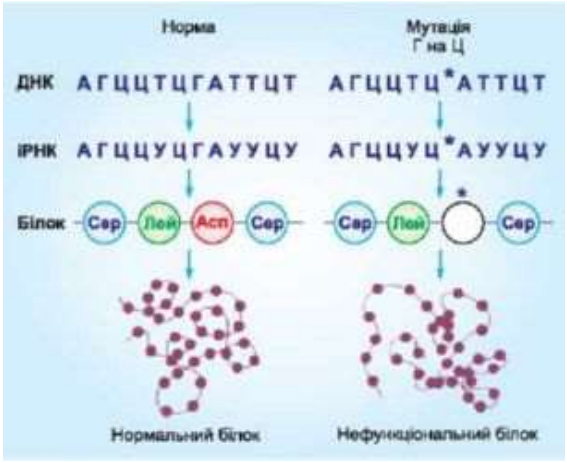


Рис. 6.1. Генні мутації [7]

- ***хромосомні мутації***, тобто структурні перебудови хромосом, тобто делеції, дуплікації, інверсії, транслокації (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Хромосомні мутації [7]

- ***геномні мутації***, зумовлені зміною числа хромосом внаслідок неправильного розподілу їх в процесі ділення, але не супроводжуються зміною їх структури (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Геномні мутації [7]

Види геномних мутацій:

1) ***поліплоїдія*** – збільшення числа хромосом (триплоїдія (3n), тетраплоїдія (4n), пентаплоїдія (5n) і т. д.).

2) ***гаплоїдія*** – зменшення кількості наборів хромосом.

3) ***анеуплоїдія (гетерополіплоїдія)*** – зміна числа хромосом окремих пар.

3. За локалізацією:

- ***соматичні***, що виникають у соматичних клітинах. Наслідки соматичних мутацій пов'язані тільки з долею даного організму. З його загибеллю зникають сліди мутації, що сталася;

- ***статеві,*** що виникають у статевих клітинах. Наслідки мутації позначаються на долі потомства.

4. За значенням для організму:

- ***корисні мутації*** – підвищують життєздатність організму або виду (наприклад, темне забарвлення шкірного покриву у жителів африканського континенту);

- ***нейтральні мутації*** – не впливають на життєдіяльність організму (веснянки, зміни кольору волосся і райдужної оболонки ока);

- ***шкідливі (патогенні) мутації*** – призводять до загибелі ембріона (летальні мутації) і до розвитку спадкової та вродженої патології (нелетальні).

6.3 Мутагенні фактори

Мутагенні фактори – це фактори, які є причиною мутацій.

Групи мутагенних чинників

1. За походженням:

- ***екзогенні мутагени*** – це різні фактори зовнішнього середовища (віруси, радіаційне випромінювання, окислювачі, алкілуючі сполуки та ін.);

- ***ендогенні мутагени*** – утворюються в процесі життєдіяльності організму (вільні радикали O_2, продукти перекисного окислення ліпідів та ін.).

2. За природою:

- ***фізичні***: іонізуюче та ультрафіолетове випромінення;

- ***хімічні***: цитостатики, особливо інгібітори синтезу ДНК – меркаптопурин, теофілін; алкілуючі сполуки – азотистий іприт, фенол, формальдегід; аналоги пуринових і піримідинових основ; вільні радикали та антиметаболіти;

- ***біологічні***: віруси (наприклад, краснухи, вірусного гепатиту), антигени деяких мікроорганізмів.

Основні механізми дії фізичних мутагенних факторів:

1) порушення структури генів і хромосом;

2) утворення вільних радикалів, що вступають у хімічну взаємодію з ДНК;

3) розриви ниток ахроматинового веретена поділу;

4) утворення димерів.

Найбільш повно вивченим з фізичних мутагенів є радіація.

Широке застосування іонізуючого випромінювання в різних галузях науки та техніки, сільського господарства та медицині викликає опромінення значних верств населення.

Особливу небезпеку становить нерегульоване підвищення природного фону радіації на Землі, яка зумовлює зростання рівня мутацій у всього населення земної кулі, що призводить до генетичного накопичення шкідливих мутацій (**генетичний тягар**).

За сучасною оцінкою в світі хімічною промисловістю та хімічними лабораторіями синтезовано близько 4 млн. різних хімічних сполук, використовується понад 500000 різних хімічних речовин і близько 10000 щорічно синтезується в кількості від 0,5 до 1,0 млн. кг. У щодобовому застосуванні знаходиться 65000 різноманітних хімічних сполук. Зазначимо, що 6000 сполук характеризуються мутагенною активністю.

Іонізуюче випромінювання викликає переважно хромосомні перебудови, які супроводжуються різкими змінами структури та функції організмів. Більшість їх шкідлива.

Хімічних мутагенів надзвичайно багато. Вони можуть впливати на спадковість різних експериментальних об'єктів: фагів, мікроорганізмів, рослин, комах, ссавців. Мутагенну активність проявляють чотири умовних групи хімічних факторів зовнішнього середовища: ***пестициди, промислові отрути, харчові домішки, ліки***.

Серед хімічних мутагенів до найбільш сильних відносять (***перша група***): етиленамін, діетилсульфат, диметилсульфат, нітрозоетилсечовину, нітрозометил-сечовину, пероксид водню, іприт та ін. Їх ще називають **супермутагенами**, оскільки викликають один і той самий тип мутацій.

Другу групу складають речовини, які близькі за будовою до азотистих основ нуклеїнових кислот і діють на них: 5-бромурацил, 5-фтор-діоксіуредин, 5-бромоксиурацил та ін.

До ***третьої групи*** відносять акридини та їх похідні (акридиновий жовтий, етидій броміду, профлавін акридинового смарагдового та ін.). Вони здатні змішувати окремі основи ДНК або викликати мутації типу делецій (випадіння ділянки ДНК).

У ***четверту групу*** входять азотиста кислота, формальдегід, гідроксиламін та ін.

Кожний з хімічних мутагенів може викликати як хромосомні розриви, так і генні мутації. Але на відміну від фізичних мутагенів, які переважно індукують генні мутації, їх дія більш тривала, мутації з'являються не відразу, а через певний час. Хімічні мутагени викликають переважно ***точкові (генні) мутації***, які впливають на фізіологічні та кількісні ознаки.

Характер спадкових змін, що викликаї дією хімічних чинників, залежить від дози мутагену. Невеликі концентрації хімічної речовини – мутагену викликають здебільшого дрібні мутації, які стосуються переважно кількісних ознак; зі збільшенням дози зростає ефект мутацій, зумовлений перебудовою хромосом.

Хімічні мутагени здатні впливати на спадкову основу як прямо, так і опосередковано. До хімічних мутагенів можна віднести й деякі лікарські речовини.

Лікарські препарати, як хімічні речовини різної структури, є чужорідними для організму людини. Звідси виникає проблема їх мутагенності. Нові та давно відомі лікарські речовини здатні викликати мутації генів у рослин, мікроорганізмів, комах, а також у культурі клітин ссавців і людини.

Деякі з лікарських препаратів за величиною мутагенного потенціалу не поступаються іонізуючій радіації. Так, наприклад, усі цитостатичні й антимітотичні препарати, які використовуються для лікування злоякісних пухлин, здатні індукувати генні мутації, хромосомні аномалії й інші біологічні ефекти, характерні для іонізуючого випромінювання. Лікарські препарати можуть викликати широкий спектр мутацій – ***від точкових до пошкодження всього хромосомного набору***. У наш час усі лікарські речовини випробовують на мутагенну активність.

Механізми дії хімічних мутагенів:

1) дезамінування;

2) алкілування;

3) заміни азотистих основ їхніми аналогами;

4) пригнічення синтезу попередників нуклеїнових кислот.

Механізми дії біологічних мутагенів:

1) віруси вбудовують свою ДНК у ДНК клітин хазяїна;

2) продукти життєдіяльності паразитів – збудників хвороб діють як хімічні мутагени.

6.4 Спадкові хвороби

Основні критерії класифікації спадкових хвороб: вид мутантних клітин і внесок спадкових чинників і середовища.

Залежно від виду первинно уражених клітин виділені наступні групи захворювань:

- ***хвороби внаслідок мутацій у статевих клітинах – «гаметичні»,*** тобто власне спадкові хвороби (наприклад, фенілкетонурія, гемофілії). Ці хвороби передаються у спадок;

- ***хвороби внаслідок мутацій у соматичних клітинах – «соматичні»*** (наприклад, пухлини, деякі хвороби імунної аутоагресії). Ці захворювання не передаються у спадок;

- ***хвороби внаслідок комбінації мутацій у статевих і соматичних клітинах*** (наприклад, сімейна ретинобластома).

Залежно від ролі спадковості та середовища виділяють чотири групи захворювань:

- ***власне спадкові хвороби*** (розвиваються внаслідок мутацій);

- ***екогенетичні захворювання*** (розвиваються при наявності мутації під впливом специфічного фактора середовища);

- ***хвороби генетичної схильності*** (внесок генетичних факторів очевидний);

- ***хвороби, що викликаються факторами зовнішнього середовища*** (ця група хвороб не належить до спадкових хвороб, так як внесок генетичних факторів у їх виникнення, розвиток і результат може бути вкрай малим, сумнівним або невідомим).

Власне спадкові хвороби

Причина: мутації (генні, хромосомні, геномні).

Умови: фактори зовнішнього середовища не впливають на їх виникнення та можуть лише модифікувати їх клінічний перебіг.

Відомо, що клітини з дефектними механізмами репарації мають збільшену чутливість до генотоксичних агентів і, отже, будуть мати підвищену частоту мутацій. У індивідуумів зі спадковими дефектами ДНК виявляється збільшена чутливість до генотоксичного впливу, збільшений рівень хромосомних аберацій і мутацій у соматичних клітинах, що вказують на хромосомну нестійкість і схильність до раку. Ці порушення виражаються у вигляді пігментної ксеродерми, синдрому Коккейна (Cockayne), атаксії-телеангіектазії, анемії Фанконі та синдрому Блума.

Наприклад, **синдром Блума** пов’язаний з дефектом гена, що кодує на 15-й хромосомі амінокислотну послідовність ДНК-лігази. Дане порушення не є критичним, однак нездатність відновлювати дефекти ДНК призводить до її нестабільності, збільшеної частоти мутацій і збільшеного ризику онкологічних захворювань.

Пігментна ксеродерма – рідкісний генодерматоз, що характеризується вираженою фотофобією, гіперпігментацією шкіри та дистрофією з розвитком неоплазій. Уперше описана M. Kaposi в 1870 р. Частота виявлення захворювання становить 1:1 000 000. Характеризується пігментною дисхромією та дистрофією шкіри з розвитком неоплазм унаслідок підвищеної чутливості до сонячного випромінювання, що зумовлено спадковим дефектом репаративних ферментів. Тип успадковування автосомно-рецесивний (рис. 6.4).



Рис. 6.4. Зовнішній вигляд дитини з симптомами пігментної ксеродерми [5]

Синдром Коккейна – рідкісний аутосомно-рецесивний, нейродегенеративний розлад, що характеризується недоліком зростання, порушенням розвитку нервової системи, аномальною чутливістю до сонячного світла (фотосенсибілізація), захворюваннями очей і передчасним старінням (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Зовнішній вигляд дитини з синдромом Коккейна [12]

Атаксія-телеангіектазія (АТ або А-Т), також відома як атактично-телеангіоектатичний синдром або Луї-Бар синдром.

Це рідкісне, нейродегенеративне, аутосомно-рецесивне захворювання, що викликає важку інвалідність. Атаксія вказує на порушення координації, а телеангіектазія – на невеликі розширені кровоносні судини, обидві ознаками характерні для даного захворювання (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Зовнішній вигляд дитини з телеангіоектатичним синдромом [7]

А-Т вражає різні частини тіла:

- вражає певні ділянки мозку, включаючи мозочок, викликаючи труднощі з пересуванням і координацією;
- послаблює імунну систему, викликаючи схильність до інфекції;

- запобігає відновленню пошкоджених ДНК, збільшуючи ризик раку.

Анемія Фанконі – спадкове автосомно-рецесивне з варіабельною пенетрантністю і генетичною гетерогенністю захворювання із загальним ураженням гемопоезу, вродженими аномаліями розвитку та порушеними репаративними можливостями організму.

У перші роки життя симптоматика мінімальна;

- синдром анемії виникає у віці 6-8 років;
- до провідних симптомів належить затримка фізичного розвитку;
- діти народжуються з малою масою тіла, а надалі сповільнюється збільшення росту, при цьому відставання у рості та масі пропорційне;
- характерними є чисельні аномалії розвитку скелета:
- мікроцефалія;
- відсутність або гіпоплазія великого пальця рук;
- зменшення кількості кісток зап'ястка;
- полідактилія;
- синдактилія;
- клинодактилія;
- запізніла поява ядер скостеніння;
- вроджений вивих стегна;
- клишоногість;
- сколіоз;
- кіфоз;
- гіпоплазія нижньої щелепи;
- аномалії розвитку ребер і хребців (рис. 6.7);



Рис. 6.7. Зовнішній вигляд дитини з анемією Фанконі [13]

- важливим діагностичним критерієм є пігментація шкіри та слизових, яка переважно має дифузний характер і максимально виражена в аксилярних та пахових ділянках, на шиї, животі, статевих органах;
- гіперпігментація шкіри поєднується із сухістю та лущенням;
- різноманітні вроджені вади розвитку серця та судин, органів дихання, травного каналу, статевої системи (гіпогенітал ізм, крипторхізм, гіпоспадія, атрофія шийки матки та вагіни, дворога матка, кісти яєчників);

- вроджені вади щитоподібної залози, очей (мікрофтальм, стробізм, епікантус) і нервової системи (гідроцефалія);

- виражена ендокринна недостатність у поєднанні з вродженими аномаліями розвитку та пігментацією шкіри;

- гематологічні зміни виникають у дітей після року, що збігається з появою змін на шкірі (кровоточивість, петехії, екхімози).

Синдром Блума – це рідкісний аутосомно-рецесивний хромосомний розлад, що характеризується високою частотою розривів і перебудови в хромосомах хворої людини. Цей синдром був вперше описаний лікарем дерматологом Девідом Блумом.

Ознаки та симптоми.

Хворі особи, як правило, невисокого зросту, з характерними висипаннями на шкірі, що виникають майже відразу після першого впливу сонячних променів. Ці висипання, як правило виникають на щоках (викликаючи почервоніння) та мають форму метелика. Але висип може виникати не тільки на обличчі, а й на інших частинах тіла, на які потрапляли сонячні промені, тобто на спину, руки і т. д. (рис. 6.8).



Рис. 6.8. Зовнішній вигляд дітей з синдромом Блума [12]

Пенетрантність – виявленість даного гена в популяції особин, які мають даний ген. Пенетрантність може бути висока, середня, низька.

Експресивність – ступінь вираженості дії гена у конкретного хворого.

Приклади власне спадкових захворювань:

- ***моногенні хвороби*** (фенілкетонурія, мукополісахаридози, галактозимія, гемофілії А і В, гемоглобінопатії);

- ***хромосомні хвороби*** (синдром Дауна, синдроми Клайнфельтера, Шерешевського-Тернера, трисомії Х).

Екогенетичні захворювання

Причина: генні мутації.

Необхідна умова: дія на організм специфічного фактора зовнішнього середовища.

Приклади екогенетичних захворювань:

- анемія в індивідів, гетерозиготних по HbS при зниженні парціального тиску O_2 в повітрі під час вдиху;
- постанестетичне апное під впливом суксамтонія (з групи деполяризуючих міорелаксантів периферичної дії);
- гемоліз еритроцитів при прийомі сульфаніламідів (при дефекті глюкозо-6-фосфатдегідрогенази).

Хвороби генетичної схильності (багатофакторні захворювання)

Безпосередня причина: фактор зовнішнього середовища або, частіше, комплекс факторів.

Необхідна умова: генетично детермінована схильність індивіда.

Ступінь схильності може бути у різних індивідів слабким, помірним або високим. У зв'язку з великою кількістю чинників, що роблять внесок у розвиток захворювання, ці хвороби називають також багатофакторними.

Приклади багатофакторних захворювань:
- ішемічна хвороба серця;
- гіпертонічна хвороба;
- цукровий діабет;
- псоріаз;
- шизофренія (1% населения);
- виразкова хвороба шлунка та дванадцятипалої кишки.

Хвороби, що викликаються факторами середовища

Причини: фактори зовнішнього та внутрішнього середовища (інфекційні та неінфекційні; фізичної, хімічної та біологічної природи).

Генетичні чинники не впливають на виникнення хвороби, але визначають особливості її перебігу (можливість ускладнень, вираженість адаптивних реакцій, ступінь резистентності організму, ефективність лікування та ін.).

Приклади хвороб, що викликаються факторами середовища:
- більшість інфекційних хвороб;
- більшість травм і посттравматичних станів;
- хвороби, викликані хімічними агентами та ін.

5. Основні критерії класифікації спадкових хвороб: вид мутантних клітин і внесок спадкових чинників і середовища. Залежно від виду первинно уражених клітин виділені наступні групи захворювань: 1) хвороби внаслідок мутацій у статевих клітинах – «гаметичні», тобто власне спадкові хвороби (наприклад, фенілкетонурія, гемофілії), ці хвороби передаються у спадок; 2) хвороби внаслідок мутацій у соматичних клітинах – «соматичні» (наприклад, пухлини, деякі хвороби імунної аутоагресії), ці захворювання не передаються у спадок; 3) хвороби внаслідок комбінації мутацій у статевих і соматичних клітинах (наприклад, сімейна ретинобластома).

Залежно від ролі спадковості та середовища виділяють чотири групи захворювань: 1) власне спадкові хвороби (розвиваються внаслідок мутацій); 2) екогенетичні захворювання (розвиваються при наявності мутації під впливом специфічного фактора середовища); 3) хвороби генетичної схильності (внесок генетичних факторів очевидний); 4) хвороби, що викликаються факторами зовнішнього середовища (строго кажучи, ця група хвороб не належить до спадкових хвороб, так як внесок генетичних факторів у їх виникнення, розвиток і результат може бути вкрай малим, сумнівним або невідомим).

Відомо, що клітини з дефектними механізмами репарації мають збільшену чутливість до генотоксичних агентів і, отже, будуть мати підвищену частоту мутацій. У індивідуумів зі спадковими дефектами ДНК виявляється збільшена чутливість до генотоксичного впливу, збільшений рівень хромосомних аберацій і мутацій у соматичних клітинах, що вказують на хромосомну нестійкість і схильність до раку. Ці порушення виражаються у вигляді пігментної ксеродерми, синдрому Коккейна (Cockayne), атаксії-телеангіектазії, анемії Фанконі і синдрому Блума.

Генетичні чинники не впливають на виникнення хвороби, але визначають особливості її перебігу (можливість ускладнень, вираженість адаптивних реакцій, ступінь резистентності організму, ефективність лікування та ін.). Приклади хвороб, що викликаються факторами середовища: 1) більшість інфекційних хвороб; 2) більшість травм і посттравматичних станів; 3) хвороби, викликані хімічними агентами та ін.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 6

Тести

1. Яка хвороба належить до моногенних?
А. Цукровий діабет.
Б. Муковісцедоз.
В. Світлова сліпота.
Г. Гіпертонічна хвороба.
2. Які мутагени належить до ендогенних?
А. Радіаційне випромінювання.
Б. Окислювачі.
В. Вільні радикали O_2.
Г. Віруси.
3. До якої групи хімічних мутагенів належить пероксид водню?
А. Четверта група.
Б. Третя група.
В. Друга група.
Г. Перша група.

4. Які хвороби належать до екогенетичних?

А. Внесок генетичних факторів в їх виникнення, розвиток і результат може бути вкрай малим, сумнівним або невідомим.

Б. Розвиваються внаслідок мутацій.

В. Внесок генетичних факторів в їх розвиток очевидний.

Г. Розвиваються при наявності мутації під впливом специфічного фактора середовища.

5. Як зветься хвороба, що характеризується порушенням розвитку нервової системи, фотосенсибілізацією, захворюваннями очей і передчасним старінням?

А. Пігментна ксеродерма.

Б. Синдром Блума.

В. Синдром Коккейна.

Г. Атаксія-телеангіектазія.

Ситуаційні задачі

1. До лікаря-неврапатолога звернулися батьки дитини віком 15 років. Вони стурбовані в'ялістю, інертністю та розумовою відсталістю сина, який не може вчитися в загальній школі, а тільки в школі для розумово відсталих дітей. Об'єктивні дані: хлопець високий на зріст з довгими кінцівками, євнухоїдної конституції, статеві органи недорозвинені. З боку внутрішніх органів відхилень від норми не встановлено. У клітинах епітелію ротової порожнини виявлений статевий хроматин.

Який метод генетичного дослідження треба використати? Яка загальна кількість хромосом у хлопця? Про яке захворювання йде мова? Який набір статевих хромосом? Що таке статевий хроматин, каріотип, які вони в нормі? Які хвороби подібні до цієї? Яка їхня причина?

2. Дитина 8 років знаходиться в дитячій лікарні на обстеженні з приводу розумової відсталості, нападів судом, зниження слуху. Під час огляду дитини впадає в око шаблеподібна форма гомілок, півмісяцеві виїмки на передніх зубах (різцях). З боку внутрішніх органів патологічних змін не виявлено. Реакція Вассермана різко позитивна (4 плюси). У матері теж позитивна реакція Вассермана.

Чи є виявлений випадок сифілісу у дитини спадковим захворюванням?

3. Батько хворий на гемофілію, мати здорова. Чи можуть успадковувати цю хворобу їхні діти та онуки? У чому полягає ця хвороба? Як вона успадковується? Чи можна допомогти батькам, щоб у них народилася здорова людина, та який метод генетичного дослідження треба використати?

ТЕМА 7. ВПЛИВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СПАДКОВІСТЬ І СТАН ЗДОРОВ'Я ЖІНОК І ДІТЕЙ

Мета: отримати знання про психофізіологічні особливості реакції дитячого організму на вплив несприятливих факторів зовнішнього середовища; з'ясувати наслідки впливу забруднювачів навколишнього середовища на організм дитини та розвиток плода у внутрішньоутробному періоді; вивчити вплив несприятливих екологічних факторів на стан репродуктивного здоров'я жінки; набути навички при оцінці стану функціональних систем організму дитини, обумовлені впливом факторів зовнішнього середовища.

ПЛАН

7.1. Загальне уявлення про навколишнє середовище.
7.2. Фізичне середовище дитини.
7.3. Біологічне середовище дитини.
7.4. Соціальне середовище дитини.
7.5. Здоров'я жінок і довкілля.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Біологічне середовище – середовище, що складається з набору фізіологічних функцій організму, які можуть змінюватися під дією забруднюючих речовин.

Ендометріоз – це патологічний стан, при якому поза слизової матки, а також в інших органах визначається тканина, подібна за своєю морфологічною будовою до слизової оболонки матки.

Естрогени – гормони жіночих статевих залоз, які продукуються дозріваючими фолікулами та інтерстиційними клітинами, розташованими між фолікулами яєчника.

Навколишнє середовище дитини – сукупність фізичного, біологічного та соціального середовища.

Неонатальне відділення – відділення пологових будинків і дитячих лікарень для недоношених і хворих новонароджених.

Остеопороз – при цьому захворюванні первинним порушенням є зменшення маси матриксу кісткової тканини, а вторинним – втрата кальцію.

Соціальне середовище включає умови проживання в сім'ї, стан її у суспільстві, а також закони та інструкції, які зачіпають життя людини.

Фізичне середовище – це все, з чим входить у контакт організм людини.

7.1 Загальне уявлення про навколишнє середовище

На даний момент навколишнє середовище людства значно відрізняється від середовища проживання попередніх поколінь. Поява нових технологій, збільшення обсягу інформації, зростання чисельності населення та збільшення споживчого попиту ознаменували кінець XX – початок XXI ст. Протягом останніх 50 років з'явилися тисячі нових хімічних компонентів, виробництво синтетичних сполук збільшилася з 650 тис. у 1940 р. до 160 млн т у 1980 р. Хімічні сполуки повсюдно присутні в навколишньому середовищі, та в силу цього хімічні токсиканти накопичуються в організмі людей і тварин. Уже згадувалося про те, що в навколишньому середовищі виявляється понад 60 тис. хімічних сполук, але про вплив більшості з них на здоров'я дітей відомо небагато. Через унікальні фізичні, біологічні та соціальні характеристики діти найбільш уразливі з всієї людської популяції.

Складність процесу розвитку людини від моменту зачаття до дорослого стану передбачає існування вразливих специфічних періодів до факторів навколишнього середовища, вплив яких у згадані критичні моменти може вести до постійного та незворотного пошкодження органів і систем організму. Для того щоб захищати дітей більш ефективно та активно, необхідно знати, чому діти вразливіші за дорослих, які типи впливів зачіпають дітей, за якими з них діти є групою ризику. Чому діти – не просто маленькі дорослі, коли мова йде про вплив на них факторів навколишнього середовища? На думку професора Кена Олдена, директора Національного інституту здоров'я США, «дитина формується з однієї єдиної клітини та перетворюється в усміхнену, товариську, інтелектуальну, дружню людину по закінченні всього двох років інтенсивного росту та розвитку». Складність механізмів, що обумовлюють це явище, – причина нижче описаних особливостей. Діти існують у межах трьох типів середовищ: фізичного, біологічного та соціального.

7.2 Фізичне середовище дитини

Фізичне середовище – це все, з чим входить у контакт організм людини. Для більш точного опису фізичної середовища доцільно фрагментувати його до мікрооточення. Наприклад, у кімнаті, повітря якої забруднене радоном, радіоактивний газ розподілений нерівномірно: близько підлоги його концентрація вища, на рівні стелі – нижча. Тому середовище, яке оточує маленьку дитину, що грає на підлозі, буде значно відрізнятися від мікрооточення дорослого, що знаходиться в кімнаті. Фізичне середовище має велике значення для дитини. Недоношені та хворі новонароджені піддаються шуму, дії газового середовища, внутрішньовенних ін'єкцій і деяких хімічних сполук протягом їх перебування в неонатальному відділенні або у відділенні

інтенсивної терапії. Немовлята та маленькі діти часто грають на підлозі, килимі або траві. Тому на них більше впливають ксенобіотики від синтетичних покриттів (формальдегід, ЛОС) і залишки пестицидів у ґрунті.

Діти, які не здатні ще повзати або ходити, не можуть уникнути впливу шкідливих факторів. Наприклад, дитина може зазнати сонячного удару або дії УФВ через її нездатність сховатися від прямих сонячних променів. Учні проводять значний період часу в школах, умови в яких дуже відрізняються від домашніх. Школи часто знаходяться у відносно несприятливих в екологічному відношенні місцях. Шкільні ділянки іноді розташовуються біля доріг з інтенсивним рухом, ліній електропередачі, і діти піддаються дії свинцю, електромагнітного випромінювання та ін.

Підлітки можуть мати не тільки несприятливе шкільне навколишнє середовище, але й обирати для себе інші негативні в фізичному відношенні чинники навколишнього середовища, наприклад, при відвідуванні дискотек, де перевищуються допустимі звукові рівні.

Зона дихання для дорослого – 120-180 см вище рівня підлоги. Однак для дитини, як було зазначено вище, ця відстань зменшена. Саме в межах нижчих зон дихання реєструється найбільш висока концентрація важких хімічних сполук (наприклад, слідів ртуті або радону). Оскільки фізичні розміри дітей менші, їх дихальна та метаболічна активність вище, ніж у дорослих.

Вони споживають відносно більшу кількість кисню (в перерахунку на масу тіла), тому вплив на дитину повітряних забруднювачів може бути значним. Наприклад, шестимісячна дитина з середньою величиною споживання кисню протягом однакового експозиційного періоду часу отримає вдвічі більшу ефективну дозу за рахунок інгаляції радону, ніж дорослий. Подібно до того, як діти відрізняються більшими потребами в кисні, ніж дорослі, більш висока метаболічна активність дітей стосовно споживання більшої кількості калорій на одиницю маси тіла. Причина цієї відмінності полягає в тому, що діти не тільки підтримують власний гомеостаз, але й інтенсивно зростають.

Немовля споживає щодня в середньому приблизно 180 мл води на одиницю маси тіла. Для середнього чоловіка це еквівалентно споживанню 17 л (!) води в день. Якщо вода містить забруднювачі, то дитина інкорпорує їх у більшій кількості. Через цю особливість присутність свинцю у воді викликає особливе занепокоєння в екологічних медиків. Високі рівні свинцю в крові (більше 0,48 мкМ/л) були зареєстровані саме у дітей, у той час як у дорослих, які споживають ту ж воду, не були виявлені несприятливі ефекти. Крім того, їжа дітей часто відрізняється від їжі дорослих. Більшість новонароджених споживає грудне молоко, що може містити забруднювачі навколишнього середовища, включаючи свинець, ПХБ і діоксини. Раціон дітей також містить більшу кількість молочних виробів. Однорічна дитина їсть у 2-7 разів більшу кількість фруктів і овочів, ніж дорослий, у результаті чого діти можуть отримувати більш високі концентрації пестицидів, нітратів та інших ксенобіотиків, які в них містяться.

7.3 Біологічне середовище дитини

Біологічне середовище складається з набору фізіологічних функцій організму, які можуть змінюватися під дією забруднюючих речовин. Організм використовує певні біохімічні процеси для перетравлення, перетворення й екскреції речовин, що містяться в повітрі, їжі та воді. Токсична дія ксенобіотика буде залежати від ряду механізмів.

До них належать:

- поглинання ксенобіотика;
- розподіл його всередині організму;
- метаболізм ксенобіотиків;
- органна сприйнятливість.

На кожен з цих етапів впливає та стадія, на якій знаходиться розвиток дитини.

Інкорпорація ксенобіотиків у дитини відбувається відомими чотирма способами: через плаценту, шкіру, органи дихання або травний тракт. Особливості надходження через кожен із цих шляхів також залежать від стадії розвитку дитини. Протягом ембріональної стадії плацента – головний шлях надходження необхідних, а також чужорідних для плода речовин. Деякі сполуки вільно проникають через плаценту. Сюди відносяться сполуки з низькою молекулярною масою, жиророзчинні компоненти та специфічні сполуки типу кальцію. Наприклад, оксид вуглецю – токсична сполука з низькою молекулярною масою, викликає утворення карбоксигемоглобіну. Оскільки оксид вуглецю має більш високу спорідненість до фетального гемоглобіну (НЬ-В) плода, концентрація карбоксигемоглобіну буде вище у ембріона, ніж у матері.

Жиророзчинні, або ліпофільні, сполуки типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів (які виявляються в тютюновому димі), ПХБ, ендокринні ефектори, а також етанол і нікотин вільно проходять через плаценту та можуть викликати токсичні ефекти в ембріона.

У процесі розвитку дитини шкіра зазнає значних змін, які зачіпають її бар’єрні властивості. Поглинання через шкіру особливо важливо для жиророзчинних сполук, так як шкіра людини багато в чому складається з цих компонентів. Зовнішній шар шкіри ембріона характеризується нестачею бар’єрного, кератинвмісного, зовнішнього шару дерми. Утворення кератину починається на 3-5 добу після народження, тому шкіра новонародженого характеризується особливими властивостями, та проникнення ксенобіотиків через шкіру – причина багатьох захворювань новонароджених. Наприклад, гіпотиреоїдний стан може бути викликано застосуванням розчинів йоду для обробки шкіри при різних маніпуляціях.

Нейротоксичність може бути обумовлена розчинами гексахлорофена, який застосовується при купанні новонароджених. Гіпербілірубінемія може мати місце після застосування фенолдезінфікуючих розчинів.

Додатковий фактор у проникненні ксенобіотиків через шкіру новонароджених у порівнянні зі старшими дітьми та дорослими – більше відношення поверхні тіла до об'єму організму. Це означає, що для однієї і тієї ж діючої поверхні шкіри дитина інкорпорує в декілька разів більше токсичних речовин, ніж доросла людина. Під час пренатального розвитку зародок робить дихальні рухи. Деякі ксенобіотики, що знаходяться в амніотичній рідині, можуть контактувати з дихальним трактом. Від народження до юності легені продовжують розвиватися, збільшуються кількість альвеол і розмір активної поверхні. Таким чином, деякі хімічні сполуки можуть у більшій кількості потрапляти всередину організму.

Шлунково-кишковий тракт на всіх стадіях розвитку дитини схильний до дії токсинів навколишнього середовища. Плід, як було зазначено вище, активно заковтує амніотичну рідину та ті чужорідні хімічні сполуки, які знаходяться в ній, наприклад деякі пестициди, а також компоненти тютюнового диму.

Безпосередньо після народження дитини кислотність шлунка відносно висока та досягає нормальних рівнів до декількох місяців життя. Ця різниця в кислотності здатна помітно впливати на поглинання ксенобіотиків (наприклад, нітратів). Специфічні потреби новонародженої та маленької дитини корелюють зі збільшеними харчовими потребами. Так як у дитини відбувається інтенсивний ріст кісток скелета, організм вимагає надходження більшої кількості кальцію. Однак подібне підвищене поглинання може створювати також проблеми. Радіоактивний стронцій, свинець будуть поглинатися замість кальцію, при чому в більшій мірі, ніж у дорослих. Наприклад, доросла людина інкорпорує тільки 10% присутнього в харчових продуктах свинцю, одно-, дворічна дитина – до 50% цього металу.

Розподіл ксенобіотиків всередині організму також залежить від стадії розвитку дитини. Наприклад, у мозковій тканині свинець накопичується в більшою мірою у немовляти, ніж у дорослої людини. Більш того, свинець накопичується інтенсивніше в кістковій системі дітей, і його інкорпорація подвоюється в період між дитинством і десятьма роками. Метаболізм ксенобіотиків, як було зазначено вище, може призводити до його дезактивації або, навпаки, до активації. Метаболізм чужорідних сполук також залежить від стадії розвитку дитини. Це пояснюється різною активністю ферментів. Активність системи детоксикації визначається генетичними особливостями індивіда, тому деякі люди більш сприйнятливі до несприятливих хімічних факторів.

У ряді випадків недосконалість способів детоксикації може відігравати позитивну роль. У дорослої людини високі концентрації ацетоамінофена (діюча речовина – парацетамол) здатні викликати пошкодження печінки в зв'язку з тим, що цей лікарський препарат у процесі детоксикації розпадається на компоненти, отруйні для печінки. Однак у маленьких дітей цього не відбувається. Діти, народжені від матерів, які вживали ацетоаменофен, будуть також мати в крові високі рівні даного препарату. Але він не зможе викликати пошкодження печінки. Причина цього явища полягає в тому, що у

дитини метаболічні шляхи детоксикації ацетоаменофену ще не розвинулися в достатній мірі, і його руйнування не відбувається.

Діти відрізняються від дорослих ще й тим, що їх органи зазнають зростання та дозрівання, тобто процес, на який можуть несприятливо впливати ксенобіотики. Приклади подібного впливу: неправильний ембріональний розвиток, гальмування зростання, зниження коефіцієнта розумового розвитку (показник інтелекту IQ), раннє статеве дозрівання, зменшена життєва ємкість легень (ЖЄЛ) та ін. Відомо **три типи росту органів людського організму**: за рахунок збільшення кількості клітин, їх маси, а також за рахунок збільшення обсягу міжклітинного матриксу. В цілому, перший з типів завершується до шести місяців внутрішньоутробного розвитку тканин, вміст яких не відповідає безперервній зміні за життя (наприклад, шкіра). Після цього зростання відбувається за рахунок двох інших згаданих механізмів.

Клітини піддаються в процесі становлення дорослого організму диференціації та дислокації.

Диференціація. Вона запускається та регулюється гормонами. При цьому присутність ефекторів ендокринної системи може змінювати цей процес. Оскільки ряд систем організму дітей, включаючи репродуктивну, продовжує диференціюватися, хімічна сполука, що наслідує дії гормонів, може чинити негативний вплив на розвиток цих систем. Хлоровані інсектициди – приклад такого механізму.

Дислокація. Відомо, що нейрони формуються в центральних відділах мозку, а потім мігрують в інші області ЦНС. Хімічні сполуки типу етанолу можуть модифікувати цей процес. Пренатальний вплив етанолу супроводжується гальмуванням міграції та є причиною недорозвинення мозку.

Більш того, деякі органи продовжують розвиватися протягом кількох років життя, наприклад мозкова тканина та легені. Такий тривалий період росту та розвитку збільшує їхню вразливість. Наприклад, тканина мозку в дорослих після променевої терапії зазнає оборотних побічних змін. У дітей променева терапія повністю виключена через глибокі та негативні ефекти іонізуючого випромінювання на ЦНС, яка в цей період активно розвивається. Інший приклад унікальної уразливості дітей – токсичні впливи на тканину мозку. Прикордонна концентрація свинцю в крові дітей становить 0,48 мкМ/л. Більш високі концентрації викликають зниження коефіцієнта інтелекту (10). У той же час допустима межа впливу свинцю на професіоналів у 6 разів вище.

7.4 Соціальне середовище

Соціальне середовище включає умови проживання в сім’ї, стан дитини в суспільстві, а також закони та інструкції, які зачіпають життя будь-якої людини. Для кожної стадії розвитку дитини є унікальні комбінації параметрів

навколишнього та внутрішнього середовища, пов'язаних з його розвитком. Суспільство зобов'язане захищати дітей від шкідливого впливу навколишнього середовища. Це можливо шляхом використання принципів і методів регулюючої політики. Необхідно прийняття адекватних законів про поліпшення якості питної води, продуктів харчування, внутрішнього середовища дитячих садочків, шкіл, підвищення екологічної грамотності населення, батьків, підготовка медичних екологів і т. д.

У розвитку дитини виділяють шість стадій: період внутрішньоутробного розвитку, період новонародженості (від народження до місячного віку), грудний вік (від місяця до 1 року), період молочних зубів (від 1 року до 6 років), молодший шкільний вік (6-12 років), старший шкільний вік (12-15 років) і пубертатний період (15-18 років). Внутрішньоутробний розвиток розглядається як окрема стадія, де є множинні критичні етапи розвитку.

Вплив на здоров'я людини може проявитися навіть у тому випадку, коли він здійснювався на жінку перед зачаттям дитини. Наприклад, жінки, які споживали харчові жири, забруднені поліхлорованими біфенілами (ПХБ), народжували дітей з фізичними каліцтвами. Цей вид патології отримав назву **хвороби Юшо (Уізьо)**, що в дослівному перекладі означає жирова хвороба. У самих жінок захворювання супроводжувалося неспецифічними симптомами: втомою, головним болем, порушенням чутливості в кінцівках і змінами шкіри. Причиною були виробничі витоки ПХБ з подальшим накопиченням їх у рисі та використанням останнього в якості продукту харчування.

Зміни в організмі дорослого індивідуума можуть бути обумовлені впливом на яйцеклітину або сперматозоїди матері або батька. Яйцеклітина, сформована в зародку майбутньої матері, піддається дії ксенобіотиків, починаючи з моменту внутрішньоутробного розвитку самої матері. Період дозрівання сперматозоїдів – від декількох годин до декількох днів. Таким чином, шкідливі ефекти щодо сперматозоїдів, на відміну від яйцеклітини, найбільш вірогідні при впливі на батька в період безпосередньо перед зачаттям.

Так як діти піддаються дії токсикантів у більш ранній період життя, ніж дорослі, вони мають більше шансів для розвитку екологічно викликаних захворювань, що мають тривалі латентні періоди. Ефекти багаторазових і / або сукупних впливів токсикантів і механізми їх синергічної дії також не зовсім відомі та вимагають подальшого дослідження.

На всіх дітей впливають шкідливі фактори навколишнього середовища. Забруднення та деградація навколишнього середовища не знають ні державних, ні регіональних, ні національних кордонів. Контамінанти транспортуються через багато середовищ, включаючи повітря, воду, ґрунт та їжу в усьому світі. Однак діти, що живуть у бідності, діти в расових або етнічних громадах схильні до набагато більшого ризику для впливу на них шкідливих факторів навколишнього середовища.

7.5 Здоров’я жінок і довкілля

Статеві особливості. Жіночий організм також має специфічні особливості щодо дії факторів навколишнього середовища. Жінки схильні не тільки до тих самих хвороб, на які страждають чоловіки, а й до специфічних захворювань, пов’язаних з їх статтю. По-перше, жіночий організм характеризується відносно великим вмістом жиру та жирової тканини, в яких можуть накопичуватися значні кількості гідрофобних сполук, як правило, токсичних. По-друге, жіночий організм схильний до циклічних змін, що виражається в коливанні рівня гормонів, зміні в зв’язку з цим метаболічної активності клітин-мішеней. Надходження в організм жінки хімічних сполук з гормональною активністю (ЕЕС) буде тримати клітини-мішені в постійній активності, призводячи до їх метаболічної декомпенсації, і бути фактором розвитку патології.

По-третє, в певні фізіологічні періоди (вагітність) жінка потребує підвищених кількостей тих чи інших елементів (наприклад, кальцію). Елементи з конкурентною активністю (свинець) здатні заміщати кальцій при всмоктуванні та інкорпоруватися в організмі, майже не екскретуючись з нього. Крім того, є додаткові докази виникнення певної патології у жінок, де фактор навколишнього середовища є визначальним.

Рак молочної залози. У даний час виявлено гени раку молочної залози BRCA1 і BRCA2. Згідно з розрахунками гени можуть бути в 5-10% випадків причиною цього захворювання. Однією з причин активації ракового гена можуть бути ЕЕС – різноманітні синтетичні сполуки, які симулюють дію жіночого статевого гормону естрогену. Ці сполуки широко поширені в природі. Вони потрапляють до нас в організм з їжею, водою, повітрям і в результаті професійної діяльності (рис. 7.1).

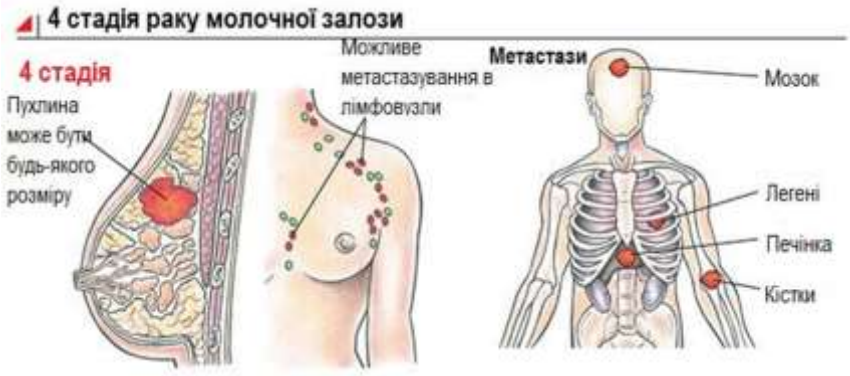


Рис.7. 1. Прояви 4 стадії раку молочної залози [12]

Ендометріоз. Це патологічний стан, при якому поза слизової матки (у м’язовій стінці матки або в інших органах статевої системи), а також в інших органах (сечовому міхурі, передній черевній стінці, фалопієвих трубах,

легенях) визначається тканина, подібна за своєю морфологічною будовою до слизової оболонки матки. Зустрічається у 10-15% жінок. Причину патології пов'язують також з впливом ЕЕС, що володіють естрогеноподібною дією. Наприклад, є дані про те, що діоксини та інші хлоровані сполуки мають здатність викликати ендометріоз. Крім того, важлива роль належить їх імуносупресивній дії. Таким чином, естрогени навколишнього середовища можуть робити внесок у розвиток ендометріозу в сприйнятливих індивідуумів.

Остеопороз. При цьому захворюванні первинним порушенням є зменшення маси матриксу кісткової тканини, а вторинним – втрата кальцію. Це захворювання зустрічається також у чоловіків, але найбільш часто – у жінок у постклімактеричному періоді. Кадмій, свинець і, можливо, інші важкі метали, що знаходяться в навколишньому середовищі, здатні бути істотними факторами в розвитку даної хвороби. При цьому руйнування кісткової тканини пов'язано не з прямою дією кадмію на кістку, а з непрямою, залежною від ниркової реабсорбції кальцію. Отже, вплив кадмію може бути важливим фактором, що сприяє остеопорозу у жінок похилого віку.

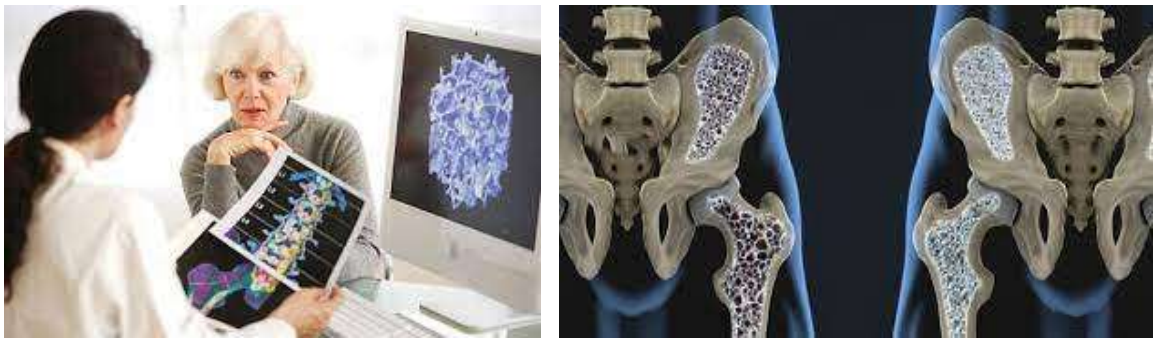


Рис. 7.2. Остеопороз у жінки похилого віку [12]

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 7

Тести

1. Втрата якого хімічного елемента відіграє важливу роль в розвитку остеопорозу у жінок у постклімактеричному періоді?

А. Залізо.

Б. Кальцій.

В. Золото.

Г. Кобальт.

2. Як зветься захворювання, що характеризується загальним ураженням гемопоезу, вродженими аномаліями розвитку та порушеними репаративними можливостями організму?

А. Синдром Блума.

Б. Анемія Фанконі.

В. Синдром Коккейна.

Г. Хвороба Юшо.

3. Як зветься захворювання, що характеризується порушенням координації, а також невеликими розширеннями кровоносних судин?

А. Хвороба Юшо.

Б. Синдром Блума.

В. Атаксія-телеангіектазія.

Г. Синдром Коккейна.

4. Як зветься захворювання, при якому висипання, що виникають на щоках мають форму метелика?

А. Анемія Фанконі.

Б. Синдром Блума.

В. Атаксія-телеангіектазія.

Г. Синдром Коккейна.

5. Як зветься захворювання, при якому жінки, що споживали харчові жири, забруднені поліхлорованими біфенілами (ПХБ), народжували дітей з фізичними каліцтвами?

А. Синдром Блума.

Б. Хвороба Юшо.

В. Пігментна ксеродерма.

Г. Синдром Коккейна.

Ситуаційні задачі

1. Відомо, що в критичні періоди розвитку зародок вступає на новий етап морфогенезу.

До дії яких факторів навколишнього середовища (тих, що вивчалися на попередніх заняттях) зародок найбільш чутливий? Чому?

В якому періоді розвитку зародка порушення будуть найбільшими – у період імплантації бластоцисти чи органогенезу?

2. Дослідження показали, що тератогенна дія лікарських засобів може посилюватися чи ослаблюватися залежно від стану вагітної жінки.

Які практичні висновки треба зробити?

3. У поліклініку діспансера звернулася жінка 38 років, зі скаргами на пухлину в лівій молочній залозі. Новоутворення помітила більше року, тому відмічає, що пухлина збільшилася в розмірах. При пальпації відмічається пухлина 3×5 см, щільна, неболюча, малорухома, без чітких контурів. Збільшені ліві аксилярні лімфовузли.

Яке захворювання має місце? Які додаткові методи обстеження показано застосовути?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІОТОПУ

ТЕМА 8. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АТМОСФЕРИ

Мета: отримати знання про антропогенний вплив на стан атмосфери та пов'язані з цим патологічні стани та захворювання у людей; з'ясувати характер профілактичних заходів щодо покращення еколого-медичної ситуації серед населення, що мешкає в умовах забруднення атмосфери різного рівня інтенсивностіі; набути навички при дослідженні динаміки вмісту вихлопних газів у атмосферному повітрі поблизу навчального закладу протягом доби, а також при визначенні показників стійкості організму до гіпоксії.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

8.1. Будова атмосфери.
8.2. Озоновий шар.
8.3. Сполуки, що руйнують озоновий шар.
8.4. Стан озонового шару та наслідки його руйнування.
8.5. Тропосфера.
8.6. Продукти спалювання викопного палива. Оксиди сірки. Кислотні дощі.
8.7. Аерозольні частинки.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Атмосфера – це дисперсна оболонка Землі, що складається з суміші газів (азот, кисень, діоксид вуглецю, інертні гази), зважених аерозольних частинок, водяної пари.

Вихлопні гази автотранспорту – суміш більш 200 хімічних сполук, у тому числі токсичних і канцерогенних.

Галони – діюча речовина хімічних вогнегасників, а також метилбромід, який використовується в сільському господарстві як фумігант.

Діоксид сірки – політропна отрута, що резорбується безпосередньо у верхніх дихальних шляхах.

Кислотні опади – конденсація аерозолів сірчаної і сірчистої кислот у вигляді водяної пари в атмосфері.

Кислотні роси – утворення твердих мікрочастинок сульфатів металів, що легко розчинні у воді та осідають на ґрунт і рослини при спалюванні палива.

Тропосфера – найбільш щільний шар повітря, що прилягає до Землі.

Озон – це одна з форм існування кисню в атмосфері.

Озоновий шар – область, в якій зосереджено максимальну кількість молекул озону.

Озонові діри – явища, в основному, антарктичні.

Фреони – хлорфторвуглеводні як нетоксичні компоненти при виробництві домашніх холодильників.

8.1 Будова атмосфери

Атмосфера – це дисперсна оболонка Землі, що складається з суміші газів (азот, кисень, діоксид вуглецю, інертні гази), зважених аерозольних частинок, водяної пари. Вона обертається разом з нашою планетою (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Хімічний склад атмосфери

Стійкі та нестійкі гази		Гази, що змінюються	
Компонент	Концентрація, %	Компонент	Концентрація, %
Азот (N_2)	78,08	Пари води (H_2O_2)	0-4
Кисень (O_2)	20,95	Вуглекислота (CO_2)	0,3403
Аргон (Ar)	0,93	Оксид вуглецю (CO)	0-0,01
Неон (Ne)	0,0018	Озон (O_3)	0,001
Гелий (He)	0,00052	Діоксид сірки (SO_2)	0-0,0001
Метан (CH_4)	0,00015	Оксид азота (NO_x)	0-0,00002
Криптон (Kr)	0,00011		
Водень (H_2)	0,00005		

Щодо антропогенного впливу серед атмосферних газів розрізняють:

1) ***стійкі до впливу*** – азот, кисень, інертні гази;

2) ***нестійкі*** – оксид вуглеця (CO_2), метан (CH_3), оксид азоту (N_2O);

3) ***ті, що змінюються***, – оксиди азоту (N0x), діоксид сірки (SO_2), сірководень (H_2S).

Атмосфера має шарувату будову. Найбільш щільний шар повітря, що прилягає до Землі, називається **тропосферою**. Це простір висотою 10-15 км від поверхні Землі, де зосереджена основна маса повітря і все наземне життя. Вище розташовані **стратосфера, мезосфера, термосфера (іоносфера)** та **екзосфера**. У згаданих оболонках змінюється кількість повітря та температура. Найбільшу стурбованість внаслідок антропогенної діяльності викликає стан стратосфери та тропосфери.

8.2 Озоновий шар

Основна екологічна проблема пов’язана зі зменшенням кількості озону в стратосфері.

Озон – це одна з форм існування кисню в атмосфері. У приземному шарі кисень існує практично тільки в формі молекул. У дуже незначній кількості йде дисоціація (руйнування) молекул O_2 до атомів, але швидко настає реакція зворотного з’єднання атомів у молекулу, тому концентрація атомів кисню в тропосфері дуже мала.

У шарі атмосфери товщиною 10-40 км встановлюється динамічна рівновага концентрації озону. При цьому швидкість руйнування озону на 14% перевищує швидкість його утворення.

Хоча молекули озону у вигляді домішки до повітря присутні на всіх висотах від поверхні Землі, аж до висоти 100 км, максимальна кількість молекул озону припадає на область 15-40 км, яку образно називають озоновим шаром.

Поглинання ультрафіолетової радіації у верхній частині стратосфери викликає підвищення температури в цій області (різниця температур становить близько 60 °С).

Отже, ***озоновий шар – верхня межа біосфери***. Звідси дуже важливою є необхідність підтримки концентрації озону на постійному рівні.

8.3 Сполуки, що руйнують озоновий шар

Фреони. У 1930 р. інженер Т. Мідглі запропонував використовувати хлорфторвуглеводні в якості нетоксичних компонентів при виробництві домашніх холодильників. Торгова назва їх – фреони (DuPont). Вони відрізнялися низкою унікальних властивостей: були негорючими компонентами, не викликали корозії металів. Але найголовніше, вони кипіли при кімнатній температурі та легко переходили з рідкого стану в газоподібний і назад. У силу цих властивостей фреони швидко замінили отруйний аміак і діоксид сірки, які застосовувалися в якості охолоджуючих рідин (хладоагентів).

Крім холодильної техніки, фреони широко застосовуються при виробництві аерозолів (пропеленти), полістиролу, речовин при виробництві пінополіуретанів, в електронній промисловості для очищення деталей електронного устаткування.

У ділянці екватора через наявність потужних висхідних потоків повітря фреони можуть потрапляти в стратосферу. Там під дією УФВ від фреонів відділяється атомарний хлор, який, взаємодіючи з озоном, утворює молекулярний кисень і активний ClO. Взаємодія останнього з атомарним

киснем призводить до утворення кисню та знову атома хлору, який продовжує процес руйнування озону.

Чотирихлористий вуглець (CCl_4). Широко застосовується в хімічній промисловості. Розрахунки показують, що один атом хлору здатний зруйнувати до 10 тис. молекул озону. Це призводить до утворення так званих ***озонових дір***.

Сполуки брому. Деякі з цих компонентів виробляються в промислових масштабах. Сюди відносяться так звані ***галони*** (наприклад, CF_3Br) – діюча речовина хімічних вогнегасників, а також метилбромід, який використовується в сільському господарстві як фумігант. При цьому слід враховувати, що атоми брому є в 50 разів більш активними в руйнуванні озону, ніж інші сполуки.

Сполуки азоту (NO_x). Ці компоненти утворюються при розпаді хімічно стабільного N_{20} при посередництві ґрунтових мікроорганізмів. NO і NO_2 мають додаткові електрони, отже, є вільними радикалами та дуже активні. Хоча їх концентрація невелика, за час свого існування вони здатні зруйнувати тисячі молекул озону. Крім цього, джерелами оксидів азоту в стратосфері є реактивні літаки, запуски ракет, а також використання азотних добрив у сільському господарстві та спалювання викопного палива.

Сполуки водню. До цієї групи сполук можна віднести гідроксиди OH^-. Їх джерелами є реактивні літаки, що викидають при спалюванні палива пари води, а також пари води, що потрапили з тропосфери.

Сполуки сірки. Одним із потужних джерел сірки в стратосфері є вулканічна діяльність.

8.4 Стан озонового шару і наслідки його руйнування

Озонові діри – явища, в основному, антарктичні. Вони збільшуються навесні та мають антропогенне походження. Згідно з даними Всесвітньої метеорологічної організації ООН у найближчому майбутньому буде відбуватися розширення озонової діри над Антарктидою.

Руйнування захисного екрану спричинить за собою збільшення частки УФВ, особливо УФВ, що досягає поверхні Землі. Розрахунки показують, що зменшення загального вмісту озону на 1% призводить до збільшення інтенсивності УФВ на 1,4-2,5%. У даний час є загальна тенденція до зменшення концентрації цього газу в стратосфері.

Це може викликати:

- зростання захворюваності на рак шкіри. Встановлено, що зниження концентрації озону на 1% буде призводити до збільшення числа злоякісних захворювань шкіри на 4%, і це явище залежить від географічної широти;
- збільшення числа катаракт;
- зниження стійкості до інфекційних захворювань;

- для акваекосистем – загибель морського фітопланктону – основи харчового ланцюжка для всіх антарктичних тварин.

У зв'язку з цим знання методів зниження ризику виникнення злоякісних новоутворень шкіри від дії УФВ є досить актуальним.

Необхідно дотримуватися ряду важливих принципів.

1. Обмежувати час знаходження на сонці, особливо між 10 і 16 год. Чим коротша тінь, тим більш руйнівна дія сонячних променів. Це пікові години також для ультрафіолетової активності.

2. Пам'ятати про відбивну здатність УФВ. Сонячне світло сильно відбивається від піску, снігу, льоду та бетону, що може збільшувати шкідливу дію УФВ на 10-50%.

3. Захищати орган зору. Слід носити тільки скляні сонцезахисні окуляри, які фільтрують до 100% УФВ.

4. Враховувати, що засмага, отримана в соляріях, не має захисного ефекту від природного сонячного УФВ.

5. Використовувати сонцезахисні креми. Ці креми характеризуються певним значенням сонячного захисного фактора (Sun Protection Factor – SPF), який представляє собою відношення МЕД для захищеної і не захищеної косметичним засобом шкіри. На цей фактор необхідно множити час безпечної засмаги.

Креми слід наносити за 15-30 хв перед прийняттям сонячних ванн і повторювати нанесення кожні 2 год або після купання. Сонцезахисний крем з SPF-15 відфільтровує приблизно 94% УФВ, крем з SPF-30 – 97%. Захисна активність стосується, в основному, УФВ. Ефект проти УФВ у хімічних сонцезахисних кремах малий і становить лише 10% від поглинання в більш короткохвильовій області.

6. Необхідно забезпечити надходження в організм достатньої кількості вітамінів і Р-каротину. Недавнє дослідження показало, що прийом 30 мг Р-каротину в день попереджає пригнічення імунної системи людини від УФА. Рекомендуються щоденні дози вітаміну С до 1г, 800 UI вітаміну Е і 200 мкг селену.

7. Пацієнти з підвищеним фактором ризику розвитку онкологічних захворювань шкіри повинні щорічно обстежуватися дерматологом. Появи нових родимок, втрата ними чітких меж, що змінюється пігментація, свербіж і кровоточивість – сигнал для негайного звернення до онколога.

8.5 Тропосфера

Джерела забруднення атмосфери поділяються на природні та антропогенні.

До ***природних джерел*** належать:

- космічний пил;

- викиди при виверженні вулканів;
- пил від вивітрювання гірських порід;
- пилові бурі.

Джерелами антропогенного походження є:

- вихлопні гази транспорту;
- викиди від спалювання викопного палива;
- промислові викиди;
- сільське господарство (використання добрив, отрутохімікатів).

Оксид вуглецю. Вихлопні гази автотранспорту являють собою суміш більш 200 хімічних сполук, у тому числі токсичних і канцерогенних. Оксид вуглецю (чадний газ – CO) – безбарвний, позбавлений запаху газ. Конкурує з киснем при зв'язуванні з гемоглобіном.

Оксид вуглецю:

- сприяє утворенню карбоксигемоглобіну (HbCO), що призводить до порушення транспорту кисню до тканин;
- викликає цитотоксичну дію шляхом гальмування активності цитохромоксидази;
- знижує кисневу ємкість пулу міоглобіну;
- гальмує активність інших гемовмісних ферментів – каталази, пероксидази, що підсилює цитотоксичний ефект.

Оксид вуглецю має в 300 разів більшу спорідненість до гемоглобіну, ніж кисень. Тому навіть невеликі його концентрації здатні впливати на людину.

При 20% насиченні гемоглобіну у здорової людини спостерігаються головний біль, слабкі поведінкові зміни, зниження працездатності, погіршення пам'яті. У діапазоні **20-50%** відзначаються сильний головний біль, нудота, слабкість і психічні порушення; **вище 50%** має місце втрата свідомості з пригніченням серцевого та дихального центру, аритмія та падіння артеріального тиску в результаті розширення периферичних судин.

Найбільш чутливі до оксиду вуглецю особи із захворюваннями мозкових, коронарних і периферичних судин. Наприклад, біль у серці, що викликається помірним фізичним навантаженням у таких хворих, посилюється при концентрації оксиду вуглецю в крові 2,5-3%.

У курців рівень ендогенного насичення гемоглобіну оксидом вуглецю становить приблизно 5-15% і, отже, симптоми отруєння у них можуть розвиватися швидше, ніж у некурців. У матерів, які курять, цей токсикант легко проникає через плаценту та індукує нейротоксичний вплив на мозок плода, що може проявлятися в патології новонароджених.

Діоксид вуглецю. Приблизно 70% загальної кількості діоксиду вуглецю – CO_2 – потрапляє в атмосферу при спалюванні палива (нафта, газ, вугілля). Інша кількість обумовлено метаболізмом організмів, вирубкою лісів, інтенсивним веденням сільського господарства. З накопиченням CO_2 (а також інших газів) в атмосфері пов'язують виникнення ***парникового ефекту***.

Це явище пов'язане з тим, що значна частина проходять через атмосферу променів інфрачервоної області сонячного спектра та відбивається від земної

поверхні. Через велику довжину хвилі відбита радіація частково поглинається діоксидом вуглецю, водяними парами, метаном, діоксидом азоту та озоном тропосфери, інша частина заново відбивається до Землі.

Таким чином, поверхня Землі ще більш нагрівається. Цей феномен і отримав назву ***парникового ефекту***.

Метан. Метан (CH_4) утворюється в результаті діяльності анаеробних мікроорганізмів. Головні джерела його – заболочені землі, тундра, термітники, видобуток і використання природного газу, горіння біомаси та вугільна промисловість. Щорічний вміст цього компонента збільшується приблизно на 1%.

Діоксид азоту. Головне природне джерело – процеси нітрифікації у ґрунті. Антропогенне походження пов'язане зі спалюванням палива та використанням азотних добрив.

Озон. У парниковий ефект також свій внесок робить тропосферний озон. Розрахунки вказують, що збільшення концентрації тропосферного озону на 50% буде супроводжуватися збільшенням температури приблизно на 0,3 °С.

Глобальне потепління. Температура повітря в лютому поточного року в Північній Америці була набагато нижчою за середні показники за останні 30 років, а в Арктиці, північно-західній Африці, на півдні Європи та в Китаї – набагато вище середніх показників. Про це повідомляють з Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО).

Парниковий ефект буде супроводжуватися певними ***негативними наслідками***.

По-перше, відповідно до прийнятої прогнозної моделі кордони тропіків можуть розширитися та перекрити існуючі субтропічні області, частина ж поточних зон з помірним кліматом може стати субтропічною.

По-друге, через розширення обсягу океану та танення полярних льодів відбудеться підвищення рівня Світового океану на 0,10-0,32 м. Якщо льоди Антарктики повністю розтануть, рівень Світового океану повинен підвищитися на 74 м.

Цілком ймовірне виникнення надзвичайних кліматичних подій (посухи, урагани, мусони). Можливе посилення річних коливань температури повітря з встановленням більш низьких температур у зимові місяці.

До 2050 р. очікується збільшення інтенсивності ультрафіолетової радіації приблизно на 20-25%, головним чином за рахунок УФВ. Кліматичні зміни можуть розвиватися поступово протягом декількох десятиліть.

Підвищення глобальної температури призведе до загибелі лісів через те, що вони не можуть швидко пристосовуватися до умов, які змінюються. Ліси, що гинуть, вивільнять більші кількості діоксиду вуглецю. Останній у свою чергу можуть прискорити глобальне потепління та руйнування ще більшої кількості лісів.

Прогнозується збільшення числа алергічних захворювань. Глобальне потепління матиме вплив на лісові екосистеми, заболочені землі, що збільшить концентрацію в повітрі алергенів типу пилку, спор та ін. Через глобальне

підвищення температури прогнозується збільшення числа шлунково-кишкових захворювань, пов'язаних зі зберіганням продовольчої сировини, так як у вологих умовах буде стимулюватися зростання бактерій, грибів і збільшуватися забруднення харчових продуктів отруйними сполуками типу ***афлатоксинів***. Згідно з прогнозами може збільшитися число інфекційних і паразитарних захворювань. Так як глобальне підвищення температури призведе до затоплення прибережних районів, відбудеться значне переміщення людських мас, що загострить багато проблем, з якими стикаються в містах.

Оксиди азоту. Крім викидів автотранспорту, в яких вміст оксидів азоту (NO_x) може доходити до 1000 мг/м^3, ці сполуки потрапляють в атмосферу з природних джерел:

- при грозових розрядах і блискавках;
- горінні біомаси;
- денітрифікації.

В якості інших антропогенних джерел фігурує виробництво фарб і нітроцелюлози.

Оксид азоту (NO) – газ, який не має запаху. Його вплив призводить до ***метгемоглобіноутворення***, агрегації тромбоцитів і розширення кровоносних судин.

Діоксид азоту (NO_2) – газ з різким, подразнюючим запахом, забарвлений у коричневий колір. При контакті з вологою тканиною легенів утворюється азотна кислота, що й призводить до патології легень (трахеобронхіти, токсичні пневмонії, включно з токсичним набряком легенів).

Патології сприяє пошкодження діоксидом азоту еластинових і колагенових волокон сполучної тканини. Діоксид азоту здатний викликати розвиток алергічних реакцій до інших речовин; посилювати сприйнятливість до інфекційних захворювань легенів, потенціювати бронхіальну астму та інші респіраторні захворювання. Це особливо стосується дітей. Тривала дія високих концентрацій діоксиду азоту може призводити до хронічного запалення тканини легенів, яке за ознаками нагадує емфізему.

Озон (O_3) – газ з високою токсичністю. Через високу реактивність озону точка його дотику – пошкодження тканини легенів. Токсична дія озону супроводжується подразненням слизових очей і дихального тракту. Наслідок цього – сльозотеча, ціаноз і порушення дихальної функції легень (задишка, токсичний набряк легенів, зменшення життєвої ємкості легенів).

Інші компоненти фотохімічного смогу також мають подразнюючий ефект на слизову оболонку очей, верхніх дихальних шляхів, сприяють розвитку алергічного кон'юнктивіту, викликають сухість слизових оболонок, алергічний риніт, загострення хронічного синуситу, нежить.

З боку легенів може відзначатися утруднення дихання, кашель, задишка, виділення мокротиння. Можливий розвиток гіперчутливої пневмонії, бронхіту, пневмоній, викликаних *Legionella, Aspergillus* та ін. З боку шкіри спостерігаються сухість, подразнення, висипання. Загальні ознаки включають погіршення загального самопочуття, підвищену втому, невизначені скарги

пацієнта, нудоту, загострення респіраторних захворювань. Рентгенологічно реєструється обмеження дихальної активності легень. Компоненти смогу – сильні фітотоксини для рослин. Озон легко проникає в хвою або листя в процесі дихання рослин, порушуючи процес фотосинтезу.

8.6 Продукти спалювання викопного палива. Оксиди сірки. Кислотні дощі

В атмосфері великих промислових міст у значних кількостях містяться сполуки сірки – $S0_2$, H_2S, сульфатні частки. Сірка потрапляє в атмосферне повітря в результаті природних процесів, а також антропогенної діяльності.

Природні джерела сполук сірки:

- вулканічна діяльність;
- життєдіяльність анаеробних бактерій;
- диметилсульфіт – сірковмісна речовина, що виділяється з поверхні вод Світового океану.

Антропогенні джерела:

- спалювання викопного (вугілля, мазут). Вміст сірки в них коливається від 0,5 до 6%;
- виробництво цементу;
- хімічна та нафтопереробна промисловість;
- металургійна промисловість.

За рік в атмосферу викидається понад 150 млн т діоксиду сірки, з них 90% викидів за рахунок ТЕЦ і котелень.

Діоксид сірки – політропна отрута. Резорбується безпосередньо в верхніх дихальних шляхах. При інтенсивному диханні, наприклад при занятті спортом, значна частина сполуки сірки досягає альвеол. Діоксид сірки подразнює слизові оболонки дихальних шляхів, посилює сльозовиділення. Інкорпорований $S0_2$ може затримуватися в організмі до однієї доби внаслідок зв'язування з білками.

Основа його впливу на організм – оборотне гальмування парасимпатичної нервової системи, що контролює тонус гладенької мускулатури дихальних шляхів. Тому результатом його впливу буде бронхоспазм, загострення хронічних захворювань верхніх дихальних шляхів. Вплив $S0_2$ може призвести до виникнення у людей раку легенів.

Аерозолі сірчаної і сірчистої кислот викликають конденсацію водяної пари атмосфери та стають причиною кислотних опадів (дощі, тумани, сніг). Крім цього, при спалюванні палива утворюються тверді мікрочастинки сульфатів металів (в основному при спалюванні вугілля), легко розчинні у воді, які осідають на ґрунт і рослини, роблячи кислотними роси. Показано, що за останні півстоліття кислотність дощової води збільшилася в 40 і більше разів.

Кислотні опади руйнують кореневу систему рослин, порушують всмоктування ними води та поживних речовин, знижують запаси рибних ресурсів.

На живі організми кислотні опади можуть здійснювати як пряму, так і непряму дію.

На рослинність ***пряма дія*** виявляється у вигляді:

- генетичних і видових змін;
- пригнічення фотосинтезу.

Непряма дія на живі організми може здійснюватися через:

- зміна pH водойм, що призводить до порушення екологічної рівноваги в них, а потім до загибелі гідробіонтів;
- порушення кислотності ґрунту, яке викликає зниження всмоктування рослинами іонів Ca, Mg, K, так як зростає їх рухливість і відбувається вимивання з кислого ґрунту, зниження всмоктування фосфатного іона, який у кислому ґрунті знаходиться в зв'язаному стані;
- зміна складу мікроорганізмів ґрунту, що супроводжується зниженням активності редуцентів і азотфіксаторів, що загострює дефіцит біогенних елементів;
- підвищення розчинності в кислому ґрунті важких металів (Cd, Al, Cu, Pb, Mn), які поглинаються рослинами, а потім по харчових ланцюжках надходять до організму людини.

8.7 Аерозольні частинки

Аерозольні частинки можуть потрапляти в повітря з продуктами спалювання викопного палива, вихлопними газами дизельних двигунів, за рахунок експлуатації ходової частини автомобілів (азбестові волокна), з викидами виробництв, з димом пожеж, пилком рослин та ін.

Аерозольні (пилові) частинки мають здатність сорбувати різні сполуки та «завдяки» цьому слугувати провідниками в організм металів, токсичних органічних сполук і алергенів. Становлять особливу небезпеку для людей похилого віку та людей, що мають відхилення в стані здоров'я.

На проникнення в організм впливають властивості частинок і їх розмір. Великі за розміром частки (більше 10 мкм) відокремлюються в носоглотці та виводяться з дихальних шляхів при кашлі, чханні. При ковтанні слини вони потрапляють у шлунково-кишковий тракт.

Частинки менше, ніж 5 мкм, здатні проникати в бронхи. Нарешті, частинки з діаметром менше 2,5 мкм також можуть потрапляти в альвеоли, в яких відсутній миготливий епітелій і, отже, механізм видалення аерозолів. Якщо частинки розчиняються у воді, вони проходять безпосередньо в потік крові в межах декількох хвилин. Якщо вони не розчиняються у воді, то зберігаються в легенях протягом тривалого часу (місяці або роки).

Установки для спалювання відходів викидають в атмосферу велику кількість частинок, які мають у діаметрі розміри 2 мкм або менше. Такі гази, як діоксид сірки, адсорбуються на поверхні або поглинаються частинкою та таким чином транспортуються в альвеолярну область. При цьому нормований або прийнятний рівень діоксиду сірки може стати небезпечним через присутність аерозольних часток.

Інше джерело аерозолів у містах – автомобілі. Приблизно 60% фрагментів автомобільних покришок у вигляді пилу настільки малі за своїми розмірами, що проникають в глибокі частини людських легенів, де латексний каучук може викликати алергічні реакції аж до кропив'янки, бронхіальної астми та анафілактичного шоку. Покришки з радіальним кордом створюють більш дрібні аерозолі та більшу кількість пилу, ніж раніше вироблені діагональні покришки.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 8

Тести

1. Який атмосферний газ є нестійким до антропогенного впливу?

А. Азот.

Б. Метан.

В. Діоксид азоту.

Г. Кисень.

2. Сполуки якої хімічної речовини активно руйнують озон і використовуються для виробництва галонів?

А. Сполуки азоту.

Б. Сполуки водню.

В. Сполуки брому.

Г. Сполуки сірки.

3. Що є антропогенним джерелом забруднення атмосфери?

А. Космічний пил.

Б. Викиди від спалювання викопного палива.

В. Пилові бурі.

Г. Викиди при виверженні вулканів.

4. Накопичення в атмосфері якої речовини викликає розвиток парникового ефекту?

А. Метану.

Б. Діоксиду вуглецю.

В. Озону.

Г. Діоксиду азоту.

5. У чому полягає пряма дія кислотних опадів?

А. Пригнічення фотосинтезу.

Б. Порушення кислотності ґрунту.

В. Зміна складу мікроорганізмів ґрунту.
Г. Зміна pH водойм.

Ситуаційні задачі

1. Чоловік, 35 років, працює шахтарем у вугільній шахті 10 років. Звернувся до поліклініки зі скаргами на біль у грудній клітці непостійного характеру, задишку при фізичній напрузі, рідкий кашель.

Рентгенологічно в периферичних зонах обох легень відзначаються дрібні округлі тіні 2-4 мм на фоні посиленого легеневого малюнка.

У вибої відібрано проби пилу аспіраційним методом. Концентрація пилу у вибої дорівнює 55 мг/м^3. Вміст діоксиду кремнію 10%. Визначення дисперсності пилу за допомогою пилового препарату показало, що більшість порошин має розмір до 2 мкм.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий професійний фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

2. У працівника цементного заводу було виявлено емфізему легень.

Який механізм розвитку захворювання в цьому випадку? Які зміни легеневих об’ємів і ємностей характерні для цього захворювання?

3. На пляжі дитячого санаторію у м. Євпаторії у червні температура повітря становила 23 °С, відносна вологість 90%, швидкість руху повітря – 5,5 м/с, ЕТ – 17,50.

Дайте рекомендації щодо можливості прийому повітряних ванн дітьми з бронхо-легеневими захворюваннями.

ТЕМА 9. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОСФЕРИ

Мета: отримати знання про фактори та джерела екологічного неблагополуччя гідросфери та шляхи впливу гідросфери на стан здоров’я людини людину; сформувати уявлення про профілактичні заходи щодо покращення медико-екологічної ситуації серед населення, що мешкає на території із забрудненням водних джерел; набути навички щодо визначення якості води за допомогою органолептичних показників, аналізу й узагальнення одержаних результатів, проведення гігієнічної оцінки якості бутильованої води; засвоїти методику санітарно-гігієнічної оцінки питної води.

ПЛАН

9.1. Загальні уявлення про гідросферу.
9.2. Баланс прісної води.

9.3. Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери.
9.4. Джерела екологічного неблагополуччя гідросфери.
9.5. Шляхи впливу гідросфери на людину.
9.6. Неорганічні контамінанти.
9.7. Органічні контамінанти.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Гідросфера – сукупність всіх вод Землі: материкових, океанічних і атмосферних.

Леткі органічні сполуки (ЛОС) – водні домішки, які становлять небезпеку, коли їх концентрація досягає навіть незначних рівнів.

Хвороба Мінамата – хвороба людини, причиною якої є метилртуть.

Хімічно необхідні сполуки – добрива, що потрапили з полів у водойми, фосфати, які містяться в ряді миючих засобів, пральних порошків та ін.

Хімічні токсичні речовини – забруднювачі компонентів гідросфери, що виконують у живих організмах функції інгібіторів будь-яких процесів.

Фітопланктон – дінофлагелати та синьо-зелені водорості, що знаходяться у взваженому стані у водному середовищі.

Шистосомоз – захворювання людини, що викликаються молюсками.

9.1 Загальні уявлення про гідросферу

Гідросферою називають сукупність всіх вод Землі: материкових (поверхневих, ґрунтових, глибинних), океанічних і атмосферних. Площа, яку займає гідросфера на Землі, непостійна. Нижня межа поширення гідросфери – 75% поверхні Землі. Однак у зимовий період у північній півкулі через сніговий покрив ця цифра може доходити до 83%.

Загальний обсяг водних запасів на планеті – 1,4 млрд. км^3. З усього цього обсягу 91-92% – солона морська вода, в якій міститься приблизно одна чайна ложка солей на склянку води. Лід, що міститься на полюсах і в горах, становить ще 2,2%. Прісна вода річок, озер, підземних водоносних горизонтів – всього 0,6%. Решта – пари води в атмосфері.

Отже, кількість придатної для використання води на Землі досить мала.

Вода виникла шляхом дегазації первинної речовини Землі. Цей процес вже пройшов і йде в дуже невеликих масштабах у розломах на дні океанів (так звані чорні і білі курці). Причому там же, у згаданих рифтових долинах вода під великим тиском проникає в земну кору та потім разом з первинними (ювенільними) водами виноситься на поверхню океану.

Отже, загальна кількість води на Землі також обмежена.

Основні функції води на Землі:

- стабілізація умов середовища на поверхні Землі (температури, газового складу атмосфери);
- планетарна транспортна система;
- планетарний акумулятор неорганічних і органічних речовин;
- універсальний розчинник (утворення колоїдного розчину для біосистем).

9.2 Баланс прісної води

В Європі випадає в середньому трохи більше 800 мм опадів на рік, тобто близько 800 л/м^2. Розподіл цієї кількості наступний:

- 37% стікає в водойми, змиваючи забруднювачі з поверхні землі;
- 35% випаровується рослинами;
- 14% просто випаровується з поверхонь;
- 14% проникає в водойми.

З цієї кількості 7% води використовувати для пиття не можна в силу її забруднення. Залишається 7% придатної для пиття води, тобто приблизно 50 мм на рік. На питні потреби в даний час потрібно приблизно 10 мм, на потреби промисловості – 35 мм. Отже, вже зараз витрачається приблизно 45 мм хімічно бездоганною води. Що залишається резерв – всього 5 мм. Цього явно недостатньо. Звідси доводиться постійно збільшувати споживання води з наземних джерел, які вже зараз забруднені.

Існує пряма кореляція між кількістю споживаної води й рівнем розвитку цивілізації. Людина кам'яного віку споживала менше 10 л води на добу, в період античності в Римі – 700 л, у період правління імператора Трояна – 1000 л на добу. На початку XX ст. у містах Західної Європи на одного жителя витрачалося приблизно 50 л води на добу, в 1968 р. у містах Європи – 475 л.

Великими потребами відрізняється промисловість, яка дуже часто для своїх потреб використовує питну воду. Наприклад, для виробництва 1 тони паперу потрібно до 70 м^3 води, 100 л пива – 21,1 тони пряжі – 200, 1 тони сталі – 25, випуску одного автомобіля – 300 м^3 води.

9.3 Фактори екологічного неблагополуччя гідросфери

Серед всієї сукупності факторів екологічного неблагополуччя гідросфери можна виділити три великі групи, які відрізняються за масштабами, а також за їх ступенем впливу на гідросферу: фізико-хімічні фактори, хімічні токсичні речовини, хімічні необхідні сполуки.

Фізико-хімічні фактори. Це тепло, каламутність, швидкість течії води. Найпотужніше джерело теплового забруднення водойм – атомні електростанції. Джерела каламутності – кар'єри та каменоломні. Стічні води каменоломень роблять воду каламутною, погіршується проникнення світла та падає біологічна продукція кисню. Донні організми покриваються шаром осаду та гинуть. Будівництво гідротехнічних споруд тягне за собою зміну швидкості течії річок. Так, звуження річки призводить до порушення екологічної рівноваги, підвищення швидкості течії, у результаті чого гине багато організмів і рослин.

Навпаки, зарегулювання стоку річок шляхом будівництва гідроелектростанцій викликає уповільнення швидкості течії, насичення води біогенними елементами. Останнє супроводжується масовим розвитком фітопланктону – дінофлагелатів і синьо-зелених водоростей з роду *Anabaena* та ін. Вперше класичний опис такого явища – «червоних припливів» – знаходиться ще в Біблії: «І вся вода в річці перетворилася в кров. І риба в річці вимерла, і річка засмерділася, і не могли єгиптяни пити воду з цієї річки; і була кров по всій Землі Єгипетській ... »

Токсин фітопланктону *Bonyailax* – ***сакситоксин*** – виділений з морських і прісноводних мікроводоростей і являє собою дігуанідінове похідне з жорстким трицикличним скелетом і гидратованою 12-карбонильною групою в піролідиновому кільці. За біологічною дією ця сполука є блокатором натрієвих каналів електрозбудливих мембран нервових і м'язових клітин.

З прісноводної водорості *Anabaena* виділений ***анатоксин А,*** будова якого була встановлена рентгеноструктурним аналізом. Анатоксин А – сильний нейротоксин, у великих дозах викликає смерть протягом 2-7 хв. При масовому розвитку синьо-зелених водоростей ці організми – причина випадків масового отруєння тварин, птахів. Причиною розвитку окремих спалахів шлунково-кишкових захворювань з неясною етіологією слугує також масовий розвиток у водоймах синьо-зелених водоростей.

Хімічні токсичні речовини. Більшість із забруднюючих гідросферу компонентів виконують у живих організмах функції інгібіторів будь-яких процесів (важкі метали, ціаністі сполуки, вуглеводні). Вони пригнічують життєдіяльність водних організмів, тому на значних відтинках річок процеси самоочищення відбуваються дуже повільно або зовсім не відбуваються.

У харчових ланцюгах отрути концентруються та потрапляють в організм тварин і людини. Приклад того, як сполука, що потрапляє у водойму в незначних концентраціях, стала причиною отруєнь і навіть смертей у людини, – **хвороба Мінамата**. Причина хвороби Мінамата – метилртуть, яка разом зі стічними водами фірми «Ніппон Чіссов» (Японія) потрапляла в бухту, а потім по харчових ланцюгах в організм людини. Захворювання виражалося в порушеннях зору, слуху, дотику, а також відхиленні поведінки людини. Хвороба вражала бідних рибалок, які щодня харчувалися тільки рибою. Всього було зареєстровано 292 випадки хвороби, з яких 62 закінчилися смертю.

У 1999 р. спалах захворювання з ознаками, подібними до хвороби Мінамата, був зареєстрований у гирлі річки Амазонки (Бразилія). Поява цього захворювання також пов'язана з перебуванням у річковій воді метилртуті, яка потрапляла внаслідок роботи золотозбагачувального підприємства.

Хімічно необхідні сполуки. До них належать добрива, що потрапили з полів у водойми, фосфати, які містяться в ряді миючих засобів, пральних порошків, та ін. Ці компоненти є джерелом біогенних елементів і насичують ними воду, що призводить до підвищення біологічної продуктивності (явища евтрофікації) водойм. Подальший розвиток синьо-зелених водоростей супроводжується зміщенням екологічної рівноваги та поступовим заболочуванням водойм, тобто їх загибеллю.

9.4 Джерела екологічного неблагополуччя гідросфери

Екологічний стан гідросфери безпосередньо залежить від стану атмосфери та літосфери, враховуючи той факт, що у біосфері все процеси взаємопов'язані. Забруднюючі компоненти атмосфери і літосфери зрештою потрапляють у рідку фазу, тобто в воду, таким чином впливаючи на все живе, так як всі організми потребують води.

Вплив стану атмосфери. Стан і склад опадів у значній мірі залежать від стану атмосфери і тим самим впливають на стан екосистем. Відомі такі розрахунки – одна крапля дощу вагою в 50 мг, падаючи з висоти 1 км, омиває 16 л повітря. Беручи до уваги велику поверхню крапель, можна зробити висновок, що 1 л дощової води буде контактувати з $3{,}26 \times 10^5$ л повітря. Звідси випливає, що різні забруднюючі речовини будуть легко вимиватися з повітря. Прикладом цього слугують кислотні дощі.

Сама по собі вода, що утворюється при конденсації водяної пари, повинна мати нейтральну реакцію (pH 7). Але навіть у самому чистому повітрі є вуглекислий газ, і дощова вода, розчиняючи його, підкислюється до pH 5,6-5,7, а сорбуючи оксиди сірки й азоту, стає ще більш кислою. Рекорд з кислотності належить шотландському містечку Пітлохрі, де в 1974 р. випав дощ з pH 2,4.

Вплив стану літосфери. Стикаючись у своєму вирі з величезним числом найрізноманітніших мінералів, природна вода розчиняє значну кількість гідрофільних інгредієнтів. Так само як 8 основних іонів: хлор, сульфат-іон, бікарбонат, карбонат, натрій, калій, магній і водневий іон. Без мікро- та макроелементів життя неможливе. Але, з іншого боку, слід пам'ятати, що між жорсткістю води та захворюваннями серцево-судинної системи є зворотна кореляція.

Нафтопереробна промисловість. Стічні води підприємств зазвичай містять нафту, нафтопродукти, феноли, сірчисті сполуки та ін.

Підприємства хімічної промисловості. Головну роль в забрудненні води відіграють синтетичні поверхнево-активні сполуки (детергенти).

Потрапляючи у водойми, вони ускладнюють роботу очисних споруд, біофільтрів, викликають рясне піноутворення, що пов'язано з виносом активного мулу. Деякі сполуки зменшують кількість кисню у воді, пригнічують в активному мулі метаболічні процеси.

Машинобудівні підприємства. В їх стоках знаходяться зазвичай нерозчинні мінеральні речовини, нафтопродукти, хром, цинк, мідь, свинець, ціаніди, феноли, олії.

Сільське господарство. Активне ведення сільського господарства пов'язане з використання мінеральних і органічних добрив, скиданням стічних вод ферм, свинарників, пташників. Наприклад, один комплекс для відгодівлі 10 тис. голів худоби дає стільки ж відходів, що і місто з населенням 100 тис. чоловік.

Підприємства харчової промисловості. Органічні речовини від винних і дріжджових заводів, молокозаводів, кондитерських фабрик багаті на біогенні елементи, що пов'язано також з процесами евтрофікації водойм.

9.5 Шляхи впливу гідросфери на людину

Контакт людини зі складовими гідросфери відбувається через верхні дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт і шкіру.

Верхні дихальні шляхи. Це найменш вивчений шлях. Механізм дії зводиться до того, що в насиченому парами води повітрі, що має місце при формуванні туману або смогу, відбувається розчинення в найдрібніших крапельках води різних токсичних домішок, газів. Ці компоненти впливають через величезну всмоктувальну поверхню альвеол легенів, насамперед на них самих (обумовлюючи патологію з боку цього органу), а через велике коло кровообігу потрапляють у внутрішнє середовище організму. При цьому оминається найпотужніший фільтр людського організму, де відбувається детоксикація ксенобіотиків, – **печінка**.

Шлунково-кишковий тракт. Значна частина води, що надходить в організм у вільному стані, всмоктується в дванадцятипалій кишці та шлунку. Звідси випливає, що при несприятливому стані джерел водопостачання відбувається переважно ураження шлунково-кишкового тракту, що пов'язано з розвитком гастроентеритів.

Шкірні покриви. Людина під час купання контактує з водою через шкіру. Тому при екологічному неблагополуччі водойм можливий контакт з найпростішими, бактеріями, гельмінтами, комахами, що живуть і розмножуються у водному середовищі, тобто відбувається інфікування людини.

Згідно з наявною класифікацією ВООЗ можна виділити ***п'ять груп захворювань, пов'язаних з екологічним станом гідросфери***:

- захворювання від зараженої води (тиф, холера, дизентерія, поліомієліт, гепатит);

- захворювання шкіри та слизових (трахома, проказа);
- захворювання, що викликаються молюсками (шистосомоз, ришта);
- захворювання, що викликаються комахами, які живуть і розмножуються у воді (малярія, жовта лихоманка);
- захворювання від забрудненої води.

За даними Світового банку, приблизно 1,2 млрд. людей у світі п'ють неблагополучну в екологічному відношенні воду.

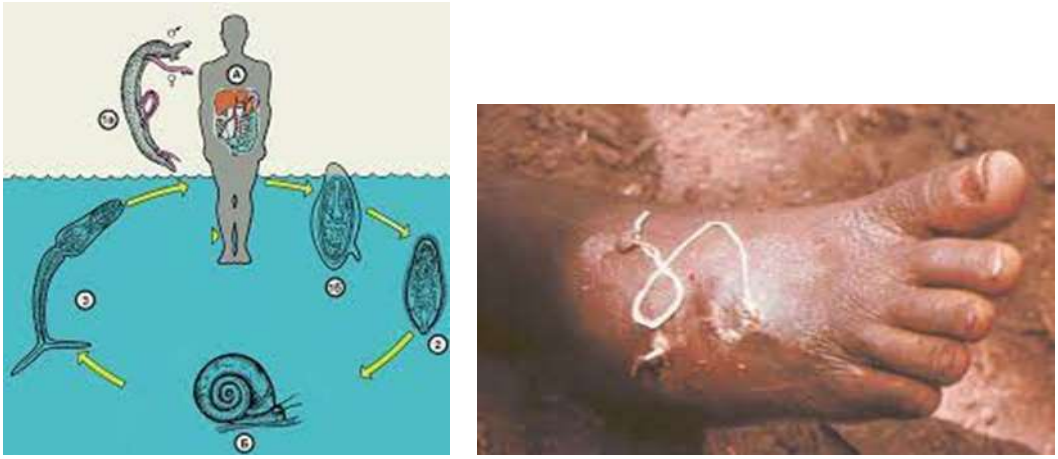


Рис. 9.1. Шистосомоз (зліва) та ришта, або гвінейський черв'як (справа) [1]

9.6 Неорганічні контамінанти

Нітрати (45 мг/л). Ці компоненти потрапляють у питну воду в основному внаслідок інтенсивного застосування в сільському господарстві азотних і органічних добрив.

Свинець (0,03 мг/л). Свинець у воді має антропогенне походження. Хоча його концентрація у воді нормується, підвищена кількість не виключається. Наприклад, за даними Управління з охорони навколишнього середовища США більш ніж 800 вододжерел у цій країні містять надмірну кількість свинцю. При цьому більш ніж 40 млн американців отримують з питною водою потенційно небезпечну кількість свинцю. Питна вода в Європі містить у середньому 0,03 мг/л свинцю.

Всмоктування свинцю в шлунково-кишковому тракті становить приблизно 8% від всієї кількості, що надходить. Діти здатні резорбувати в шлунково-кишковому тракті приблизно половину свинцю, що надходить.

Тривала дія свинцю може призвести до м'язової слабкості; гіперактивності та навіть агресивної поведінки у дітей. У дорослих свинець здатний стимулювати гіпертонію та викликати зниження слуху.

Зазначено, що хронічна інтоксикація розвивається повільно. На ранніх її етапах може спостерігатися лише зниження адаптаційних можливостей

організму та стійкості до дії токсичних, інфекційних, онкогенних та інших патогенних агентів. Потім з'являються загальна слабкість, головний біль, запаморочення, неприємний смак у роті, тремор кінцівок, втрата апетиту, зменшення маси тіла, ознаки анемії, закрепи, біль у животі. Можуть виявлятися дифузна дегенерація міокарда, порушення психічного розвитку дітей, хронічна нефропатія.

Свинець також вимивається з сантехнічної арматури, яка містить латунь. Латунь – сплав міді з цинком (до 50%) з домішками інших елементів (свинцю, алюмінію, олова, заліза, нікелю, марганцю – в сумі до 10%). При цьому декілька факторів посилюють процес переходу свинцю у воду: кисла реакція води та її низька жорсткість.

Існує декілька ***основних способів зниження вмісту свинцю у питній воді:***

- для пиття та приготування їжі необхідно використовувати тільки холодну воду, так як гаряча вода краще вимиває свинець з деталей сантехнічної арматури;
- перед набором води з водопровідного крана необхідно дати їй протягом декількох хвилин стекти, особливо якщо воду не набирали протягом декількох годин. Свинець, який перейшов у воду з деталей сантехнічної арматури, цим самим буде змитий;
- найефективніший спосіб зниження кількості свинцю у воді – використання фільтрів з активованого вугілля, які знижують його концентрацію на 88-90%.

Азбест (вміст не нормується). Може потрапляти в питну воду при корозії цементних водозбірників, що містять азбест, шиферних дахів.

Барій (0,1 мг/л). Здатний акумулюватися в печінці, легенях і селезінці. Пролонгує процес стимуляції м'язового скорочення, блокує передачу нервових імпульсів, викликаючи захворювання нервової системи, системи кровообігу.

Кадмій (0,001 мг/л). У середньому в організм людини надходить близько 10 нг кадмію в день. У шлунково-кишковому тракті резорбується приблизно до 5% кадмію. Накопичення кадмію пов'язане з дегенеративними змінами слизової носа, глотки, руйнуванням нюхового епітелію, обструктивними захворюваннями верхніх дихальних шляхів і важкими ураженнями нирок. Інтоксикація кадмієм супроводжується важкою остеомаляцією, остеопорозом і залізодефіцитною анемією (***хвороба itай-itай***), а також деформацією скелета внаслідок порушень обміну фосфату.

Миш'як (0,05 мг/л). Хронічний вплив миш'яку призводить до втрати ваги, депресії та розвитку онкологічних захворювань.

Хром (0,05 мг/л). Необхідний елемент людського організму. Однак при значному надходженні діє токсично. Акумулюється в нирках, селезінці, кістковій тканині, печінці та головному мозку. Має канцерогенний ефект. Викликає ураження нирок.

Мідь (1 мг/л). При хронічному впливі у дітей на перший план виступають порушення печінки та ослаблення імунної системи. Крім цього,

мідь має подразнюючу дію на шлунково-кишковий тракт, є цитотоксичним агентом, здатним індукувати гепатичний цироз.

Хлор. Хлор широко використовується для знезараження води від бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів. Завдяки його використанню такі хвороби, як холера та тиф, які легко розповсюджуються через заражену воду, практично не зустрічаються в розвинених країнах. Люди, які п'ють хлоровану воду, мають ризик виникнення раку сечового міхура на 21% більше і ризик виникнення раку прямої кишки на 38% більше, ніж ті, хто п'є воду з невеликим вмістом хлору.

Радон. Є радіоактивним елементом, який утворюється при розпаді природного урану або торію.

У воді радон представляє двояку небезпеку:

- вживання питної води з радіоактивними речовинами, що в ній перебувають, може бути причиною злоякісних новоутворень шлунково-кишкового тракту, нирок, а також лейкозів;

- за рахунок накопичення в повітрі приміщень. Найчастіше це відбувається у ванній кімнаті. Показано, що в середньому концентрація радону у ванній кімнаті приблизно в 3 рази вище, ніж на кухні, та в 40 разів вище, ніж у житлових кімнатах. Дослідження, проведені в Канаді, показали, що всі 7 хв, протягом яких був включений теплий душ, концентрація радону у ванній кімнаті швидко зростала (приблизно в 37 разів) і тільки протягом наступних 1,5 год поверталася до норми. Подібна дія радону збільшує ризик виникнення раку легенів.

9.7 Органічні контамінанти

Леткі органічні сполуки (ЛОС) – водні домішки, які становлять небезпеку, коли їх концентрація досягає навіть незначних рівнів. Відмінна особливість – складність і висока вартість їх визначення. До ЛОС належать: бензол, тетрахлористий вуглець, вінілхлорид, толуол, дихлоретан та ін. Хронічне надходження тетрахлорбензолу в організм призводить до хромосомних аберацій у периферичних лімфоцитах.

ЛОС – побічні продукти при виробництві отрутохімікатів, фарб, клеїв, фарбників, парфумерних виробів, перегонці нафти й ін. ЛОС проникають у питну воду в результаті антропогенної діяльності через індустріальні витоки, промислові аварії та халатність. Основний шлях проникнення в питну воду – це потрапляння на поверхню ґрунту, міграція вглиб і досягнення водоносного шару.

У значних кількостях ЛОС знаходяться у воді відкритих водойм, річок, особливо в районі розташування індустріальних зон. У зв'язку з виснаженням підземних запасів питної води та використанням у великих масштабах води відкритих водойм ймовірність забруднення питної води збільшується.

У процесі знешкодження забруднення питної води утворюються численні продукти, що мають широкий спектр дії. Трихлороксірка, що виникає при монооксигеназній реакції, має здатність зв'язуватися з макромолекулами і тим самим токсично впливати на печінку та нирки. Крім цього, з нього утворюються: хлоральгідрат, трихлоретанол і трихлороцтова кислота, які мають седативну, токсичну для ЦНС і подразнюючу дію відповідно. Метаболіти трихлоретану, що виникають при дії глютатіону, мають канцерогенну дію.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 9

Тести

1. Який фактор екологічного неблагополуччя гідросфери представлений хімічно необхідною сполукою?

А. Важкі метали.

Б. Ціаністі сполуки.

В. Фосфати.

Г. Вуглеводні.

2. Що містять стічні води підприємств хімічної промисловості?

А. Детергенти.

Б. Феноли.

В. Ціаніди.

Г. Біогенні елементи.

3. При якому захворюванні, що пов'язане з екологічним станом гідросфери, спостерігається ураження шкіри та слизових оболонок?

А. Тиф.

Б. Холера.

В. Проказа.

Г. Дизентерія.

4. Інтоксикація якою хімічною речовиною призводить до розвитку хвороби ітай-ітай?

А. Хром.

Б. Свинець.

В. Хлор.

Г. Кадмій.

5. Отруєння якою хімічною речовиною викликає психічні розлади та розумову відсталість дітей?

А. Свинець.

Б. Миш'як.

В. Барій.

Г. Мідь.

Ситуаційні задачі

1. Студент з Ефіопії захворів поступово через тиждень після повернення з дому, де впродовж місяця перебував на канікулах, жив у сільській місцевості без централізованого водопостачання. Хвороба розпочалася із загальної слабкості, підвищення температури до 38 °С, погіршення апетиту. Починаючи з 5 дня хвороби, температура має постійний характер у межах 39,0-40,0 °С, З'явився сильний головний біль, стан значно погіршився. Направлений до лікарні на 7 день хвороби. Під час огляду: стан тяжкий, хворий загальмований, температура тіла – 39,7 °С, язик «фулігінозний». Слабко позитивні симптоми Брудзинського, Керніга, відмічається помірна ригідність потиличних м'язів. Шкіра бліда, висипу немає. Пульс – 80/хв; АТ – 100/60 мм рт ст. Живіт помірно здутий. Печінка, селезінка збільшені. Позитивний симптом Падалки.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

2. Хворий 26 років, що 2 тижні тому повернувся з Гвінеї, де був протягом місяця, вступив до інфекційного відділення на 9 добу хворобу без свідомості з діагнозом «пневмонія, менінгіт?». Захворювання почалося гостро – з'явився озноб, висока лихоманка постійного типу, незначний кашель. Звернувся до сімейного лікаря, встановлений діагноз «ГРВІ», приймав парацетамол, амброксол. Однак стан не покращувався, зберігалася лихоманка, слабкість, температура після прийому парацетамолу не знижувалась. Звернувся до знайомого лікаря-пульмонолога, виконана рентгенографія легень, встановлений діагноз «бронхіт», призначений азитроміцин. Стан не покращувався, зберігалася лихоманка, незначний кашель. На 9 добу хвороби родичі не змогли розбудити хворого, викликали швидку допомогу, госпіталізований.

Об'єктивно: температура тіла – 40,1 °С. Без свідомості, виражене психомоторне збудження. Зіниці звужені, погано реагують на світло. Колінні рефлекси підвищені, позитивні симптоми Бабинського та Оппенгейма. Шкіра бліда з лимонним відтінком, ціаноз губ. Склери іктеричні. Пульс – 112 уд/хв, слабкого наповнення. АТ – 90/60 мм рт.ст. Тони серця глухі. У легенях ослаблене дихання, хрипів немає. Пальпується значно збільшена селезінка. Печінка помірно збільшена. У загальному аналізі крові низький рівень гемоглобіну.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

3. Хлопець 16 років, що відпочивав у селі, захворів гостро після купання у ставку: швидко підвищилась температура тіла до 39,0 °С, відчув загальне нездужання, м'язовий біль, особливо у ділянках жувальних і гомілкових м'язів. Оглянутий фельдшером амбулаторії, діагностовано «ГРЗ», приймав аспірин, відвари трав. Під час огляду на 3 день хвороби: гіперемія обличчя, зміни з боку судин кон'юнктиви, біль, що посилюється, при пальпації м'язів. На шкірі

нерясний папульозний висип. Тони серця ритмічні, звучні. Дихання жорстке, хрипи не вислуховуються. Живіт не болючий, печінка еластична, +3 см, селезінка не пальпуєтья. Сеча темніша, ніж зазвичай. Колір і консистенція випорожнень не змінені. Додатково стало відомо, що серед однолітків є подібні випадки захворювання.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

ТЕМА 10. ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІТОСФЕРИ

Мета: отримати знання про основні джерела та види забруднення ґрунту та пов'язані з цим патології людини, що мають геомедичне походження; сформувати уявлення про профілактичні заходи щодо покращення медико-екологічної ситуації серед населення, яке мешкає на території із забрудненням ґрунту; набути навички щодо оцінки стану та властивостей ґрунту конкретної місцевості, кислотності ґрунту на досліджуваній ділянці за допомогою тест-індикаторів або портативного вимірювача pH, а також визначення порушень ґрунту в процесі господарської діяльності людини.

ПЛАН

10.1. Загальні уявлення про літосферу.
10.2. Хімічна характеристика літосфери.
10.3. Медична геологія (геомедицина).
10.4. Основні джерела забруднення ґрунту.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Гіпомагнієва тетанія – конвульсивний синдром у тварин внаслідок магнієвої недостатності в організмі.

Ґрунт – поверхневий шар літосфери, який сформований під дією клімату та живих організмів, а також обробляється людиною.

Гумус – найважливіша складова частина ґрунту, що утворюється з органічних рослинно-тваринних решток.

Ендемічний зоб – захворювання щитоподібної залози, викликане дефіцитом йоду в грунті.

Есенціальні елементи – компоненти, необхідні для процесів життєдіяльності.

Літосфера – складова частина біосфери, що представляє собою тверду оболонку Землі.

Мантія – складова частина літосфери, що складається з геологічних пластів, які рухливі за рахунок енергії, одержуваної з надр Землі.

Медична геологія, або геомедицина, – частина екологічної медицини, яка розглядає вплив геологічних чинників на здоров'я людини та тварин.

Неесенціальні елементи – компоненти, що не мають відомих біологічних функцій.

Педосфера – ґрунтовий покрив окремої сфери нашої планети.

Хвороба Кашина-Бека, або ендемічний остеоартрит, – хвороба, основними симптомами якої є набряки та болі в суглобах, атрофія м'язів внаслідок дефіциту селену в ґрунті.

Хвороба Кеша, або ендемічна кардіоміопатія, – хвороба, пов'язана з ураженням серцевого м'яза та розвитком серцевої недостатності внаслідок дефіциту селену в ґрунті та ґрунтових водах.

Чорнозем – ґрунт, який має найвищий вміст гумусу.

10.1 Загальні уявлення про літосферу

Літосфера – складова частина біосфери, що представляє собою тверду оболонку Землі. **Ґрунт** – це поверхневий шар літосфери, сформований під дією клімату та живих організмів (рослинних і тваринних), обробляється людиною. Біосфера сформувалася більш 4 млрд. років тому. Складова її частина – літосфера – включає в себе **мантію**, що складається з геологічних пластів, які рухливі за рахунок енергії, що одержується з надр Землі. Верхній шар ґрунту безпосередньо пов'язаний з мантією. Основні елементи літосфери, особливо метали, негомогенно розподілені та знаходяться в різних хімічних формах. Вони присутні в навколишньому середовищі в певних, досить низьких концентраціях. Іноді їх концентрація аномально підвищена, що формує родовища корисних копалин, які придатні для розробки.

Тим часом саме дифузний розподіл металів у літосфері, ґрунті, рослинах і тваринах має більше значення для функціонування біосфери. Метали й інші елементи літосфери безперервно мігрують у гідросферу, атмосферу та біоту. Розуміння характеру та способів розподілу компонентів у літосфері – важлива передумова для оцінки ризику, що викликається надлишком або нестачею різних елементів у навколишньому середовищі, а, отже, тієї патології людини, яку вони можуть індукувати. Важливо розрізняти внесок природного та антропогенного дисбалансу в ці процеси.

Оскільки ґрунт майже суцільними тонким шаром вкриває усю поверхню суші земної кулі, деякі вчені вважають ґрунтовий покрив окремою сферою (оболонкою) нашої планети, яку називають **педосферою.**

Найважливішою складовою частиною ґрунту є **гумус**. Він утворюється з органічних рослинно-тваринних решток, які щорічно потрапляють у ґрунт і під впливом життєдіяльності мікроорганізмів розкладаються, а з них синтезуються

речовини, з яких складається гумус. Ґрунт містить ***біогенні елементи*** (нітроген, фосфор, калій), ***макроелементи*** (кальцій, магній, сірку, залізо та ін.) і ***мікроелементи*** (бор, марганець, молібден, мідь, цинк та ін.), які рослини споживають у невеликих кількостях. Саме їх співвідношення визначає хімічний склад ґрунту, який залежить від вмісту елементів у материнській породі, кліматичних факторів, рослинності. Чим більше зволожений ґрунт, тим бідніші на мінеральні сполуки його верхні горизонти (рис. 10.1).

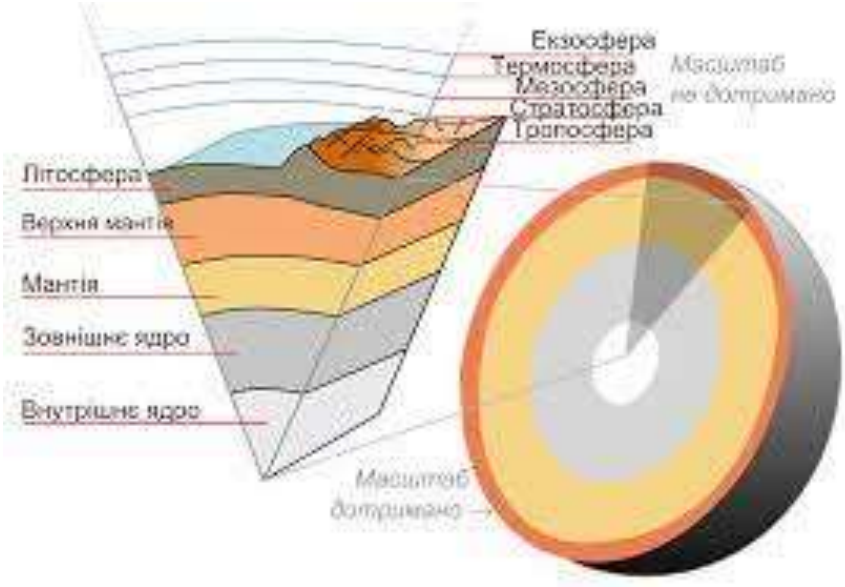


Рис. 10.1. Будова літосфери [7]

У залежності від складу ґрунти поділяються на ***чорноземи***, ***буроземи***, ***червоноземи, суглинки*** та ін. Найпродуктивнішими є чорноземи, вони мають найвищий вміст гумусу. Україна має третину світового клину чорнозему. Кожній природній зоні властивий свій ґрунтовий покрив, який характеризується тільки йому властивою генетико-морфологічною будовою. Україна має відносно високий аграрний ресурс. Доброякісні за своїми властивостями материнські породи в поєднанні з помірно теплим кліматом, спокійним рельєфом, трав'янистою рослинністю сприяли утворенню на території нашої держави родючих чорноземних ґрунтів (понад 65% ґрунтового покриву). Одночасно з цим у північних, західних (зона Полісся) та гірських районах, у долинах річок, приморських районах степу утворилися певні види та видозміни ґрунтів, які поступаються продуктивністю чорноземам.

На рівнинній частині України виділяють три основні ґрунтові зони: ***дерново-підзолистих, сірих лісових і чорноземних ґрунтів***. Ґрунти гірських областей мають вертикальну поясність. На півночі України – в зоні Українського Полісся – під дубово-сосновими лісами з розвинутим трав'яним покривом формуються дерново-підзолисті ґрунти, які мають слабкий і середній ступінь підзолистості.

Особливо місце посідає степова зона з її недостатньо зволоженими, але потенційно високородючими чорноземами. Це основна зона виробництва зерна.

10.2 Хімічна характеристика літосфери

Існують два механізми перерозподілу елементів у літосфері:
- ***вертикальний*** (у надрах назовні);
- ***горизонтальний*** – міграція в поверхневому шарі.

Перший з них призводить до негомогенного розподілу металів у навколишньому середовищі. При цьому їх концентрації у різних породах можуть відрізнятися на порядок і вище. Одним з основних джерел цього процесу є вулканічна діяльність. Так, наприклад, у червні 1991 р. відбулося одне з найбільш потужних виверженьвулкана Пінатубо. Тільки за два дні в навколишнє середовище було викинуто 10 млрд. тон магми, 20 млн. тон діоксиду сірки, що вплинуло на глобальний клімат протягом трьох років.

Крім цього, з надр Землі було викинуто 2 млн. тон цинку, 1 млн. тон міді та більше 5 тис. тон кадмію. Мільйони тонн золи, що містить майже всі елементи періодичної системи, забруднили тисячі квадратних кілометрів поверхні ґрунту. Подібні вулканічні виверження траплялися з періодичністю в декілька років за всю геологічну історію. Не менш важливу функцію відіграє вулканічна діяльність на дні Світового океану, де за підрахунком фахівців є близько 3 тис. діючих вулканів. Другий механізм, який перерозподіляє елементи, – це ***вивітрювання***. Фізичні процеси, пов’язані з цим явищем, ведуть до подрібнення порід, що готує їх до подальшого поступового розчинення або переходу в аерозольний стан. І той, і інший процеси за участю органічної матриці ведуть до формування ґрунтового шару.

Таким чином, вивітрювання є ключовим процесом у міграції елементів від материнських порід до інших складових частин навколишнього середовища. У навколишньому середовищі присутні всі відомі елементи (рис. 10.2).

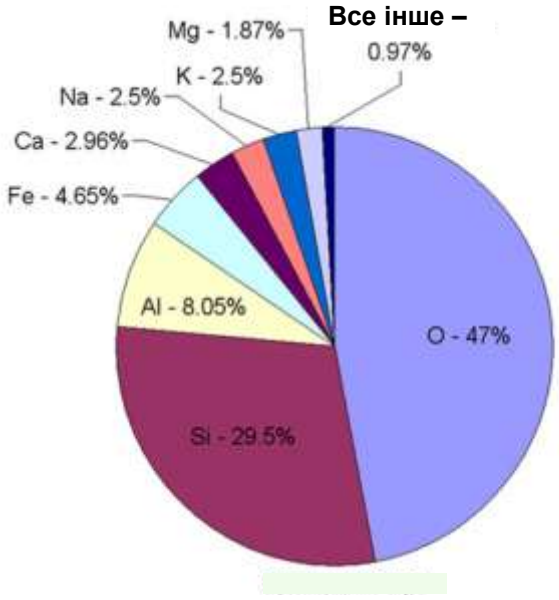


Рис. 10.2. Хімічний склад земної кори [2]

Есенціальними, тобто необхідними для процесів життєдіяльності, є ***макроелементи***: кальцій, хлор, магній, фосфор, калій, сірка. До цієї групи належить також частина ***мікроелементів***, які присутні в організмі тварин і людини в невеликих концентраціях: хром, кобальт, мідь, фтор, йод, залізо, марганець, молібден, селен, цинк. Наступна група – ***неесенціальні елементи***, тобто компоненти, які не мають відомих біологічних функцій. До них належать: кадмій, миш'як, ртуть, свинець.

Біодоступність, міграція та токсичність елементів залежать не тільки від фізичних і хімічних властивостей самого компонента, а й від чинників навколишнього середовища, з якими він взаємодіє. Найважливіший фактор – кислотність ґрунту (pH). Рухливість більшості з елементів зі зменшенням pH зростає, в той час як залуження зменшує біодоступність.

Сильно впливає тип ґрунту. Так, наприклад, ґрунт з високим вмістом органічних компонентів (гумусу) має на метали хелатуючий (комплексоутворюючий) вплив, що зменшує швидкість їх міграції. Токсичність металів залежить від атомного та іонного радіусу, буферної ємності, здатності до хімічних реакцій. Наприклад, токсичність свинцю та ртуті більше виражена у їх органічних компонентів, ніж у неорганічних. Велике значення має ступінь окислення. Хром більш токсичний при валентності, що дорівнює шести, і менше – у тривалентній формі.

Наведемо деякі з факторів зовнішнього середовища, які впливають на біодоступність металів:

- pH;
- окислювально-відновний (редокс) потенціал;
- органічний вуглець;
- температура;
- неорганічні ліганди;
- сульфіди;
- комплексоутворювачі (гумус, органічні сполуки);
- сольовий склад середовища;
- метильовані сполуки;
- здатність до катіонного або аніонного обміну;
- іонна сила середовища;
- жорсткість води.

Наступним важливим фактором у біодоступності є взаємодія елементів. Іноді їх взаємний вплив виглядає дуже просто, як у випадку калію та натрію. В інших випадках мають місце численні взаємозв'язки на рівні коферментів, ензимів та ін.

Мідь входить до складу багатьох ферментів, які беруть участь в окисно-відновних реакціях, наприклад, до складу Zn-Cu-залежною супероксиддисмутази. Біологічне окислення відбувається за участю цитохромів, інших мідьвмісних ферментів. Поперечні зшивки в колагені та еластині, що забезпечують їх міцність і еластичність, відбуваються за допомогою лізілоксидази, що відноситься до групи Cu-вмісних ферментів. Мідь

бере участь в утворенні сигнальних молекул нервової системи, сприяє включенню заліза до складу гемоглобіну. Вона є компонентом, необхідним для функціонування імунної системи людини.

Між міддю, молібденом і сіркою є тісний контакт. Сульфіди, що утворюються з сульфатів, можуть включати замість атома кисню негативно заряджений молібден, що веде до утворення тіомолібдатів.

Останні мають високу спорідненість до міді, зв'язування якої сприятиме вичленовуванню її з метаболізму та призведе до дефіциту в організмі цього елемента. Описаний феномен використовується в сільському господарстві деяких скандинавських країн, ґрунт яких характеризується підвищеним вмістом міді. Додавання в корм тварин молібдену викликає зменшення пулу міді в печінці, що запобігає у них розвитку хронічної інтоксикації міддю. Іншим прикладом можуть бути взаємини між фосфором, цинком і кадмієм. Відомо, що рослини, вирощені в умовах надлишку фосфатів, характеризуються дефіцитом цинку. **Фосфати** – головний компонент добрив. Навпаки, підвищена кількість цинку запобігає поглинання рослинами такого токсичного елемента, як кадмій.

Тому на ґрунтах, що характеризуються підвищеним вмістом **кадмію**, необхідно строго контролювати кількість внесених фосфорних добрив. Запобігання їх надлишку сприятиме накопиченню цинку, що дозволить отримати екологічно чисту продукцію. **Селен** є абсолютним антагоністом миш'яку. Отже, для запобігання токсичних ефектів миш'яку необхідно піклуватися про достатнє надходження в організм селену.

10.3 Медична геологія (геомедицина)

Вже давно стало відомо, що деякі захворювання людини та тварин можна пов'язати з певними географічними областями. У китайських медичних рукописах, написаних 3000 років до н. е., є вказівки на подібні причини деяких захворювань домашньої худоби. Гіппократ більш ніж 2400 років тому наводив подібні приклади, пов'язані з патологією людини.

У даний час узагальнення подібних фактів дає нова галузь екології – медична геологія. **Медична геологія**, або **геомедицина**, – частина екологічної медицини, яка розглядає вплив геологічних чинників на здоров'я людини та тварин. Марко Поло (бл. 1254-1324 рр.) один з перших навів приклади з галузі медичної геології. У 1271 р. він здійснив подорож до Китаю. У 1275 р. експедиція досягла китайської області Кублай Кхан. Однак через деякий час коні, вивезені ним з Європи, загинули.

Марко Поло описав симптоми захворювання тварин, що, як з'ясували набагато пізніше, було обумовлено високим вмістом у ґрунті даної області селену, що викликає хронічну інтоксикацію та загибель тварин. На початку XX ст. новий тип захворювань був зареєстрований на північному сході Китаю в області Кешані та пізніше отримав назву **хвороби Кеша** (ендемічна

кардіоміопатія). Хвороба пов’язана з ураженням серцевого м’яза та розвитком серцевої недостатності. У 1960 р. фахівці припустили, що захворювання має зв’язок з навколишнім середовищем, а 10 років по тому ця гіпотеза знайшла своє підтвердження. Виявили, що хвороба зустрічається в зонах, які відрізняються низькою концентрацією селену в ґрунті та ґрунтових водах. Компенсація в організмі дефіциту селену повністю ліквідувала симптоми захворювання та впливала профілактично (рис. 10.3).



Рис. 10.3. Хвороба Кеша [12]

Іншим прикладом патології, що має геомедичне походження, є **хвороба Кашина-Бека**, яка також була давно знайома китайським медикам (ендемічний остеоартрит). Захворювання зустрічалося в Китаї ще в XVI ст. Вперше описав цю хворобу російський лікар М. І. Кашин (1825-1872 р.р.). Початковими симптомами цієї патології були набряки та болі в суглобах, атрофія м’язів. Надалі відбувалося потовщення проксимальних міжфалангових суглобів кистей, ліктьових і гомілковостопних суглобів при повному збереженні функцій або незначному їх обмеженні (рис. 10 4).



Рис. 10.4. Хвороба Кашина-Бека [7]

У хворих з важким ступенем хвороби відзначалася помітна деформація багатьох суглобів з розвитком контрактур, поперекового лордозу і «качиної» ходи внаслідок ураження кульшових суглобів, а також короткопалість і низькорослість. Страждали в основному діти 6-13 років.

Хвороба Кашина-Бека зустрічалася виключно серед сільських жителів, хоча мали місце випадки захворювань і серед іншого населення, яке вживало продукти харчування з ендемічних областей. Кількість хворих не була точно відома, але приблизно оцінювалася в 1-3 млн. Причиною патології є низький вміст селену в ґрунті. Ґрунти на території України також вважаються ендемічними щодо деяких мікроелементів. Основний етіологічний фактор виникнення йододефіцітних станів у нашій країні – нестача йоду в ґрунтах, воді та, відповідно, продуктах харчування, вироблених на даній території. З рослинною їжею в організм людини надходить 58,3% йоду від загальної щодобової потреби, з м’ясом – 33,3%, з водою – 4,2%; решта йоду надходить інгаляційним шляхом, а також через шкіру.

Вміст йоду в навколишньому середовищі залежить головним чином від типів ґрунтів і їх здатності утримувати та віддавати йод, від розташування над рівнем моря та віддаленості від морів і океанів: в міру віддалення ґрунт стає все менш збагаченим на дані мікроелементи. У разі переважання в раціоні харчування продуктів місцевого виробництва розвивається дефіцит йоду різного ступеня вираженості. У формування **ендемічного зобу** значний внесок робить фактор дефіциту в ґрунтах України і, отже, продуктах харчування інших мікроелементів: селену, міді, цинку, заліза, молібдену, магнію, марганцю, які виступають у ролі кофакторів ряду ключових ферментів обміну. Зокрема, селен є компонентом дейодиназ, які беруть участь у конверсії тироксину (T_4) в трийодтиронін (T_3) шляхом дейодування зовнішнього кільця T_4 у тканинах і органах-мішенях, наприклад у печінці, кишечнику, мозку, бурій жировій тканині, плаценті та ін. (рис. 10.5).



Рис. 10.5. Ендемічний зоб [5]

Дефіцит міді призводить до зниження активності цитохромоксидази, церулоплазміну та йодинази, активує приєднання йоду до тирозину. Струмогенна дія дефіциту кобальту реалізується через зниження активності

йодпероксидази щитоподібної залози, в результаті чого сповільнюються процеси біосинтезу тиреоїдних гормонів. На планеті відомі регіони, які відрізняються природним підвищеним вмістом деяких елементів, у тому числі токсичних, наприклад **миш'яку**. У воді колодязів Західної Бенгалії (Індія) вміст миш'яку досягає 2000 мкг/л (рекомендований ВООЗ рівень миш'яку в воді – 10 мкг/л). Місцеві жителі використовували колодязну воду для зрошення, що дозволяло їм отримувати до трьох врожаїв рису на рік. Мінералом, що містить миш'як, є ***залізний пірит***, який входить до складу ґрунту. У звичайних умовах він у незначній мірі вивільняє цей токсичний елемент у воду. Однак інтенсивне землеробство та зрошення знизило рівень води в колодязях.

У цих умовах кисень повітря став виконувати роль окислювача, що призвело до вивільнення миш'яку з його сірчистих сполук, і він став розчинятися у воді колодязів. Отже, жителі Бенгалії вживали для пиття, а також використовували для вирощування рису воду, вміст миш'яку в якій був високим. Постраждалими виявилися близько 400 тис. чоловік. Всього в Індії споживають воду з підвищеним вмістом миш'яку близько 30 млн чоловік. Існують також інші регіони з підвищеним, як в Індії, вмістом миш'яку. Це Антофагаста в Чилі, Кор-доба в Аргентині, Обуаші в Гані, Лагунера в Мексиці, Корнвелл у Великобританії, Тайвань, континентальна Монголія, США. Є дані про те, що фактори навколишнього середовища можуть робити внесок в етіологію ***цукрового діабету першого типу*** серед дітей. Ця форма захворювання має аутоімунне походження та є інсулінозалежною. Показано, що низькі рівні споживання **цинку** пов'язані з високим ризиком виникнення цієї патології.

Є чимало доказів того, що достатній вміст основних мікроелементів у навколишньому середовищі (кальцію, магнію) є чинником, що знижує частоту серцево-судинної патології. ***Магнієва недостатність*** проявляється у тварин у конвульсивному синдромі, так званої ***гіпомагнієвої тетанії***. Ця патологія зустрічається у весняний період, коли тварини переводяться на пасовищне утримання та вживають у їжу траву, збіднілу на магній.

Як очевидно, склад природного навколишнього середовища дуже важливий для нашого здоров'я. Міграція та взаємодія елементів – дуже тонке питання. На превеликий жаль, антропогенна діяльність порушує природний баланс і рівновагу. Одна з найсерйозніших екологічних проблем – закислення ґрунту, яке несе потенційну загрозу для здоров'я людей.

Ця проблема поділяється на дві складові:

- ***прямий ефект*** через сорбції кислих аерозолів, що утворилися за участю оксидів сірки та азоту;

- ***непрямий ефект,*** пов'язаний зі збільшенням поглинання деяких токсичних металів. Як уже згадувалося, літосферні елементи вивільняються та перерозподіляються в інших частинах біосфери через вивітрювання. Цей процес може модифікуватися при потраплянні в ґрунт оксидів сірки та азоту. За рахунок ефекту підкислення металів, що знаходяться у верхньому шарі ґрунту, можуть ставати більш розчинними, що збільшує їх рухливість і біодоступність

для рослин. До таких компонентів належать **кальцій, магній, марганець, алюміній, нікель, цинк, кадмій** і в меншій мірі **ртуть, свинець** і **мідь**.

Такі ж елементи, як **селен, молібден** стають менш розчинними в кислому середовищі та в силу цього в меншій мірі можуть мігрувати в рослини. Подібне порушення балансу здатне змінювати нормальне співвідношення макро- і мікроелементів у тканинах тварин і, отже, по харчовому ланцюжку – баланс в організмі людини. Подібний ефект стосується не тільки металів. **Фосфор**, який є головним нутрієнтом для рослин, у кислому середовищі стає менш доступним для рослин, що призводить до гальмування їх росту та розвитку. Вапнування ґрунтів, яке використовується в деяких країнах для боротьби з їх закисленням, як показують нещодавні дослідження, також небажано, так як негативно впливає на рослини та тварин. Незважаючи на описані ефекти, ґрунт може протистояти процесам, що відбуваються. Від геохімічного статусу залежить буферна ємність ґрунту.

Якщо ґрунт містить у достатній кількості **карбонати**, що формують карбонатну буферну систему, то кисла дощова або тала вода при фільтрації нейтралізується. Критична ситуація виникає тільки в тому випадку, коли кислотність ґрунту падає нижче 4,5. У цьому випадку вступає в дію інша буферна система, в результаті дії якої починають розчинятися погано розчинні солі алюмінію, що викликає мобілізацію цього компонента. Цей процес протікає досить швидко, тому високі концентрації алюмінію з'являються в ґрунтовій воді. Крім того, зниження pH викликає збільшення рухливості інших металів, наприклад **кадмію** – найбільш рухомого елемента, що має в основному антропогенне походження. У деяких індустріально розвинених країнах кількість кадмію в ґрунті, доступного для рослин, підвищена.

Проблема забруднення ґрунту має свої відмінності від механізмів забруднення атмосфери та гідросфери:

- ґрунт – малорухливе середовище;
- в ґрунті повільніше відбувається процес міграції забруднювачів;
- у ньому добре накопичуються ксенобіотики.

10.4 Основні джерела забруднення ґрунту

Практично будь-який вид антропогенної діяльності є **джерелом забруднення ґрунту ксенобіотиками**.

1. Сільське господарство – добрива, пестициди, стічні води та тверді відходи тваринництва.

Пестициди поділяться на наступні основні групи:

- гербіциди;
- інсектициди;
- фунгіциди.

2. Промисловість, транспорт.

3. Побутова діяльність – стічні води, тверді побутові відходи.

Наслідки забруднення ґрунту ксенобіотиками:

- гальмування процесу ґрунтоутворення;
- зниження врожайності і споживчих якостей сільськогосподарської продукції;
- гальмування процесів самоочищення ґрунту;
- накопичення ксенобіотиків і подальша їх міграція по трофічних ланцюгах в продукти харчування (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 – Характеристика видів забруднення ґрунтів

Види забруднення ґрунтів	Ознаки забруднення ґрунтів
Хімічне	Порушення біогеохімічного кругообігу азоту та нітрогенне забруднення ґрунтів
Біологічне	Повязане з накопиченням (бактеріальні добрива), масовим розмноженням (хвороботворні мікроорганізми, збудники мікозів, личинки комах-шкідників), розвитком (стадії гельмінтів), появою нових мікроорганізмів, порушенням складу біоти редуцентів
Механічне	Залишки будівельних матеріалів, азбесту, битого скла, кераміки

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 10

Тести

1. Який хімічний елемент належить до неесенціальних?

А. Фтор.
Б. Марганець.
В. Ртуть.
Г. Молібден.

2. Що переважає в хімічному складі земної кори?

А. Кремній.
Б. Залізо.
В. Кисень.
Г. Алюміній.

3. Яка хвороба викликана високим вмістом в ґрунті селену?

А. Хвороба ітай-ітай.
Б. Хвороба Кеша.
В. Ендемічний зоб.

Г. Хвороба Кашина-Бека.

4. Як проявляється хімічне забруднення ґрунтів?

А. Накопиченням бактеріальних добрив.

Б. Порушенням біогеохімічного кругообігу азоту.

В. Залишками кераміки.

Г. Порушенням складу біоти редуцентів.

5. У чому полягає сутність деградації ґрунтів?

А. Гальмування росту рослин, зниження врожайності, загибель рослин.

Б. Зменшення вмісту гумусу та зниження родючості.

В. Накопичення в ґрунтах легкорозчинних солей.

Г. Руйнування та знесення верхніх, найбільш родючих, горизонтів ґрунту.

Ситуаційні задачі

1. У хворого виявлено збільшення щитоподібної залози, основного обміну на 35%,. Пульс – 125 уд/хв, кількість дихань – 20 за хв. В іншого хворого, що проживає в місцевості, де ґрунт і вода містять мало йоду, також виявлено збільшення щитоподібної залози, але основний обмін, частота дихання та пульсу – в нормі.

Поясніть причини та механізми зобної трансформації в обох випадках.

2. Дитина 10 років, що мешкає разом з батьками в сільській місцевості з низькою концентрацією селену в ґрунті, знаходиться в дитячій лікарні на обстеженні з приводу атрофії м’язів, набряків та болю в суглобах. Об’єктивні дані: хлопчик низький на зріст, кисті мають короткі пальці, помітна деформація багатьох суглобів з розвитком контрактур, поперекового лордозу та «качиної» ходи внаслідок ураження кульшових суглобів.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Як підтвердити діагноз захворювання? Назвіть практичні рекомендації та профілактичні заходи в цьому випадку.

3. До лікаря звернувся чоловік віком 46 років, який мешкає в сільській місцевості з низькою концентрацією селену в ґрунті та ґрунтових водах. Він скаржиться на болі за грудиною, прискорене серцебиття, підвищення артеріального тиску, задишку під час фізичного навантаження та в стані спокою, запаморочення, що призводять до втрати свідомості. Об’єктивні дані: артеріальний тиск – 170/100 мм рт. ст., пульс – 130 уд/хв, блідість шкіри, синюшний колір пальців рук, набряки.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Як підтвердити діагноз захворювання? Назвіть практичні рекомендації та профілактичні заходи в цьому випадку.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧУВАННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

ТЕМА 11. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧУВАННЯ

Мета: отримати знання про токсичні сполуки, що утворюються в організмі людини та продуктах харчування, в тому числі в результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів; сформувати уявлення про походження та розповсюдження ксенобіотиків, а також їх роль у патології людини; набути навички при проведенні розрахунку фактичної навантаження важкими металами, що містяться в продуктах харчування, на населення України.

ПЛАН

11.1. Характеристика груп сполук, що є складовими харчових продуктів.
11.2. Шкідливі хімічні речовини природного походження.
11.3. Алергії, що викликаються продуктами харчування.
11.4. Токсичні сполуки, що утворюються в продуктах харчування та організмі людини.
11.5. Ксенобіотики, що надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів.
11.6. Шкідливі речовини, що утворюються під час приготування їжі.
11.7. Речовини, що використовуються в сільському господарстві.
11.8. Пестициди. Хлоровані циклічні вуглеводні.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Антиаліментарні фактори – речовини, що перешкоджають перетравленню або утилізації нутрієнтів.

Апоптоз – запрограмована смерть клітини.

Відносна канцерогенна активність, або ВКА, – індекс, який показує відсоток потенційної канцерогенної активності (ТО 50 мг/кг/день), що тестується на лабораторних тваринах, та отримує людина щодня протягом свого життя.

Генетично модифіковані (трансгенні) продукти (ГМП) – це вироби, які були отримані завдяки генно-інженерним технологіям.

Гепатотоксичність – властивість хімічних речовин викликати структурно-функціональні порушення печінки. Висока чутливість печінки до хімічних сполук визначається декількома обставинами.

Гетероциклічні аміни (ГЦА) – сполуки, що можуть виникати при смаженні м'яса (свинина, бенз[а]пірен, яловичина), а також при приготуванні гамбургерів.

Ксенобіотики – сторонні, токсичні, потенційно небезпечні речовини антропогенного походження.

Неаліментарні компоненти – сполуки, які беруть участь у формуванні органолептичних якостей харчового продукту.

Некроз – дегенеративний процес, що призводить до клітинної загибелі.

Нутрієнти – білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні речовини та вітаміни, які потрібні організму для пластичних цілей, як джерела енергії, для нормального перебігу процесів травлення та метаболізму.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) – сполуки, що утворюються при копченні продуктів, а також при приготуванні їжі на грилі в тому випадку, якщо жир потрапляє на розпечене деревне вугілля.

Продукти «реакції Маллард» – сполуки, що виникають між карбонільними групами відновлених цукрів і аміногрупами амінів, пептидів і білків.

Стеатоз, або жирове переродження печінки, – стан, що характеризується надмірним накопиченням жиру в гепатоцитах.

Фіброз – кінцевий результат патологічних процесів, які мають хронічний перебіг і розвиваються в печінці під впливом токсикантів.

Холестаз – порушення процесу жовчовиділення.

11.1 Характеристика груп сполук, що є складовими харчових продуктів

Харчові продукти являють собою складні багатокомпонентні суміші, що складаються з сотень хімічних сполук. До складу харчових продуктів входять, в основному, три групи сполук: нутрієнти, неаліментарні компоненти та ксенобіотики.

Нутрієнти – білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні речовини та вітаміни, що потрібні організму для пластичних цілей, як джерела енергії, для нормального перебігу процесів травлення та метаболізму.

Неаліментарні компоненти – сполуки, які беруть участь у формуванні органолептичних якостей харчового продукту. До них належать: попередники нутрієнтів, продукти їх розпаду, а також інші біологічно активні речовини. Більшість речовин цієї групи знаходиться в продуктах харчування в незначних кількостях.

Серед них розрізняють:

1) ***антиаліментарні фактори*** – речовини, що перешкоджають перетравленню або утилізації нутрієнтів (наприклад, інгібітори протеаз, які містяться в бобових);

2) ***шкідливі хімічні речовини природного походження:*** постійні компоненти деяких натуральних продуктів (алкалоїди, пептиди); речовини, що містяться в продуктах при певних умовах (соланін у картоплі); мікроелементи (B, Be, Br та ін.) у високих концентраціях за рахунок існування аномальних біохімічних провінцій.

Ксенобіотики – сторонні, токсичні, потенційно небезпечні речовини антропогенного походження. Ксенобіотики можуть бути неорганічної та органічної природи, в тому числі мікробного походження. До них не належать вітаміни, провітаміни, мікроелементи, кухонна сіль, приправи, ароматичні та смакові речовини природного походження, що додаються в продукти, а також інертні механічні домішки.

Ксенобіотики можна розділити на три групи:

1) природного походження;

2) сполуки, що утворюються в організмі людини при певних умовах;

3) сполуки, які надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів.

До останніх сполук належать:

1) нова харчова сировина або продукти, одержані шляхом хімічного або мікробіологічного синтезу;

2) речовини, що використовуються в сільському господарстві;

3) харчові добавки;

4) речовини, що надходять при контакті з полімерними та іншими матеріалами;

5) речовини, що надходять у харчову сировину або харчові продукти із забрудненого навколишнього середовища;

6) речовини біологічного походження: при розмноженні на продуктах харчування цвілі, грибів, мікроорганізмів;

7) сполуки, що утворюються під впливом термічної або іншої кулінарної обробки, а також хімічної взаємодії (бенз[а]пірен і нітрозаміни – при копченні; лізілаланін – при варінні м’яса в лужній воді).

Вивчаючи медичні аспекти дії на організм людини ксенобіотиків, які перебувають у харчових продуктах, необхідно коротко розглянути основні принципи гепатотоксичності в силу тієї обставини, що токсичні компоненти, потрапивши у внутрішнє середовище організму, обов’язково депонуються в печінці, де відбувається їх подальший метаболізм.

Гепатотоксичність – це властивість хімічних речовин викликати структурно-функціональні порушення печінки. Висока чутливість печінки до хімічних сполук визначається декількома обставинами. Печінка – основний орган, відповідальний за метаболізм чужорідних речовин.

Патологічні стани печінки хімічної етіології можна віднести до одного з двох класів: цитотоксичний або холестатичний. ***Цитотоксичні пошкодження печінки*** проявляються стеатозом, некрозом, канцерогенезом, ***холестатичні*** – порушенням секреції жовчі, розвитком жовтяниці.

Стеатоз, або **жирове переродження печінки**, – це стан, що характеризується надмірним накопиченням жиру в гепатоцитах. Одночасно відзначається зниження вмісту в плазмі крові ліпідів і ліпопротеїдів. Стеатоз часто є найбільш раннім проявом токсичного пошкодження органу. Механізм ініціації стеатоза при інтоксикаціях різними гепатотоксикантами різний. Накопичення жиру може бути наслідком або порушення процесів катаболізму ліпідів, або надлишкового надходження вільних жирних кислот у печінку, або пошкодження механізмів виділення тригліцеридів у плазму крові.

Некроз – дегенеративний процес, що призводить до клітинної загибелі. Загибель клітин супроводжується пошкодженням плазматичних мембран; їй передує ряд морфологічних змін гепатоцитів: збільшення об'єму цитоплазми, дилятація цитоплазматичного ретикулума, набухання мітохондрій з розривом крист, деградація полісом, руйнування органел і ядра клітини, стеатоз.

Біохімічні зміни, що передують загибелі клітини, включають: ініціацію вільнорадикальних процесів; зв'язування токсикантів або їх метаболітів з білками, нуклеїновими кислотами та ненасиченими жирними кислотами мембран клітин; порушення пластичних і біоенергетичних процесів; різке підвищення вмісту в клітині вільного кальцію.

Вважають, що фатальним, необоротним етапом розвитку **гепатоцелюлярного некрозу** є порушення гомеостазу внутрішньоклітинного Ca^{+2}. Підвищення концентрації кальцію в цитоплазмі клітини призводить до пошкодження клітинних мембран і органел (мітохондрій, ендоплазматичного ретикулума, лізосом), денатурації структурних протеїнів, інактивації ензимів.

Канцерогенез спостерігається при дії цілого ряду природних і промислових токсикантів.

Холестаз проявляється порушенням процесу жовчовиділення, посиленням проникності стінок жовчовивідних каналів, дисфункцією мікроворсинок епітелію жовчних ходів, що забезпечують струм жовчі. Запалення або закупорка жовчних ходів також призводить до затримки жовчі в печінці, що в свою чергу супроводжується розвитком жовтяниці.

Фіброз – кінцевий результат патологічних процесів, які мають хронічний перебіг і розвиваються в печінці при впливі токсикантів. У пошкодженому органі з'являються колагенові тяжі, що руйнують нормальну структуру органу та порушують внутрішньопечінковий кровотік, жовчовиділення. Клінічно цей стан проявляється синдромом портальної гіпертензії.

11.2 Шкідливі хімічні речовини природного походження

Значна частина хімічних сполук, які мають токсичні властивості та містяться в продуктах харчування, характеризуються природним походженням. Підраховано, що щоденне надходження ксенобіотиків природного походження при звичайній дієті людини становить близько 2 г, у

той час як надходження синтетичних пестицидів лише 0,09 мг. При цьому різноманітність природних токсикантів та продуктів їх перетворень дуже велика (5000-10 000). Концентрація природних ксенобіотиків у харчових продуктах становить від 1 частини на тисячу до 1 частини на мільйон, концентрація ж антропогенних пестицидів – 1 частина на мільярд. Деякі зі згаданих сполук мають виражену канцерогенну активність.

Для кількісної оцінки канцерогенної активності в модельних умовах використовують **індекс відносної канцерогенної активності (ВКА).** ВКА показує, який відсоток потенційної канцерогенної активності (ТО 50 мг/кг/день), що тестується на лабораторних тваринах, отримує людина щодня протягом свого життя. Чим менше значення індексу ВКА, тим більша потенційна канцерогенна активність продукту. Незважаючи на надходження в організм людини сполук з вираженою канцерогенною активністю, їх дія багато в чому нівелюється: по-перше, адаптованою під це системою детоксикації ксенобіотиків; по-друге, антиканцерогенною дією, що має цілий ряд сполук, який містяться в харчових продуктах. Сюди належать ***антиоксиданти*** – аскорбінова кислота, вітаміни Е та А. Потужну антиканцерогенну дію має рослинний монотерпен – лімонен, що міститься у великих кількостях у цедрі цитрусових.

11.3 Алергії, що викликаються продуктами харчування

Алергія індукується переважно білковими речовинами, що містяться в продуктах харчування. Найчастіші **алергени** – α-лактальбумін, Р-лактглобулін, казеїн і ліпопротеїни молока корів. Альбумін, що міститься в пшениці, також виявляє сильну алергійну дію. Можуть також мати місце алергічні реакції на горіхи, цитрусові, кісточкові плоди, різні овочі (наприклад, стручкові, помідори), курячий білок, білок, який знаходиться в рибних продуктах, а також на харчові добавки. У 90% людей з наявною харчовою алергією спостерігаються зміни з боку шкіри та легеневої системи. Найчастіше уражається слизова оболонка губ, очей та язика. Надалі можуть зустрічатися: нудота, головний біль, судоми, ураження серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту (діарея).

Деякі продукти харчування (цибуля, редька, гострі пряноші) та змінена кишкова флора (наприклад, завдяки розмноженню грибкових мікроорганізмів) сприяють алергічним реакціям. Вміст алергенів у рослинах може змінюватися в залежності від частини вживаної рослини і від стадії її зрілості. Деякі алергени можуть легко денатурувати (наприклад, у коров’ячому молоці та пшениці при нагріванні до 120 °С, в яблуках – шляхом окислення на повітрі). Навпаки, алергени в м’ясі птиці, рибі, горіхах і бобах дуже стійкі.

11.4 Ксенобіотики, що надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів

Біогенні аміни (БА) можуть утворюватися мікроорганізмами, наприклад при ферментативному декарбоксилюванні. Вироблені за допомогою мікробіологічної техніки продукти харчування (наприклад, сири, пиво) містять значну кількість БА. При псуванні продуктів харчування в них також може збільшуватися вміст БА внаслідок діяльності мікроорганізмів.

Високе надходження амінів з продуктами харчування при одночасному прийомі певних медикаментів здатне підвищувати кров'яний тиск, наприклад через **тирамін**, зазвичай розщеплюється в кишечнику за допомогою ферменту моноамінооксидази (МАО).

МАО може пригнічувати гіпотензивними препаратами, антидепресантами або протитуберкульозними препаратами таким чином, що концентрація тираміну в кишечнику збільшується. У цьому випадку всмоктується велика кількість тираміну, що сприяє вивільненню норадреналіну з симпатичних нервових закінчень і підвищенню кров'яного тиску.

Серотонін здатний також збільшувати кров'яний тиск (рис.11.1).

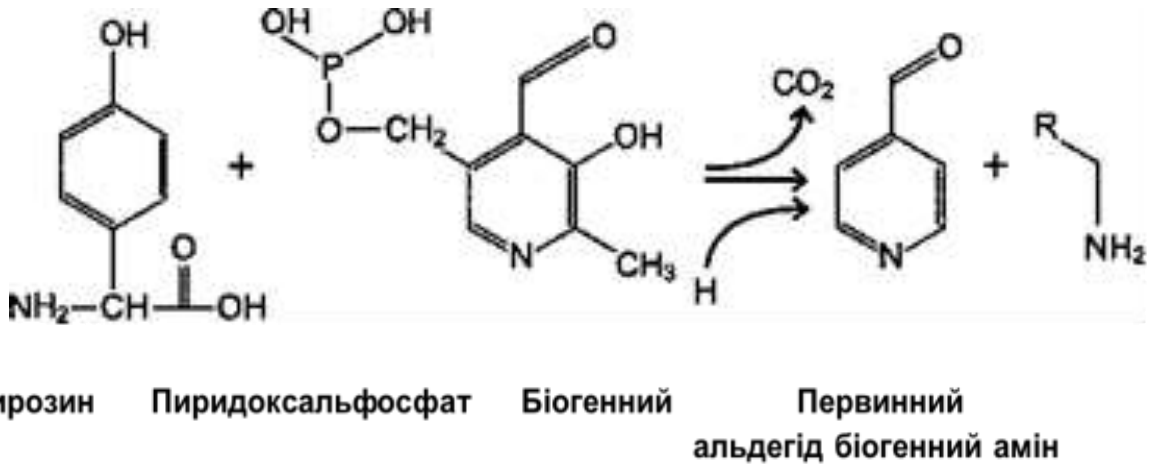


Рис. 11.1. Схема утворення біогенних амінів у продуктах харчування при окисному декарбоксилюванні [1]

Вміст тираміну в продуктах харчування становить у середньому близько 50 мкг/г. Однак у деяких з них (шоколаді, сирі, пиві, вині та квашеній капусті) тирамін міститься в підвищених кількостях.

Сир може містити до 900 мкг/г, а екстракти дріжджів до 2000 мкг/г. Пацієнтам з високим кров'яним тиском часте вживання цих продуктів харчування може бути шкідливо.

Подібним же чином такий біогенний амін, як серотонін (міститься в бананах, волоських горіхах, помідорах). Ця хімічна речовина здатна також збільшувати кров'яний тиск у кровоносних судинах організму. Інший БА –

гістамін, що знаходиться в деяких сортах вин, де його вміст може досягати 25 мг на літр, здатний вступати в сполуку з етанолом. Прийом значних кількостей гістаміну призводить до гострої інтоксикації у людини, що виражається сильним головним болем і спазмами гладенької мускулатури. Вміст БА в продуктах харчування може бути знижено промиванням водою або зміною консервуючої рідини**.**

11.5 Ксенобіотики, що надходять в організм у результаті отримання, обробки або зберігання харчових продуктів

Генетично модифіковані (трансгенні) продукти (ГМП) – це вироби, які були отримані генно-інженерними технологіями. За останнє десятиліття обсяг виробництва генетично змінених продуктів у світі різко зріс.

Цілі, що переслідують при отриманні генетично змінених рослин, такі:

1) підвищення резистентності до дії шкідників (маїс, бавовна, картопля), вірусів (картопля);

2) зміна якісного складу продукту, наприклад за вмістом жирних кислот (ріпак, соя), білка (картопля), антиоксидантів (томати) та ін.;

3) зміна зовнішнього вигляду рослин, наприклад за забарвленням (гвоздика). Проводяться інтенсивні роботи зі створення рослин, які продукують лікарські речовини (за допомогою тютюну – гемоглобін, колаген; за допомогою картоплі – інтерферон, сироватковий альбумін; з допомогою ріпаку – герудин).

Ризик для людини полягає в можливому активному чи непрямому втручанні генетично змінених продуктів у фізіологічну та метаболічну активність клітин і тканин людського організму з усіма наслідками, що звідси випливають. Так, наприклад, молоко корів може містити **рекомбінантний гормон росту (гвон)**, відомий як **рекомбінантний бичачий соматотропін**. Фірмова назва РовПас. З 1993 р. цей препарат виробляється методами генної інженерії. Використовується в тваринництві з метою підвищення надоїв. Препарат вводять тваринам кожні два тижні, викликаючи стимуляцію утворення молока на 5-20%. Введення Гвон призводить до збільшення ймовірності маститів, перебіг яких пов’язаний з потраплянням у молоко патогенних мікроорганізмів. Основний спосіб лікування маститів у тварин – введення їм антибіотиків. У свою чергу, їх використання викликає підвищення стійкості мікроорганізмів, наприклад сальмонел, що створює труднощі в лікуванні у людини інфекційних захворювань.

Більш того, мутантні бактерії можуть передавати свої гени іншим мікроорганізмам. Це відбувається шляхом обміну ланцюга ДНК так званою плазмідою. Навіть відносно непатогенні бактерії типу *E. coli*, що присутні в кишечнику людини, можуть отримувати несприйнятливість до антибіотика та передавати її у спадок, а також до інших бактерій, наприклад збудників тифу або холери.

Крім цього, показано, що rBGH збільшує в організмі тварин концентрацію інсуліноподібного чинника-1 (IGF-1). IGF-1 складається з 70 амінокислот і має таку ж первинну структуру, як людський пептид.

У присутності казеїну, основного протеїну коров'ячого молока, IGF-1 не піддається руйнуванню при пастеризації, а також при травленні. Казеїн забезпечує захисний ефект для IGF-1 молока корів, і гормон залишається неушкодженим у кишечнику тих людей, які вживають молоко після стимуляції тварин rBGH. Потрапивши з коров'ячим молоком в організм людини, rBGH збільшує в ньому рівень власного IGF-1.

IGF-1 коров'ячий, який всмоктався, а також власний, утворений у тонкому кишечнику людини, здатний стимулювати клітинний ріст шляхом зміни рухливості та посилення мітотичної активності клітин. У тварин цей пептид створює системні ефекти: збільшує масу тіла, печінки, довжину трубчастих кісток. Крім цього, IGF-1 викликає розростання пухлин у лабораторних тварин і людей шляхом гальмування запрограмованої смерті клітини (**апоптозу**).

Здатність індукувати акромегалію робить IGF-1 потенційно небезпечним для дітей і підлітків. У людини це проявляється в збільшенні ризику появи злоякісних утворень молочної залози та товстого кишечника. Крім цього, IGF-1 має естрогеноподібну дію.

Ще один приклад потенційної небезпеки «нових продуктів» – генетично спроектований помідор *FLAVR SAVR*. Ця рослина містить ген, який забезпечує стійкість до дії антибіотика канаміцину. Цей ген може бути переданий бактеріям у шлунково-кишковому тракті людини, створюючи тим самим нові нечутливі до антибіотиків мікроби, що загрожує серйозними наслідками для здоров'я.

11.6 Шкідливі речовини, що утворюються під час приготування їжі

Продукти «реакції Маллард». Виникають між карбонільними групами відновлених цукрів і аміногрупами амінів, пептидів і білків. При приготуванні їжі вони бажані для додання в продукт аромату, визначених смакових властивостей і специфічного забарвлення. При цьому виникають побічні, токсичні та мутагенні продукти.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). До ПАВ відноситься бенз[а]пірен, що утворюється при копченні продуктів, а також при приготуванні їжі на грилі в тому випадку, якщо жир потрапляє на розпечене деревне вугілля. Копчена шинка може містити бенз[а]пірену до 3 мкг/кг, приготоване на грилі м'ясо – до 50 мкг/кг. Дозвільна кількість для м'ясних продуктів складає 1 мкг/кг.

Овочі та зерно можуть накопичувати ПАВ з ґрунту та повітря до 20 мкг/кг (сумарний вміст). При харчуванні людина отримує щодня в сумі

тільки близько 3 мкг ПАВ. Підвищене споживання подібних ксенобіотиків може мати наслідки для здоров'я людини. Численні дослідження чітко доводять, що бенз[а]пірен має відносно людини та тварин мутагенну та канцерогенну дії.

Гетероциклічні аміни (ГЦА). У кінці 70-х рр. XX ст. японські дослідники з Національного центру по вивченню раку повідомили про те, що екстракти зі смаженої риби містять висококанцерогенні сполуки, яких немає у вихідній сировині. Було висловлено припущення, що зазначені сполуки можуть виникати при смаженні м'яса (свинина, бенз[а]пірен, яловичина), а також при приготуванні гамбургерів. Більш того, було встановлено, що деякі амінокислоти, такі як триптофан, глутамінова кислота, а також білки, які їх містять, також можуть утворювати канцерогенні продукти в результаті процесу піролізу (нагрівання при високій температурі). Ці сполуки були виділені та позначені як гетероциклічні аміни. У даний час їх відомо близько 20.

Утворюються ГЦА майже виключно при кулінарній обробці м'яса. Справа в тому, що саме в м'язовій масі міститься речовина креатин, який виконує важливу роль в енергетичному забезпеченні скорочувального процесу. У присутності деяких амінокислот (наприклад, фенілаланіну) при нагріванні утворюється метилфенілімідазол- пиридінамін (МФІПА). вуглеводи, присутні в м'ясі, що сприяють цій реакції. Існує кілька чинників, що впливають на утворення ГЦА. Чим вище температура кулінарної обробки і її тривалість, тим вищий вміст ГЦА в кінцевому продукті. Показано, що їх утворення починається при 150 °С і стає максимальним при 250 °С. Іншим фактором є вид кулінарної обробки. Найбільші кількості цих канцерогенів дає підсмажування м'яса, а також приготування барбекю. У той час як варіння м'яса, тушкування, обробка в мікрохвильовій печі взагалі не сприяють утворенню ГЦА.

Серед усього сімейства ГЦА, присутніх у раціоні європейських народів, найбільшу потенційну небезпеку мають п'ять: смажена яловичина, смажений бекон, лосось (барбекю), відварний лосось, запечений лосось.

З ГЦА пов'язують виникнення злоякісних пухлин кишечника та молочної залози. Висока ймовірність захворювань на рак молочної залози пов'язана з великою активністю згаданої ацетилтрансферази, одного з ферментів метаболічної активації цих сполук.

На канцерогенність ГЦА впливають багато факторів, які здатні знизити їх вплив або, навпаки, підсилювати їх активність. До числа перших з них відносяться хлорофіл, індол, ізотіоціанати, ізофлавоноїди, поліфеноли, що містяться в зелених рослинах, овочах і фруктах.

При цьому грубі волокна та хлорофіл гальмують поглинання ГЦА. Індол, ізотіоціанати, ізофлавоноїди гальмують метаболічну активацію та стимулюють знешкодження. Природні антиоксиданти (токоферол, каротин), поліфеноли, що містяться в чаї, а також кальцій пригнічують прогресію злоякісно трансформованої клітини, гальмуючи формування пухлини.

До факторів, які здатні потенціювати активність ГЦА, належить тваринний жир. Отже, багата на жир їжа буде сприяти розвитку пухлин.

І, нарешті, важливу роль відіграють способи приготування їжі. При цьому слід уникати пережарювання м’ясних продуктів, рідше вживати барбекю.

11.7 Речовини, що використовуються в сільському господарстві

Медикаменти та кормові добавки використовуються і як лікарські (антибіотики), і як допоміжні засоби. Вони можуть по харчовому ланцюгу потрапляти в організм людини. У людей, яких виробляється резистентність до антибіотика, можуть виникати алергічні реакції. Кількість застосованих у сільському господарстві антибіотиків колосальна. Підраховано, що приблизно половина з 7 тис. тон усіх вироблених у світі антибіотиків використовується в тваринництві. Крім цих сполук дуже широко застосовуються статеві гормони (наприклад, естрадіол, тестостерон).

Використання тиреостатиків призводить до збільшення ваги тварин. Продукт їх розпаду – тіосечовина – є канцерогеном. Глюкокортикоїди (кортизон), β-блокатори і психофармацевтичні засоби (наприклад, валіум) дають свиням в якості седативних препаратів для запобігання стресу, і тим самим вони також можуть потрапляти в організм людини. Вітаміни призначаються як лікарські засоби та добавки, які накопичуються в печінці тварин (наприклад, вітамін А) та внаслідок надлишкового надходження здатні викликати негативні реакції у людей.

11.8 Пестициди. Хлоровані циклічні вуглеводні

У всьому світі смертельні випадки та хронічні хвороби через вплив пестицидів складають приблизно 1 млн осіб на рік. **Циклічні хлорорганічні сполуки** діють на комах як контактні отрути. Вони проникають через зовнішню хітінвмісну кутикулу комах і паралізують нервову систему. Найвідоміший представник цієї групи сполук – ***дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ)***. Першовідкривач хімік П. Мельник у 1948 р. за його синтез отримав Нобелівську премію. Інші представники: ***альдрин, гексахлорциклогексан, гексахлорбензол*** та ін. Застосовуються в овочівництві, садівництві для передпосівній обробці насіння, в боротьбі зі шкідниками лісу, домашнього господарства.

ДДТ – високодієвий інсектицид з порівняно незначною токсичністю для теплокровних. У 50-60-ті рр. XX ст. були використані мільйони тонн ДДТ у боротьбі з епідеміями малярії, жовтої лихоманки, тифу та інших хвороб, а також для захисту рослин.

Циркуляція в екосистемах «повітря – земля – вода» призвела до глобального розподілу ДДТ у середовищі. Сьогодні його знаходять навіть у

льодах Арктики. ДДТ рухається за всіма типами трофічних шляхів. Це викликає збагачення окремих ланок харчових ланцюжків, причому людина як тупикова ланка трофічного ланцюга збагачується особливо сильно. У зв'язку з цим у молоці жінок реєструються найбільш високі концентрації інсектицидів. Молоко – своєрідний біоіндикатор по навантаженню населення цими сполуками.

Після того як ці факти в 60-і рр. XX ст. були виявлені, подібні інсектициди заборонили до застосування в західних індустріальних країнах. В африканських і азіатських країнах ДДТ досі застосовується як ефективний засіб у боротьбі з малярією.

ДДТ і його аналоги – досить стабільні сполуки. Мають незначну абіотичну (шляхом фотолізу) та мікробну деградацію в навколишньому середовищі та надходять в організм людини в основному з ліпідвмісними продуктами харчування (молоком, молочними продуктами, м'ясом, рибою та яйцями). Розподіляються також переважно в тканинах, багатих на жири.

Період напіввиведення досить тривалий – близько 1 року. У певних станах, наприклад при голодуванні і, отже, розпаді жирових депо, відбувається розподіл їх по організму, та концентрація хлорорганічних сполук в інших тканинах швидко підвищується.

Те ж спостерігається при деяких захворюваннях, наприклад при раку. При грудному вигодовуванні у жінки також знижуються запаси жиру в організмі та тоді подібні сполуки з'являються в грудному молоці. При впливі ДДТ у людини відбувається індукція мікросомальних печінкових ензимів, що супроводжується прискореним окислювальним метаболізмом ксенобіотика. У тварин ДДТ і його аналоги впливають на репродуктивну систему та, крім цього, проявляють канцерогенну дію.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 11

Тести

1. Які сполуки є харчовими добавками та належать до ксенобіотиків?

А. Антибіотики.

Б. Біостимулятори.

В. Антиокислювачі.

Г. Пестициди.

2. При якому виді гепатоксичності в пошкодженому органі з'являються колагенові тяжі, що руйнують його нормальну структуру?

А. Некроз.

Б. Холестаз.

В. Стеатоз.

Г. Фіброз.

3. Який вид кулінарної обробки м'яса сприяє утворенню гетероциклічних амінів?

А. Підсмажування.

Б. Варіння.

В. Тушкування.

Г. Обробка в мікрохвильовій печі.

4. Що є ключовим субстратом ферментативного механізму антиоксидантного захисту?

А. α-токоферол.

Б. β-каротин.

В. α-ретинол.

Г. Глутатіон.

5. За якою ознакою харчові добавки можна відрізнити від біологічно активних добавок до їжі?

А. Використання харчових добавок має технологічні цілі.

Б. Отримуютьз рослинної, тваринної або мінеральної сировини.

В. Застосовують хімічні або біотехнологічні способи.

Г. Концентрати натуральних або синтетичних речовин.

Ситуаційні задачі

1. Хворий 55 років поступив у клініку на 2 день захворювання зі скаргами на утруднення під час дихання та ковтання, різку загальну слабкість, двоїння в очах, погіршення зору. Захворювання почалося через 8 год після вживання в'яленої риби з помірного болю в епігастрії, короткочасного блювання.

Об'єктивно: дихання утруднене, шкіра обличчя бліда з ціанозом. Зіниці широкі, на світло не реагують, птоз. Язик сухий, живіт здутий. АТ – 120/70 мм рт. ст. Пульс – 86 уд/хв. Частота дихання – 36 за хв.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

2. Хворий 40 р. поступив у клініку на 2 день захворювання. Напередодні вживав м'ясний холодець, після чого через 10 год з'явилися біль в епігастрії, блювання, рідкі смердючі випорожнення зеленого кольору 16 разів.

Об'єктивно: температура тіла 37,0 °С. Шкіра бліда, акроціаноз. Пульс – 120 уд/хв, слабкого наповнення. АТ – 60/20 мм рт. ст. Язик сухий, живіт болючий в ділянці епігастрію та правій клубовій ділянці.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

3. Хворий 45 р., на 3-ю добу госпіталізований в інфекційне відділення зі скаргами на зниження гостроти зору, «туман», «сітку» перед очима, сухість у роті, виражену м'язову слабкість, порушення ковтання. Напередодні хвороби в

гостях їв м’ясний салат, консервовані гриби домашнього приготування. Одночасно захворіло 4 осіб.

При огляді: свідомість збережена, голос гугнявий, не ковтає: значна задишка за участю допоміжної мускупатури, ціаноз видимих слизових оболонок і кінчика носу. Відмічається птоз, мідріаз, парез піднебіння. Пульс – 100 уд /хв, слабкого наповнення та напруження. АТ – 80/50 мм рт. ст. Над легенями послаблення дихання, ЧД – 35 за 1 хв. Язик сухий, густо обкладений сірим нашаруванням. Живіт здутий, м’який, бере участь в акті дихання, безболісний при пальпації.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

ТЕМА 12. ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРЧУВАННЯ В УМОВАХ НЕСПРИЯТЛИВОГО ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Мета: отримати знання про динамічну адаптованість та аліментарну адаптацію; вивчити роль нутрієнтів в адаптаційних процесах і механізми регуляції метаболізму ксенобіотиків; з’ясувати особливості організації харчування та шляхи його оптимізації в умовах екологічного навантаження; набути навички при вивченні фактичного харчування методом частоти використання харчових продуктів, а також при проведенні розрахунку індивідуальної потреби в харчових речовинах для дорослої здорової людини.

ПЛАН

12.1. Сутність динамічної адаптованості.

12.2. Основи аліментарної адаптації. Нутрієнти в адаптаційних процесах. Регуляція метаболізму ксенобіотиків.

12.3. Потреба в окремих харчових речовинах в умовах чужорідного навантаження.

12.4. Система лікувально-профілактичного харчування.

12.5. Особливості організації харчування в умовах екологічного навантаження.

12.6. Деконтамінаційна харчова технологія.

12.7. Підходи до зниження аліментарного чужорідного навантаження в несприятливих екологічних умовах.

12.8. Раціональний вибір і кулінарна обробка продуктів харчування в умовах екологічного неблагополуччя.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Аліментарна адаптація – процес вироблення резистентності організму до екстремальних зовнішніх умов за рахунок оптимізації харчування.

Біологічно активні добавки до їжі (БАД) – концентрати натуральних або ідентичних до натуральних біологічно активних речовин, призначені для безпосереднього прийому або введення до складу харчових продуктів з метою збагачення раціону харчування людини окремими біологічно активними речовинами або їх комплексами.

Біотрансформація ксенобіотиків – ферментативні хімічні перетворення, а також трансмембранний перенос, тканинні розподіл, депонування й елімінація ксенобіотиків**.**

Гіпосенсибілізуюча дієтотерапія – аліментарна нормалізація алергологічного статусу.

Деконтамінаційна харчова технологія – зниження залишкових кількостей чужорідних речовин до мінімально допустимого рівня в процесі технологічного впливу.

Динамічна адаптованість – підвищення стійкості до стресового фактору, розширення діапазону захисно-пристосувальних можливостей організму, що, в кінцевому рахунку, забезпечує відносну відповідність живих систем і умов їх проживання.

Еубіотична (пробіотична) дієтотерапія – аліментарна нормалізація мікробіоценозу кишечника.

Контамінанти – складові харчових продуктів, які можуть піддаватися термічній, хімічній, механічній обробці.

Лікувально-профілактичне харчування (ЛПП) – харчування осіб, які працюють в умовах несприятливого впливу виробничого середовища.

Оптимальний добовий раціон харчування – раціон харчування, який буде забезпечувати адаптаційно-захисну функцію лише при рівномірному надходженні протягом дня харчових продуктів, а, отже, і харчових речовин.

12.1 Сутність динамічної адаптованості

Інтенсифікація чужорідного аліментарного навантаження, обумовлена екологічним неблагополуччям, істотно негативно впливає на функціонування гомеостатичних систем з розвитком стресового варіанта метаболізму, при якому складається особливий режим життєзабезпечення в рамках процесу адаптації. У результаті може розвинутися або **динамічна адаптованість (адаптаційна резистентність)**, або **дезадаптація** з подальшими патологічними станами.

Кінцевий результат залежить від цілого ряду чинників: екстремальності чужорідного впливу (якість навколишнього середовища, в тому числі харчових продуктів), функціонального стану адаптаційно-захисних систем

(особливо харчового статусу). Не маючи можливості радикально впливати на обсяг і структуру чужорідного навантаження, лікар може обґрунтувати напрями аліментарної підтримки та стимуляції процесу довгострокової адаптації, яка здійснюється за рахунок посилення активності окремих елементів функціональної системи **(процес актуалізації – енергетична підтримка)**, та включення до складу функціональної системи нових елементів **(процес мобілізації – субстратна підтримка)**.

Сутність динамічної адаптованості полягає в підвищенні стійкості до стресового фактору, розширенні діапазону захисно-пристосувальних можливостей організму, що, в кінцевому рахунку, забезпечує відносну відповідність живих систем і умов їх проживання, тобто вироблення адаптаційної резистентності. Становлення останньої можливе лише за умов бездефіцитного надходження всіх незамінних субстратів, наданих людині у вигляді нутрієнтів раціону.

Таким чином, ***аліментарна адаптація***, яка може бути визначена як процес вироблення резистентності організму до екстремальних зовнішніх умов за рахунок оптимізації харчування, передбачає забезпечення надходження з раціоном харчування повного набору харчових речовин і розвиток за рахунок цього стійкого функціонування всіх метаболічних систем.

Поставлене завдання може бути досягнуте за умови забезпечення населення високоякісними та доступними продуктами харчування в результаті індивідуального, усвідомленого вибору на базі освітніх програм в області харчування.

12.2 Основи аліментарної адаптації. Нутрієнти в адаптаційних процесах. Регуляція метаболізму ксенобіотиків

Для організму людини як відкритої саморегулюючої біологічної системи захист від зовнішніх впливів реалізується у вигляді ряду універсальних механізмів.

У даний час відомі та вивчені ***основні клітинні захисно-адаптаційні механізми:***

а) система біотрансформації ксенобіотиків;

б) антиоксидантний захист.

Поняття **біотрансформації ксенобіотиків** охоплює не тільки ферментативні хімічні перетворення, але також трансмембранне перенесення, тканинний розподіл, депонування й елімінацію. В умовах екологічного навантаження харчування має забезпечувати, крім традиційних функцій:

- зниження засвоєння ксенобіотиків у шлунково-кишковому тракті;
- ослаблення несприятливого впливу чужорідних факторів на клітинному й органному рівнях;

- зменшення рівня депонування контамінантів у тропних тканинах з прискореним їх виведенням з організму.

Засвоєння чужорідних речовин у шлунково-кишковому тракті залежить від часу перебування їжі в кишечнику, стану мембран ентероцитів, активності ферментативного травлення, характеру мікробіоценозу та, природно, хімічного складу раціону. В останньому випадку маємо на увазі можливість існування різних видів взаємодії ксенобіотиків і нутрієнтів (***конкурентна, синергічна*** або ***нейтральна***), що відбуваються як в порожнинному просторі, так на біомембранах і в цитоплазмі клітин.

У даний час накопичений великий матеріал про харчові речовини, які блокують той чи інший спосіб абсорбції ксенобіотиків. До них у першу чергу належать природні сорбенти: харчові волокна, альгінати, колаген, цеоліти, хітин. Вони ж підсилюють моторику кишечнику, скорочуючи тим самим ефективний період абсорбції.

Ряд нутрієнтів вступають з чужорідними агентами в конформаційні взаємодії, утворюючи при цьому комплекси, що не засвоюються, або конкурентно пригнічують трансмембранне надходження і зв'язок з активними переносниками на мембранах і в рідких середовищах (мінеральні елементи, вітаміни, амінокислоти).

З позицій сучасної біохімічної токсикології існує єдиний універсальний двостадійний механізм біотрансформації ксенобіотиків. При цьому в першій фазі протікає реакція функціоналізації за участю НАДФ-Н-залежного цитохрому Р-450 – складова монооксигеназної системи ЕПР клітин. У другій фазі – процеси кон'югації ксенобіотиків або їх метаболітів з великомолекулярними ендогенними субстратами (глюкуроновою кислотою, глутатіоном).

У результаті цих перетворень ксенобіотики та їх метаболіти знезаражуються і готуються до безпечного виведення з організму (еволюційно сформована ситуація). Однак у сучасній екологічній обстановці в даній захисній системі є «слабка ланка»: більшість синтетичних ксенобіотиків (пестициди, поліхлоровані біфеніли, ряд лікарських засобів) у реакції функціоналізації здатні формуватися в продукти і сполуки більш небезпечні, ніж вихідні. Таке явище отримало назву **метаболічної активації (летального синтезу).**

У разі утворення електрофільних продуктів у результаті метаболічної активації основна небезпека полягає в їх високій реакційній здатності щодо модифікації структурних макромолекул з розвитком так званих віддалених наслідків у результаті сенсибілізації, порушень мембран, спадкової інформації та проліферативних клітинних процесів.

Центральним механізмом нейтралізації продуктів метаболічної активації є система антиоксидантного захисту, ключовим субстратом якої вважається Г-SH (відновлений глутатіон, гамма-глутаміл-цистеїн-гліцин). Глутатіон, виступаючи в якості донора протонів, активізує ферменти глутатіонпероксидази (ГП) і глутатіонтрансферази (Г-S-Т) і самостійно

неспецифічно нейтралізує вільні радикали кисню. При цьому утворюється його окислена форма Г-S-S-Г (окислений глутатіон), яка відновлюється глутатіон-редуктазою (ГР).

Існують також неферментативні механізми антиоксидантного захисту, пов'язані з дією природного антиоксиданту (α-токоферолу) й адаптаційних антиоксидантів (α-ретинолу та β-каротину).

У сучасній екологічній обстановці в даній захисній системі є «слабка ланка»: більшість синтетичних ксенобіотиків (пестициди, поліхлоровані біфеніли, ряд лікарських засобів) у реакції функціоналізації здатні формуватися в продукти та сполуки більш небезпечні, ніж вихідні. Таке явище отримало назву **метаболічної активації (летального синтезу).**

Нормальне функціонування захисно-адаптаційних систем залежить від забезпеченості в організмі субстратами синтезу ферментів і Г-SH (повноцінних білків), кофакторами (заліза, селену, міді, цинку, марганцю) і коферментами (рібофлавіну, ніацину) робочих ферментних систем, вітамінами-антиоксидантами (Е, А, каротином, С, біофлавоноїдами), кальцієм, харчовими волокнами. У той же час, аліментарний дефіцит більшості перерахованих вище, так званих «працюючих нутрієнтів», реєструється у великих груп населення та вимагає першочергової корекції серед харчових дисбалансів.

Можна виділити кілька принципів неспецифічної аліментарної підтримки процесів біотрансформації ксенобіотиків:

- забезпечення достатнього надходження нутрієнтів, які є кофакторами або субстратами, а також регуляторами захисних метаболічних процесів;
- зниження до реального мінімуму надходження промоторів або субстратів патохімічних реакцій;
- забезпечення оптимальної збалансованості харчових речовин, з огляду на наявність нутрієнтів з односпрямованою дією або взаємопригнічуючими властивостями.

12.3 Потреба в окремих харчових речовинах в умовах чужорідного навантаження

У ситуації підвищеного екологічного ризику нераціональне харчування повинно розглядатися не тільки з точки зору можливого розвитку ряду поширених аліментарно-залежних патологій, але також як фактор, що знижує захисно-адаптаційні можливості організму. В умовах чужорідного впливу організм в стресовому режимі використовує всі функціональні можливості для підтримки нормального гомеостазу, відчуваючи при цьому потребу в бездефіцитному надходженні фізіологічно обгрунтованих кількостей основних нутрієнтів з раціоном харчування. Разом з тим, ряд харчових речовин додатково витрачається в захисно-адаптаційній системі, беручи участь у процесах сорбції,

функціоналізації і кон'югації ксенобіотиків і їх активних метаболітів, а також забезпечуючи антиоксидантний захист клітинним структурам.

Таким чином, добова норма надходження кожного нутрієнта в конкретних екологічних умовах повинна визначатися з урахуванням величин індивідуальної фізіологічної потреби та витрати окремих харчових речовин у адаптаційних механізмах.

Надзвичайно важливо також враховувати, що ряд харчових речовин може посилювати на клітинному рівні патохімічні процеси, індуковані тим чи іншим видом чужорідного впливу. Так, ненасичені й особливо поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) є субстратами для утворення ліпідних радикалів і ендоперекисей в умовах потенціювання вільнорадикальних реакцій, посилюючи тим самим пошкодження на клітинному рівні.

Таким чином, при прооксидантному чужорідному навантаженні необхідно не тільки збільшити аліментарне надходження нутрієнтів-антиоксидантів, але також знизити кількість ПНЖК у раціоні до нижньої межі фізіологічних потреб.

Організація харчування в умовах екологічного навантаження передбачає:

- обгрунтування добового нутрієнтного складу раціону;
- визначення продуктового набору, що забезпечує надходження необхідної кількості харчових речовин і енергії;
- вибір оптимального режиму та умов харчування.

У даний час розроблені норми харчування для різних груп населення, які проживають в умовах радіоактивного навантаження на територіях, що постраждали в результаті аварії на Чорнобильській АЕС. Дані рекомендації можуть бути використані в якості основи для оптимізації харчування в районах з переважанням прооксидантного навантаження в рамках несприятливого впливу на навколишнє середовище.

Основними принципами побудови раціонів в ситуації, що розглядається, є:

- збільшення квоти білків до 15% від калорійності раціону, в основному за рахунок білків тваринного походження (60% від загального надходження);
- обмеження надходження жиру до 30% від калорійності раціону при відносному зменшенні надходження рослинної олії і риб'ячого жиру (ПНЖК – 3% від загальної калорійності раціону) з дотриманням співвідношення Е / ПНЖК = 0,5-1;
- підвищення в раціоні на 20-50%, у порівнянні з рекомендованими віковими нормами, вмісту вітамінів-антиоксидантів (Е, С, А, Р-каротину);
- збільшення на 20-30% вмісту харчових волокон;
- забезпечення підвищеного на 20-50% надходження мінеральних речовин і мікроелементів (Ca, Fe, Mg, K, Zn, Se, I, Mn, Cu).

В умовах токсичного (свинцевого) навантаження збільшується потреба в сірковмісних амінокислотах, харчових волокнах, кальції, залізі. Одночасно потрібно знизити надходження жирів.

Таким чином, у конкретних екологічних умовах лікар індивідуально визначає потребу людини в додатковому надходженні ряду нутрієнтів, фізіологічні кількості яких є дефіцитними в силу підвищеної витрати в адаптаційно-захисних процесах. Об'єктивними показниками нестачі того чи іншого нутрієнта слугують дані вивчення специфічних параметрів харчового статусу.

Аліментарне забезпечення розвитку адаптаційної резистентності здійснюється за двома основними напрямками: зниження аліментарного чужорідного навантаження та забезпечення організму необхідною кількістю нутрієнтів. Перше передбачає контроль за якістю харчової продукції та використання принципів елімінаційної дієтотерапії: включення в раціон харчування продуктів, що перешкоджають засвоєнню ксенобіотиків і забезпечують їх швидке видалення з організму (з калом, сечею) без порушення функцій видільних систем.

Особливу увагу слід приділити також можливості аліментарної нормалізації (стабілізації) алергологічного статусу – ***гіпосенсибілізуюча дієтотерапія*** та мікробіоценозу кишечника – ***еубіотична (пробіотична) дієтотерапія***. Особливий інтерес представляє розробка спеціальних профілактичних продуктів, що мають протекторні властивості або підвищують резистентність організму.

Подібні продукти, вироблені промисловим способом з якісної сировини, мають науково обґрунтовану рецептуру та забезпечують високу ефективність захисту.

У даний час розроблено цілий ряд профілактичних продуктів із заданими властивостями за рахунок збагачення їх харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами, тваринним білком. Надзвичайно важливо, що для збагачення використовуються переважно природні сировинні джерела «працюючих нутрієнтів». Так, наприклад, збільшення кількості харчових волокон досягається введенням у рецептури хлібобулочних, кондитерських, м'ясних, рибних виробів, оброблених різними способами моркви, яблук, буряка і т. п. Одночасно за рахунок рослинних компонентів відбувається збагачення продуктів вітамінами та мінеральними речовинами.

Нормалізація за мінеральним складом широкого асортименту продуктів здійснюється введенням у відповідні харчові композиції м'ясної маси, подрібненої рибної маси, порошку яєчної шкаралупи, препаратів боенської крові, печінки і т. п.

В останні роки в нашій країні (в ряді країн, наприклад, США, вже десятиліття) активно розвивається новий напрямок у науці про харчування, пов'язаний з використанням біологічно активних добавок до їжі (БАД).

БАД – це концентрати натуральних або ідентичних до натуральних біологічно активних речовин, призначені для безпосереднього прийому або введення до складу харчових продуктів з метою збагачення раціону харчування людини окремими біологічно активними речовинами або їх комплексами. БАД отримують з рослинної, тваринної або мінеральної сировини, а також

хімічними або біотехнологічними способами. БАД не треба плутати з харчовими добавками (індекс Е). Використання останніх переслідує лише технологічні, а не харчові цілі.

У даний час широко також пропонуються до використання харчування БАД у вигляді екстрактів, настоїв, бальзамів, концентратів, порошків, сиропів, таблеток, капсул та інших індивідуальних форм. Спосіб їх застосування цілком відповідає назві та передбачає включення в раціон харчування під час основних прийомів їжі.

Дуже важливо пам’ятати, що БАД у будь-якій формі – це не ліки, а така ж частина раціону, як і інші продукти харчування.

Лікар повинен розуміти, що застосування БАД (як і вітамінних препаратів і полівітамінних комплексів) без коригування харчового раціону за основними групами продуктів, що забезпечують структурну різноманітність харчування, не призведе до бажаного результату.

12.4 Система лікувально-профілактичного харчування

Лікувально-профілактичне харчування (ЛПП) – це харчування осіб, які працюють в умовах несприятливого впливу виробничого середовища. Принципи та наукові основи ЛПП відповідають аналогічним уявленням у рамках комплексної аліментарної адаптації до умов екологічної кризи.

ЛПП передбачає безкоштовну видачу або гарячих сніданків, або молока (або кисломолочних продуктів), або вітамінних препаратів і пектину, виходячи з виробничих умов відповідно до затвердженого офіційним «Переліком професій, виробництв і організацій…». У даний час розроблені шість раціонів гарячих сніданків (відповідно до основних з виробничою шкодою), що надаються перед початком роботи всім особам, включеним до «Переліку».

Основним завданням ЛПП є аліментарна профілактика професійних патологій за рахунок забезпечення організму додатковою кількістю нутрієнтів, витрати або втрати яких не можуть бути компенсовані фізіологічно збалансованим раціоном, а також, що надзвичайно важливо, за рахунок детоксикаційної спрямованості ЛПП і його високої елімінаційної ефективності.

Незважаючи на те, що інтенсивність чужорідного впливу в умовах шкідливого виробництва значно перевищує аналогічні показники в областях екологічного неблагополуччя, основні методичні підходи до реалізації ЛПП стають все більш актуальними та при оптимізації харчування, наприклад, у зонах заселення, безпосередньо прилеглих до промислових об’єктів, або в районах інтенсивної урбанізації.

12.5 Особливості організації харчування в умовах екологічного навантаження

Важливе значення має режим харчування. Оптимальний добовий раціон харчування буде забезпечувати адаптаційно-захисну функцію лише при рівномірному надходженні протягом дня харчових продуктів, а, отже, також харчових речовин. Кратність прийому їжі – не менше чотирьох разів на день (бажано 5-6 разів). При чотириразовому харчуванні пропонуються наступні розподілу прийомів їжі за енергоцінністю: сніданок – 25%, обід – 35-40%, полуденок – 10-15%, вечеря – 25%.

Таким чином, рекомендується вживати не менше 60% всього добового обсягу їжі в першу половину дня (до 15.30). Оцінка умов прийому їжі повинна визначатися, головним чином, ступенем можливого впливу лікаря на якість харчування у відповідності до існуючих вимог. Так, на організацію домашнього харчування лікар може безпосередньо впливати засобами медичної пропаганди, працюючи індивідуально зі своїми пацієнтами. При переважанні харчування в системі громадського харчування (кафе, їдальня, ресторан і т. п.) лікар повинен вміти пояснити правильний вибір страв у рамках так званої «моделі вибору зі шведського столу».

12.6 Деконтамінаційна харчова технологія

Зниження аліментарного чужорідного навантаження – одна з основних завдань у системі комплексної аліментарної адаптації. Від якості (безпеки) продовольчої сировини та харчових продуктів залежить ступінь ксенобіотичного впливу та, отже, рівень навантаження на захисно-адаптаційні системи. У даний час існує єдиний підхід до інтерпретації якості продуктів харчування: все вони повинні відповідати гігієнічним вимогам за всім набором оціночних показників. Відповідальність за якість продовольства повністю несе виробник, а контроль здійснюється уповноваженими державними службами (держсанепіднагляду, центр споживчих експертиз) у порядку поточного нагляду.

Таким чином, все продовольство, що реалізовується в спеціалізованій мережі об’єктів торгівлі та громадського харчування, повинна відповідати вимогам якості. Підтвердженням має бути наявність сертифікатів якості виробника, санітарно-епідеміологічного висновку та сертифікату відповідності на кожну партію продуктів харчування. Ці документи повинні надаватися споживачеві на вимогу.

Продукти харчування, які повністю відповідають нормативам безпеки, можуть бути зроблені або з високоякісної продовольчої сировини, або з

застосуванням спеціальних методів технологічної обробки, що дозволяють знизити концентрації ксенобіотиків у сировину.

З огляду на складність екологічної обстановки та інтенсивний спосіб сучасного сільськогосподарського виробництва, необхідно визнати надзвичайну важливість розвитку **деконтамінаційної харчової технології**. Виходячи з того, що на екологічно несприятливій території, мабуть, неможливо в умовах відкритого ґрунту отримати повністю безпечну продовольчу продукцію, вся вона повинна піддаватися різній технологічній обробці як в умовах харчового виробництва і громадського харчування, так і на домашній кухні (при індивідуальному вирощуванні або зборі). І якщо в першому випадку існує система державного контролю, а споживачеві залишається лише зробити правильний вибір серед безпечних харчових продуктів, то в другому нешкідливість харчування повністю залежить від індивідуальних знань і практичних навичок, які повинні вироблятися, в тому числі, і лікарем у рамках проведення гігієнічного навчання.

12.7 Підходи до зниження аліментарного чужорідного навантаження в несприятливих екологічних умовах

При оцінці якості продовольчої сировини вона може бути визнана або безумовно придатною для цілей харчування без обмежень (при відповідності всіх якісних параметрів нормативам), або безумовно непридатною для харчування (при забрудненні збудниками особливо небезпечних інфекцій, високотоксичними сполуками або високими рівнями ксенобіотиків), або придатною для харчування при дотриманні відповідних умов переробки (термічної, хімічної, механічної).

Останнє передбачає можливість зниження залишкових кількостей чужорідних речовин до мінімально допустимого рівня (ГДК) у процесі технологічного впливу. При цьому ксенобіотики можуть руйнуватися до нетоксичних сполук, інактивуватися, екстрагуватися з продукту, механічно видалятися з неїстівними частинами. Шляхи ефективної технологічної переробки залежать від властивостей контамінантів (гідро- або ліпофільность, хімічна стабільність і т. п.). Розглянемо ряд прикладів.

При переробці зерна на борошно та крупи видаляються зовнішні частини, що містять значну частину більшості потенційних забруднювачів, що дозволяє знизити їх концентрації у кінцевих продуктах у 1,5-3 рази. При засолюванні та маринуванні кількість важких металів, радіонуклідів і нітратів в одержуваній продукції буде в два рази меншою в порівнянні з вихідними свіжими продуктами (за умови невикористання в їжу розсолу або маринаду). При переробці молока важкі метали та радіонукліди переходять у молочні продукти обернено пропорційно їх жирності.

Таким чином, їх найменша концентрація буде реєструватися у вершковому маслі, вершках, сирах, жирному сирі, сметані. Протилежна ситуація буде складатися при забрудненні молока ліпофільними ксенобіотиками (хлорорганічними пестицидами, поліхлорованими біфенілами). При промисловій переробці забрудненої продукції обов'язковим етапом є контроль за якістю готового продукту за відповідними показниками.

12.8 Раціональний вибір і кулінарна обробка продуктів харчування в умовах екологічного неблагополуччя

При проведенні санітарно-просвітницької роботи в рамках гігієнічного навчання населення лікар, працюючи головним чином індивідуально або з невеликими групами людей, повинен приділити основну увагу двом напрямкам.

По-перше, формування знань про якість продуктів харчування, раціональний їх підбір у добове меню та вміння отримувати інформацію про якість продуктів з їх етикеток і супровідних документів. У зв'язку з цим надзвичайно важливо наголосити на необхідності робити покупки лише в спеціалізованих магазинах, кафе і т. п., уникаючи таких з рук у невстановлених місцях, без належної документації.

При придбанні продуктів харчування особливу увагу необхідно звернути на етикетку (маркування), і якщо вона відсутня або оформлена неправильно – утриматися від покупки. У першу чергу за етикеткою необхідно уточнити терміни реалізації та умови зберігання та оцінити їх відповідність (наприклад, молочний йогурт: термін реалізації – 24.04.24 при зберіганні від 0 до +5 °С; час покупки 29.04.24 в умовах неохолоджуваного прилавка – порушення санітарного законодавства при реалізації харчової продукції).

Згідно існуючих вимог на етикетках харчових продуктів також повинні бути наведені такі дані: рецептура (включаючи всі харчові добавки), нутрієнтний склад, назву й адресу фірми-виробника, додаткові відомості («для дитячого харчування», «для дієтичного харчування» і т. п.).

При наявності повної інформації на етикетці споживач може самостійно визначити наявні в рецептурі харчові добавки та їх природу (натуральні або штучні). Для цього йому необхідно знати назву основних харчових добавок або вміти користуватися індексом Е. З гігієнічних позицій прийнято, що продукти, що містять штучні харчові добавки (барвники, консерванти і т. п.), не повинні використовуватися для дитячого (дошкільного) та лікувального харчування, а також для харчування вагітних і жінок, що вигодовують немовлят грудьми.

По-друге, навчання населення раціональним способам вирощування (збору) продовольчої сировини та її переробки в домашніх умовах при проживанні на екологічно неблагополучних територіях (або з урахуванням можливого негативного впливу на навколишнє середовище). У зв'язку з цим

необхідно пам’ятати, що забруднювачі можуть бути або екологічно зумовленими (важкі метали, радіонукліди, поліхлоровані біфеніли) і їх концентрація в біосферних середовищах не може оперативно регулюватися, або спеціально вносяться людиною в процесі отримання продовольчої сировини (пестициди, нітрати, кормові добавки). У першому випадку лікар повинен рекомендувати не використовувати в якості городів і сіножатей ділянки землі, забруднені вище допустимого рівня (за даними місцевих органів держсанепіднагляду) різними ксенобіотиками, або розташовані поблизу автомагістралей, залізниць, або в промисловій (міський) зоні.

Ступінь переходу контамінантів з ґрунту в рослини залежить не тільки від їх фізико-хімічних властивостей, а й від типу ґрунтів, характеру агротехнічних заходів, виду рослин. Так, відомо, що бобові здатні максимально концентрувати радіонукліди в порівнянні з іншими видами рослин. При цьому на дерново-підзолистих ґрунтах інтенсивність переходу буде в 3,5-4 рази більша, ніж на чорноземах, а внесення добрив, що призводить до закислення ґрунту, ще більше підвищує засвоєння радіонуклідів (так само, як і важких металів, нітратів, пестицидів).

Таким чином, умілий вибір видів рослинної харчової сировини при обліку типу ґрунту та застосуванні відповідних агротехнічних заходів дозволить отримати продукцію з мінімальним рівнем забруднення. Проте, вся сільськогосподарська продукція, отримана в умовах екологічного заміщення, повинна піддаватися правильній кулінарній обробці, що дозволяє знизити залишкові кількості ксенобіотиків до нормованого рівня.

Для цього необхідно знати реальний рівень забруднення одержуваної на власній ділянці продукції (за допомогою акредитованих лабораторій) і розрахункові дані про ступінь зниження концентрації чужорідних речовин у результаті різних способів кулінарної обробки.

У даний час існують рекомендації щодо способів кулінарної обробки продукції, отриманої індивідуально в результаті вирощування на присадибній ділянці та збору (гриби, ягоди) в умовах екологічного неблагополуччя.

Обробку продуктів необхідно в будь-якому випадку починати з ретельного промивання теплою проточною водою, використовуючи при необхідності розчин питної соди. Перед миттям деяких овочів (капуста, ріпчаста цибуля, часник) доцільно видалити верхні, найбільш забруднені листя.

Механічна обробка м’ясної сировини полягає у видаленні забруднених ділянок, гематом, сполучної тканини. Рибу необхідно ретельно очистити від луски, звільнити від нутрощів і зябер. Після миття картоплю, коренеплоди та фрукти очищають від шкірки, так як в ній накопичується більше ксенобіотиків, ніж у м’якоті.

Наступний етап дотеплової обробки продуктів – вимочування в чистій холодній воді протягом 2-3 год. Для цього продукти попередньо подрібнюють відповідно до подальших планів кулінарної обробки. Єдиним найкращим способом термічної обробки продуктів, отриманих на забруднених територіях, є варіння. Це пов’язано з тим, що при варінні значна частина ксенобіотиків

переходить у відвар (бульйон). Очевидно, що первинні відвари (бульйони) використовувати в харчуванні недоцільно. Провариви продукт протягом 5-10 хв у злегка киплячій воді при закритій кришці, необхідно злити воду, а потім продовжити варіння у новій порції води або використовувати інший спосіб теплової обробки (гасіння, смаження, запікання і т. п.).

Для обробки грибів та ягід потрібно повторити цю процедуру двічі, що пов'язано з особливо сильним забрудненням цієї харчової сировини в умовах екологічної кризи (зокрема, гриби є своєрідними пастками ксенобіотиків).

На вихід контамінантів у відвар (бульйон) впливають сольовий склад і pH води. Так, у водопровідну воду з молочнокислим кальцієм виходить у 1,5 рази більше важких металів у порівнянні зі звичайною водопровідною водою та в три рази більше в порівнянні з дистильованою водою.

Присутність кухонної солі в кількості, що забезпечує нормальні смакові властивості очищеного вареної картоплі (6 г/л), сприяє збільшенню в 3-5 разів кількості чужорідних речовин, які перейшли у відвар.

Первинні жарку та гасіння при забрудненні продуктів термостабільними ксенобіотиками (важкими металами, радіонуклідами, хлорорганічними пестицидами) рекомендувати не можна, так як всі вони залишаються в готовому продукті, а в зв'язку з випаровуванням рідини їх концентрація навіть збільшується. Аналогічні процеси відбуваються і при висушуванні, копченні та в'яленні забрудненої продукції.

Необхідно пам'ятати, що використання зазначених методів кулінарної обробки обов'язково лише у випадках встановленого забруднення продовольчої сировини, а рішення про застосування пропонованих методів у повному обсязі або частково має прийматися в залежності від ступеня забруднення продуктів. При цьому метою обраної схеми кулінарної обробки буде зниження рівня забруднення до МДР (ГДК).

У разі неможливості методами домашньої кулінарії отримати безпечний готовий продукт (страву) слід повністю відмовитися від використання даної продовольчої сировини, замінивши його аналогічним, але відповідним гігієнічним вимогам.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 12

Тести

1. Скільки відсотків за енергетичною цінністю в умовах екологічного навантаження при чотириразовому харчуванні повинен становити сніданок?

А. 40%.
Б. 35%.
В. 25%.
Г. 15%.

2. Який відсоток добового обсягу їжі потрібно вживати в першу половину дня?

А. Не менше 30%.

Б. Не менше 40%.

В. Не менше 50%.

Г. Не менше 60%.

3. Які види рослин здатні максимально концентрувати радіонукліди?

А. Злакові.

Б. Бобові.

В. Пасльонові.

Г. Баштанні.

4. Який найкращий спосіб термічної обробки продуктів, отриманих на забруднених територіях?

А. Запікання.

Б. Гасіння.

В. Варіння.

Г. Смаження.

5. У чому полягає механічна обробка м'ясної сировини?

А. Очищення від шкірки.

Б. Видалення забруднених ділянок, гематом, сполучної тканини.

В. Очищення від луски.

Г. Звільнення від нутрощів і зябер.

Ситуаційні задачі

1. Кофеїн, який міститься у чаї, діє на слизову оболонку шлунка людини більш «м'яко», ніж та ж кількість кофеїну, що міститься в аптечній таблетці.

Із чим це може бути пов'язано?

2. Вчені довели, що часте вживання м'яса знижує тривалість життя людини. Чому у багатьох народів Кавказу, що щодня харчуються м'ясом, так багато довгожителів?

3. До лікаря звернувся хворий Н. 63 років, пенсіонер, який страждає на надмірну масу тіла, є виражені ознаки атеросклерозу коронарних судин, гіпертонія. Чоловік є внутрішньо переміщеною особою, прибув із зони проведення активних бойових дій, де потерпав від постійних обстрілів з боку російських військових, у тому числі фосфорними снарядами.

При опитуванні виявлено, що хворий харчується 3 рази на день, уникає жирної та гострої їжі. При аналізі раціону харчування протягом дня встановлено: вміст білків – 70 г, жирів – 50 г, вуглеводів – 400 г. За вітамінним та мінеральним складом раціон відповідає нормам.

Дайте оцінку адекватності харчування хворого згідно з основними принципами раціонального харчування. До якої групи аліментарних захворювань належить ця патологія? Які рекомендації щодо корекції харчування антисклеротичного спрямування необхідні в даному випадку?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 7. ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ ТА ЕЛЕМЕНТІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

ТЕМА 13. ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ

Мета: отримати знання про джерела та медичне значення хімічних, фізичних і біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень, а також їх спільного впливу; набути навички при: оцінюванні мікроклімату навчального приміщення та роботі з приладами, що дозволяють проводити такі дослідження; вивченні впливу електромагнітних полів на стан організму людини; користуванні санітарними нормами та правилами.

ПЛАН

13.1. Середовище, його значення.
13.2. Джерела і забруднювачі середовища житлових приміщень.
13.3. Медичне значення хімічних забруднювачів середовища житлових приміщень.
13.4. Медичне значення фізичних забруднювачів середовища житлових приміщень.
13.5. Медичне значення біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень.
13.6. Медичне значення спільного впливу фізичних, хімічних і біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Антропотоксиканти – продукти, що утворюються в процесі життєдіяльності організму людини.

Біоаерозолі – пилок, пилові кліщі, виділення комах, лупа, спори та міцелій грибів, бактерії, віруси.

Вторинні антропотоксини – антропотоксини, що утворюються в результаті біохімічних перетворень речовин, які первинно виділяються, і їх мікробного розкладання.

Електросмог – сукупність електромагнітних полів у приміщенні.

Леткі органічні сполуки – продукти неповного згорання природного газу.

Множинна хімічна чутливість – середовищне захворювання з порушенням функціонування декількох органів при впливі неспоріднених хімічних сполук нижче гранично допустимих доз.

Одоранти – хімічні речовини, що мають виражений запах і додаються до природного газу з метою виявлення його при витоках

Первинні антропотоксини – антропотоксини, що надходять у приміщення з повітрям, що видихається, та з поверхні тіла людини.

Полімери – природні та штучні високомолекулярні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості повторюваних однакових або різних атомних угруповань (мономерів), поєднаних хімічними або координаційними зв'язками у довгі лінійні або розгалужені ланцюги.

Поліморфізмом токсичної дії – різноманітність отруйної дії антропотоксикантів.

Постійно хворі будівлі – будівлі, в яких патологічні симптоми виникають при знаходженні в приміщеннях, параметри внутрішнього середовища яких не перевищують гранично-допустимих концентрацій.

Радіохвильова хвороба – зміни в стані організму під впливом електромагнітного поля.

Тимчасово хворі будівлі – будівлі, в яких частота та інтенсивність прояву певних симптомів з часом знижується (нещодавно побудовані або недавно реконструйовані).

Хімічні забруднювачі – речовини, що виділяються з ґрунту під житловими будинками, речовини з полімерів.

13.1 Середовище, його значення

Сучасна людина до 90% свого часу проводить в умовах середовища приміщень житлових, громадських, адміністративних, навчальних, спортивних та інших будівель. Середовище приміщень, яке є штучним, замкненим за своїми параметрами, суттєво відрізняється від середовища населених місць. Характерною особливістю середовища житла є його многокомпонентність і багатофакторність впливу на людину. Земельна ділянка, на якій розташовується житло, характеризується площею забудови та озеленення, благоустрою та утриманням. Житло може розташовуватися в одноповерхових або багатоповерхових, одноквартирних або багатоквартирних будинках, побудованих з дерева, цегли, бетону та інших будівельних матеріалів.

Для кожної оселі характерні набір приміщень, їх площі, повітряний куб, взаємне розташування й орієнтація за сторонами світу, висота стель, наявність обладнання та меблів, оздоблювальні матеріали на підлозі, стінах, стелі, інсоляція, освітлення, опалення, вентиляція, водопостачання, очищення від твердих і рідких відходів, мікроклімат, хімічні, фізичні та біологічні фактори повітряного середовища, забруднювачі хімічної, фізичної та біологічної природи, наявність членистоногих, гризунів, утримання домашніх тварин.

Людина в житлі піддається впливу більшості відомих абіотичних хімічних і фізичних, а також біологічних факторів повітря в різних поєднаннях

і комбінаціях. Для цих факторів характерна хронічна дія з малою інтенсивністю і високим ступенем експозиції. У більшості випадків фактори не є безпосередньою причиною виникнення та розвитку середовищних хвороб, а викликають неспецифічні передпатологічні стани, що ускладнюють перебіг хронічних захворювань і затягують одужання. Деякі фактори, окремо або спільно в умовах середовища житла, відіграють певну роль в етіології розвитку алергічних, онкологічних і неврологічних захворювань.

Особливу актуальність представляє повітря житлових приміщень. Воно є своєрідною динамічною комбінацією хімічних сполук і мікроорганізмів, що утворюються всередині самого житла або потрапляють у повітряне середовище житла з атмосферного повітря. Синергізм токсичної дії різних хімічних речовин та інших факторів може зумовити розвиток ***«синдрому хворого будинку»***.

13.2 Джерела і забруднювачі середовища житлових приміщень

Розрізняють зовнішнє та внутрішнє забруднення повітря житла. **Зовнішнє забруднення** здійснюється забруднювачами атмосферного повітря фізичної (шум, пил), хімічної (оксиди сірки, азоту, вуглецю, фотооксиданти, продукти вихлопних газів автомобілів) і біологічної природи (пилок рослин, спори грибів). Недостатня вентиляція разом із застосуванням синтетичних матеріалів для виготовлення меблів, покриттів для стін і підлоги, збільшенням кількості електроприладів відіграють важливу роль у внутрішньому забрудненні житлового середовища. **Внутрішнє забруднення** житлових приміщень є істотним джерелом впливу на організм людини, за його рахунок утворюється близько 60% забруднювачів.

Забруднення повітряного середовища житлових будинків знаходиться в прямій залежності від тривалості їх експлуатації, наявності приладів, що працюють на природному або зрідженому газі, внутрішньої обробки приміщень полімерними матеріалами, обсягу використання засобів побутової хімії, кількості людей у приміщенні та тривалості їх перебування, мікроклімату, ефективності вентиляції.

Фізичними забруднювачами є електромагнітні поля (електросмог), аероіони, ***біологічними*** – біоаерозолі. До ***хімічних забруднювачів*** відносяться речовини, що виділяються з ґрунту під житловими будинками, речовини з полімерів, застосованих при будівництві й обробці приміщень, продукти повного або неповного згоряння природного або скрапленого газу, антропотоксини, сполуки, що утворюються при курінні тютюну, приготуванні їжі, що виділяються із засобів побутової хімії, а також сірководень, радон і інші леткі речовини, що містяться у водопровідній воді. В цілому, повітря житлових приміщень містить до сотні різних хімічних речовин, які нерідко в 2-10 разів перевищують концентрації їх в атмосферному повітрі (**хімічний смог**).

13.3 Медичне значення хімічних забруднювачів середовища житлових приміщень

Найпотужнішим забруднюючим хімічним компонентом закритих приміщень є **дим при курінні тютюну**. Хімічні реакції, що протікають при згорянні тютюну, обумовлюють забруднення повітряного середовища приміщень ***канцерогенними, мутагенними, гемато- і гепатотоксичними хімічними сполуками***. Продукти горіння тютюну потрапляють в організм людини інгаляційним шляхом.

Головний токсичний компонент тютюнового диму – ***нікотин*** викликає:

- гіпертонію;
- звуження судин;
- тахікардію;
- розпад жиру та глікогену;
- збільшення сенсорної чутливості;
- збільшення частоти дихальних рухів.

Такі продукти згоряння тютюну як бенз(а)пірен, формальдегід, радіоактивні речовини мають ***канцерогенну дію***.

У курців частіше спостерігається стенокардія, інфаркт міокарда, виразка шлунка, облітеруючий ендартеріїт, туберкульоз. У 96-100% осіб, які палять, розвивається ***рак легенів***.

Дуже часто куріння веде до розвитку ***хронічного бронхіту***, що супроводжується постійним кашлем.

Для завзятого курця характерний хрипкий голос, одутловате обличчя, задишка. Від речовин, які містяться в тютюновому димі, страждає також травний тракт, зуби та слизова оболонка рота. У чоловіка куріння пригнічує потенцію, послаблює ерекцію, знижує лібідо, у жінки – знижує статевий потяг, викликаючи явище фригідності. Особливо небезпечно куріння під час вагітності. Нікотин сприяє підвищенню проникності плацентарного бар'єру, при цьому має токсичну дію на плід, а також підсилює негативний вплив інших біологічно активних токсичних речовин, що утворюються в організмі матері при курінні.

Куріння вагітних жінок підвищує:

- число самовільних абортів і передчасних пологів;
- ймовірність загибелі плода;
- можливість народження дитини зі зниженою масою тіла та ***синдромом раптової смерті немовляти***.

Найбільш сильно схильні до впливу тютюнового диму діти, що знаходяться в приміщенні, де курять дорослі. Компоненти тютюнового диму уповільнюють фізичний розвиток і перешкоджають формування імунітету дитини. Такі діти в 2 рази частіше хворіють на запалення легенів, бронхіти, бронхіальну астму, відстають у фізичному та розумовому розвитку. У них

порушується засвоєння цукру, гальмується постачання тканин киснем, погіршується сон.

В організмі «пасивних курців» після перебування в накуреному і не провітреному приміщенні визначається значна концентрація нікотину, відзначається великий ризик розвитку серцево-судинних захворювань і раку легенів.

У переважної більшості здорових людей, які не курять, компоненти тютюнового диму подразнюють слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Тривале пасивне куріння підвищує число ракових захворювань і знижує функцію легенів.

У даний час полімерні матеріали є одним з найбільш істотних джерел забруднення внутрішнього середовища приміщень. Полімерні матеріали всюди використовуються в цілях гідро- та теплоізоляції, герметизації, оздоблення стін, виготовлення синтетичних покриттів підлоги (ковролін, лінолеум, релин), віконних і дверних блоків, дерев'яно-стружкових плит, лаків, фарб, клеїв, шпаклівки.

З полімерних матеріалів завдяки їх полікомпозиційному складу в повітряне середовище приміщень надходять досить різноманітні хімічні речовини. У процесі будівництва та оздоблення будівель і приміщень можлива несанкціонована заміна сертифікованих полімерів на матеріали, що не пройшли гігієнічної експертизи.

Формальдегід, бензол, фенол, стирол, толуол, ацетон, бутилакрилат, циклогексан, аміак, які виділяються з полімерних матеріалів з характерним поліморфізмом токсичної дії, найбільш шкідливо впливають на здоров'я населення.

Більшість з цих сполук мають високу токсичність і здатність викликати порушення систем і функцій організму навіть у підпорогових значеннях.

У людей під впливом речовин, які виділяються з полімерних матеріалів, зазначаються скарги на:

- незадовільне самопочуття;
- постійну втому;
- головний біль;
- відчуття задухи та інші симптоми, які мають, як правило, неспецифічний характер. Тривала дія речовин, що забруднюють повітряне середовище приміщень, навіть при їх невеликих концентраціях, може бути причиною:
- зниження імунної резистентності;
- розвитку алергічних захворювань.

Антропотоксини – продукти, що утворюються в процесі життєдіяльності організму людини. З повітрям, що видихається, і з поверхні тіла людини в повітря приміщення надходить близько 400 відомих ***первинних антропотоксинів***.

Вторинні антропотоксини утворюються в результаті біохімічних перетворень речовин, які первинно виділяються, і їх мікробного розкладання.

Антропотоксини відносяться до:

- ***високонебезпечних*** (диметил- і диетиламін, сірководень, бензол, індол, меркаптан);
- ***помірно небезпечних*** (фенол, аміак, органічні кислоти, метанол, метилстирол, вінілацетат);
- ***малонебезпечних речовин*** (ацетон, метилетилкетон, метилацетат, бутилацетат, бутан).

При правильній експлуатації будівель антропотоксини, як правило, не викликають погіршення самопочуття людини.

Разом з тим при підвищенні концентрації антропотоксинів через 2-4 год перебування людей у приміщеннях (а при забрудненні тютюновим димом ще раніше) проявляється їх негативний вплив. Більшість антропотоксинів має подразнюючу дію на слизову оболонку очей і верхні дихальні шляхи, викликаючи виникнення ***кон'юнктивітів*** і ***хронічних фарингітів***.

Природний газ і продукти його згоряння – джерело безлічі забруднювачів.

До них відносять:

- речовини, що входять до складу газу (вуглеводні, металоорганічні комплекси, радон);
- сполуки, що додаються в газ з певною метою (одоранти);
- продукти неповного згоряння газу (оксиди вуглецю, азоту, леткі органічні сполуки).

Навіть у малих концентраціях ці речовини викликають:

- головний біль;
- запаморочення;
- нудоту.

Одоранти, які додаються до природного газу з метою виявлення його при витоках, навіть у підпорогових концентраціях, можуть викликати нудоту та головний біль.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні несприятливо впливають на дихальну систему, є канцерогенами та здатні призводити до хронічної інтоксикації у чутливих людей.

Діоксид азоту може індукувати:

- запалення легеневої системи та зменшення життєвої функції легенів;
- астмаподібні респіраторні симптоми;
- зниження резистентності до бактеріальних захворювань легенів (частіше спостерігаються бронхіти, запалення легенів);
- розвиток алергічних реакцій на інші компоненти.

Тривале перебування в умовах присутності діоксиду азоту в повітрі призводить до розвитку:

- трахеїту;
- бронхіту;
- пневмосклерозу;
- гемералопії;

- анемії.

Сірководень *у незначній кількості* в повітрі житлового приміщення може викликати подразнення очей, носоглотки, при тривалому впливі може призвести до розвитку трахеїту, бронхіту.

Помірні рівні викликають:

- головний біль;
- запаморочення;
- кашель і утруднення вдиху;

високі рівні – можуть призвести до:

- шоку;
- судом;
- коми;
- летального кінця.

Леткі органічні сполуки (ЛОС) є продуктами неповного згорання природного газу, виділяються в повітря приміщень будівельними матеріалами, меблями, миючими засобами, оргтехнікою, засобами особистої гігієни, освіжувачами повітря, пестицидами, вентильованими процесами горіння (приготування їжі на газових плитах), утворюються в закритому приміщенні в результаті хімічних реакцій озону з іншими ЛОС або матеріалами (наприклад, килимові покриття), або цими сполуками між собою.

ЛОС провокують:

- фарингіти;
- трахеїти;
- кон'юнктивіти;
- хвороби печінки (наприклад, токсичну жовтяницю);
- алергічні;
- неврологічні;
- онкологічні захворювання.

Формальдегід практично завжди присутній у повітрі житлових і громадських приміщень внаслідок високої летючості і численних джерел утворення.

Головним його джерелом є полімерні матеріали, які використовуються для будівництва та оздоблення, меблі, сечовиноформальдегідна, карбамідні, фенольні, поліацетатні пластики та смоли. У процесах горіння побутового газу, тютюну також утворюються невеликі кількості формальдегіду.

Формальдегід відноситься до речовин, які мають виражену токсичність.

Він викликає:

- кон'юнктивіти;
- гострі бронхіти;
- бронхіальну астму;
- енцефалопатії;

а також є активним сенсибілізатором.

Вплив формальдегіду на людину залежить від його концентрації у повітрі (табл. 13.1).

Таблиця 13.1 – Дозозалежні ефекти формальдегіду

Ефект	Концентрація формальдегіду, ppm
Відсутній	0-0,05
Нейрофізіологічні ефекти	0,05-1,5
Поріг нюху	0,05-1,0
Сльозотеча, головний біль	0,01-2,0
Подразнення верхніх відділів дихальних шляхів, нудота	0,1-25
Подразнення нижніх відділів дихальних шляхів, нудота, блювота	5-30
Набряк легень	50-100
Смерть	>100

Примітка. ГДК формальдегіду – 0,01 мг/м^3.

У 10% населення формальдегід може призвести до виникнення шкірних алергічних реакцій і ураження органів дихання.

Доведено, що формальдегід:

- призводить до порушення менструального циклу, зниження імунітету;
- має ембріотоксичну, тератогенну дію;
- є канцерогеном і мутагеном.

Азбест є природним волокнистим вогнетривким, хімічно інертним матеріалом. У повітрі приміщень може з’являтися при проведенні ремонту з перепланування кімнат, у результаті чого азбоцементні плити можуть тріскатися, обламуватися, обсипатися. Тривале вдихання частинок азбесту обумовлює розвиток ***пневмоконіозу асбестоза*** з прихованим періодом від 10 до 20 і більше років і нерідко закінчується злоякісними пухлинами легень. Навіть короткочасний вплив частинок азбесту може викликати мезотеліому плеври або очеревини (рис. 13.1).

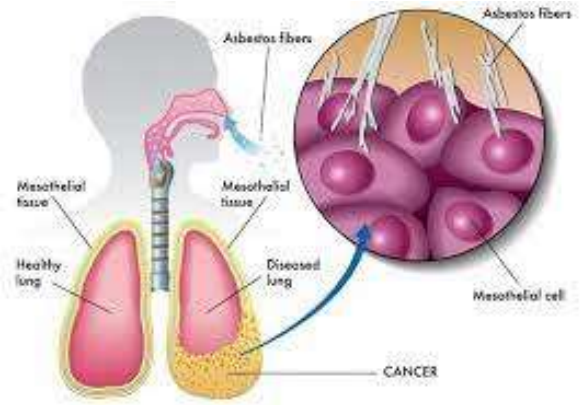


Рис. 13.1. Мезотеліома плеври [17]

Спільний вплив вдихання частинок азбесту та куріння тютюну в 100 разів підвищує ризик захворювання на рак легенів.

13.4 Медичне значення фізичних забруднювачів середовища житлових приміщень

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, що впливають на людину та можуть бути причиною патології. Найбільш істотний вплив на організм людини здійснюють мобільні телефони, СВЧ печі, комп'ютери та телевізори.

Сукупність електромагнітних полів у приміщенні називають **електросмогом**. Електромагнітні поля (ЕМП) в усіх частотних діапазонах мають високу біологічну активність. При відносно високих рівнях електромагнітного поля провідним є тепловий 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.

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

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

Серцево-судинні порушення в організмі людини проявляються у вигляді ***нейроциркуляторної дистонії*** (нестабільність пульсу та артеріального тиску, кардіоневрози).

Відмічаються фазові зміни складу крові з подальшим розвитком лейкопенії, нейтропенії, еритроцитопенія.

Електромагнітні поля викликають:

– автоімунні реакції;

– імунодефіцит.

Тривалий вплив ЕМП на людину має канцерогенну дію, може спровокувати розвиток ***розсіяного склерозу*** (рис. 13.2).



Рис. 13.2. Розсіяний склероз [12]

Астенічний синдром може викликати й **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 становлять ***випромінювання, що створюється різними відеопристроями***. У результаті впливу вторинного випромінювання (мікрохвильове, рентгенівське, ультрафіолетове, електронне випромінювання, а також інші електромагнітні поля) телевізорів може порушитися діяльність ЦНС, зорового аналізатора, серця, вилочкової залози, розвивається ***астенічний та 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 і необґрунтоване використання мобільного телефону, що створює електромагнітне випромінювання, може призвести до:

- головного болю;
- 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 та слухового нервів, розвитку **хвороби Альцемгеймера** та **хвороби Паркінсона;**
- порушується репродуктивна функція у чоловіків;
- збільшується ризик патології розвитку плода.

На здоров’я людини в приміщенні шкідливj впливають **ступінь іонізації повітря та його іонний склад**.

Легкі аероіони з негативним зарядом позитивно впливають на працездатність і самопочуття людини. Нестача в повітряному середовищі легких іонів обумовлює розвиток астенічного синдрому.

При неефективній вентиляції, опаленні, нераціональному мікрокліматі приміщень, великій кількості людей, які перебувають у даному приміщенні, вміст негативних аероіонів знижується, а позитивних – збільшується. Зазвичай концентрація аероіонів становить від сотень до декількох тисяч на $см^3$ (табл.13.2).

Таблиця 13.2 – Нормативи вмісту легких і важких іонів у повітрі житлових приміщень

Рівень	Число аероіонів в 1 $см^3$ повітря	
Мінімально необхідний	Позитивних	Негативних
Оптимальний	400	600
Максимально допустимий	1500-3000	3000-5000

Раціональне співвідношення негативних і позитивних аероіонів покращує адаптаційні можливості організму до:

- холоду;
- низького парціального тиску кисню;
- дії токсичних речовин;
- фізичного навантаження.

Іонізоване повітря використовується в комплексній терапії бронхіальної астми. Надлишкова штучна іонізація повітря може призводити до підвищеного утворення озону та токсичних оксидів азоту, отже, до негативного впливу на здоров’я.

Надлишкова запиленість повітря приміщень при високій вологості призводить до швидкого зростання числа важких іонів, а також до електризації пилу.

Наелектризований пил у порівнянні з незарядженим осідає в дихальних шляхах у значних кількостях. Конгломерати пилових частинок, потрапивши в легені, втрачають заряд і розпадаються. Біологічна активність пилу, в тому числі і небезпечних альфа-випромінювачів, азбесту, бактерій, грибів, при цьому підвищується.

13.5 Медичне значення біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень

Повітря всередині приміщень може містити біоаерозолі, що складаються з сотень видів ***біологічних забруднювачів***, які потрапляють у житлові приміщення з атмосфери, а також утворюються всередині приміщень.

До складу біоаерозолів можуть входити пилок, пилові кліщі, виділення комах, лупа, спори та міцелій грибів, бактерії, віруси (рис. 13.3).

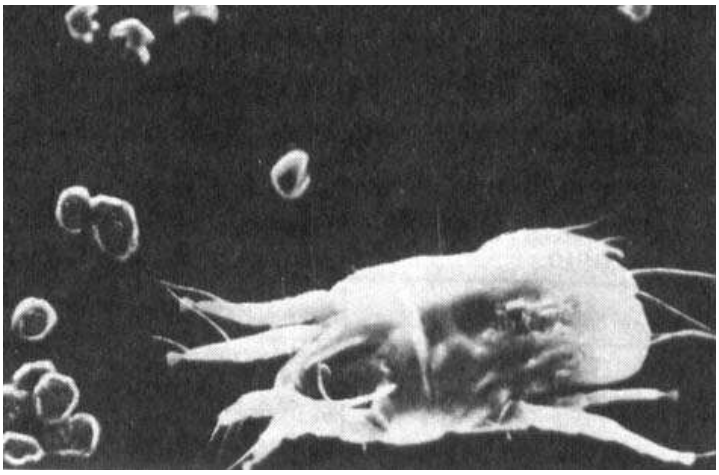


Рис. 13.3. Електронна мікрофотографія кліща (*Dermatophagoides pteryonyssinus*), що мешкає в домашньому пилу. Зліва внизу – екскременти кліща, вкриті білковою оболонкою, що є основним джерелом алергену [1]

Велика частина біоаерозолів є непатогенною, але при тривалій дії може викликати у сенсибілізованих людей алергічні реакції. Патогенні мікроорганізми, що містяться в повітрі приміщень, можуть призводити до виникнення та поширення повітряно-крапельних або повітряно-пилових інфекцій (***грип, кір, вітряна віспа, епідемічний паротит, легіонельоз, туберкульоз***).

Пилові кліщі є основною причиною алергічних захворювань людини. У кожному грамі домашнього пилу можна виявити 1500-2000 кліщів. У 10-15% людей виникають алергічні реакції на самих кліщів, 20% – на їх білкові компоненти, 80% – на їх фекалії.

Алерген, контактуючи зі слизовою оболонкою носа, кон’юнктиви, бронхів, індукує вивільнення медіаторів алергічного запалення, що призводить до розвитку ***астми*** або ***сінної лихоманки.***

13.6 Медичне значення спільного впливу фізичних, хімічних і біологічних забруднювачів середовища житлових приміщень

Хімічні забруднювачі органічної і неорганічної природи, тобто азбест, пил, біоаерозолі, іонізація, можуть викликати алергічні, онкологічні та серцево-судинні захворювання, а також захворювання дихальної системи та хронічні інтоксикації, фізичні забруднювачі – шум, вібрація, електромагнітне поле, інфразвук, статична електрика – астенічний синдром, ослаблення слуху, судинно-вегетативні розлади, неврози, лейкози.

Слід зазначити, що обумовити синдром хронічного стомлення й астенічний синдром можуть планувальні та інженерно-технічні фактори (недостатня житлова площа, повітряний куб, кратність повітрообміну, а також низькі стелі), астенопію, розлад зору, головний біль, апатію – світлове середовище (недостатня інсоляція, природне та штучне освітлення), застудні захворювання, гострі респіраторні та вірусні захворювання, грип, бронхіти – мікрокліматичні (температура повітря, підлоги, стін, відносна вологість, швидкість руху повітря) і біоаерозолів (патогенні віруси та бактерії), пухлини легенів і плеври – радон, азбест.

Разом з тим, спільна дія фізичних забруднювачів середовища житла на людину призводить до розвитку радіохвильового синдрому, хімічних – синдрому множинної хімічної чутливості, фізичних, хімічних і біологічних – синдрому хворого будинку.

Радіохвильовий синдром (радіохвильова хвороба, хронічне ураження мікрохвилями) виникає під впливом електромагнітного випромінювання та проявляється у вигляді змін у системі крові, а також серцево-судинної, ендокринної і нервової системах. Ризик розвитку хвороб ЦНС підвищується при впливі дециметрових хвиль.

При дії електромагнітного випромінювання можуть також виникати психічні порушення – від астенії, дисфорії до маячних ідей, галюцинацій, порушень поведінки, аж до спроб суїциду. Крім того, наслідки електромагнітного опромінення людини виражаються порушенням індивідуальної адаптації до дії зовнішніх чинників, зниженням компенсації вже порушених функцій, загостренням хронічних хвороб.

Множинна хімічна чутливість (МХЧ) – середовищне захворювання з порушенням функціонування декількох органів при впливі неспоріднених хімічних сполук нижче гранично допустимих доз. Для патології характерні головний біль, запаморочення, погіршення пам’яті, тахікардія, фарингіт, синусит, кон’юнктивіт, риніт, задишка, кашель, порушення функцій шлунково-кишкового тракту.

Для множинної хімічної чутливості характерні головний біль, запаморочення, погіршення пам’яті, тахікардія, фарингіт, синусит, кон’юнктивіт, риніт, задишка, кашель, порушення функцій шлунково-кишкового тракту.

Зумовити виникнення і розвиток МХЧ можуть органічні розчинники, антропотоксини, компоненти природного газу, хлорованої питної води, сигаретного диму, засобів гігієни, косметики, миючих засобів, а також формальдегід і фенол, які виділяються з пластмас, деревно-стружкових плит, синтетичних килимів, латексних фарб.

Термін «**синдром хворого будинку**» використовується для опису ситуацій, в яких проживають або перебувають у будівлі люди, що відчувають різні симптоми порушення здоров'я, безпосередньо пов'язані з їх перебуванням у будівлі, проте ніякої конкретної хвороби або причини, що викликає нездужання, не може бути встановлено.

Повітря приміщень у 9 разів токсичніше і в 5 разів брудніше за зовнішнє. За добу людина вдихає до 3 мільярдів порошинок. У повітрі закритих сучасних будівель міститься до 300 хімічних летких сполук, а також кліщі, цвілеві гриби, підвищена концентрація радону

Мешканці зазвичай скаржаться на головний біль, подразнення слизових оболонок носа, очей і глотки, сухий кашель, сухість або свербіж шкіри, запаморочення, нудоту, зниження концентрації уваги, втома, сонливість, чутливість до запахів. Усі симптоми можна об'єднати в чотири групи (табл. 13.3).

Таблиця 13.3 – Симптоми, пов'язані з «синдромом хворих будівель»

Група симптомів	Ознаки
Сенсорне подразнення	Почервоніння і подразнення очей, сухість у носі або в горлі, першіння та біль у горлі, захриплість і зміна тембру голосу
Подразнення шкіри	Почервоніння шкірних покривів, сухість шкіри, свербіж, відчуття печіння, біль
Астенічні реакції	Підвищена стомлюваність, погіршення пам'яті, неможливість зосередитися, загальмованість, сонливість, головний біль, запаморочення, нудота
Специфічні реакції	Нежить, сльозотеча, астматичні явища у осіб, які не мають в анамнезі бронхіальної астми, хрипи в легенях

Виділяють тимчасово та постійно «хворі» будівлі.

«Тимчасово хворі» будівлі – будівлі, в яких частота та інтенсивність прояву певних симптомів з часом знижується (нещодавно побудовані або недавно реконструйовані). У цьому випадку поступове зниження та подальше зникнення симптомів пов'язано зі зменшенням виділення летких компонентів з

будівельних і оздоблювальних матеріалів і налагодженням ефективної вентиляції.

Відмінною особливістю ***«постійно хворих» будівель***, є те, що патологічні симптоми виникають під час перебування в приміщеннях, параметри внутрішнього середовища яких не перевищують ГДК. При цьому синдромі у осіб, які знаходяться в подібних приміщеннях, з'являються скарги, що зникають або значно зменшуються при виході з приміщення.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 13

Тести

1. Що належить до фізичних забруднювачів середовища житлових будинків?

А. Біоаерозолі.

Б. Електросмог.

В. Продукти повного або неповного згоряння природного або скрапленого газу.

Г. Антропотоксини.

2. Яка хімічна сполука належить до високонебезпечних антропотоксинів?

А. Метанол.

Б. Бутан.

В. Сірководень,

Г. Метилацетат.

3. Як звуться сполуки, що додаються в газ з метою виявлення його при витоках?

А. Одоранти.

Б. Металоорганічні комплекси.

В. Леткі органічні сполуки.

Г. Оксиди азоту.

4. До чого можуть призвести високі рівні сірководню в повітрі житлового приміщення?

А. Судоми.

Б. Головний біль.

В. Запаморочення.

Г. Кашель і утруднення вдиху.

5. Токсичний вплив якої хімічної речовини може спровокувати розвиток мезотеліоми плеври або очеревини?

А. Формальдегід.

Б. Бензапирен.

В. Азбест.

Г. Діоксид азоту.

Ситуаційні задачі

1. Хворому 27 років, геолог, протягом місяця жив у бараку, контактував із завошивленими колегами. Госпіталізований на 6 день хвороби зі скаргами на нестерпний головний біль, страхітливі сновидіння, відсутність апетиту, температура тіла – до 40 °С. Захворів гостро, з'явилися головний біль, мерзлякуватість, ломота в тілі, температура тіла підвищилась до 39 °С. Ночами марив, були зорові галюцинації, турбувало безсоння. На 5 день хвороби спостерігалось короткочасне зниження температура тіла до 37,5 °С, після чого на тілі з'явилась рясна розеольозно-петехіальна висипка. Об'єктивно: температура тіла 39,5 °С, збуджений, говіркий, ейфоричний. Свідомість збережена, гіперемія обличчя та кон'юнктив, плямиста енантема на слизовій ротоглотки, поодинокі петехії біля *uvulae*. Язик сухий, вкритий сіруватим нашаруванням, дрижить при висовуванні. На шкірі тулуба та кінцівок розеоли та місцями первинні петехії. Тони серця глухі, АТ – 90/55 мм рт. ст., ЧСС – 120 уд/хв. Живіт м'який, печінка та селезінка помірно збільшені.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

2. Хвора 27 років, студентка, мешкає в гуртожитку. Поступила у клініку на 5 день хвороби зі скаргами на пожовтіння склер і шкіри, слабкість, відсутність апетиту. Захворювання почалося гостро з підйому температури до 38 °С, катарального синдрому не було. Ліків не приймала, в гуртожитку були випадки вірусного гепатиту А.

Об'єктивно: температура тіла – 36,3 °С, невелика слабкість. Помірна жовтяниця шкіри та склер, висипу немає. Живіт м'який, безболісний у всіх відділах, печінка збільшена, безболісна, селезінка пальпується біля реберної дуги. Пульс – 64 уд/хв., АТ – 110/70 мм рт.ст. У крові відзначається лейкопенія, відносний лімфоцитоз, ШОЕ – 5 мм/год.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

3. Хворий 48 років, протягом 2 місяців відзначає загальну слабкість, субфебрильна температуру, посилення кашлю, іноді кровохаркання. Палить. Рентгенологічно виявлено у IV сегменті правої легені солітарну тінь до 4 см у найбільшому вимірі, неправильної округлої форми, середньої інтенсивності, з порожниною розпаду. Зовнішній контур її горбистий, внутрішній контур – менш чіткий.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Який шкідливий фактор спричинив захворювання та чому? Запропонуйте профілактичні та реабілітаційні заходи у цьому випадку.

ТЕМА 14. РОЛЬ НІТРАТІВ, НІТРИТІВ І НІТРОЗОСПОЛУК У ПАТОЛОГІЇ ЛЮДИНИ

Мета: отримати знання про вміст нітратів у продуктах, джерела їх надходження в організм людини та роль у патології; засвоїти симптоми, критерії діагностики та заходи профілактики гострих отруєнь нітратами; набути навички при визначенні нітратного забруднення харчової продукції та порівнянні з гранично допустимими концентраціями, при встановленні середньодобового надходження нітратів у організм з продуктами харчування за результатами спостережень протягом тижня, а також проведенні заходів з надання першої медичної допомоги при гострих отруєнях нітратами та нітритами.

ПЛАН

14.1. Загальні уявлення про нітрати.
14.2. Джерела надходження нітратів в організм людини.
14.3. Зміна вмісту нітратів у продуктах.
14.4. Дія нітратів на організм людини.
14.5. Роль нітратів у патології дитячого віку.
14.6. Гостре отруєння нітратами та нітритами.
14.7. Діагностика гострих отруєнь нітратами та нітритами.
14.8. Регламентування вмісту нітратів і нітритів у харчових продуктах.
14.9. М-нітрозосполуки.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Аерозолі нітратів – кінцева стадія реакції окислення газоподібних оксидів азоту в атмосфері, причому в міських районах, схильних до фотохімічного забруднення, може утворюватися значна кількість зважених нітратів.

Гемічна гіпоксія – гіпоксія, що розвивається внаслідок гострої та хронічної крововтрати, анемії, отруєння окисом вуглецю і нітритами.

Гепатотоксичний ефект нітрозосполук – токсичний ефект нітратів стосовно печінки.

Гіпоксія, або кисневе голодування тканин, – це типовий патологічний процес, що виникає внаслідок недостатнього постачання тканин киснем або порушення використання його тканинами.

Метгемоглобін – похідний гемоглобіну, що не може зв’язувати кисень внаслідок окислення до тривалентного стану заліза в складі гема.

Нітрати – елемент мінерального живлення рослин, що поставляє їм азот, необхідний для синтезу білка.

Нітрозосполуки – сполуки, що утворюються в результаті взаємодії нітритів з вторинними і третинними амінами та амідами, які є проміжними продуктами метаболізму білків.

Тератогенний ефект нітрозосполук – токсичний ефект нітратів, що викликає розвиток каліцтв.

Тканинна гіпоксія – гіпоксія, що виникає при інтоксикації деякими отрутами, авітамінозах і деяких видах гормональної недостатності.

14.1 Загальні уявлення про нітрати

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призвела до виникнення нової медико-екологічної проблеми, пов’язаної з різко збільшеним навантаженням нітратів на організм людини.

Нітрати (солі азотної кислоти) з давніх пір використовуються в якості азотних добрив. Серед них найбільш поширені: калійна селітра, чилійська селітра, кальцієва селітра, аміачна селітра.

Нітрати – елемент мінерального живлення рослин, що поставляє їм азот, необхідний для синтезу білка. Присутні в рослинах, нітрати в невеликих кількостях завжди надходять в організм людини та тварин, в результаті чого у них сформувалися адаптаційні метаболічні механізми. Цим нітрати відрізняються від пестицидів та інших хімічних забруднювачів, чужих характеру метаболічних процесів ссавців (рис. 14.1).

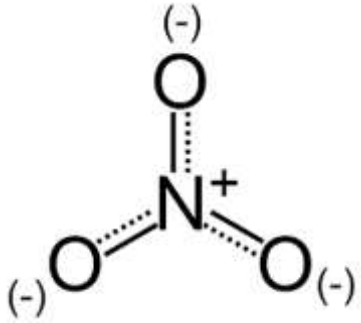


Рис. 14.1. Формула нітратів [8]

Однак нераціональне застосування мінеральних добрив, недотримання ряду агротехнічних заходів призводять до надмірного накопичення нітратів у рослинах. Це в поєднанні з нітратами з води й інших продуктів харчування створює значне навантаження на організм людини, що відбивається на стані його здоров’я.

14.2 Джерела надходження нітратів в організм людини

Овочі та фрукти. Рослини споживають нітрати з ґрунту через кореневу систему. Потім їх перетворення йде двома шляхами: відновленням нітратів у нітрити (каталізується нітратредуктазою) та відновленням нітритів в аміак (каталізується нітритредуктазою). Аміак використовується для синтезу амінокислот і білків. Одні культури відновлюють нітрати в кореневій системі повністю, інші – в меншій мірі. Нітрати накопичуються в основному в коренях, стеблах, черешках, жилках рослин. Листя та коренеплоди є багатшими на нітрати, ніж плоди.

Вміст нітратів у рослинах залежить, головним чином, від характеру обмінних процесів у них, що визначається приналежністю рослин до конкретного сімейства, виду, сорту. Залежно від виду та сорту рівень вмісту нітратів може змінюватися в 2-3 рази, а в залежності від сімейства – навіть у десятки разів. Так, при одному та тому ж рівні нітратів у ґрунті (80 мг/кг на глибині 15-30 см) їх містилося (мг/кг): у баштанних – 100-140, помідорах – 115, огірках – 120, картоплі – 220, капусті – 280, у столовому буряку – 420.

Найбільш інтенсивно накопичують нітрати чорна редька, столовий буряк, листовий салат, щавель, редис, ревінь, селера, шпинат, листя петрушки, кріп. Вважається, що злаки, фрукти, ягоди не накопичують небезпечні концентрації нітратів (рис. 14.2).



Рис.14.2. Вміст нітратів у рослинах [8]

На вміст нітратів у рослинах впливає цілий ряд факторів: температура, вологість, сонячне світло, вміст доступного азоту в ґрунті, наявність мікроелементів.

Вода необхідна для перенесення нітратів від коренів до тих частин рослини, де відбувається їх засвоєння. Тому під час посухи нітрати накопичуються в коренях і прожилках рослин.

Мікроелементи (особливо молібден і марганець) необхідні для роботи ферментів, що беруть участь у перетворенні нітратів до аміаку. Тому повноцінне мінеральне живлення рослин підвищує якість продукції та збільшує врожайність культур.

Світло – джерело енергії для перетворення нітратів у аміак. При нестачі світла швидкість відновлення нітратів знижується. Тому в тепличних овочах вміст нітратів більше, ніж у рослинах, вирощених у відкритому ґрунті.

Вміст нітратів у рослинах підвищується при нераціональному застосуванні мінеральних добрив. Особливо інтенсивно накопичуються нітрати при однобічному застосуванні азотних добрив. Органічні добрива сприяють накопиченню нітратів, а фосфорні та калійні у деяких видів рослин можуть гальмувати цей процес.

М’ясні та рибні продукти. У натуральному м’ясі рівень нітратів невеликий – 5-20 мг/кг, а в охолодженої риби ще менше – 2-15 мг/кг. Підвищення в 6-10 разів концентрації нітратів у кормі корів і свиней призводить до збільшення вмісту їх у м’язах всього в 1,5-2 рази.

Нітрати і нітрити додають в м’ясні та деякі рибні продукти з метою:

- поліпшення смаку та запаху, стабілізації кольору;

- запобігання розвитку патогенної мікрофлори, перш за все *Clostridium botulinum, Bacillus cereus*. З доданого до м’яса нітриту в готових ковбасних виробах залишається 70-85%. У сирокопчених ковбасах більше нітритів (150 мг/кг), ніж у варених (до 50-60 мг/кг).

Сир. Нітрати (селітру) застосовують при виробництві деяких сирів для запобігання розвитку сторонньої мікрофлори. Так, у «подільському» сирі нітратів виявлялося 95-209 мг/кг, а нітритів – 0,1-0,2 мг/кг. У міру дозрівання сиру концентрація нітратів зменшувалася до 30-140 мг/кг, а нітритів – до 0,1 мг/кг.

Вода є одним з джерел надходження нітратів в організм людини. Вміст нітратів у поверхневих і підземних водах варіює в широких межах залежно від геохімічних умов, застосування азотних добрив, промислових викидів азотистих сполук, методів видалення відходів і продуктів життєдіяльності людини (від 0 до 200 мг/л і більше). У воді системи міського водопостачання вміст нітратів зазвичай невисокий (до 10 мг/л). Великі концентрації нітратів виявляються в ґрунтових водах і, зокрема, в колодязній воді.

Чим більше нітратів вноситься в ґрунт, тим більше їх буде в питній воді. Так, при внесенні в сірий лісовий ґрунт нітратів у кількості 60 кг/га вони мігрують на глибину 60 см і засвоюються рослинами на 59%, при рівні 120 кг/га – мігрують на 2 м і засвоюються на 45%, при рівні 180 кг/га – мігрують на 3 м (на такій глибині розташовуються основні водоносні горизонти) та засвоюються рослинами лише на 34%.

Отже, якщо на ділянці з сірим лісовим ґрунтом внести на кожну сотку 1,8 кг азотних добрив (180 кг/га), то нітрати обов'язково з'являться в колодязній води не тільки на цій, а й на сусідніх ділянках.

У районах інтенсивного землеробства, а також навколо тваринницьких комплексів відмічається високий вміст нітратів у воді, що нерідко перевищує **ГДК (45 мг/л).**

Нітрати починають відчуватися у воді вже при рівні близько 8 мг/л, вони надають їй терпкий, кислувато-солоний смак. При вмісті нітратів 1500-2000 мг/л вода має гіркий смак і непридатна до вживання.

Нітрати, що надходять у організм людини з водою, мають особливе значення, так як вони в 1,25 рази більш токсичні, ніж нітрати, що надходять з продуктами харчування.

Вміст нітратів у повітрі варіює від 1 до 40 мкг/м^3.

Аерозолі нітратів – кінцева стадія реакції окислення газоподібних оксидів азоту в атмосфері, причому в міських районах, схильних до фотохімічного забруднення, може утворюватися значна кількість зважених нітратів. При високих концентраціях у повітрі вони подразнююче впливають на верхні дихальні шляхи.

14.3 Зміна вмісту нітратів у продуктах

При зберіганні овочів вміст нітратів у них знижується за рахунок відновлення в нітрити. У свіжих овочах не виявляються небезпечні концентрації нітритів, навіть якщо в них міститься багато нітратів. Найбільш інтенсивно процес відновлення нітратів у нітрити відбувається при зберіганні овочів (особливо пошкоджених, битих). Кімнатна температура, бруд, волога сприяють розмноженню мікроорганізмів, які перетворюють нітрати в нітрити, а з пошкоджених клітин вони отримують необхідні поживні речовини.

Дослідження показують, що інтенсивне відновлення нітратів відбувається при обсіменіння продукту не менше 106-107 мікробних клітин на 1 г. Відновлювальними властивостями володіє ряд мікроорганізмів: багато представників лактобацил, *E. coli*, *Bac. subtilis*, *Ps. fluorescens*, деякі види стрептококів.

Процес відновлення нітратів у нітрити значно сповільнюється при зберіганні овочів у холодильнику, особливо в замороженому вигляді.

Відновлення нітратів у нітрити посилюється при приготуванні продукту в алюмінієвому посуді.

Подрібнення овочів створює ідеальні умови для мікроорганізмів, які відновлюють нітрати в нітрити. Тому овочеві салати рекомендується готувати безпосередньо перед вживанням.

Найбільша кількість нітритів накопичується в соках, виготовлених з тепличних овочів, особливо при кімнатній температурі. Так, у буряковому соку

за добу зберігання при температурі 37 °С утворилося 286 мг/л нітритів, при кімнатній температурі – до 118 мг/л, у холодильнику – до 26 мг/л. У нестерилізованому овочевому соку вже через декілька годин зберігання при температурі 20 °С накопичуються небезпечні для здоров'я дітей концентрації нітритів.

Різні ***методи кулінарної обробки продуктів*** дозволяють знизити вміст нітратів у них. До таких методів належать:

- очищення та видалення найбільш «нітратних» частин рослини (в огірках – шкірочка та черешкова частина, в капусті – верхнє листя, прожилки, качан);
- миття та вимочування продукту;
- відварювання (до 80% нітратів і нітритів переходить у відвар, особливо при великій кількості води). При варінні знижується відновлення нітратів у нітрити, так як інактивується фермент нітратредуктаза;
- смаження, тушкування овочів (вміст нітратів знижується приблизно на 15%).

Вважають, що при жорсткій тепловій обробці нітрати не тільки вимиваються, а й частково руйнуються до оксидів азоту та кисню. Таким чином, у готових овочевих стравах вміст нітратів у середньому на 20-25% менше, ніж у вихідному продукті.

14.4 Дія нітратів на організм людини

Нітрати, що надходять в організм людини, легко всмоктується у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту (головним чином, у шлунку). Частина нітратів всмоктується в кров без змін. 42-90% загальної кількості нітратів виділяється з сечею через 8 год, причому концентрація нітратів у сечі залежить від спожитої кількості. Основна частина нітратів метаболізується мікрофлорою, що мешкає в шлунково-кишковому тракті. Залежно від виду мікроорганізмів, pH середовища і наявних поживних речовин (мікроелементи, вуглеводи) можуть утворюватися такі сполуки: нітрити, оксиди азоту, гідроксиламін, аміак. Найбільш інтенсивно перетворення нітратів у нітрити відбувається в слині, а також в інфікованому сечовому міхурі.

Найбільшу небезпеку для людини представляють нітрити. Легко всмоктуючись у шлунково-кишковому тракті, вони потрапляють у кров і, проникаючи через мембрану еритроцитів, вступають у реакцію з гемоглобіном. У ході окисно-відновної реакції залізо, що входить до складу гемоглобіну, переходить з двовалентної форми в тривалентну, в результаті чого гемоглобін окислюється в метгемоглобін, а нітрит-іон відновлюється в NO. 1 мг нітриту натрію може перевести в метгемоглобін 2000 мг гемоглобіну.

Взаємодіючи з відновленим гемоглобіном, оксид азоту (NO) утворює стабільні нітрозокомплекси. У результаті порушується транспортна функція

гемоглобіну, кисень, не зважаючи на посилену оксигенацію крові, також надходить у тканини в недостатній кількості. Розвиваються **гемічна та тканинна гіпоксії**.

У дорослому здоровому організмі метгемоглобін під дією відновлювальних ферментних систем (НАДН-метгемоглобінредуктази) легко перетворюється в оксигемоглобін. В еритроцитах здорової людини в середньому міститься 2% метгемоглобіну. Вміст метгемоглобіну більше у грудних дітей, ніж у дітей старшого віку та дорослих, а також у недоношених дітей у порівнянні з доношеними. При збільшенні вмісту метгемоглобіну до 10% виникає безсимптомний ціаноз. При рівні вмісту метгемоглобіну від 20 до 50% розвиваються симптоми гіпоксії: виражений ціаноз, головний біль, слабкість, задишка, тахікардія, втрата свідомості. Якщо вміст метгемоглобіну перевищить 50%, людина загине.

В організмі людини є системи, що запобігають утворенню метгемоглобіну. Перша пов’язана з відновленням або зв’язуванням ксенобіотиків-окислювачів до моменту їх дії на гемоглобін. Так, у присутності ензиму глютатіонпероксидази відновлений глютатіон взаємодіє з молекулами-окислювачами, що потрапили в еритроцити, попереджаючи їхню метгемоглобіноутворюючу дію. Недолік субстратів, що підтримують вміст оксидантів у еритроцитах на низькому рівні, може призвести до накопичення цих речовин, помірної метгемоглобінемії, гемолізу та появи в крові тілець Гейнца. ***Тельця Гейнца*** являють собою продукти денатурації гемоглобіну.

Другий механізм забезпечує відновлення утвореного в крові метгемоглобіну до гемоглобіну за участю двох ферментативних систем. В обох системах донорами електронів є продукти анаеробного етапу метаболізму глюкози та пентозо-фосфатного перетворення (рис. 14.3).



Рис. 14.3. Водно-нітратна метгемоглобінемія [17]

Оскільки в еритроцитах відсутні ензими циклу трикарбонових кислот і біологічного окиснення, єдиними джерелами енергії у клітинах є гліколіз і

пентозофосфатний шлях. Основним донором електронів для процесу відновлення метгемоглобіну є відновлений НАДНФ. Система досягає повного розвитку до четвертого місяця життя новонародженого.

У процесі пентозофосфатного шляху окиснення глюкози під впливом гексозо-6-фосфатдегідрогенази утворюється відновлений НАДФ, який не тільки бере участь у перетворенні метгемоглобіну в гемоглобін у присутності НАДФН-метгемоглобінредуктази, але й переводить окислений глутатіон у відновлену форму. У зв'язку з цим нестача відновленого НАДФ також може супроводжуватися утворенням тілець Гейнца.

У дослідах на тваринах встановлено можливість **тератогенної** та **ембріотоксичної дії** нітратів. Це також пов'язано з гіпоксією внаслідок метгемоглобіноутворення, так як від нестачі кисню передусім страждають клітини, що інтенсивно розмножуються.

Якщо до 60-х рр. XX ст. основна небезпека нітратів була пов'язана з утворенням метгемоглобіну, то зараз на перший план виходить інший аспект їх дії. Нітрати розглядаються в якості одного з основних попередників канцерогенних нітрозосполук. У низці країн встановлено пряму кореляцію між кількістю застосованих азотних добрив і смертністю від раку шлунка. Хронічний вплив нітратів пригнічує деякі сторони імунного статусу.

14.5 Роль нітратів у патології дитячого віку

Діти раннього віку, особливо перших трьох місяців життя, найбільш схильні до дії нітратів. Це пов'язано з рядом факторів:

- у дітей раннього віку високий вміст у крові фетального гемоглобіну (HbF) (у новонароджених – до 60-80% загального гемоглобіну з подальшим падінням протягом перших трьох тижнів до 20-30%), який легше окислюється в метгемоглобін, а також примітивного гемоглобіну HbP;
- для лікування дітей не повністю розвинена система НАДФН-метгемоглобінредуктаза, яка руйнує метгемоглобін;
- у грудних дітей шлунковий сік має меншу кислотність (pH 3,8-5,8), що сприяє росту в верхніх відділах шлунково-кишкового тракту мікрофлори, що відновлює нітрати в нітрити;
- немовлята споживають рідини в перерахунку на масу тіла в 10 разів більше, ніж дорослі (а більшість випадків **водно-нітратної метгемоглобінемії** у них пов'язано саме з вживанням води з високим вмістом нітратів для приготування молочних сумішей).

Все це свідчить про небезпеку великого та безконтрольного застосування в раціоні дітей рослинних продуктів з високим вмістом нітратів: діти цього віку, як правило, виховуються в домашніх умовах, у раціон активно вводяться овочі, фрукти та соки.

Хронічне отруєння дітей нітратами викликає такі зміни в стані здоров'я:

- тенденція до збільшення зростання та маси тіла при зменшенні окружності грудної клітки, м’язової сили кистей рук, життєвої ємності легень;

- порушення серцевої діяльності (збільшення тривалості серцевого циклу) внаслідок тканинної гіпоксії;

- зміна функції печінки (посилення активності сорбітдегідрогенази та холінестерази, зниження активності альдолази);

- зміна ряду імунологічних показників: напруга Т-клітинного імунітету, дисбаланс В-системи імунітету, зниження активності факторів неспецифічного захисту.

14.6 Гостре отруєння нітратами та нітритами

Число отруєнь нітратами в даний час невелике, проте необхідно враховувати, що інтоксикація ними характеризується досить важким перебігом і може мати летальні наслідки.

Гостра водно-нітратна метгемоглобінемія може розвинутися при вживанні питної води, овочів, м’ясних і рибних продуктів, які містять високі концентрації нітратів і нітритів. Отруєння можливе при помилковому вживанні селітри замість кухонної солі або питної соди. У дітей раннього віку гостра метгемоглобінемія може розвинутися найчастіше при вживанні молочних сумішей, виготовлених на воді з високим вмістом нітратів, а також при вживанні соків із різних овочів (наприклад, морквяного, бурякового) або деяких продуктів дитячого харчування (описані випадки гострого отруєння пюре зі шпинату), в яких накопичилися високі концентрації нітритів, утворених з нітратів.

Характерні симптоми з боку ***нервової системи***: загальна слабкість, сильний головний біль у потиличній області, сонливість (у дітей занепокоєння), запаморочення, порушення координації рухів, у важких випадках – судомні посмикування та підвищена ригідність м’язів, втрата свідомості, коматозний стан. Нестача кисню в тканинах посилює судинорозширювальний ефект нітратів з подальшим зниженням артеріального тиску. Пульс нерівний, слабкого наповнення, кінцівки холодні. Хворі скаржаться на біль у грудях, може спостерігатися задишка. У маленьких дітей явища легенево-серцевої недостатності інтенсивно наростають, і клінічні прояви часто нагадують картину токсичної пневмонії.

Прояви підгострої інтоксикації нітратами також обумовлені тканинною гіпоксією. Ознаки інтоксикації (швидка стомлюваність, ціаноз, задишка, серцебиття і т. д.) більше проявляються при фізичних навантаженнях, при перебуванні в умовах зниженого парціального тиску кисню. Об’єктивно відзначається підвищений у порівнянні з нормою вміст метгемоглобіну в крові, підвищення активності НАДФН-метгемоглобінредуктази в еритроцитах. Важливе діагностичне значення має поява в еритроцитах тілець Гейнца.

14.7 Діагностика гострих отруєнь нітратами та нітритами

При постановці діагнозу крім клінічної картини необхідно врахувати наступні дані:

- неодноразові випадки отруєння;
- наявність в анамнезі факту вживання води або їжі, в якій вміст нітратів міг бути значним, та помилкового вживання солі азотної або азотистої кислоти;
- вміст нітратів у блювотних масах або першійй порції промивних вод шлунка в кількості більше 10 мг%. Щоб уникнути діагностичних помилок слід доставити в лабораторію також пробу води, використану для промивання шлунка. У ній також досліджується вміст нітратів і нітритів;
- кількість метгемоглобіну в крові вище 5% від загального гемоглобіну.

Максимальний рівень метгемоглобіну відзначається через 1 год після надходження нітратів з водою і через 3-5 год після надходження їх в організм з їжею, причому знижується він досить швидко. У важких випадках меттемоглобін виявляється протягом декількох діб, але в разі середньої тяжкості – тільки протягом 1-2 днів, а іноді приходить у норму вже до кінця першої доби.

Лабораторне дослідження підозрілих харчових продуктів, води, блювотних мас і промивних вод шлунка забезпечується санітарно-гігієнічними лабораторіями. Лабораторне дослідження біологічних субстратів (крові, сечі) на вміст нітратів, дослідження крові на вміст метгемоглобіну проводяться біохімічними лабораторіями лікувальних установ.

14.8 Регламентування вмісту нітратів і нітритів у харчових продуктах

За рекомендацією ВООЗ встановлена **допустима добова доза (ДДД)** надходження нітратів для дорослої людини – 5 мг/кг, нітритів – 0,15 мг/кг. Для дошкільнят рекомендується ДДД 0,2 мг/кг. Виходячи з цього, допустиме добове споживання нітратів (мг/добу) становитиме при вазі:

до 10 кг (ребенок до 6 месяцев) – не дозволяється;
10 кг (ребенок 1 года) – 2;
20 кг (ребенок 5 лет) – 4;
30 кг – 120;
50 кг – 200;
60 кг – 240;
80 кг – 320.

На підставі таких нормативів регламентується вміст нітратів у воді, рослинних і м’ясних продуктах: граничний вміст нітратів у воді прийнято **45 мг/л**.

Для ранніх овочів, вирощених в умовах захищеного ґрунту (в теплицях), зазначені нормативи збільшуються в 2 рази. У разі перевищення допустимих концентрацій, але не більше ніж у 2 рази, продукти необхідно максимально розсфокусувати. Рекомендується їх використання в суспільному харчуванні для приготування закусок і страв з багатокомпонентною рецептурою, де ці овочі будуть становити не більше 50% сировинного набору. Ці продукти бажано попередньо відварювати. Відвар при цьому використовувати в харчуванні не дозволяється. Продукти з вмістом нітратів, що перевищує допустимі концентрації не більше ніж у 2 рази, можна вживати також після промислової переробки (соління, квашення, маринування). При більш високих концентраціях овочі можуть йти на корм тваринам з дозволу органів ветеринарного нагляду.

Відносно особливо чутливих до нітратів грудних дітей є наступні рекомендації ВООЗ:

- при розведенні сухих молочних сумішей для дитячого харчування використовувати воду з низьким вмістом нітратів. Якщо така відсутня, то рекомендується грудне вигодовування або використання коров'ячого молока;
- для дитячого харчування використовувати овочі з низьким вмістом нітратів. Необхідна кулінарна обробка овочів з високим вмістом нітратів. Нітрати і нітрити не повинні додаватися до дитячого харчування;
- використання нітратів і нітритів як засобів консервації харчових продуктів повинно бути зведене до мінімуму, необхідного для захисту від ботулізму.

14.9 М-нітрозосполуки

Кількість сполук цієї групи дуже велика. Загальною для них є нітрозогрупи N - N = O, до якої можуть приєднуватися різні радикали. Залежно від характеру цих радикалів виділяють два класи сполук з різними властивостями:

1) нітрозаміни;
2) нітрозаміди.

У навколишньому середовищі нітрозосполуки містяться в низьких концентраціях в атмосферному повітрі, воді, харчових продуктах. Антропогенні джерела надходження нітрозосполук у середовище – виробництва барвників, мастил, пестицидів.

Нітрозосполуки утворюються в результаті взаємодії нітритів з вторинними і третинними амінами й амідами, що є проміжними продуктами метаболізму білків. Отже, вони можуть міститися майже у всіх харчових продуктах, багатих на білки. Ряд амінів (піролідин, піперидин) міститься в тютюновому димі. Синтез нітрозосполук з попередників (реакція

нітрозирування) може відбуватися за певних способів обробки в самому продукті та реакція може протікати також в організмі людини.

Найбільш інтенсивно утворення нітрозамінів відбувається в шлунку при pH 1,0-2,0. Можливо утворення нітрозамінів у слині та інфікованому сечовому пухирі (тобто там, де нітрати відновлюються в нітрити). Нітрозаміни можуть синтезуватися під дією *E. Coli, Proteus vulgaris* і деяких видів стрептококів. Так як бактерії і макрофаги здатні відновлювати нітрат і утворювати нітрозаміни, пацієнти з хронічними інфекціями сечовивідних шляхів повинні попереджатися в плані небезпеки індукування у них пухлин сечовивідних шляхів. На синтез нітрозамінів з нітритів і вторинних амінів впливає ряд факторів. Цей процес прискорюється в присутності хлоридів, бромідів, йодидів, тіоціанатів (утворюються з діоксиду сірки). Уповільнюють синтез таніни, цістеїн, токоферол, ретинол, аскорбінова кислота (найактивніший і доступний інгібітор). Ґрунт зазвичай багатий на попередників нітрозосполук: нітрати, нітрити, аміни. В останні роки доведена можливість синтезу нітрозосполук у ґрунті. Крім того, вони можуть вноситися в ґрунт з агрохімікатами. Вважається, що ґрунт самоочищується від нітрозосполук за 8-10 днів, так як вони випаровуються в атмосферу, частково деградують під дією мікроорганізмів, сонячного світла та інших чинників.

У **рослинах** нітрозосполуки майже не накопичуються, однак вони можуть синтезуватися з попередників у процесі зберігання та переробки.

Вітчизняні та іноземні дані свідчать про майже повну відсутність нітрозосполук у молоці та молочнокислих продуктах.

З напоїв найбільшу кількість нітрозамінів виявлено в пиві (до 14 мкг/л). У натуральних винах і міцних алкогольних напоях вони зустрічаються рідше і в малих концентраціях (1-3 мкг/л).

З **продуктів тваринного походження** найбільш часто і в найбільших концентраціях нітрозосполуки визначаються в м’ясних виробах, тоді як у свіжому м’ясі вони не виявляються або виявляються в незначних кількості (1-2 мкг/кг). Це пояснюється тим, що нітрозосполуки, що надходять в організм тварини з кормом, виводяться, метаболізуються і деградують.

Вміст нітрозосполук у м’ясопродуктах залежить від технологічної або кулінарної обробки. Концентрація нітрозосполук збільшується в наступній послідовності: свіже м’ясо, варені, напівкопчені, копчені продукти, сосиски. На концентрацію нітрозосполук істотно впливає тривалість термічної обробки: збільшення в 2 рази тривалості теплової обробки фаршу при виготовленні сосисок призводить до значного підвищення концентрації нітрозамінів у них. До збільшення концентрації нітрозосполук призводять обсмажування, посол, копчення м’ясних продуктів. Чим більше температура та час обробки, тим більше нітрозамінів утворюється в продукті.

Однак нітрозаміни практично не утворюються при приготуванні продукту в мікрохвильовій печі. При тепловій обробці та посолі частина білка, що міститься в м’ясі, розпадається до амінів і амідів, що підсилює процес нітрозування.

Обробка продуктів коптильним димом, який містить нітрогази, також сприяє процесу нітрозування, а формальдегід, присутній в диму, каталізує цю реакцію. До утворення нітрозамінів призводить реакція між нітритами, що містяться в продукті, та спеціями (чорний і червоний перець).

У рибних продуктах нітрозаміни виявляються рідше та в менших концентраціях, незважаючи на те, що при зберіганні риби в ній накопичується значна кількість амінів внаслідок розпаду білка. Однак у рибні вироби рідше додають нітрати-нітрити, тобто другу групу попередників нітрозосполук. Значна кількість нітрозосполук міститься в копченій рибі (гарячого та холодного копчення) – до 25 мкг/кг.

Нітрозаміни у великих концентраціях мають виражений ***гепатотоксичний ефект***. Після їх введення експериментальним тваринам у дозі 20-40 мг/кг відмічалося різко виражене ураження печінки. Найбільш значимі біологічні ефекти нітрозосполук – ***канцерогенний*** і ***тератогенний***.

Канцерогенний ефект виявлений також при трансплацентарному перенесенні в другій половині вагітності. Є припущення про можливу роль нітрозосполук у розвитку раку носоглотки, стравоходу та шлунка.

Для зниження ризику розвитку онкологічних захворювань, викликаних нітрозосполуками аліментарного походження, рекомендуються наступні заходи:

- зведення до мінімуму вмісту в продуктах попередників нітрозосполук;
- максимальне використання м’яса в свіжовареному вигляді;
- чітке виконання рецептур, режимів обробки та інших технологічних вимог при виробництві ковбасних і копчено-солоних виробів.

Вміст нітрозамінів у продуктах не повинен перевищувати 10 мкг/кг.

Значне навантаження нітрозамінниками має місце у курців, так як у тютюні виникає велика кількість специфічних нітрозосполук нікотину та інших алкалоїдів.

При викурюванні 40 сигарет організм поглинає приблизно 40-160 мкг нітрозамінів. Вживання нюхального або жувального тютюну може викликати щоденне надходження до 400 мкг нітрозамінів. Специфічні для тютюну нітрозаміни інгалюються курцем при активному палінні.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 14

Тести

1. В якому випадку значно сповільнюється відновлення нітратів у нітрити?

А. Під час обсіменіння продукту не менше 106 мікробних клітин на 1 г.

Б. Під час приготування продукту в алюмінієвому посуді.

В. Під час зберігання овочів у замороженому вигляді.

Г. Під час подрібнення овочів з метою приготування салатів.

2. Що пришвидшує синтез нітрозамінів з нітритів і вторинних амінів?

А. Аскорбінова кислота.

Б. Таніни.

В. Цистеїн.

Г. Тіоціанати.

3. Що уповільнює синтез нітрозамінів з нітритів і вторинних амінів?

А. Хлориди.

Б. Таніни.

В. Броміди.

Г. Тіоціанати.

4. В якому виді м'ясопродуктів найбільша концентрація нітрозосполук?

А. Свіже м'ясо.

Б. Сосиски.

В. Напівкопчені м'ясні продукти.

Г. Копчені м'ясні продукти.

5. Які умови приготування м'ясних продуктів практично не викликають утворення нітрозамінів?

А. Посол.

Б. Копчення.

В. Розігрівання в мікрохвильовій печі.

Г. Обсмажування.

Ситуаційні задачі

1. Дівчинка 1,8 років знаходиться в дитячій лікарні на обстеженні з приводу загальної слабкості, підвищеної збудливості, порушення координації рухів і явищами легенево-серцевої недостатності, що інтенсивно наростають. При опитуванні з'ясувалося, що в раціоні дитини переважали пюре зі шпинату та морквяний сік, для приготування яких використовували продукти, придбані на стихійному ринку.

Об'єктивні дані: пульс нерівний, слабкого наповнення, дитина має холодні кінцівки, вміст метгемоглобіну – 7%.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Як підтвердити діагноз захворювання? Назвіть практичні рекомендації та профілактичні заходи в цьому випадку.

2. До сімейного лікаря звернулися батьки, які дуже схвильовані за стан здоров'я свого сина віком 5 років. При опитуванні з'ясувалося, що дитина виховуються в домашніх умовах, у раціоні харчування присутня надмірна кількість овочей і фруктів, які постійно купляються на стихійних ринках. Батьки відмічають кволість дитини, постійний головний біль, біль у ділянці серця, збільшення зросту та маси тіла при зменшенні розмірів грудної клітки.

Об’єктивні дані: збільшення тривалості серцевого циклу, зменшення життєвої ємності легень, напруга Т-клітинного імунітету, дисбаланс В-системи імунітету, зниження активності факторів неспецифічного захисту.

Про яке захворювання слід думати в першу чергу? Як підтвердити діагноз захворювання? Назвіть практичні рекомендації та профілактичні заходи в цьому випадку.

3. При яких показниках рівня метгемоглобіну у хворих на нітратно-нітритну метгемоглобінемію спостерігаються виражений ціаноз, головний біль, слабкість, задишка, тахікардія, втрата свідомості?

Які системи в організмі людини запобігають утворенню метгемоглобіну? Який механізм їх дії?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 8. ЕКОЛОГО-МЕДИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦІЙНИХ І БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ

ТЕМА 15. МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ. БІОЛОГІЧНІ РЕСУРСИ

Мета: засвоїти знання про рекреаційні та біологічні ресурси України з позицій медичної екології, розглянути екологічні проблеми регіонів нашої країни, у тому числі міста Запоріжжя та Запорізької області, та можливі шляхи виходу з них; вивчити причини зменшення біологічного різноманіття, деградації біосфери та вплив на стан здоров’я українців; ознайомитися з природоохоронним законодавством та заповідними територіями України; набути навички при використанні методів біоіндикації під час проведення біологічного моніторингу, а також при організації спостережень за станом здоров’я населення та довкілля людини й умов його життєдіяльності під час проведення соціально-гігієнічного моніторингу.

ПЛАН

15.1. Загальні уявлення про біологічні ресурси.

15.2. Біолого-медичне значення рекреаційних ресурсів.

15.3. Державна система моніторингу навколишнього середовища.

15.4. Соціально-гігієнічний моніторинг.

15.5. Нормативно-правові основи охорони навколишнього середовища.

15.6. Відповідальність за порушення норм екологічного законодавства.

15.7. Міжнародна діяльність України в галузі охорони навколишнього середовища.

🗁 ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМИ

Біологічні ресурси – джерела отримання необхідних людям матеріальних і духовних благ, що містяться в об’єктах живої природи.

Біоіндикатори – організми або їх спільноти, життєві функції яких тісно пов’язані з певними факторами середовища.

Заказник – це територія, де охороняються окремі елементи природного комплексу.

Заповідник – територія, що особливо посилено охороняється та повністю виключена з будь-якої господарської діяльності.

Екологічне правопорушення – це винна, протиправна, економічно небезпечна дія, що посягає на встановлений порядок використання природних ресурсів, охорони навколишнього природного середовища (НПС) та порушує екологічні та пов’язані з ними інші права людини та вимоги економічної безпеки.

Кримінальна відповідальність за екологічні злочини – стан розвитку суспільних відносин, в якому реалізуються засоби кримінально-правового покарання осіб, винних у здійснені екологічного правопорушення з високим рівнем екологічного ризику та екологічної безпеки для НПС, природних ресурсів, життя і здоров’я людей.

Національний парк – це природна територія, що особливо охороняється та де господарська діяльність заборонена, але допускається її організоване обмежене відвідування з пізнавальною метою.

Моніторинг навколишнього середовища – сукупність систем спостережень, оцінок і прогнозу стану природних середовищ і явищ, а також біологічних відгуків на зміну навколишнього середовища під впливом природних і техногенних факторів.

Пам’ятник природи – унікальний, непоправний, цінний в екологічному, науковому, культурному та естетичному відносинах природний комплекс або об’єкт природного та штучного походження.

Природні оздоровчі ресурси – це природні утворення, що формують особливі ландшафтні та мікрокліматичні умови в регіоні, які мають для організму людини оздоровчий ефект (парки, пляжі, лісопарки, лісові та гірські масиви).

Рекреаційні ресурси – частина природних і культурних ресурсів, що забезпечують відпочинок як засіб підтримки та відновлення працездатності та здоров’я людей.

15.1 Загальні уявлення про біологічні ресурси

Біологічні ресурси – джерела отримання необхідних людям матеріальних і духовних благ, які містяться в об’єктах живої природи.

Найбільш просто все різноманіття біологічних ресурсів можна розділити на продуценти, консументи та редуценти. Відповідно розрізняють ***рослинні ресурси, ресурси тваринного світу***, а також ***генетичні ресурси***.

Природна рослинність на території України збереглася на 19 млн. га та налічує понад 25 тис. видів, у тому числі водоростей – близько 4 тис. видів, грибів – понад 15 тис., ... південь від 26% у зоні змішаних лісів до 12,5% у лісостепу і 3,8% в степу.

Ліси – національне багатство України, один з основних природних ресурсів держави. Ліси України займають 15,9% території країни та сформовані понад 30 видами порід дерев (рис. 15.1).

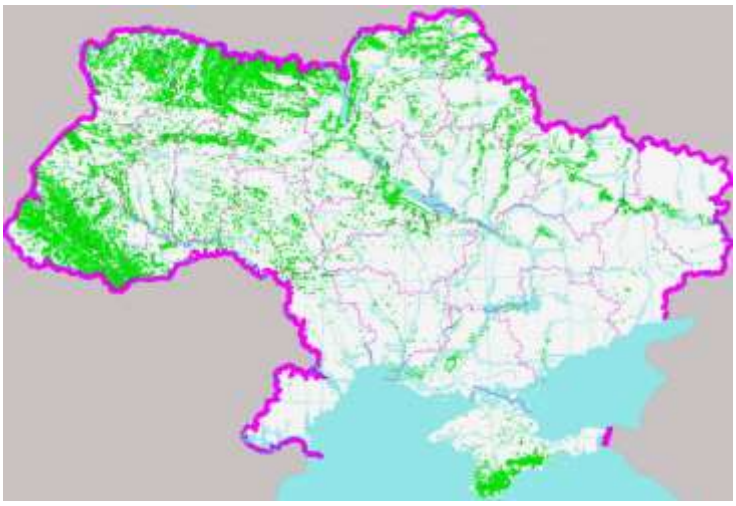


Рис. 15.1. Карта лісів України [16]

Тваринний світ – один з найважливіших біологічних ресурсів. Фауна України налічує понад 33 тисяч видів тварин. Серед них переважають членистоногі (близько 30 тис. видів), круглі черв'яки (близько 1,6 тис. видів), найпростіші (понад 1,2 тис. видів), хордові (близько 800 видів). Перелік ссавців України налічує близько 120 видів сучасних ссавців, поширених на території України.

Виділяють декілька видів територій, які охороняються, залежно від цінності об'єктів і явищ природного та антропогенного характеру або позитивного впливу на навколишній простір зон.

Природні території, що особливо охороняються, – це ділянки землі, водної поверхні та повітряного простору над ними, де розташовуються природні комплекси та об'єкти, що мають особливо природоохоронне, наукове, культурне, естетичне, рекреаційне та оздоровче значення, вилучені рішеннями органів державної влади повністю або частково з господарського використання, які стосуються об'єктів громадського надбання.

Основною метою оголошення територій, що особливо охороняються, є збереження біологічного та ландшафтного різноманіття.

Визначено такі категорії природних територій, які особливо охороняються: заповідники, національні парки, заказники (ландшафтні, біологічні, гідрологічні та водно-болотні), пам'ятники природи.

Заповідник – територія, що особливо посилено охороняється та повністю виключена з будь-якої господарської діяльності.

Національний парк – це природна територія, що особливо охороняється та де господарська діяльність заборонена, але допускається його організоване обмежене відвідування з пізнавальною метою.

Заказник – це територія, де охороняються окремі елементи природного комплексу: рідкісні тварини, рослини та ін.

Пам'ятник природи – унікальний, непоправний, цінний в екологічному, науковому, культурному та естетичному відносинах природний комплекс або об'єкт природного та штучного походження. Пам'ятниками природи можуть бути оголошені ботанічні (дерева, реліктові гаї), геологічні (печери, скелі), гідрологічні (водоспади, гейзери) утворення, унікальні зразки природних територій.

Загальна площа територій, що охороняються Україною, становить 3 268 000 га (8 080 000 акрів), або близько 5,4% від загальної площі країни. На території України багато природних територій, що особливо охороняються. Серед них 27 заповідників і національних парків загальною площею 768,5 тис. га.

У даний час на території України функціонують і охороняються державою **4 біосферні заповідники** (Асканія-Нова, Чорноморський, Карпатський, Дунайський), **16 природних заповідників**, **11 національних природних парків**.

Частина природних і культурних ресурсів, що забезпечують відпочинок як засіб підтримки та відновлення працездатності та здоров'я людей, носить назву **рекреаційних ресурсів**.

Рекреаційні ресурси поділяють на дві групи:

1) ***природні рекреаційні території і ресурси*** (рекреаційні, курортні, лікувально-оздоровчі зони, інші природні території, об'єкти та комплекси);

2) ***соціально-побутові ресурси*** (будівлі, споруди, архітектурні та будівельні комплекси, інші об'єкти соціально-культурного призначення).

Природні рекреаційні ресурси – це природні курортні, лікувальні, оздоровчі ресурси та фактори, придатні для використання з метою відновлення та зміцнення здоров'я людей.

Сюди відносяться родовища корисних копалин мінерального та органічного походження, які мають для організму людини лікувальний ефект і придатні для промислового освоєння (мінеральні води, лікувальні грязі).

Природні оздоровчі ресурси – це природні утворення, що формують особливі ландшафтні та мікрокліматичні умови в регіоні, які мають для організму людини оздоровчий ефект (парки, пляжі, лісопарки, лісові та гірські масиви).

До **природних оздоровчих факторів** належать природні явища, що присутні та відбуваються в конкретній місцевості в найбільш оптимальних для організму людини концентраціях і поєднаннях, – тривалість та інтенсивність сонячного випромінювання, вологість повітря, температура навколишнього середовища.

15.2 Біолого-медичне значення рекреаційних ресурсів

Велике значення рекреаційних ресурсів у підтримці нормального, здорового стану людини. Саме з урахуванням цього чинника будується вся система оздоровлення та відпочинку населення. Наприклад, з огляду на антимікробну дію хвойних порід, у сосновому лісі зазвичай будували санаторії для дітей, які страждають на хронічні захворювання носоглотки, ревматизм і туберкульоз. Це обумовлено тим, що рослинність продукує фітонциди. Крім цього, фітонциди впливають на нюхові та інші рецептори, впливаючи на дихання, кровообіг, імунну систему.

Різні породи дерев виділяють фітонциди в різних кількостях: 1 га листяного лісу на добу продукує 2 кг фітонцидів, хвойного – 5 кг, ялівцевого – 30 кг. Високі фітонцидні властиві сосні, ялинці, дубу, черемсі, моху, березі, клену, ялівцю, ялиці, малині. Більше фітонцидів виділяється в молодому лісі, в спекотні дні початку літа, в другу половину дня.

Невеликі дози фітонцидів, що виділяються в вересні-жовтні, у холодний період (середина грудня-середина лютого), благотворно впливають на людей із захворюваннями серцево-судинної системи. Вони відчувають себе добре, особливо при стійкій морозній погоді. У перехідні місяці (листопад, березень) у хвойному лісі більше вологості, ніж у листяному. Холод і вологість особливо небажані при захворюваннях дихальних шляхів. У квітні-середині травня в хвойному лісі збільшується виділення смолистих речовин, які покращують кровопостачання дихальних шляхів, відходження мокроти та полегшують кашель при захворюваннях органів дихання, але можуть викликати напад задухи у хворих на бронхіальну астму.

Всмоктуючись у легенях і виділяючись нирками, смолисті речовини мають сечогінну дію, правда, тривале перебування в хвойному лісі влітку при захворюваннях нирок небажано. При гіпертонічній хворобі, ішемічній хворобі серця, бронхіальній астмі шкідливо відвідування зони хвойного лісу в період максимального виділення смолистих речовин (червень-липень). Можуть посилитися задишка, з’явитися головний біль, запаморочення, біль у ділянці серця, порушення серцевого ритму, шум у вухах, безсоння, що часто супроводжується підйомом артеріального тиску. Доведено, що для людей із захворюваннями серця влітку корисніші фітонциди дуба, які сприятливо впливають на нормалізацію артеріального тиску. До того ж значне підвищення

концентрації кисню в крові може викликати спазм судин головного мозку та непритомний стан.

15.3 Державна система моніторингу навколишнього середовища

Моніторинг навколишнього середовища – сукупність систем спостережень, оцінок і прогнозу стану природних середовищ і явищ, а також біологічних відгуків на зміну навколишнього середовища під впливом природних і техногенних факторів.

Державна система моніторингу навколишнього середовища – це система спостережень, збору, обробки, передачі, зберігання й аналізу інформації про стан навколишнього середовища, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Створення та функціонування системи моніторингу з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території, ґрунтується на принципах:

1) узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного та програмного забезпечення її складових;

2) систематичності спостережень за станом навколишнього середовища та техногенними об’єктами, що впливають на нього;

3) своєчасності отримання, комплексності обробки та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;

4) об’єктивності первинної, аналітичної і прогнозної екологічної інформації та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, зацікавлених міжнародних організацій та світової спільноти.

Роботи з моніторингу навколишнього середовища виконуються під керівництвом екології та природних ресурсів.

Виділяють такі **рівні моніторингу**:

1) ***локальний моніторинг*** – розміри зони спостереження не перевищують десятків кілометрів. Якщо об’єктами спостереження є локальні джерела підвищеної небезпеки, наприклад території поблизу радіохімічних підприємств, місця поховання радіоактивних відходів, хімічні заводи і т. д., тоді говорять про імпактний моніторинг (англ. *impact* – вплив);

2) ***регіональний моніторинг*** здійснюється в межах окремих великих районів. Розміри зони спостереження – до тисяч квадратних кілометрів;

3) ***глобальний моніторинг*** здійснюється на основі міжнародного співробітництва, проводиться спостереження за загальносвітовими процесами

й явищами в біосфері Землі та її екосфері, включаючи всі їх екологічні компоненти. Часто цей моніторинг називають ***фоновим*** або ***базовим***.

За **компонентами досліджуваної біосфери** можна виділити ***приватні види моніторингу різних середовищ*** – моніторинг атмосфери, гідросфери, літосфери і т. д., за факторами впливу – ***інгредієнтний моніторинг***, до якого належить контроль за забруднюючими речовинами й агентами (в тому числі електромагнітним випромінюванням), тепловим забрудненням, шумом, токсичними речовинами тощо.

Моніторинг джерел забруднення містить у собі стеження за різними типами джерел забруднення: точковими стаціонарними (заводські труби, зосереджені скиди промислових підприємств, тваринницьких ферм і т. д.), точковими рухомими (транспорт), лінійними або площинними (стік з сільськогосподарських полів, випадання атмосферних опадів, розсіювання добрив і їх змив і т. п.).

Біологічний моніторинг визначає стан біоти, її реакцію на антропогенний вплив, а також функцію стану та відхилення цієї функції від нормального природного на різних рівнях – молекулярному, клітинному, організменному, популяційному, на рівні суспільства.

Біологічний моніторинг – стеження за біогеоценозом за допомогою біоіндикаторів. **Біоіндикатори** – організми або їх спільноти, життєві функції яких тісно пов’язані з певними факторами середовища.

Методами біоіндикації є:

1) ***пасивний моніторинг*** – в організмів, які вільно живуть, досліджуються видимі або фізіологічні і біохімічні пошкодження або відхилення від норми, що є ознаками стресового впливу;

2) ***активний моніторинг*** – у тест-організмів, які знаходяться на досліджуваній території у стандартизованих умовах, намагаються виявити ті ж зміни, що і в організмів, які вільно живуть.

Для проведення активного моніторингу використовують такі біоіндикатори:

- тютюн, шпинат, квасоля – біоіндикатори тропосферного озону, виявляються некрози верхнього боку листя;
- листові та кущисті лишайники, хвойні породи дерев (ялина, сосна, ялиця) – біоіндикатори поєднання шкідливих речовин у повітрі з переважанням оксидів сірки;
- медоносні бджоли – біоіндикатори іонів фтору, свинцю, цинку, кадмію, міді, марганцю, визначають за накопиченням у меді;
- оленячий та ісландський мох – біоіндикатори радіонуклідів стронцію та цезію, визначають по накопиченню в сухій речовині.

Індикаторами можуть бути не тільки цілісні організми або їх системи, а й їх найбільш чутливі структури, на основі яких створені **біосенсори**. **Біосенсорна система** складається з біологічного елемента розпізнавання забруднюючих речовин і вимірювального пристрою, що забезпечує передачу сигналу. Біосенсори придатні для визначення токсичних і мутагенних речовин,

ФОС, хлорованих вуглеводнів, якості продукції харчової промисловості, наприклад сенсор пептидів для контролю процесу гідролізу протеїнів у молоці, сенсор глюкози (на основі фероцену) для контролю свіжості м'яса.

Підсистемами біологічного моніторингу є **санітарно-гігієнічний моніторинг** (визначення стану здоров'я людини під впливом навколишнього середовища) та **генетичний** (спостереження можливих змін спадкових ознак у різних популяцій).

Під **екологічним моніторингом** розуміють визначення стану абіотичної складової біосфери й антропогенних змін в екосистемах, обумовлених впливом – наслідком забруднення, сільськогосподарським використанням земель, урбанізацією і т. п. Цей тип моніторингу є комплексним, він пов'язаний з системним підходом і саме тому використовується як основний при плануванні спостережень, які здійснюються в біосферних заповідниках. Його також можна поділити на **біоекологічний, геосистемний і біосферний** залежно від рівня даної екосистеми (організм або популяція, геосистема, біосфера). Крім цього, розрізняють **екстрені види моніторингу**, актуальні при вирішенні нагальних світових проблем, до яких відносять підвищення концентрації діоксиду вуглецю (вуглекислого газу) в атмосфері, виснаження озонового шару, аварії нафтових танкерів і т. п.

15.4 Соціально-гігієнічний моніторинг

Соціально-гігієнічний моніторинг (СГМ) – система спеціальних спостережень, оцінки та прогнозування стану здоров'я населення в залежності від стану середовища мешкання людини та умов її життєдіяльності, що включає розробку комплексу оздоровчо-профілактичних заходів щодо запобігання та усунення несприятливого впливу на організм людини факторів середовища її мешкання.

Основна мета СГМ – виявлення рівнів ризику для здоров'я населення та розробка заходів, спрямованих на зменшення, усунення та попередження несприятливого впливу на нього факторів середовища мешкання.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

1) організація спостережень за станом здоров'я населення і довкілля людини та умов її життєдіяльності;

2) отримання інформації, необхідної для реалізації цілей моніторингу, з Державної служби України, Міністерства освіти України та інших органів державного управління, місцевих виконавчих і розпорядчих органів;

3) ідентифікація факторів, які можуть негативно впливати на людину, шляхом виявлення причинно-наслідкових зв'язків між станом здоров'я та впливом факторів середовища мешкання людини;

4) прогнозування стану здоров'я населення;

5) обґрунтування, розробка та організація виконання програм з питань забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя та охорони здоров'я населення, профілактики захворювань та оздоровлення середовища мешкання людини;

6) програмне та інженерно-технічне забезпечення моніторингу на основі сучасних наукових рішень і впровадження сучасних інформаційних технологій;

7) координація міжвідомчої діяльності по моніторингу;

8) інформування державних органів, юридичних осіб і громадян про результати, отримані в ході моніторингу;

9) ведення спеціалізованих банків даних про стан здоров'я населення та середовища мешкання людини.

У системі моніторингу відстежується і **аналізується наступна інформація**: про стан здоров'я населення – захворюваність, фізичний розвиток, інвалідність; демографічні процеси; умови виховання та навчання дітей, підлітків та молоді; умови праці; структуру харчування, якість і безпеку продовольчої сировини та харчових продуктів для життя та здоров'я людини; рівні гігієнічного виховання та навчання населення; рівні забруднення атмосферного повітря; якість питної води, стан джерел питного водопостачання, водних об'єктів у місцях водокористування; стан земель; джерела шкідливих фізичних впливів (шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні хвилі та ін.); джерела шкідливого впливу на навколишнє середовище, в тому числі на атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, землю; радіаційну обстановку; про показники соціально-економічного розвитку республіки в цілому та її адміністративно-територіальних одиниць.

Система соціально-гігієнічного моніторингу взаємодіє з державною системою моніторингу навколишнього середовища в Україні у частині обміну інформацією про стан навколишнього середовища та вплив на неї природних і антропогенних факторів.

15.5 Нормативно-правові основи охорони навколишнього середовища

Основною метою **екологічної політики України** є забезпечення екологічно безпечних умов для проживання людей, раціональне використання й охорона природних ресурсів, вироблення правових та економічних основ охорони навколишнього середовища в інтересах нинішнього та майбутніх поколінь.

Для досягнення цієї мети необхідно провести структурну перебудову виробничої сфери, здійснити технічну політику, що ґрунтується на ресурсозбереженні, застосуванні маловідходних і безвідходних технологій, створити відповідну нормативно-правову базу.

Правова охорона навколишнього середовища – сукупність загальних правових норм, що визначають єдині вимоги природоохоронної діяльності, а також спеціальних норм з охорони земель, вод, лісів, надр та інших природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Основні принципи екологічного права:

1) пріоритет охорони життя та здоров'я людини, створення сприятливих умов для життя, праці та відпочинку населення;

2) науково обґрунтоване поєднання екологічних і економічних інтересів, які забезпечують сталий розвиток суспільства при дотриманні гарантій прав людини на здорове і сприятливе для життя природне середовище;

3) раціональне та невиснажливе використання природних ресурсів;

4) державне регулювання діяльності з охорони навколишнього середовища та використання природних ресурсів;

5) платність природокористування;

6) дотримання екологічних вимог законодавства, невідворотність відповідальності за його порушення;

7) гласність і тісний зв'язок з громадськими організаціями та населенням у вирішенні природоохоронних завдань;

8) міжнародне співробітництво в галузі охорони навколишнього середовища.

У регулюванні екологічних відносин Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» переслідує **три мети**:

1) збереження природного середовища;

2) попередження та усунення негативного впливу господарської діяльності на природу та здоров'я людини;

3) оздоровлення та поліпшення якості навколишнього середовища.

У цьому Законі закріплені принципи та правові підстави природоохоронної діяльності; коло природних ресурсів, які підлягають охороні; права й обов'язки громадян і громадських об'єднань з охорони навколишнього середовища; система екологічної освіти, виховання та освіти; державна політика, регулювання та управління в цій сфері; економічний механізм охорони навколишнього середовища; державна система спостережень за її станом і кадастрового обліку природних ресурсів. У ньому визначені питання нормативно-технічного і наукового забезпечення природоохоронних заходів, екологічної експертизи, екологічні вимоги до господарської діяльності.

У Законі передбачені охорона навколишнього середовища від шкідливого впливу та руйнування озонового шару; створення природних територій, що особливо охороняються, та територій екологічного ризику, зон екологічної кризи й екологічного лиха; контроль і нагляд у сфері охорони навколишнього середовища, відповідальність за порушення природоохоронного законодавства і відшкодування екологічної шкоди, вирішення спорів і міжнародна співпраця в області охорони навколишнього середовища.

Положення цього Закону деталізуються та доповнюються природоохоронними, природно-ресурсними та іншими нормативними актами.

Існує велика кількість нормативних актів з охорони природи в містах, інших населених пунктах, у промисловості, енергетиці, сільському господарстві, інших сферах діяльності людини та в цілому по забезпеченню екологічної безпеки.

До елементів економічного механізму природокористування й охорони навколишнього середовища відносяться: прогнозування та планування; нормування, лімітування, ціноутворення; платність землекористування, водокористування, іншого природокористування й охорони природи, податкові пільги; фінансування та матеріально-технічне постачання; економічне стимулювання; екологічне страхування; екологічне аудіювання; відшкодування шкоди природним ресурсам і навколишньому середовищу.

Фінансування природокористування й охорони навколишнього середовища полягає у виділенні кредитів, дотацій, бюджетних асигнувань, інших інвестицій на освоєння та використання природних ресурсів та об'єктів, заповідну охорону природи, проведення природоохоронних робіт і заходів.

Шкода, заподіяна природнии ресурсам і об'єктам або навколишньому середовищу, може бути економічною й екологічною.

Економічні збитки виражаються в погіршенні корисних властивостей, втраті запасів природних ресурсів або об'єктів і негативно відбивається на економічних інтересах власників, власників і користувачів природних ресурсів або об'єктів.

Екологічна шкода, в свою чергу, полягає в погіршенні природних ресурсів і об'єктів або навколишнього середовища. Вона пов'язана з посяганням на інтереси людини в чистих природних ресурсах, об'єктах і продуктах, сприятливих для його життєдіяльності в навколишньому природному середовищу.

15.6 Відповідальність за порушення норм екологічного законодавства

Екологічне правопорушення – це винна, протиправна, економічно небезпечна дія, яка посягає на встановлений порядок використання природних ресурсів, охорони НПС і порушує екологічні та пов'язані з ними інші права людини та вимоги економічної безпеки.

Одним з видів юридичної відповідальності в галузі екології є дисциплінарна відповідальність.

Дисциплінарна відповідальність за екологічні правопорушення – це різновид юридичної відповідальності, яка застосовується до винних осіб за протиправні дії, що порушують екологічні вимоги в процесі невиконання функціонального обов'язку та інших вимог дисципліни праці, пов'язаних з використанням природних ресурсів, охорони НПС, забезпечення екологічної безпеки.

Підставою відповідальності є дисциплінарні поступки в галузі екології (у галузі використання природних ресурсів, в галузі охорони НПС, в галузі забезпечення екологічної безпеки).

Адміністративна відповідальність – це різновид суспільних відносин, у яких застосовується заходи адміністративного впливу (стягнення) за винні та протиправні діяння, що порушують встановлений порядок використання природних ресурсів, охорони НПС, забезпечення екологічної безпеки та екологічного права громадян.

Порушеннями екологічного права громадян є:

У галузі природноресурсових відносин:

- порушення вимог загального природокористування;
- перевищення лімітів і нормативів використання природних ресурсів;
- самовільне спеціальне природокористування;
- псування та забруднення сільськогосподарських земель;
- порушення правил використання земель;
- приховування та перекручення даних земельного кадастру;
- несвоєчасне повернення тимчасово зайнятих земель або неприведення їх у стан придатний для використання за призначенням;
- самовільне відхилення від проектів внутрішньогосподарського землеустрою;
- порушення правил і вимог проведення робіт по геологічному вивченню надр;
- пошкодження водогосподарських споруд і пристроїв;
- експлуатація на водних об’єктах водозабірних споруд не забезпечених рибозахисним обладнанням;
- порушення вимог щодо охорони надр;
- самовільне випалювання сухої рослинності або їх залишків;
- порушення правил охорони поверхневих вод, підземних, територіальних, внутрішніх, морських;
- порушення порядку здійснення діяльності, спрямовані на штучні зміни стоку атмосфери і атмосферних явищ тощо.

У галузі природоохоронних відносин:

- порушення експлуатації природоохоронних об’єктів;
- порушення вимог охорони НПС від неконтрольованого шкідливого біологічного впливу;
- порушення правил і норм складування, зберігання, розміщення, утилізації, ліквідації і застосування відходів;
- перевищення нормативів викидів і скидів забруднюючих речовин у НПС;
- здійснення незаконної діяльності, що негативно впливає на погоду та клімат;
- перевищення нормативу вмісту забруднюючих речовин у випадках пересувних джерел;

- порушення строків і порядку внесення платежів за використання природних ресурсів і за забруднення НПС;

- неповідомлення відомостей про здійснення скиду в море забруднюючих речовин;

- невиконання висновків державної екологічної експертизи;

- невиконання розпоряджень і приписів органів екологічної експертизи;

- порушення порядку інформування про стан НПС і стан захворюваності населення;

- недодержання екологічних вимог під час проектування, розміщення, будівництва, реконструкції і прийняття в експлуатацію об'єктів або споруд;

- порушення правил застосування, зберігання, знешкодження, ліквідації і захоронення пестицидів і агрохімікатів, токсичних хімічних речовин та інших препаратів;

- порушення вимог щодо охорони видів тварин, рослин, занесених до Червоної Книги.

У галузі забезпечення екологічної безпеки:

- порушення вимог екологічної безпеки;

- невиконання правил і норм у процесі створення виробництва, зберігання, транспортування, використання, знешкодження, ліквідації, захоронення мікроорганізмів, вірусів, інших біологічних активних речовин і продуктів біотехнології;

- порушення вимог пожежної безпеки в лісах;

- виготовлення, зберігання і реалізація заборонених знарядь добування тварин.

Кримінальна відповідальність за екологічні злочини – стан розвитку суспільних відносин, в якому реалізуються засоби кримінально-правового покарання осіб, винних у здійснені екологічного правопорушення з високим рівнем екологічного ризику та екологічної безпеки для НПС, природних ресурсів, життя та здоров'я людей.

Види злочинних діянь у галузі екології відповідно до Кримінального Кодексу України:

У сфері природноресурсових відносин:

- самовільне заняття земельної ділянки;

- незаконна порубка лісу;

- незаконне видобування корисних копалин;

- незаконне полювання;

- незаконне зайняття рибним, тваринним та іншим водним добуваючим промислом;

- жорстоке поводження з тваринами.

У сфері охорони НПС і його компонентів:

- забруднення водойм і атмосферного повітря;

- забруднення моря речовинами шкідливими для здоров'я чи для живих ресурсів моря, або іншими відходами та матеріалами;

- знищення і руйнування природних об'єктів;

- навмисне знищення або суттєве пошкодження лісових масивів шляхом підпалу;

- проведення вибухових робіт з порушенням правил охорони рибних запасів;

- порушення законодавства щодо континентального шельфу України;

У сфері екологічної безпеки:

- приховування або перекручення відомостей про стан екологічної обстановки чи захворювання населення;

- заготівля, переробка або збут радіоактивних продуктів харчування іншої продукції;

- порушення правил безпеки гірничих робіт;

- розкрадання радіоактивних матеріалів;

- незаконне придбання, зберігання, використання, передача або руйнування радіоактивних матеріалів;

- загроза здійснення розкрадання радіоактивних матеріалів або їх використання;

- порушення правил зберігання, використання, обліку, перевезення радіоактивних матеріалів;

- незаконне ввезення на територію України відходів і вторинної сировини.

Відповідно до Кримінального кодексу України від 5 квітня 2001 р. до економічних злочинів у сфері екологічної безпеки, за вчинення яких до винних осіб можуть застосовуватися кримінальні покарання, доцільно віднести:

- порушення правил екологічної безпеки;

- приховування чи перекручення відомостей про стан екологічної обстановки чи експлуатація споруд без системи захисту довкілля;

- забруднення атмосферного повітря;

- забруднення моря;

- знищення або пошкодження лісових масивів;

- забруднення та псування земель.

Майнова відповідальність за екологічні правопорушення (делікти) – це різновид юридичної відповідальності, що передбачає виконання обов’язків фізичних і юридичних осіб щодо компенсації шкоди, заподіяної власником чи користувачем природних ресурсів, порушення екологічних та інших прав громадян. Підставою майнової відповідальності є наявність реальної шкоди (майнової, моральної).

15.7 Міжнародна діяльність України в галузі охорони навколишнього середовища

Важливу роль у галузі охорони навколишнього середовища відіграє Організація об'єднаних націй (ООН), яка на практиці реалізує спільні міжнародні зусилля в цьому напрямку, налагоджуючи співробітництво держав світу, сприяючи розв'язанню національних проблем, пов'язаних з охороною природи.

Будучи членом ООН, Україна є суверенною стороною 18 міжнародних угод з питань екології, бере участь у 20 міжнародних конвенціях, а також понад 10 двосторонніх угодах, підписала 44 двосторонні міжнародні угоди та договори, насамперед із сусідами Грузією, Молдовою, Словаччиною та Польщею. Меморандуми про взаєморозуміння щодо співробітництва в галузі охорони навколишнього середовища підписані з Австрією, Фінляндією та Ізраїлем. Динамічно розвивається співробітництво в галузі охорони навколишнього середовища, національних парків і біорізноманіття, раціонального використання природних ресурсів, управління водними ресурсами, токсичними відходами, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – з Данією, Нідерландами, США.

Країна була активним учасником Всесвітньої конференції ООН з навколишнього середовища й розвитку в Ріо-де-Жанейро у 1992 р., яка мала значний вплив на розвиток міжнародного співробітництва з охорони навколишнього середовища. На цій конференції було задекларовано принципи сталого розвитку та прийнято два документи: «Декларація у справі природного середовища та розвитку» та «Глобальна програма дій – порядок денний на XXI століття», які передбачають взаємоузгоджений підхід до вирішення проблем економіки і навколишнього середовища на лише на національному, але й на світовому рівнях.

Пріоритетними напрямками участі України в міжнародному співробітництві з охорони навколишнього середовища є:

- входження України в світовий правовий екологічний простір;
- втілення сучасної, гармонізованої з міжнародною, природоохоронної політики та системи стандартів і нормативів;
- отримання технічної допомоги в галузі охорони навколишнього середовища, ядерної та радіаційної безпеки та раціонального використання природних ресурсів;
- вирішення проблем, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварії на ЧАЕС;
- впровадження економічних інструментів природокористування;
- навчання персоналу, отримання інформації у сфері охорони навколишнього середовища.

Крім цих заходів, на думку фахівців у сфері НПС, важливим є участь України в Кіотському процесі, що дозволить вирішити глобальні та регіональні екологічні проблеми. У рамках Кіотського протоколу Україна може привернути

інвестиції в проекти енергоефективності, відновлення та насадження лісів, уловлювання парникових газів тощо.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДО ТЕМИ 15

Тести

1. Як зветься унікальний, непоправний, цінний в екологічному, науковому, культурному та естетичному відносинах природний комплекс або об'єкт природного та штучного походження?

А. Національний парк.
Б. Заказник.
В. Пам'ятник природи.
Г. Заповідник.

2. В які місяці року відбувається максимальне виділення смолистих речовин, що є шкідливим для відвідування зони хвойного лісу при гіпертонічній хворобі, ішемічній хворобі серця та бронхіальній астмі?

А. Червень – липень.
Б. Серпень – вересень.
В. Жовтень – листопад.
Г. Грудень – січень.

3. Які зветься моніторинг, при якому здійснюється контроль за забруднюючими речовинами й агентами?

А. Глобальний моніторинг.
Б. Біологічний моніторинг.
В. Інгредієнтний моніторинг.
Г. Приватний моніторинг.

4. Що є біоіндикатором тропосферного озону?

А. Шпинат.
Б. Сосна.
В. Кущистий лишайник.
Г. Ісландський мох.

5. Біоіндикаторами яких іонів є медоносні бджоли?

А. Кадмію та міді.
Б. Натрію та калію.
В. Заліза та алюмінію.
Г. Ртуті та миш'яку.

Ситуаційні задачі

1. Існують кліматичні курорти, на яких лікують людей із захворюваннями нирок. Якими мають бути особливості клімату на цих курортах?

2. За рішенням Одеської міської ради у приморській рекреаційній зоні обладнано стоянки для автотранспорту. Запроваджено платний проїзд до стоянок через територію рекреаційної зони. Громадська екологічна організація оскаржила рішення Одеської міської ради до суду, мотивуючи свої вимоги тим, що правовий режим рекреаційних зон не допускає можливості будівництва автостоянок і проїзд транспорту через їх територію: це забруднює атмосферне повітря та перешкоджає відпочинку людей на пляжах міста. Крім того, встановлення плати за проїзд через територію, що не належить до компетенції Одеської міської ради, суперечить нормам Закону «Про свободу пересування та вільний вибір місця проживання в Україні».

Одеська міська рада проти позову заперечила, мовляв, збитки, заподіяні довкіллю, у повному обсязі компенсуються платою за паркування автотранспорту та за проїзд через територію рекреаційної зони. Наскільки їй відомо, жодних заборон щодо будівництва автостоянок і проїзду транспорту через територію рекреаційної зони чинне законодавство не містить.

Чим характеризуються рекреаційні зони? Чи дозволяється будувати автостоянки у рекреаційних зонах? Що ще належить до природних рекреаційніх територій і ресурсів?

3. До вас звернулися за консультацією з проханням роз’яснити, чи дозволяється за законом приватизація об’єктів природно-заповідного фонду. Зокрема, іноземний інвестор виявив бажання приватизувати зоопарк для забезпечення його перебудови та утримання тварин у належному стані.

Чи можливо приватизувати такий зоопарк? Надайте обґрунтовану відповідь.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар О. І., Новосельська Л. П., Іващенко Т. Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова) : навч. посібник. Одеса : Гельветика, 2021. 372 с.
2. 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.
3. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини : підручник. Суми : Університетська книга. 2023. 400 с.
4. Гребняк М. Щ., Щудро С. А. Медична екологія : навч. посібник. Дніпропетровськ : Акцент, 2016. 483 с.
5. Димань Т. М. Екологія людини. Київ : Академія, 2009. 380 с.
6. Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів : навч. посібник. Суми : Університетська книга, 2023. 441 с.
7. Залеський І. І., Клименко М. О. Екологія людини : підручник. Одеса : Гельветика, 2020. 340 с.
8. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 330 с.
9. Коробчанський В. О., Завгородній І. В. Профілактична токсикологія та медична екологія. *Environment & Health.* 2011. № 3. С. 77–79.
10. Кушнірук Ю. С. Рекреація та курортологія : навч. посібник. НУВПГ, 2012. 146 с.
11. Мороз О. І., Петрушка І. М., Кузь О. Н., Руда М. В. Технології адаптації до змін клімату : навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 2022. 452 с.
12. Основи екології та профілактична медицина : підручник / Д. О. Ластков, І. В. Сергета, О. В. Швидкий, А. Ю. Сергієнко та ін. Київ, 2017. 472 с.
13. Пашко К. О. Кашуба М. О., Лотоцька О. В. Гігієна та екологія : підручник. Терновіль : Укрмедкнига, 2022. 528 с.
14. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Іщенко В. А., Трач І. А. Екологія з основами біобезпеки. Частина 1. Інгредієнтне забруднення : навч. посібник для практ. занять. Херсон : Олді-плюс, 2019. 196 с.
15. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти : монографія. Київ : Медицина, 2016. 400 с.
16. Соломенко Л. І. Екологія людини : навч. посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2017. 120 с.
17. Environmental Health. From global to local / under Howard Frumkin edition. 3-rd edition. San-Francisco, 2016. 560 p.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Бондар О. І., Новосельська Л. П., Іващенко Т. Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова) : навч. посібник. Одеса : Гельветика, 2021. 372 с.
2. 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.
3. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини : підручник. Суми : Університетська книга. 2023. 400 с.
4. Залеський І. І., Клименко М. О. Екологія людини : підручник. Одеса : Гельветика, 2020. 340 с.
5. Пашко К. О. Кашуба М. О., Лотоцька О. В. Гігієна та екологія : підручник. Терновіль : Укрмедкнига, 2022. 528 с.

Додаткова:

1. Гребняк М. Щ., Щудро С. А. Медична екологія : навч. посібник. Дніпропетровськ : Акцент, 2016. 483 с.
2. Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Артеменко В. С. Основи фізіології та гігієни харчування : підручник. Суми : Університетська книга, 2023. 558 с.
3. Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів : навч. посібник. Суми : Університетська книга, 2023. 441 с.
4. Димань Т. М. Екологія людини. Київ : Академія, 2009. 380 с.
5. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 330 с.
6. Іщейкіна Ю. О., Буря Л. В. Гігієна та екологія : навч. посібник. Полтава : АСМІ, 2018. 305 с.
7. Кушнірук Ю. С. Рекреація та курортологія : навч. посібник. НУВПГ, 2012. 146 с.
8. Мороз О. І., Петрушка І. М., Кузь О. Н. Технології адаптації до змін клімату : навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 2022. 452 с.
9. Основи екології та профілактична медицина : підручник / Д. О. Ластков, І. В. Сергета, О. В. Швидкий, А. Ю. Сергієнко та ін. Київ, 2017. 472 с.
10. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Іщенко В. А., Трач І. А. Екологія з основами біобезпеки. Частина 1. Інгредієнтне забруднення : навч. посібник для практ. занять. Херсон : Олді-плюс, 2019. 196 с.
11. Соломенко Л. І. Екологія людини : навч. посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2017. 120 с.
12. Environmental Health. From global to local / under Howard Frumkin edition. 3-rd edition. San-Francisco, 2016. 560 p.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Екологія з точки зору медика, або елементи побудови екологічної медицини. URL: https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5f74fc48-0060-43cf-912b-f0b6c1fa5e00/ content
2. Екологія людини. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8
3. Екологія людини («Академія»). URL: https://academia-pc.com.ua/product/117
4. Екологія людини й середня тривалість життя. URL: https://naurok.com.ua/ekologiya-lyudini-y-serednya-trivalist-zhittya-14888.html
5. Екологія людини – галузь сучасної науки. URL: https://old.library.kr.ua/orhus/ecol.html
6. Екологія продуктів харчування. URL: http://medbib.in.ua/ekologiya-produktov-pitaniya.html#google_vignette
7. Коронавірус та медичні відходи: Україна та світ. URL: https://epl.org.ua/announces/koronavirus-ta-medychni-vidhody-ukrayina-ta-svit/
8. Медична екологія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F
9. Медична екологія. Енциклопедія сучасної України. URL: https://esu.com.ua/article-66067
10. Медична екологія в системі зменшення загальної захворюваності: вивчення особливостей фотосинтетичної активності мохів на посттехногенних територіях видобутку сірки. URL: https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/loQ5MEz7/
11. Українська бібліотечна асоціація : список бібліотечних блогів. URL: http://ula.org.ua/bibliomist/resursi/bibliotechni–blogi
12. Про охорону навколишнього природного середовища. Закон України від 26.06.91. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1264-12
13. Регіональна екологія, газета. URL: http://www.regions.ng.ua/ecology
14. Всесвітня організація охорони здоров’я. URL: http://www.who.int
15. Джерела інформації по проблемам охорони навколишнього середовища при участі міжнародної організації «Екологія». URL: http://www.ecoline.ua/main
16. Профілактична токсикологія та медична екологія. URL: http://www.dovkil-zdorov.kiev.ua/ env/58-0077.pdf
17. Структура сучасної екології. Глобальна екологія та її підрозділи. URL: https://pidru4niki.com/1257091337914/ekologiya/struktura_suchasnoyi_ekologiyi#google_vignette
18. Як медицина пов’язана з екологією: здоров’я громадськості залежить від екології. URL: https://icoola.ua/blog/yak-poviazani-madycyna-ta-ecologia/

Навчальне видання
(*українською мовою*)

Григорова Наталя Володимирівна

МЕДИЧНА ЕКОЛОГІЯ

Навчальний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Середня освіта»
освітньо-професійної програми
«Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)»

Рецензент М. М. Малько
Відповідальний за випуск О. Г. Кущ
Коректор Н. В. Григорова