

ЛЕКЦІЯ № 4
з курсу «Медична екологія» на тему:
«ПАТОГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ
ДІЇ ХІМІЧНИХ ФАКТОРІВ
НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ»

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

ПЛАН

1. Вплив на організм людини солей важких металів.
2. Дія пестицидних препаратів на організм людини.
3. Токсичність хімічних речовин.
4. Ознаки хвороб хімічної етіології.
5. Практичні рекомендації та профілактичні заходи.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

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

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 середовищі існування і кумуляції в організмі. **Забруднювачі хімічної природи повітря** включають 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 і 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).

В організмі людини металеві елементи становлять до 3 % маси тіла. Серед них переважають кальцій (80 %), калій (12 %), натрій (5,0 %), магній (2 %), залізо (0,2 %), цинк (0,14 %). Частка інших складає приблизно 0,66 %, серед них є **мікроелементи** зі вмістом в організмі від 10^{-5} до 10^{-3} % та **ультрамікроелементи** (концентрація їх в організмі нижча $10^{-5}\%$).

За дією на організм людини мікроелементи поділяють на:

- **важливі для живлення людини** (Co, Cr, Se, F, Fe, I, Mn, N, Se, Si, V);

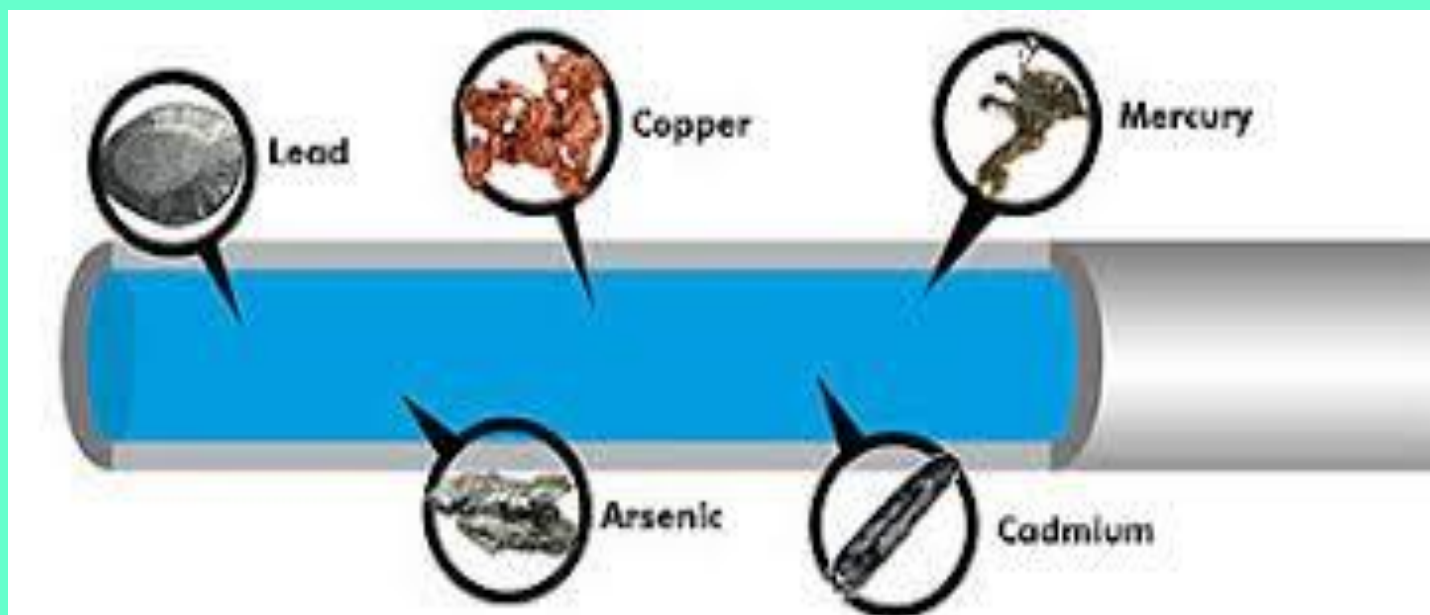
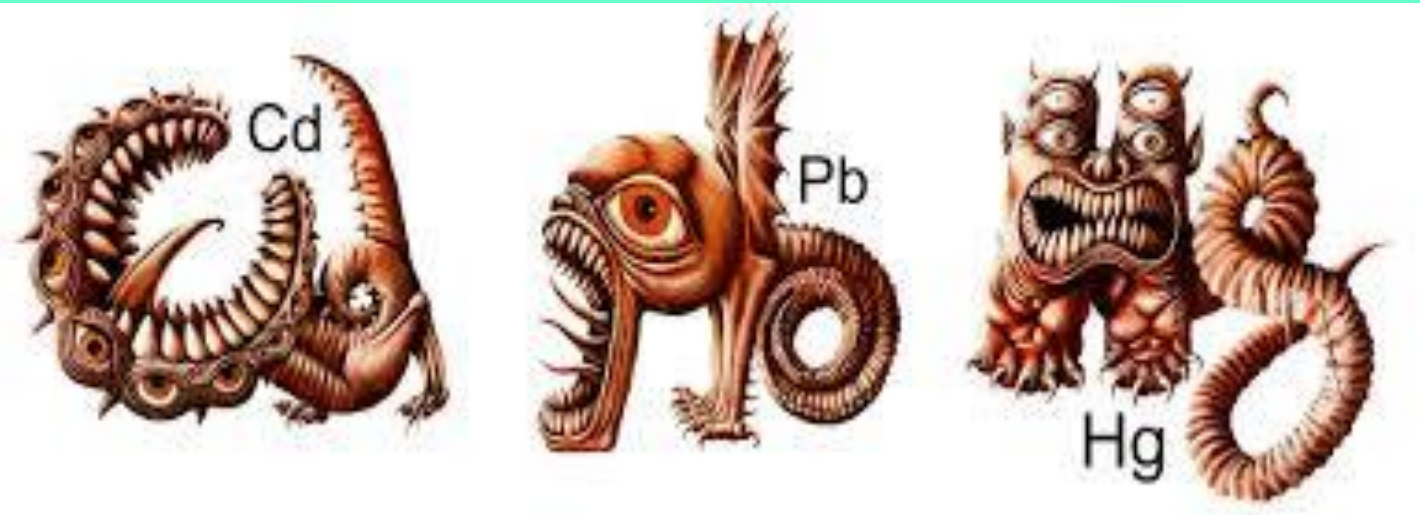
- **токсичної дії** (As, Be, Cd, Co, F, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Se, Sn, Ti, V). Із зазначених елементів деякі віднесені до обох груп. У низьких дозах вони не мають токсичної дії, але надлишок їх в організмі може спричинити її.

Згідно з рішеннями комісії ВООЗ ртуть, кадмій, свинець, миш'як, мідь, стронцій, цинк, залізо включені до переліку металів, вміст яких контролюється при міжнародній торгівлі. У країнах колишнього СНД контролю підлягають ще сурма, нікель, хром, алюміній, фтор, йод.

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.



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 та живими організмами. Відхилення від нього через ланцюги харчування передається людині та може спровокувати захворювання.

У ґрунтах, як правило, знаходиться одночасно кілька 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 (табл. 1).

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.

Вплив солей – сполук важких металів – на стан здоров'я населення прямо пропорційний величині техногенного навантаження на довкілля, яке 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).

Таблиця 1 – ГДК важких металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукти	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Sn	As
Картопля і овочі (свіжі, свіжозаморожені)	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Фрукти і ягоди свіжозаморожені	0,03	5	0,02	0,4	10	–	0,2
Гриби свіжі і 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 і консервовані	0,03	5	0,02	0,5	10	–	0,2
Фрукти, ягоди сушені і 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 і плодово-молочні суміші	0,02		0,01	0,3	50	–	0,2

Підвищений вміст у компонентах довіклля **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 вражають ґрунт, повітря, воду, а через них потрапляють у рослини, якими живляться тварини і люди. Індустріалізація, науково-технічний прогрес поглиблюють їх негативний вплив.

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* – убиваю) є засобами хімічного захисту рослин, їх поділяють на пестициди **першого** (сірка, сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, нікотин сульфат, піретрум) і **другого** (фосфор-органічні, хлороганічні, ртутьорганічні сполуки, карбонати, ціаніди, мідьвмісні речовини) **покоління**.



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 шляху 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 із 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.

Вимоги до пестицидів

Фермер

- Стійкість до змивання опадами
- Змішуваність
- Висока біологічна ефективність
- Відсутність фітотоксичності
- Зручність використання

Виробник

- Висока ефективність
- Висока селективність
- Екологічність
- Безпечність
- Стабільна якість

Споживач

Якість та безпечність
продуктів харчування



BASF
We create chemistry

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 і 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 спричиняють загибель багатьох організмів і можуть при накопиченні в ґрунті, сільськогосподарській продукції погіршувати стан людини (табл. 3).



Таблиця 3 – Характерні особливості різних груп пестицидів

Назва пестициду	Загальні відомості	Основні симптоми отруєння
Фосфор-органічні сполуки (ФОС)	Ці сполуки найчастіше використовуються та характеризуються високою активністю. Механізм дії полягає в пригніченні (сповільненні розвитку) холінестерази (антихолінестеразна дія). До ФОС належать афуган, актилік, карбофос, фталофол.	Посилення секреції залоз, скорочення гладких м'язів, сповільнення серцевих скорочень, розширення кровоносних судин, пониження артеріального тиску. Залежно від інтоксикації з'являються головний біль, 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, гексахлорбутадиєн, дихлор, хлорбензол, поліхокаефен, каптан, кельтан, метоксихло.р	Спричинюють порушення вуглецево-фосфорного обміну, пошкоджують нервову систему, верхні дихальні шляхи. Інтоксикація характеризується враженням нервової системи, появою головного болю, запамороченням, пошкодженням печінки.

Назва пестициду	Загальні відомості	Основні симптоми отруєння
Ртутьорганічні сполуки (РОС)	Характеризуються фунгіцидними (протигрибковими) і бактеріальними властивостями. Використовують для протруювання насіння. Накопичуються в головному мозку, печінці, нирках, наднирковій залозі. Виводяться повільно – 2-3 роки. Найпоширенішими РОС є грокозан, меркуран, меркурдексан.	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.
Ціаніди	До них належать сполуки з ціаністим натрієм, який міститься в тютюні, абрикосах, мигдалі. Використовують для боротьби з гризунами. Дія обумовлюється блокадою тканинного дихання.	За гострого отруєння настають втрата свідомості, параліч дихання і серця, за хронічного – 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.	За хронічного отруєння (більше 2 г) можливі розлад дихання і засвоєння їжі, блювота, понос, запалення ясен, збільшення печінки.

Назва пестициду	Загальні відомості	Основні симптоми отруєння
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.

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 в організм людини, викликають помітні фізіологічні зміни його окремих систем і органів 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 і викликають погіршення працездатності або порушення здоров'я.

За характером дії на окремі тканини і 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 і слизові оболонки; отрути, що впливають на репродуктивну функцію; загальноотруйні речовини.

Токсичність – це здатність хімічних речовин викликати отруєння, яке супроводжується порушенням стану організму і 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, які проявляють шкідливу дію у звичайних умовах і потрапляють в організм у відносно малих кількостях. Дію отрути класифікують **за ступенями токсичності** (табл. 4).

**Таблиця 4 – Токсикологічна класифікація речовин
(Залеський І. І., Клименко М. О., 2005 р.)**

Клас токсичності	LD 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, гідроксид натрію, сірчана кислота, кофеїн, тетрахлор вуглець
Помірно токсичні	500-5000	Від 1 унції до 1 пінти (0,473 л)	Метиловий спирт, ефір, фенobarбітал, амфетамін, керосин, аспірин
Малотоксичні	5000-15000	Від 1 пінти до 1 кварта (0,9463 л)	Етиловий спирт, мило

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 і 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 другої; послаблення дії другої; додавання дій обох речовин.** Наприклад, алкоголь посилює токсичну дію майже всіх отруйних продуктів, тому що в його присутності поліпшується всмоктування отруту і прискорюється їх окислення в організмі. Токсичні речовини можуть надходити в організм через органи дихання (пари, гази, пил), шкіру (в основному рідкі і маслянисті продукти) і шлунково-кишковий тракт (рідкі, тверді продукти і гази).

Найчастіше шкідливі речовини потрапляють в організм через органи дихання. Із легень отрути всмоктуються в кров і разносяться нею по всьому організму. Здібність проникнення хімічних продуктів залежить в основному від їх розчинності у воді і 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 в ньому різноманітних перетворень у результаті різних хімічних реакцій: окислення, відновлення, гідролізу, метилування, ацетилювання 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 в результаті перетворень токсичність деяких отрут може збільшуватись.

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 тривалу та сильну дію і призводять до тяжких хронічних отруєнь і захворювань. Надходження отрут з кісток, печінки, нирок тощо в кровотік може періодично зростати при нервовому напруженні, захворюваннях, прийому алкоголю, що веде 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 і 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.

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).

Хімічні речовини класифікують і **за ступенем небезпеки**, тобто за ступенем загрози для життя людського організму (табл. 5).

**Таблиця 5 – Класифікація речовин за ступенем небезпеки
(ГОСТ 12.1.007-76)**

Показники	Клас небезпеки			
	1	2	3	4
ГДК в повітрі виробничої зони, мг/м ³	< 0,1	0,1 – 1,0	1,1– 10,0	> 10
Середньо-смертельна доза при потраплянні до шлунку DL ₅₀ , мг/кг	1,5	15–150	151– 5000	> 5000
Смертельно-середня доза при нанесенні на шкіру DL ₅₀ , мг/кг	< 100	100–500	501– 2500	> 25000
Середньо-смертельна концентрація в повітрі CL ₅₀ , мг/кг	< 500	500– 5000	5001– 50000	> 50000
Зона гострої дії, мг/кг	< 6	6–18	18,1–54	> 54

Відомо, що ефект токсичної дії різних речовин залежить від того, в якій кількості і якими шляхами вони потрапляють до організму, наскільки тривала їх атака на організм, а також від їх фізичних властивостей, хімічної взаємодії з кров'ю і ферментами, що залежить від статі, віку, інколи від індивідуальної чутливості людини (табл. 6).

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

- токсичні речовини (спричинюють 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.



Таблиця 6 – 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	Задущлива дія (токсичний опік легенів)
Випари кислот, лугів, хлорпікрин	Сльозогінна дія
Атропін, наркотики	Психотропна дія (порушення психічної активності)

4. Ознаки хвороб хімічної етіології

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 якого-небудь 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 представляє серйозну проблему.

Її вирішення утруднюється тим, що лікар, як правило слабо знайомий зі всім зростаючим різноманіттям хімічних речовин, які можуть становити загрозу для людини, а також із першими початковими симптомами та ознаками інтоксикації, куди включаються й специфічні ураження (енцефалопатії, остеопатії, нефропатії, гепатопатії).

Діло утруднюється 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).

5. Практичні рекомендації та профілактичні заходи

При вивченні захворювань хімічної етіології аналіз повинен бути сфокусований у першу чергу на клінічні та епідеміологічні характеристики хвороби. Подальшу інформацію надають патоморфологія, токсикологія, патологічна анатомія, котрі мають пряме відношення до розкриття причини хвороби.

Інколи в ідентифікації етіологічного агента може допомагати детальний аналіз клінічних проявів та морфологічних змін в організмі. З іншого боку, дія деяких хімічних речовин, навіть тих, що викликають гостру інтоксикацію, не супроводжується морфологічними змінами в органах чи ці зміни дуже незначні та неспецифічні. Вивчення хвороб, які мають гострий початок невідомої етіології, обов'язково потребує розгляду як інфекційних, та і неінфекційних (хімічних) причин.

Таблиця 7 – Відмінності захворювань хімічної етіології від інфекцій

Інфекційні захворювання	Захворювання хімічної етіології
1. «Гра за правилами» між мікро- та макроорганізмом, котрі 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 із розвитком сенсibiliзації
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.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!