

Онкологія

Гематологія

Хіміотерапія



№ 2 (81) 2023 р.
10 200 примірників*
Передплатний індекс 37634



Доктор медичних наук,
професор
Олексій Ковальов

**Атмосферні канцерогени
та рак під час війни
в Україні**

Читайте на сторінці **14**



Доктор медичних наук,
професор
Ірина Крячок

**Рецидивна/рефрактерна
мієлома: пошук
оптимального
клінічного рішення**

Читайте на сторінці **18**



Доктор медичних наук
Андрій Лукашенко

**Гепатоцелюлярна
карцинома:
епідеміологія,
діагностика,
лікування**

Читайте на сторінці **21**



Доктор медичних наук
Сергій Кожухов

**Сучасні принципи надання
онкологічної допомоги:
запозичення досвіду
та впровадження в Україні**

Читайте на сторінці **34**



Кандидат медичних наук
Андрій Безносенко

**Колоректальний рак
в Україні**

Читайте на сторінці **7**

КІТРУДА®

(пембролізумаб) інфузія 100 мг, МСД

MSD
MSD Oncology

КЛЮЧ ДО БІЛЬШИХ МОЖЛИВОСТЕЙ У ЛІКУВАННІ ВАШИХ ПАЦІЄНТІВ:

КІТРУДА® ПОКАЗАНА ДЛЯ 18 ТИПІВ ЗЛОЯКІСНИХ ПУХЛИН¹



Поширення: 1. Інструкція для медичного застосування лікарського засобу Кітруда®, Р.П. № UA/116209/01/01, наказ МОЗ України № 43 від 11.01.2022 р. Компанія MSD не рекомендує застосування лікарських засобів інакше, ніж це передбачено в діючій інструкції для медичного застосування. Перед застосуванням лікарського засобу, будь ласка, ознайомтесь з чинною інструкцією для медичного застосування.
КІТРУДА®. Склад: діюча речовина: pembrolizumab; 1 мл концентрату містить 25 мг пембролізумабу; 1 флакон (4 мл концентрату містить 100 мг пембролізумабу. **Протипоказання.** Тяжка гіперчутливість до діючої речовини (пембролізумабу) або будь-якої допоміжної речовини препарату. **Взаємодія з іншими лікарськими засобами та інші види взаємодій.** Офіційні дослідження фармакокінетичної взаємодії інших лікарських засобів із пембролізумабом не проводилися. Оскільки пембролізумаб виводиться з системи кровообігу за допомогою катаболізму, метаболічні взаємодії з іншими препаратами не очікуються. **Передозування.** Немає інформації про передозування препарату Кітруда®. **Побічні реакції.** Імуноопосередковані побічні реакції, включаючи серйозні та летальні випадки, спостерігалися у пацієнтів, які отримували препарат Кітруда®. Імуноопосередковані побічні реакції можуть виникати під час або після припинення лікування: імуноопосередковані пневмонії, імуноопосередкований коліт, імуноопосередкований гепатит, надниркова недостатність, гіпофізит, порушення функції щитовидної залози, цукровий діабет 1 типу, імуноопосередкований нефрит і порушення функції нирок, тяжкі шкірні реакції: бульозний пемфігоїд. **Побічні реакції, пов'язані з проведенням інфузії:** Препарат Кітруда® може бути причиною розвитку тяжких або загрозливих для життя побічних реакцій, пов'язаних з проведенням інфузії, включаючи гіперчутливість і анафілаксію, про що повідомлялося у 0,2% пацієнтів, які отримували цей лікарський засіб. Ембріофетальна токсичність: препарат Кітруда® може негативно впливати на плід при застосуванні вагітним жінкам. Проконсультуйте жінку щодо потенційного ризику для плода. Проконсультуйте жінку репродуктивного віку щодо використання високоєфективних засобів контрацепції у період лікування препаратом Кітруда® і протягом 4 місяців після введення останньої дози застосування у період вагітності або годування груддю. **Здатність впливати на швидкість реакції при керуванні автотранспортом або іншими механізмами.** Діти. Безпеку та ефективність препарату Кітруда® як монотерапії встановлено для дітей з cHL, PMBCL, MCC, пухлиною з MSH-н та раком з TMB-H. Застосування препарату Кітруда® дітям за цими показаннями підтверджено доказами належного рівня і добре контрольованих досліджень застосування препарату Кітруда® дорослим з додатковими даними фармакокінетики та безпеки у дітей. Пембролізумаб може мінімально впливати на здатність керувати транспортним засобом і користуватися іншими механізмами. Після застосування пембролізумабу повідомлялося про втому. **Виробник.** Шерінг-Плау Лабо Н.В., Бельгія/Schering-Plough Labo NV, Belgium. Місцезнаходження виробника та адреса місця провадження його діяльності. Індустріпарк 30, Хейст-оп-ден-Берг, 2220, Бельгія/Industriepark 30, Heist-op-den-Berg, 2220, Belgium. РП: UA/116209/01/01 Наказ МОЗ №43 від 11.01.2022. Термін дії РП:з 01.08.2017 по 01.08.2022. Матеріал призначений виключно для фахівців сфери охорони здоров'я та пацієнтів, яким лікар призначив препарат компанії MSD Кітруда®. Для розповсюдження/демонстрації під час спеціалізованих медичних заходів. Для розміщення в спеціалізованих медичних виданнях. Для розповсюдження електронною поштою.
Для повідомлення про небезпечні явища при застосуванні лікарських засобів компанії MSD, зателефонуйте нам +38 044 393 74 80 або напишіть на pharmacovigilance.ukraine@msd.com. Якщо у Вас виникли питання з медичної інформації про продукцію компанії MSD, напишіть нам на medinfo@msd.com. Ця інформація надає компанія MSD в якості професійної підтримки фахівцям сфери охорони здоров'я. Матеріал затверджений: лютий 2022. Матеріал дієвий до: лютий 2024. Авторські права © [2020] ТОВ «МСД Україна». Всі права захищені. Може розповсюджуватися у необмеженій кількості копій, ТОВ «МСД Україна». Адреса: вул. Амосова, 12, Бізнес-центр «Горизонт Парк», корп. 1, 3 поверх, м. Київ, Україна, 03038, тел./факс: +38 044 393 74 80. www.msd.ua UA-KEY00261

MSD

О.О. Ковальов, д. мед. н., професор, завідувач кафедри онкології
ДЗ «Запорізька медична академія післядипломної освіти МОЗ України»;
К.О. Ковальов, к. мед. н., директор благодійного фонду «Світ проти раку», м. Запоріжжя

Атмосферні канцерогени та рак під час війни в Україні



Сучасне місто, ймовірно, є найбільш непривабливим і штучним місцем на цій планеті.
Генрі Форд

Дерева забруднюють повітря більше, ніж автомобілі.
Рональд Рейган



О.О. Ковальов



К.О. Ковальов

Люди щодня роблять тисячі вдихів і споживають близько 10 000 літрів повітря на день. Разом з необхідним киснем легені отримують також значні дози забруднювачів, які можуть бути присутніми у різних концентраціях. Забруднювачем повітря вважається будь-яка речовина, що не осідає на поверхню Землі під дією сили тяжіння і може завдати шкоди здоров'ю людей, екосистемі або всій планеті. Деякі забруднювачі, такі як діоксид вуглецю та метан, сприяють зміні клімату, інші речовини безпосередньо впливають на здоров'я людини.

Країни із забрудненим повітрям

Сьогодні забруднення повітря у світі визнано найбільшою екологічною загрозою для цивілізації. У 2016 році 90% населення Землі проживало в небезпечних місцях, які щодо якості дихання не відповідали вимогам Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). Слід визнати, що відтоді у країнах із високим рівнем економічного розвитку умови життя покращилися, але у країнах з низьким і середнім соціально-демографічним індексом якість повітря залишається низькою.

Внесок кожної країни у загальне забруднення атмосферного повітря у світі різний. Країною з найвищим рівнем забрудненості вважається Монголія. Для порівняння – Фінляндія посідає 109 місце з дуже невеликим негативним впливом, а Україна – 46 місце.

Мешканці індустріальних міст демонструють різну здатність жити в біологічно агресивному та небезпечному середовищі. Але адаптація населення промислово розвинених районів до постійної наявності подразнюючих речовин у повітрі, яким вони дихають, не дозволяє їм уникнути хронічних захворювань, у тому числі раку.

Вплив забрудненого повітря на здоров'я людини

За оцінками ВООЗ, у світі забруднення повітря щорічно забирає близько 7 мільйонів життів. 80% цих смертей пов'язані з неінфекційними захворюваннями, що можна порівняти зі смертністю від вживання тютюну. Тривалий вплив забрудненого повітря підвищує ризик смерті від ішемічної хвороби серця на 24%, від раку легені на 28%, хронічної обструктивної хвороби й інфекції легень на 43%, інсульту на 25%, а також від діабету 2 типу, ожиріння, хвороби Альцгеймера та деменції. Продовжують вивчати роль забруднення повітря у розвитку астми, когнітивних розладів і хронічної хвороби нирок. Приблизно 4,2 мільйона людей щороку помирають від забруднення атмосферного повітря і 3,8 мільйона – від побутового.

Ще у 1950 році англійські епідеміологи Річард Долл і Остін Хілл назвали дві можливі причини збільшення випадків раку легені у ХХ столітті. Вони вважали, що такими можуть бути загальне забруднення атмосферного повітря автомобільними вихлопами, пилом асфальтованих доріг, заводів, промислових підприємств і димом від горіння вугілля. Згодом вчені довели роль куріння як домінуючої причини раку легені і, можливо, на наступні 70 років відвернули увагу від впливу забруднення атмосферного повітря як ще однієї головної причини раку.

Сьогодні відомо, що крім раку легені, атмосферні канцерогени відповідають за розвиток раку грудної залози у жінок (11,6%), передміхурової залози (7,1%), товстої кишки (6,1%), шлунка (8,2%), печінки (8,2%), а також раку носоглотки, гортані, стравоходу, підшлункової залози, нирок, сечового міхура, яєчника, шийки матки та мієлоїдного лейкозу.

Класифікація забруднювачів атмосферного повітря

Забруднювачі атмосферного повітря розділяють на первинні та вторинні, газоподібні й тверді часточки. Основні первинні забруднювачі

повітря, що викидаються безпосередньо в навколишнє середовище, в основному утворюються в результаті згорання палива та біомаси. Це діоксид сірки (SO₂), діоксид азоту (NO₂), оксид вуглецю (CO) та легкі органічні сполуки. Прикладом первинних твердих часточок є вуглецевмісні аерозолі, в тому числі чорна сажа.

Основні вторинні забруднювачі повітря утворюються в атмосфері шляхом фотохімічних реакцій. Так, газоподібний озон (O₃), основний компонент фотохімічного смогу, утворюється в атмосфері, коли оксиди азоту (NO) та вуглеводні легкі органічні сполуки реагують між собою у присутності сонячного світла. Прикладом вторинних аерозолів є часточки сульфату (сірчаної кислоти H₂SO₄) та нітрату амонію NH₄NO₃, які утворюються в атмосфері з SO₂ та NO.

Забруднювачі можуть викидатися у зовнішнє чи внутрішнє середовище – як на вулицю, так і в приміщення.

Слід враховувати комбіновану дію різних компонентів атмосферного повітря, які можуть посилити шкідливий вплив на тканини. До канцерогенів, які діють синергічно, належать азбест, радон, штучні волокна, компоненти тютюнового диму.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні

В атмосферному повітрі було виявлено близько 500 різних поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Нещодавно деякі з них були кваліфіковані як канцерогени групи 1 (Міжнародне агентство з вивчення раку – IARC, 2010). Внаслідок перенесення в атмосфері на великі відстані ПАВ можуть поширюватися на регіональному та навіть на міжконтинентальному рівнях. Наприклад, ПАВ, що викидаються в Східній Азії, переносяться на західне узбережжя США, а ті, що викидаються в російській федерації, впливають на концентрації ПАВ в Арктиці.

Антропогенних джерел ПАВ значно більше ніж тих, що виникають у результаті природних явищ (лісові пожежі та виверження вулканів), і їх викиди з промислових джерел становлять 520 000 т на рік. Найбільші викиди ПАВ у світі відбуваються внаслідок неповного згорання у відкритих печах органічних матеріалів (біопалива), деревини, первинної твердої біомаси, гною чи торфу. ПАВ викидаються в атмосферу під час коксування вугілля та переробки нафти. Іншими джерелами значних викидів вуглеводнів є заводи з виробництва сажі, консервації деревини (креозот), асфальтова та бітумна промисловість, виробництво алюмінію, чавуну, сталі, шин, електростанції, сміттєспалювальні заводи та спалювання стерні. Велика кількість ПАВ виділяється в атмосферу старими дизельними та бензиновими автомобільними двигунами.

До антропогенних джерел ПАВ належать також дим від приготування їжі та консервування продуктів. До значних викидів ПАВ у країнах північної Європи призводить побутове опалення приміщень за допомогою мазутних і дров'яних печей.

Тютюновий дим у навколишньому середовищі є джерелом забруднення повітря всередині приміщень, зокрема житлових будинків. Навіть після припинення куріння повітря та пил у будівлях залишаються забрудненими ще довгий час (це так званий дим із третіх рук).

Озон

Тропосферний озон є високореактивним забруднювачем, що чинить несприятливий вплив на здоров'я людини. Озон не виділяється безпосередньо у повітря, а утворюється при складній хімічній взаємодії оксидів азоту з леткими органічними сполуками у присутності сонячного світла.

Оксиди азоту виділяються при спалюванні палива (нафти, газу та вугілля) в автомобілях, електростанціях, промислових котлах і системах опалювання будинків. Леткі органічні сполуки також викидаються у повітря двигунами машин, при видобутку та переробці нафти та газу, а також унаслідок інших видів промислової діяльності. Певні типи летких органічних сполук можуть виділятися з природних джерел, таких як дерева.

Результати досліджень доводять, що рівень озону сьогодні на 30-70% вищий, ніж 100 років тому. Це залежить від збільшення викидів хімічних речовин, що утворюють озон, а також від підвищення глобальної та локальної температури Землі.

Озон сам по собі є парниковим газом, сприяючи потепліттю на планеті. Він є важливим регіональним забруднювачем, який переноситься на великі відстані, що призводить до його високих рівнів далеко від джерел викидів.

Тверді часточки — забруднювачі атмосферного повітря

Тверді часточки (ТЧ) — це численний клас хімічно та фізично різноманітних аерозолів, що складаються з твердих елементів або крапель рідини, зважених у повітрі. Аерозолі відрізняються за розміром, походженням, хімічним складом і поведінкою в атмосфері.

Джерелами ТЧ у повітрі є двигуни внутрішнього згорання (особливо дизельні), тверде паливо (вугільні електростанції), спалювання відходів, видобуток корисних копалин, виплавлення металів, сільськогосподарська діяльність (використання азотних добрив), домашні джерела обігріву, приготування їжі (копильні). Ці часточки також є продуктом багатьох природних явищ (піщани бурі та виверження вулканів).

Первинні ТЧ (наприклад, сажа) викидаються в атмосферу внаслідок спалювання, промислових процесів, роботи електростанцій, дизельних двигунів. До первинних ТЧ належить пил з доріг, будівельних майданчиків і пісок з пустель.

Вторинні ТЧ утворюються в атмосфері з первинних газоподібних забруднюючих речовин (SO₂ та NO). Вони зазвичай складаються із сполук сульфатів, нітратів, хлоридів, амонію, органічного вуглецю та конденсованих металів — цинку (Zn), миш'яку (As), селену (Se), молібдену (Mo), кадмію (Cd) та ртуті (Hg).

Тверді забруднювачі атмосферного повітря є основною причиною смертності людей.

Розміри твердих часточок у повітрі

Розміри ТЧ мають велике значення, тому вони класифікуються залежно від аеродинамічного діаметра.

Великі ТЧ (в англійській транскрипції РМ) мають розмір >10 мкм і зазвичай потрапляють тільки в ніс і горло та не осідають у легенях. Дрібні ТЧ з аеродинамічним діаметром

≤2,5 мкм досягають альвеол. Найменша фракція ТЧ містить наночасточки з аеродинамічним діаметром ≤0,1 мкм. Вони проникають з альвеол у кровообіг і досягають віддалених органів.

Хоча вплив як великих (10 мкм), так і найдрібніших (0,1 мкм) ТЧ у повітрі може бути шкідливим для здоров'я, тривалий вплив ТЧ саме діаметром 2,5 мкм є основною причиною смертності від серцево-судинних, респіраторних захворювань і раку.

У 2019 році в 27 державах-членах Європейського Союзу приблизно 307 000 випадків передчасної смерті були пов'язані з ТЧ розміром 2,5 мкм.

Переміщення твердих часточок

Великі часточки (10 мкм) зазвичай осідають на землю протягом декількох хвилин або годин і переміщуються в межах десятків кілометрів від джерела викидів. ТЧ розміром 2,5 мкм можуть залишатися в атмосфері від кількох днів до тижнів і переміщуються на відстані від сотень до тисяч кілометрів. ТЧ діаметром 2,5 мкм є регіональним забруднювачем, вони можуть впливати на повітря сусідніх країн незалежно від рівня їх розвитку.

Середньорічна концентрація ТЧ розміром 2,5 мкм у повітрі багатьох країн становить 46 мкг/м³, що у 4 рази перевищує рекомендований ВООЗ показник якості повітря для світу (не більше 10 мкг/м³).

Горіння

Горіння — це реакція між паливом та окисником, що супроводжується виділенням тепла. Паливом зазвичай є вуглецевмісні матеріали (бензин, деревина або вугілля), а окисником — кисень повітря.

Основними продуктами згорання вуглеводного палива є вуглекислий газ і вода, однак горіння може призвести до викидів інших сполук через неповне згорання, домішки у паливі та присутність у повітрі азоту.

Більша частина отруйних речовин у повітрі, що утворюються при горінні, є органічними молекулами та вуглецевими структурами. До них належать формальдегід, 1,3-бутадієн, бензол, ароматичні сполуки, ПАВ, діоксини, сажа, елементарний вуглець. Але при горінні у повітрі з'являються також неорганічні продукти і ТЧ. Зазвичай вони утворюються із забруднюючих речовин у паливі. В першу чергу до них належить сірка, що міститься у багатьох видах палива і окиснюється при згорянні до діоксиду та триоксиду (SO₂). Триоксид сірки конденсується з водою, утворюючи сірчану кислоту. Хлор при згорянні реагує з водою з утворенням соляної кислоти. Оксид азоту утворюється з азоту, який становить більшу частину повітря. Вугілля та нафта містять різні мінерали, в тому числі оксиди заліза та кременію. Ці мінерали зазвичай виділяються у вигляді дрібних часточок. При горінні також утворюються деякі метали, зокрема ртуть.

Дим від згорання дерев є типовим аерозолем. Він є складною сумішшю газів, сажі, золи, смолистих речовин і ТЧ. Деревний дим містить токсичний чадний газ, діоксид азоту, бензол, толуол, формальдегід, акролеїн, фуран, ПАВ, леткі органічні сполуки та важкі метали — свинець, кадмій, миш'як. При згорянні

1 т деревини в атмосферу виділяється 125 кг чадного газу, 12 кг вуглеводів, 2 кг оксиду азоту та 22 кг частинок вугільного пилу.

Продукти згоряння можуть переноситися в атмосфері на тисячі кілометрів.

Список канцерогенів групи 1 за IARC включає велику кількість агентів, які утворюються при горінні: бензол, дизельні вихлопи, бензапірен, 1,3-бутадиєн та інші ПАВ. Вихлопи бензинового двигуна поки що вважаються канцерогенами групи 2B, хоча вони містять бензол, ПАВ і 1,3-бутадиєн.

Забруднення повітря у житлових приміщеннях

Деякі люди піддаються впливу диму не тільки внаслідок лісових пожеж, а й у приватних домогосподарствах. Всередині приміщень канцерогенними є викиди від спалювання вугілля та приготування їжі на твердому паливі. 49% населення світу (близько 3,8 мільярда осіб) зазнають впливу побутового забруднення повітря внаслідок спалювання твердого палива. Більшість із них мешкає в 17 країнах, де проживає понад 50 мільйонів осіб і понад 10% населення використовує тверді види палива для приготування їжі. Нерідко при опаленні використовується не тільки натуральна деревина, а й сміття, пластик, гума, гній тварин.

Дрібні часточки продуктів згоряння не можуть бути відфільтровані дихальною системою і проникають глибоко у легені, залишаючись активними в організмі людини у 40 разів довше, ніж інгредієнти цигаркового диму. Ці токсичні забруднювачі створюють ризик розвитку раку легені, який в 12 разів вищий, ніж у пасивних курців.

Забруднення повітря всередині приміщень внаслідок спалювання твердого палива викликає 16 000 випадків захворювання легень щорічно. Крім онкологічних ризиків, дим від спалювання деревини може викликати коронарний тромбоз, інсульт, емфізему легень, астму і пневмонію.

За оцінками ВООЗ, щорічно у світі через дим від пічного опалення помирають приблизно 3 мільйони людей.

Автомобілі та забруднення атмосферного повітря

Ще в 1950 році на Лондонській конференції, присвяченій вивченню причин раку легені, третя гумових автомобільних шин по дорожньому гудроні було визнано важливим фактором ризику розвитку злоякісних пухлин. Сьогодні довжина доріг у світі становить 69 мільйонів кілометрів. По них пересуваються 1,2 мільярда легкових і вантажних автомобілів.

Підвищення концентрації CO, NO₂, ПАВ, сажа та ультратонких ТЧ від експлуатації автомобілів спостерігається на відстані 200-500 метрів від проїжджої частини дороги.

Викиди різних забруднюючих речовин транспортних засобів становлять приблизно 20-40% у структурі забруднення атмосферного повітря. Найбільшу небезпеку становлять оксид азоту, який є приблизно в 10 разів небезпечнішим за чадний газ, діоксид азоту, альдегіди (ацетальдегід, формальдегід та ін.), ПАВ, бензол, 1,3-бутадиєн, метали, ТЧ з аеродинамічним діаметром <10 та <2,5 мкм, колоїдні матеріали, що виділяються в повітря внаслідок тертя гумових шин об асфальт, найдрібніші часточки азбесту, що використовується в автомобільних гальмівних накладках.

Забруднене повітря і рак легені під час війни

Для працівників військової промисловості та військовослужбовців ризик захворіти на рак легені на 25% вищий порівняно з населенням у цілому. Основними причинами захворюваності є куріння, пил, азбест, чадний газ у вихлопах дизельних двигунів, тяжкий смог, пожежі на нафтових свердловинах.

Не виключено, що чад і дим від окопних свічок також можуть бути фактором ризику. Окопна свічка – назва пристрою для освітлення, обігріву, сушіння одягу та приготування їжі у вигляді бляшанки, в яку поміщений картон, залитий воском або парафіном. Для виготовлення окопних свічок найчастіше використовується пористий матеріал із картонних ящиків. Поширеності в Україні цей пристрій набув з 2014 року, з початком російсько-української війни. Цією зимою окопні

свічки часто використовувалися українськими військовими, бо альтернативу їм складно було знайти.

Ями, що горять (Burn Pit) – це один зі способів утилізації армійських відходів армією США. На війні в Іраку й Афганістані військовий одяг, пластик, екскременти підпалювали за допомогою авіаційного пального і таким чином утилізували у величезній кількості. Міністерство оборони США підрахувало, що від диму ям постраждали близько 3,5 мільйона військовослужбовців, у яких згодом розвинулися констриктивний бронхіоліт, хронічний плеврит, фіброз, рак легені, гліома.



Пожежі і дим в українських містах під час війни



Засновник і директор благодійного фонду «Світ проти раку» з волонтерами збирають ґрунт для дослідження вмісту азбесту й інших канцерогенів біля зруйнованих ракетами будівель у центрі міста Запоріжжя



Український винахід – окопна свічка, яка використовується на передовій для освітлення, обігріву, сушіння одягу та приготування їжі

Так, Джозеф Робінетт «Бо» Байден помер у віці 46 років від гліобластоми головного мозку після того, як тривалий час зазнавав впливу диму з палаючих ям під час несення військової служби в Косово (1990) та в Іраку (2009). Американський політик і державний діяч, сенатор США, кандидат у президенти США від Республіканської партії на виборах 2008 року Джон Сідней Маккейн, який був льотчиком палубної авіації та ветераном В'єтнамської війни, також помер від гліобластоми у 2018 році.

На війні людина стикається з багатьма канцерогенними речовинами, концентрація яких різко зростає в повітрі під час вибухів і руйнування будівель. До таких речовин належать дим, пісок, пил, ТЧ та азбест, що є канцерогенами класу 1A за IARC.

Під час війни в Україні щодня утворюються тисячі тонн небезпечних відходів зі зруйнованих будівель, які містять азбест. Це може підвищувати ризик розвитку багатьох онкологічних захворювань – раку легені, гортані, мезотеліоми та ін. Тому сьогодні дослідження

канцерогенів воєнного часу в ґрунті та повітрі міст є дуже актуальним для України. Фонд «Світ проти раку» ініціює таке дослідження та запрошує до його реалізації вчених із провідних академічних установ нашої держави та країн Європейського Союзу.

Біологічні механізми канцерогенезу

Серед частинок згоряння переважають тверді речовини (сажа, метали) й органічні рідини (ПАВ, алкани). Хімічні реакції в атмосфері перетворюють органічні та неорганічні викиди на більш окиснені та більш розчинні у воді сполуки. При фотохімічному окисненні з антропогенних і біогенних ароматичних алканів утворюються альдегіди, кетони, кислоти, органічні пероксиди й епоксиди. Оксиди азоту реагують з утворенням азотної кислоти та нітрату амонію. Діоксид сірки окиснюється до кислоти або сульфату амонію. Атмосферні органічні ТЧ включають алкани, ароматичні вуглеводні, дикарбонові кислоти, складні ефіри, аміни, альдегіди та нітрокатехіни.

Сьогодні наявні незаперечні докази, що навколишнє повітря містить сотні генотоксичних сполук. Після вдихання забруднювачі повітря можуть впливати на трахеобронхіальні, альвеолярні шляхи та деякі екстратермальні органи.

та верхніх дихальних шляхів та ефективно видаляються. Навпаки, ПАВ та озон переносяться в альвеоли легень, де включаються до процесів газообміну з тканинами людини.

Діоксини, сірковмісні сполуки (SO₂, H₂SO₄), 3-нітробензантрон і ПАВ є класом сполук, здатних генерувати адукти ДНК у людини. Вплив ТЧ і газу може мати серйозні наслідки як на місцевому, так і на системному рівні, викликаючи тривале слабовиражене запалення та окисний стрес. У клітинах бронхіального епітелію, які зазнали впливу різних концентрацій ТЧ розміром 2,5 мкм, відбуваються uszkodження ДНК і зміни транскрипції в сотнях генів, які беруть участь у запальній, імунній відповіді та окисному стресі. Сполуки, що забруднюють повітря, викликають також вивільнення прозапальних цитокінів: інтерлейкіну-6, фактора некрозу пухлини і гранулоцитарного макрофагального колоніестимулюючого фактора, які призводять до слабовираженого хронічного запалення не тільки в дихальних шляхах, а й у всьому організмі.

Разом з рідко- та твердофазними водорозчинними й жиророзчинними сполуками в альвеоли легень потрапляють також дрібні часточки (твердий графітовий вуглець, метали та в'язкі органічні рідини). Вони несуть на собі принаймні 500 різних хімічних класів органічних і неорганічних речовин, здатних викликати мутації ДНК.

Різні типи ТЧ пилу та диму від спалювання деревини також можуть зумовлювати окисний стрес із подальшими одноланцюжковими розривами ДНК.

Епігенетичні механізми атмосферних канцерогенів включають метилювання ДНК, модифікацію гістонів, ремодельовання хроматину та транскрипційні зміни в некодуючих мРНК. Ці аномальні модифікації відіграють важливу роль у канцерогенезі.

Рекомендації ВООЗ щодо захисту населення від забруднення повітря

У 2015 році Всесвітня асамблея охорони здоров'я визнала забруднення повітря фактором ризику неінфекційних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, інсульт, хронічна обструктивна хвороба легень, астма та рак.

Для вивчення впливу забрудненого атмосферного повітря на здоров'я людей IARC скликало міждисциплінарну комісію, до якої увійшли епідеміологи, токсикологи, фахівці з вивчення атмосфери, біологи, представники регулюючих органів. Було наголошено, що втручання щодо зниження впливу забруднення повітря повинні діяти на різних рівнях, включаючи індивідуальний, громадський, промисловий та широкий регіональний. Ухвалено створити національні стандарти якості навколишнього повітря, постійно проводити його моніторинг, у тому числі контроль дрібних часточок, здійснювати суворий контроль і приділяти особливу увагу джерелам викидів канцерогенів в атмосферу.

Підкреслено, що, на жаль, за допомогою дій регулюючих органів повністю уникнути ризику неможливо. Досвід свідчить, що державні органи контролю можуть тривалий час не робити жодних дій для очищення навколишнього середовища, на відміну від гострих ситуацій, коли хімічне забруднення повітря, води та продуктів загрожує населенню отруєнням. У таких випадках люди довго не помічтимуть або терпітимуть наявність низьких концентрацій забруднюючих речовин у повітрі, оскільки вони не становлять негайної загрози їхньому здоров'ю.

Під час війни проблема раку в Україні нікуди не зникла, а тільки загострилася. Тому вивчення численних воєнних канцерогенів, в тому числі і в атмосферному повітрі, слід починати саме зараз. Це дозволить розробити державну програму первинної профілактики та скринінгу раку з метою зменшення негативного впливу війни на здоров'я населення України. Можливо, ризики воєнного часу потребують переглянути і розширити показання до скринінгу раку легені за допомогою низькодозової комп'ютерної томографії в деяких групах населення, беручи до уваги не тільки стаж куріння, а й час контакту з атмосферними канцерогенами, рівень яких сьогодні в деяких містах нашої країни постійно високий.

Щоб після війни Україну не накрила хвиля онкологічних захворювань, треба починати діяти вже сьогодні.

У таблиці наведені хімічні та фізичні сполуки, які класифіковані як канцерогени за IARC.

Таблиця. Канцерогени за IARC	
Агент	Група
ПАВ	2A/2B
Нітрополіциклічні ароматичні вуглеводні	3
Бітум (асфальт)	2B/3
Бензен	1
Азбест	1
Радон	1
Вихлопи дизельного двигуна	2A
Вихлопи бензинового двигуна	2B
Діоксид титану	3
Діоксид сірки	3
Трихлоретилен	2A
Сажа	2B
1,3-Бутадиєн	2A
Штучні склоподібні волокна	2B/3
Стирол	2B
Пасивне куріння	1
Формальдегід	1

Газоподібні забруднюючі речовини швидко потрапляють у кров і викликають генералізоване ураження багатьох органів, часто призводячи до їх незворотних ушкоджень. Ушкодження тканин людини газами залежить від їх розчинності у воді, концентрації та здатності окиснювати тканини. Водорозчинні гази (наприклад, пероксид водню) легко проникають на вологі слизові оболонки поверхні рота, носа