

В. С. Ткачишин ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПОДРАЗНЮЮЧОЇ ДІЇ ТА ОСНОВНІ ПАТОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОРГАНІВ ДИХАННЯ, ЩО ВОНИ ВИКЛИКАЮТЬ

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПОДРАЗНЮЮЧОЇ ДІЇ ТА ОСНОВНІ ПАТОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОРГАНІВ ДИХАННЯ, ЩО ВОНИ ВИКЛИКАЮТЬ

В. С. Ткачишин
Резюме

Відома велика кількість речовини подразнюючої дії, які викликають гострі та хронічні ураження органів дихання токсико-хімічної етіології. В основному це гази або речовини, що легко переходять у газо-подібний стан.

Токсико-хімічні речовини подразнюючої дії попадають в організм інгаляційним шляхом, викликають ураження органів дихання.

Розвиток клінічної картини ураження речовинами подразливої дії залежить від їх розчинності у воді. При розчиненні у рідинах, що покривають ротоглотку і дихальні шляхи, утворюються достатньо агресивні речовини, що мають корозивні властивості. Їх вплив призводить до опіків верхніх дихальних шляхів, розвитку гострого токсичного ларинготрахеїту або бронхіту. Дія цих речовин настає безпосередньо після контакту з ними.

Речовини, які не розчиняються або погано розчиняються у воді уражують в основному глибокі відділи органів дихання. Клінічні ознаки впливу цих речовин виникають, як правило, після латентного періоду різної тривалості. При цьому розвивається токсичний бронхіоліт і токсичний набряк легень.

Ключові слова: речовини подразнюючої дії, токсико-хімічні ураження органів дихання, клініка, профілактика, експертиза працездатності.

Укр. пульмонол. журнал. 2024;32(4):59–62.

Ткачишин Володимир Степанович
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
Професор кафедри внутрішньої медицини № 4
4а, вул. Підвисоцького, м. Київ, 01103, Україна
Тел.: +38097-255-14-72, tkachishin@i.ua

GENERAL CHARACTERISTICS OF IRRITANT CHEMICAL SUBSTANCES AND MAJOR RESPIRATORY PATHOLOGY THEY CAUSE

V. S. Tkachyshyn
Abstract

A large number of substances with an irritating effect are known, which cause acute and chronic toxic-chemical damage to the respiratory organs. Basically, these are gases or substances that easily change into a gaseous state.

Toxic and chemical irritating substances enter the body by inhalation, causing damage to the respiratory organs.

The development of the clinical picture due to the damage caused by irritant substances depends on their solubility in water. When dissolved in liquids covering the oropharynx and respiratory tract, sufficiently aggressive substances with corrosive properties are formed. They cause the burns of the upper respiratory tract, the development of acute toxic laryngotracheitis or bronchitis. The effect of these substances occurs immediately after a contact with them.

Substances that do not dissolve or dissolve poorly in water mainly affect the deep parts of the respiratory system. Clinical signs of exposure to these substances appear, as a rule, after a latent period of varying duration. At the same time, toxic bronchiolitis and toxic pulmonary edema develop.

Key words: toxic-chemical damage to the respiratory organs, clinical course, prevention, examination of working capacity.

Ukr. Pulmonol. J. 2024;32(4):59–62.

Volodymyr S. Tkachyshyn
O. O. Bogomolets National Medical University
Professor of the Department of Internal Medicine № 4
4a, Pidvysotskogo str., Kyiv, 01103, Ukraine
Phone: +38097-255-14-72, tkachishin@i.ua

Вступ

Отруйні речовини подразнюючої дії в мінімальних концентраціях впливають на чутливі нервові закінчення в слизовій оболонці дихальних шляхів і кон'юнктиви очей. За рахунок подразнення цих рецепторів виникають рефлекторні реакції зі сторони нервової системи й гуморальна реакція, що супроводжується виходом із опасистих та інших клітин біологічно активних речовин. Кон'юнктива очей і слизова дихальних шляхів мають багато нервових закінчень, які широко доступні для контакту з отруйними речовинами подразнюючої дії і тому дуже чутливі до їх впливу. В результаті виникають відчуття печії і болю.

Речовини подразнюючої дії викликають гострі і хронічні ураження органів дихання токсико-хімічної етіології [1–3]. Відома велика кількість речовин подразнюючої дії, основні представники яких наведені у табл. 1 [1].

© В. С. Ткачишин, 2024
www.search.crossref.org
DOI: 10.31215/2306-4927-2024-32-4-59-62

Таблиця 1

Токсичні речовини подразнюючої дії

Група речовин	Основні сполуки
Хлор та його сполуки	Хлор, хлороводень, хлоридна кислота, хлорне вапно, хлорпикрин, фосген, дифосген, трифосген, тіофосген, фосфору хлорат, фосфору трихлорид
Сполуки сірки	Сірчаний газ, сірководень, диметилсульфат, сульфатна кислота
Сполуки азоту	Оксиди азоту, нітратна кислота, амоніак, гідрозини
Сполуки фтору	Гідрогену фторид, плавикова кислота, солі плавикової кислоти (фториди), перфторізобутилен
Сполуки хрому	Хромовий ангідрид, хрому оксид, калію й натрію біхромати
Карбонільні сполуки металів	Нікелю карбоніл, феруму пентакарбоніл
Ізоціанати	Гексаметилендіізоціанат, толуїдиндіізоціанат
Розчинні сполуки берилію	Берилію фторид, берилію фторат, берилію хлорид, берилію сульфат
Органічні кислоти та їхні ангідриди	Формальдегід, мурашина кислота, ацетальдегід, оцтова (ацетатна) кислота

В основному це гази або речовини, що легко переходять у газоподібний стан. Хімічні речовини з вираженою подразнюючою дією на органи дихання називають також отрутами задушливої дії, оскільки їх вплив супроводжується порушенням газообміну в легенях та недостатністю доставки кисню до тканин.

Деякі представники, що наведені у таблиці 1, відносяться до бойових отруйних речовин задушливої дії. Представниками даної групи бойових отруйних речовин є фосген, дифосген, трифосген, тіофосген, хлор, хлорпікрин, які мають подібні хімічні та токсичні властивості. Найбільш ймовірно бойове застосування фосгену, який характеризується високою бойовою ефективністю та підступністю.

Усі перераховані в таблиці 1 сполуки попадають в організм інгаляційним шляхом, викликають ураження органів дихання, деякі з них можуть викликати ураження слизової оболонки очей. При контакті з тканинами речовини подразнюючої дії викликають запальну реакцію, у важких випадках — порушення структури тканин і їх некроз.

Розглянемо більш детально лише деякі з них [2, 3].

Хлор (Cl_2) — двоатомна молекула, газ зеленувато-жовтого кольору з різким задушливим запахом, у 2,5 рази важчий за повітря. Сама назва хлор походить від грецького $\chi\lambda\omega\rho\varsigma$ (жовто-зелений). Накопичується у западинах місцевості, низинах, у підвалах будинків і тунелях. Під час випаровування рідкий хлор утворює з водяним паром білий туман. У воді хлор розчиняється добре. В одному об'ємі води при звичайній температурі розчиняється понад два об'єми хлору. Розчин хлору в воді називають хлорною водою. Хлор застосовується у целюлозно-паперовому виробництві, текстильній промисловості, в металургії для виділення металів із руд, в органічному синтезі, у нафтовій і фармацевтичній промисловості, для виробництва хлорорганічних сполук, барвників. Використовується також як дезінфікуючий засіб, особливо у плавальних басейнах, шкільних та медичних закладах. Гранично допустима концентрація (ГДК) становить 1 мг/м³.

Сірчистий газ (діоксид сірки, сульфуру (IV) оксид, сірчистий ангідрид) — неорганічна бінарна сполука складу SO_2 . Безбарвний газ з різким задушливим запахом, удвічі важчий за повітря. Добре розчиняється у воді. У 1 об'ємі води розчиняється до 40 об'ємів SO_2 . Виділяється у металургійних цехах при обпалюванні і плавлінні руд, що містять сірчисті метали, при переробці нафти з високим вмістом таких сполук, на целулоїдних заводах, у виробництві скла, паперу, добрив, при відбілюванні різних матеріалів, у міднорудних та сірчанних шахтах, у рефрижераторах. Найбільші його кількості йдуть на виробництво сульфатної кислоти. Діоксид сірки має здатність знищувати різні мікроорганізми, тому ним обкурюють складські приміщення, підвали, винні бочки тощо, а також овочі і фрукти, щоб запобігти їх псуванню. ГДК — 10 мг/м³.

Сірководень (H_2S) — безбарвний газ із характерним запахом тухлих яєць. Виділяється при виробництві штучного шовку, віскозних волокон, застосуванні барвників на підприємствах, під час добування і переробки багато-

сірчаної нафти, вугілля, сірки. Міститься у повітрі шкіряних і цукрових підприємств. ГДК становить 10 мг/м³. Запах відчувається за дуже низьких концентрацій, як 0,00047 часток на мільйон, але сірководень має властивість пригнічувати роботу рецепторів та унеможливує постраждалими оцінку його присутності, що вимагає додаткової обережності при роботі, особливо самостійній. При концентраціях H_2S 1000 мг/м³ — миттєва блискавоподібна форма отруєння із втратою свідомості, судомами. Смерть настає від паралічу дихального і судиннорухового центру. Природні сірководневі води у терапевтичних дозах використовуються для санаторно-курортного лікування. Вода, насичена сірководнем у великій кількості — отруйна.

Азоту оксиди — група газів із валентністю азоту від I до V. Найбільше значення у виникненні токсико-хімічних уражень органів дихання має діоксид азоту — газ жовто-бурого кольору, відомий ще як «хвіст лисиці» у викидах у вигляді диму промислових підприємств. Азоту оксиди утворюються під час виготовлення сірчаної, хромової, азотної кислот, ароматичних нітрозоз'єднань, анілінових барвників, під час ацетиленового газозварювання, газорізання, електрозварювання. Їх можна виявити при виробництві азотних добрив, вибухівки, барвників, синтезі медичних препаратів. За останні роки тетроксид застосовують у ракетній техніці як високоефективний окислювач палива. ГДК у перерахунку на NO_2 — 5 мг/м³.

Фосген — хімічна сполука ряду оксогалогенідів складу COCl_2 . За звичайних умов є безбарвною газоподібною речовиною із запахом прілих фруктів або сіна. Назва фосген походить від грецького «світлонароджений». Це пов'язано з тим, що вперше він був отриманий англійським хіміком Джоном Деві в 1811 році при взаємодії C_2 з CO на прямому сонячному світлі. З 1915 року фосген почав застосовуватися як бойова отруйна речовина. Вдихання парів фосгену призводить до отруєння. Небезпечна концентрація фосгену для людини — 0,005 мг/л, смертельна — від 0,1 до 0,3 мг/л (при дії протягом 30 хвилин). При концентрації 5 мг/л смерть настає протягом двох-трьох секунд. Тривалість перебування фосгену у повітрі у чистому вигляді складає 30 хв влітку і до 3 годин взимку, отруєння можливе у місцях застою повітря (наприклад, в улоговинах). Фосген має кумулятивні властивості. Використання фосгену як хімічної зброї на сучасному етапі заборонено «Конвенцією про хімічну зброю». Фосген є проміжним продуктом при виробництві лаків, пестицидів, пластмас, фарб, безводних хлоридів металів, виділяється при горінні пластичних матеріалів.

Клінічна картина

Ураження речовинами подразливої дії бувають гострі та хронічні.

Розвиток клінічної картини ураження речовинами подразливої дії залежить від їх розчинності у воді. При розчиненні у рідинах, що покривають ротоглотку і дихальні шляхи, утворюються достатньо агресивні речовини, що мають корозивні властивості. Наприклад, вплив Cl_2 призводить до утворення в організмі HCl , вплив H_2S — до утворення сульфїду натрію. При гострих інтоксикаціях від

ступеня розчинності залежить тяжкість ураження. Токсичні речовини, які добре розчиняються у воді (хлор, водень хлористий, водень фтористий, сірчистий газ, аміак), в основному діють на слизову оболонку верхніх дихальних шляхів, трахеї і великих бронхів, що призводить до опіків верхніх дихальних шляхів, розвитку гострого токсичного ларинготрахеїту або бронхіту. Дія цих речовин настає безпосередньо після контакту з ними.

Речовини, які не розчиняються або погано розчиняються у воді (оксиди азоту, фосген, диметилсульфат, сполуки берилію, хлорпикрин, перфторізобутилен), уражують в основному глибокі відділи органів дихання. Клінічні ознаки впливу цих речовин виникають, як правило, після латентного періоду різної тривалості. При цьому розвивається токсичний бронхіоліт і токсичний набряк легень.

Залежно від проявів виділяють три ступеня тяжкості гострих інтоксикацій — легку, середньої тяжкості і тяжку. Легкі випадки характеризуються ураженням верхніх дихальних шляхів, трахеї і великих бронхів. Інтоксикація середньої тяжкості відповідає клінічній картині гострого токсичного бронхіту, коли до процесу залучаються великі бронхи, бронхи середнього і частково дрібного калібру.

Тяжкі форми інтоксикації супроводжуються картиною дифузного токсичного бронхіоліту або токсичного набряку легень.

Згідно з МКХ-10 токсичні ураження легень належать до X класу — “Хвороби органів дихання”, розділу J68, що включає “Респіраторні стани, викликані вдиханням хімічних речовин, газів, димів і парів” (табл. 2).

Таблиця 2

МКХ-10, X клас, розділ J68

Код	Патологічний процес
J68.0	Бронхіт і пневмоніт, викликаний хімічними речовинами, газами, димами і парами
J68.1	Гострий легеневий набряк, викликаний хімічними речовинами, газами, димами і парами
J68.2	Запалення верхніх дихальних шляхів, викликане хімічними речовинами, газами, димами і парами, не класифіковане в інших рубриках
J68.3	Інші гострі і підгострі респіраторні стани, викликані хімічними речовинами, газами, димами і парами
J68.4	Хімічні респіраторні стани, викликані хімічними речовинами, газами, димами і парами
J68.8	Інші респіраторні стани, викликані хімічними речовинами, газами, димами і парами
J68.9	Неуточнені респіраторні стани, викликані хімічними речовинами, газами, димами і парами

Гострий токсичний ларинготрахеїт — ураження слизових оболонок гортані і трахеї.

Основними клінічними симптомами захворювання є захриплість і осиплість голосу (іноді до його повного зникнення), сухий грубий кашель (іноді «гавкаючий») з більше вираженими нападами вранці і вночі, після глибокого вдиху, біль за грудиною під час кашлю, дискомфортні відчуття в області гортані (сухість, печіння, лоскотання, присутність стороннього тіла).

Об’єктивними проявами ураження речовинами подразнюючої дії є поява набряку, гіперемії і крововиливів у слизову оболонку гортані і трахеї, спазму верхніх дихальних шляхів. При важких ураженнях відмічаються виразки на слизовій оболонці гортані і трахеї, некротичні процеси. Виражені зміни слизової оболонки гортані і трахеї можуть привести до асфіксії і смерті постраждалого.

Гострий токсичний бронхіт — ураження слизової оболонки бронхів.

Клінічно характеризується утрудненням дихання, відчуттям дертя у горлі, стисненням, тяжкістю і болями у грудях. Кашель нападаподібний болючий з виділенням харкотиння слизистого характеру. Виражена задишка, яка може бути навіть у стані спокою.

Об’єктивно може спостерігатися ціаноз, Грудна клітка емфізематозна. Має місце коробковий відтінок перкуторного звуку над грудною кліткою. При аускультатії в легенях жорстке дихання, сухі і вологі хрипи;

Можуть бути залишкові явища у вигляді пневмосклерозу або розвиток хронічного бронхіту.

Гострий токсичний бронхіоліт — запалення нижніх відділів дихальної системи із залученням до патологічного процесу дрібних бронхів та бронхіол, що може призвести до їх часткової або повної непрохідності. Проявляється гіперсекрецією, набряком та некрозом епітеліальних клітин.

Клінічно характеризується кашлем з виділенням харкотиння, іноді з домішками крові, задишкою, біллю в грудній клітці. Пацієнтів також турбують головний біль, втрата апетиту, загальна слабкість.

Об’єктивно: ціаноз, грудна клітка емфізематозна. Збільшена частота дихання і температура тіла. При аускультатії в легенях сухі та вологі дрібнопухирцеві і середньопухирцеві хрипи. Відмічається тахікардія, ослаблення серцевих тонів, зниження артеріального тиску.

В крові нейтрофільний лейкоцитоз, підвищення швидкості зсідання еритроцитів.

Рентгенологічно відмічається наявність дрібносітчастих утворень з тенденцією до злиття. Корені легень розширені, нечіткі.

Гостра токсична пневмонія виникає в результаті короточасного впливу токсичної речовини. Вона стоїть окремо у розділі токсико-хімічних уражень органів дихання, оскільки викликається аспірацією в дихальні шляхи агресивних рідких речовин (наприклад аспірація бензину). Має гострий початок, короточасний перебіг, характеризується відсутністю повних інфільтративних осередків в легенях.

Безпосередній вплив токсичної речовини призводить до розвитку первинної пневмонії (токсичної пневмонії). Приєднання інфекції на фоні стихаючих ознак гострої інтоксикації класифікується як вторинна пневмонія.

Клінічно характеризується болями в грудній клітці, сильним кашлем з виділенням “ржавого” харкотиння, підвищенням температури тіла до 40 °С. Об’єктивно: ціаноз, ослаблення перкуторного тону над місцем ураження, аускультативно вислуховується бронхіальне дихання, вологі дрібнопухирцеві хрипи або крепітація. В крові нейтрофільний лейкоцитоз, лімфопенія, підвищення швидко-

сті зсідання еритроцитів. Рентгенологічно — вогнищеві або інфільтративні зміни. На 3–5 добу при сприятливому перебігу процес закінчується одужанням з нормалізацією всіх клініко-рентгенологічних показників.

Хронічні ураження бронхолегеневого апарату речовинами подразнюючої дії виникають при разовому або тривалому впливі невеликих концентрацій токсичних речовин. Може виникати хронічний риніт, фарингіт, трахеїт, бронхіт.

Хронічне ураження верхніх дихальних шляхів носить катаральний характер з розвитком атрофічних процесів. Клінічно: сухість та печія у носі, порушення носового дихання, дертя у горлі, носові кровотечі, осиплість голосу. Об'єктивно виникає гіперемія слизових оболонок. Фтор і хром мають певні особливості ураження і додатково викликають виразково-некротичні ураження носа.

Хронічний токсичний бронхіт розглядається як дифузне ураження бронхіального дерева, що характеризується рецидивуючим та прогресуючим перебігом. Розвиток цього процесу можна зобразити ланцюжком послідовних реакцій: подразнююча дія → гіперплазія → порушення секреторної, очисної та захисної функції слизової → приєднання інфекції → атрофія, набряк, спадання дрібних бронхів → бронхообструкція → пневмосклероз.

Для легкого перебігу захворювання характерний сухий або вологий кашель. Об'єктивно при аускультатії поодинокі сухі хрипи. При рентгенографії і визначенні функції зовнішнього дихання — незначні зміни. Загострення виникають рідко.

Захворювання середньої тяжкості проявляється нападами кашлю з виділенням гнійного харкотиння, задишкою при фізичному навантаженні. Об'єктивно при аускультатії жорстке, ослаблене дихання, розсіяні сухі та вологі хрипи. При рентгенографії — явища бронхіту, функція зовнішнього дихання характеризується обструктивними змінами. Загострення часті.

Для тяжкої стадії характерні виражені ознаки бронхоспазму, наявність ускладнень.

Хронічний бронхіт виникає при ураженнях перибронхіальних тканин. При ураженні інтерстиційної тканини виникає пневмосклероз, а міжальвеолярних перетинки — емфізема.

Токсичний набряк легень є важким патологічним процесом, який потребує окремого розгляду і був представлений у одній з попередніх публікацій автора [4].

Робота з речовинами подразнюючої дії є небезпечною [5], тому вимагає певної обережності і дотримання профілактичних заходів.

Профілактика розвитку гострих і хронічних уражень речовинами подразнюючої дії:

1. Герметизація устаткування.
2. Механізація процесів.
3. Ефективна вентиляція.
4. Індивідуальний захист.
5. Дотримання правил техніки безпеки.
6. Попередні і періодичні медичні огляди.

Загальні принципи дій осіб, що зазанють впливу токсико-хімічних речовин:

1. Необхідно якомога швидше вийти із зараженого району перпендикулярно до напрямку руху вітру.
2. Покинути квартиру (будинок, виробниче приміщення) виключити при цьому всі нагрівальні і працюючі прилади.
3. Якщо не має можливості покинути квартиру (будинок, виробниче приміщення) треба негайно провести її (його) герметизацію (щільно зачинити, вікна, двері, вентиляційні отвори).
4. Одягнути засоби індивідуального захисту (респіратори, ватно-марлеві пов'язки, змочені 2 % розчином соди).

Перша допомога при ураженні токсико-хімічними речовинами:

1. Вийти за межі зони дії токсичної речовини і забезпечити доступ чистого повітря.
2. Зняти забруднений одяг і теплою водою обмити відкриті контактні ділянки шкіри.
3. Промити очі великою кількістю води або слабким розчином соди (1 чайна ложка на склянку води).
4. Прополоскати ротову порожнину та ніс содовим розчином (1 чайна ложка на склянку води).
5. Для мінімізації ушкодження слизових оболонок застосувати інгаляції з додаванням соди.

Експертиза працездатності. При гострих ураженнях видається листок непрацездатності на весь термін перебування у стаціонарі. В подальшому питання вирішується залежно від наявності залишкових явищ. При хронічних ураженнях речовинами подразнюючої дії слід дотримуватися таких положень:

- при легких формах — повернення до роботи, тимчасова непрацездатність;
- при формах середньої тяжкості — раціональне працевлаштування без контакту з хімічною речовиною;
- тяжкі форми — встановлення I або II групи інвалідності на медико-соціальної експертній комісії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коломоєць МІО, Хухліна ОС. Професійні хвороби. Київ: Здоров'я. 2004;271–297.
2. Костюк ІФ, Капустник ВА. Професійні хвороби. Київ: Здоров'я. 2003;145–156.
3. Ткачишин ВС. Професійні хвороби. Київ: Інформаційно-аналітичне агентство. 2011;386–396.
4. Ткачишин ВС. Токсичний набряк легень. Острые и неотложные состояния в практике врача. 2007;(2);44–47.
5. Ткачишин ВС. Чим небезпечна робота з речовинами подразнюючої дії. Довідник спеціаліста з охорони праці. 2019;(8):57–60.

REFERENCES

1. Kolomoiets MI, Khukhlina OS. *Profesijni khvoroby* (Occupational diseases). Kyiv: Zdorovia. 2004;271–297.
2. Kostjuk IF, Kapustnyk VA. *Profesijni khvoroby* (Occupational diseases). Kyiv: Zdorovia. 2003;145–156.
3. Tkachyshyn VS. *Profesijni khvoroby* (Occupational diseases). Kyiv: Informatsiino-analitychne ahentstvo. 2011;386–396.
4. Tkachyshyn VS. *Toksychnyi nabryak lehen* (Toxic pulmonary edema). *Ostriye y неотложные состояния в практике врача*. 2007;(2);44–47.
5. Tkachyshyn VS. *Chym nebezpechna robota z rehovynamy podrazniuvalnoyi diyi* (What is the danger of working with irritants)? *Dovidnyk spetsialista z okhorony pratsi*. 2019;(8):57–60.