

ПОБІЧНІ ЕФЕКТИ СУЧАСНИХ ХІМІЧНИХ ДЕЗІНФЕКТАНТІВ ТА АНТИСЕПТИКІВ. ЧАСТИНА 2. НЕАЛЕРГІЧНА ТА АЛЕРГІЧНА ДІЯ ВНАСЛІДОК ЇХ ІНГАЛЯЦІЙНОГО ПРОНИКНЕННЯ В ОРГАНІЗМ

В. М. Брицун^{*1,A,C,D,E,F}, І. В. Попова^{2,B}, С. О. Ковальова^{2,B}, Т. В. Петренко^{2,B}

¹ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», Київ, Україна

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

A — концепція та дизайн дослідження; B — збір даних; C — аналіз та інтерпретація даних; D — написання статті; E — редагування статті; F — остаточне затвердження статті

Резюме. Проведено збір, узагальнення, систематизацію та аналіз інформації (49 статей за останні 10 років) стосовно неалергенної та алергенної дії дезінфікуючих (ДЗ) та антисептичних засобів (АЗ) при інгаляційному шляху трапляння їх в організм. Показано, що ці сполуки є токсичними і при надходженні через дихальну систему викликають побічні явища, в тому числі прояви алергії. При дезобробці приміщень можливі високі локальні концентрації ДЗ в повітрі, які здатні обумовити кашель, подразнення очей і слизових оболонок носа, слізотечу, нежить, головний біль, синусит, погіршення функцій легень, розвиток пневмоніту, нападів бронхіальної астми. Плавання в басейнах з хлорованою водою теж має певні ризики, наслідками яких можуть стати подразнення слизових оболонок дихальної системи, риніт, трахеїт, бронхіт, пневмоніт, бронхіоліт, астма.

Мета роботи. Пошук, збір, узагальнення, систематизація та аналіз інформації (в основному за останні 10 років) стосовно неалергенної та алергенної дії дезінфектантів і антисептиків, при інгаляційному шляху їх потрапляння в організм.

Матеріали та методи. Літературний пошук інформації, її аналітичне опрацювання та обговорення.

Результати. Знайдено, узагальнено і систематизовано 49 наукових статей, в яких висвітлена неалергенна та алергенна дія дезінфектантів і антисептиків при інгаляційному шляху їх потрапляння в організм. Матеріал класифіковано за хімічною структурою ДЗ і АЗ.

Висновки. Всі ДЗ і АЗ (альдегіди, пероксидні і хлорвмісні сполуки, спирти, четвертинні амонійні солі, похідні гуанідину) є хімічно реакційноздатними і отруйними сполуками, які у вигляді пари чи аерозолі проникають до дихальної системи і в першу чергу уражають слизові оболонки повітряноносних шляхів і респіраторного відділу легень. Тому в боротьбі з інфекційними захворюваннями методами хімічної дезінфекції необхідно враховувати баланс між зменшенням кількості шкідливих мікроорганізмів, хронічним отруєнням персоналу і поширенням алергічних реакцій на ДЗ і АЗ. Представники професій, які найбільш страждають від їх побічної дії (медичний персонал і прибиральниці), повинні працювати з ДЗ і АЗ не лише в спецодезії і гумових рукавичках, а й в індивідуальних засобах захисту органів дихання (гумові маски-протигази з вугільними фільтрами).

Ключові слова: дезінфектанти, антисептики, погіршення функцій легень, алергія, астма, риніт, синусит, трахеїт, бронхіт, бронхіоліт, пневмоніт.

Вступ. В першій частині нашого огляду [1] було показано, що епідемія коронавірусної інфекції COVID-19 призвела до значного споживання невідготовленим населенням дезінфекційних (ДЗ) та антисептичних (АЗ) засобів, внаслідок чого спостерігалось збільшення частоти неалергічних та алергічних захворювань органів дихання та шкіри. Нами була запропонована класифікація впливу дезінфікуючих і антисептичних засобів згідно шляхів їх потрапляння в організм: інгаляційний, трансдермальний,

через слизові оболонки ротової порожнини, травної системи та урогенітального тракту, раневі поверхні.

В другій частині огляду буде розглянуто наслідки інгаляційного проникнення ДЗ через дихальну систему. Слизові оболонки її фактично є відкритими воротами організму, налаштованими на швидкий обмін газами, водою і водорозчинними речовинами з оточуючим середовищем. На жаль, через них в організм надходять не лише корисні і потрібні речовини. При проведенні дезінфекційних процедур з повітрям через дихальну систему у вигляді пари та аерозолів проникають й ДЗ. З огляду на високу

хімічну реакційну здатність і токсичність всіх дезінфектантів (хлорвмісних реагентів, пероксидних сполук, альдегідів, спиртів, четвертинних амонійних сполук, похідних гуанідину) та їх високу концентрацію в місцях проникнення до організму в першу чергу уражаються саме слизові оболонки дихальної системи. Матеріал, при наявності вихідних даних, систематизовано за хімічною структурою ДЗ і АЗ.

а) Узагальнена дія ДЗ і АЗ на медичний персонал і прибиральниць

В Японії 89 лікарів (29 % від опитаних) заявили, що від контакту з ДЗ і АЗ вони мали професійну алергопатологію, включаючи контактний дерматит, алергічний риніт та/або астму; у 15 (4,9 %) лікарів спостерігався алергічний риніт та/або астма, спричинена роботою з лабораторними тваринами [39]. Регресійний аналіз показав, що професія (лікарі-хірурги) була пов'язана з історією алергічних захворювань (риніт, синусит, atopічний дерматит, астма). Відзначалось, що стать, куріння або фізичні вправи не мали помітного впливу на стан здоров'я обстежених.

Анкетування 391 медсестер дозволило статистично обґрунтувати твердження, що постійна робота середнього медичного персоналу з ДЗ і АЗ протягом тривалого часу сприяє виникненню бронхіальної астми (БА): 43 медсестри (11 % спостережених), які працювали з ДЗ більше 5 років, мали підвищений ризик виникнення астми, в порівнянні з 348 медсестрами (89 % спостережених), які контактували з ДЗ менше 5 років [13].

Дослідження стану здоров'я медперсоналу в США за участю 73 262 жінок-медсестер показало, що робота з ДЗ (глутаровий альдегід, гіпохлорит, перекис водню, спирт, сполуки четвертинного амонію) була суттєво пов'язана із зростанням частоти захворюваності на хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) [12].

Анкетування 75 011 жінок-медсестер (29 % мали стаж роботи в операційній) встановило [50], що робота в операційній з ДЗ і АЗ протягом ≥ 15 або більше років була пов'язана з 46 % підвищеного ризику розвитку ХОЗЛ порівняно з тими, хто не працював в операційній.

Мета-аналіз показав підвищену ймовірність розвитку БА для медсестер, які займалися очищенням та дезінфекцією (зокрема, з використанням гіпохлориту і глутарового альдегіду), порівняно з іншими медичними професіями [38].

В оглядах [9, 30] виявлено дедалі більше доказів зв'язку ДЗ і миючих засобів із несприятливими

наслідками для здоров'я відповідних категорій працівників, у яких діагностувалися алергічний риніт, астма та контактний дерматит.

Опитувалися 3 650 медичних працівників стосовно впливу дезінфікуючих та миючих речовин (на роботі та вдома) на розвиток астми [3]. Стан їх здоров'я був класифікований наступним чином: астма, пов'язана з роботою (WRAS); астма, що загострюється на роботі (WEA); професійна астма (ОА); відсутність астми. Встановлено, що поширеність WRAS, WEA та ОА становила, відповідно, 3,3 %, 1,1 % та 0,8 %. Шанси отримання і розвитку WRAS і WEA були пропорційні концентраціям ДЗ, з якими мали справу опитані. Шанси отримати WRAS були значно підвищені як при роботі з гіпохлоритами, аміаком та абразивами, так і при контакті з глутаральдегідом, орто-фталальдегідом, N-хлораминами та етиленоксидом. Значно підвищені шанси розвитку WEA спостерігалися від одночасного впливу гіпохлориту і формаліну (формальдегіду). Використання N-хлорамінів майже п'ятикратно підвищувало шанси ОА. Було припущено, що ризик розвитку астми найбільш значний під час ручного змішування/розведення розчинів ДЗ, оскільки працівник може піддаватися впливу концентрованого аерозолю ДЗ.

В огляді [34] показано, що існує підвищений ризик розвитку астми серед дорослих, які часто користуються дезінфекційно-миючими засобами (четвертинні амонійні сполуки (ЧАС) глутаровий альдегід (ГА), гіпохлорити, діоксид хлору, пероцтова кислота (ПОК), орто-фталевий альдегід, формальдегід) на роботі та вдома. Потенційні механізми розвитку астми в таких ситуаціях включають сенсibiлізацію та подразнення дихальних шляхів. Вплив хлору з плавальних басейнів також пов'язаний з респіраторними ефектами та підвищеним ризиком астми.

Опитувалися 56 медпрацівників та прибиральниць, які працювали з ДЗ, які містили ЧАС (92,9 % учасників), хлоргексидин (87,5 % обстежених) і орто-фталевий альдегід (78,6 % осіб) [14]. Кашель, пов'язаний з роботою, був основним респіраторним симптомом (5,4 % спостережень). Його поширеність за 2 роки зростає до 17,9 % випадків. Під час використання хімічних засобів, 89 % персоналу користувалися засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Було висловлено припущення, що при виконанні правил техніки безпеки, включно з належною вентиляцією, можна мінімізувати вплив ДЗ на здоров'я медпрацівників.

Опитування 2 051 осіб (Німеччина) щодо впливу ДЗ і побутових спреїв на розвиток захворювань легень і астми, показало, що часте використання ДЗ вдвічі збільшує шанси розвитку астми [49]. Низька і середня частота використання ДЗ були пов'язані з персистою астмою.

Повідомляється, що ДЗ викликають щорічно 5 % нових випадків WRAS у США [10, 11]. Наявні дані свідчать про те, що вплив ДЗ може спровокувати WEA та викликати ОА. Використання ДЗ (формальдегіду, ГА, гіпохлоритного відбілювача, перекису водню (ПВ) та очищувачів на основі ензимів) сприяло розвитку астми у медсестер, а регулярне прибирання з застосуванням гіпохлоритного відбілювача було пов'язано з астмою у молодих людей.

Результати досліджень 6 235 учасників, проведених для розуміння наслідків професійного та домашнього прибирання з використанням ДЗ та спреїв на зниження показників функції легень і обструкцію дихальних шляхів, наведені в статті [41]. Діагностована лікарем астма була більш поширеною серед жінок, які прибирали вдома чи на роботі (9,6 % серед жінок, які не прибирали, 12,3 % у жінок, які прибирали вдома, і 13,7 % у жінок, які прибирали на роботі). Показники діагностованої лікарем астми серед чоловіків були нижчими, але також показали різницю серед тих, хто прибирав вдома: 7 % у тих, хто не прибирав або прибирав на роботі, і 10,3 % серед чоловіків, які прибирали вдома. Автори зробили висновки, що жінки, які часто прибирали вдома або працювали прибиральницями, мали прискорене зниження показників функції легень.

Доведено [15], що підвищений ризик астми пов'язаний із збільшенням стажу роботи з ДЗ. Жінки, які піддаються їх впливу, мають більшу частоту респіраторних симптомів і захворювань, пов'язаних з роботою, ніж чоловіки. Механізми подразнення дихальних шляхів можуть бути різними, хоча є підтвердження участі імунних механізмів при контакті з ДЗ (гуанідинами, альдегідами та ароматизаторами).

б) Глутаровий альдегід

Основними шляхами професійного контакту з ГА є вдихання парів і потрапляння розчинів на шкіру. Спостерігалось подразнення шкіри і очей, головний біль, системна сенсibiliзація. Зазвичай найбільше страждають від дії ГА медичні працівники (прибиральниці, операційні медсестри, лікарі) [40].

Повідомлялося про сенсорні подразнюючі ефекти, сенсibiliзацію шкіри та органів дихання та

інші симптоми від роботи з розчином глутаральдегіду серед медсестер кабінетів для проведення ендоскопії та рентгенологів [42]. Поширеність хронічного бронхіту суттєво корелює з впливом пікових концентрацій ГА.

Контакт з ГА та іншими ДЗ є причиною виникнення професійної астми (ОА) у медичних працівників [46]. Більшість випадків трапилась серед медсестер та інших працівників операційної, ендоскопічної і радіологічної служб та прибиральниць [40].

в) Пероксидні сполуки (пероксид водню, пероцтова кислота)

ПВ є ендогенною сполукою, яка постійно утворюється в організмі внаслідок складних окиснювальних-відновлювальних процесів обміну речовин. Клітинні системи жорстко контролюють концентрацію H_2O_2 , оскільки він швидко розкладається ферментом каталазою. Тим не менш, ПВ приймає участь у багатьох хімічних реакціях організму [2]. Так, індукція апоптозу еозинофілів ПВ сприяє зменшенню алергічного запалення легень [23, 35]. Було виявлено [5], що у астматиків концентрація H_2O_2 у конденсаті видихуваного повітря підвищена та пов'язана із запаленням дихальних шляхів.

В концентрованому вигляді (розчини з концентрацією $\geq 6\%$) — пероксидні сполуки є агресивними окиснювачами, які швидко денатурують біологічні тканини. Описаний випадок, коли чоловік 27 років був госпіталізований в опікове відділення з гострою інгаляційною травмою та опіками обличчя внаслідок випадкового виробничого впливу промислового ДЗ, який складався з 15-30 % ПВ, 5-15 % оцтової кислоти та 5-15 % ПОК [16]. У пацієнта спостерігалися кашель, задишка, охриплість голосу. На додаток до ураження голосових зв'язок і нижніх дихальних шляхів у пацієнта також був діагностований гострий хімічний пневмоніт.

Суміш ПОК (0,08 %) і ПВ (1 %) є дезінфектантом високого рівня, дієвим проти біоплівки і спор, і менш токсичним, ніж ГА, тому використовується як стерилізуючий засіб при проведенні ендоскопії [8]. У прибиральника, який щоденно мав справу з сумішшю $CH_3COOH + H_2O_2$, через 5 місяців роботи з'явилися ринорея, кон'юнктивит і сухий кашель. Симптоми зникли, коли він взяв відпустку на три тижні, і повернулись після виходу на роботу. Медсестра після 2,5 років роботи з сумішшю $CH_3COOH + H_2O_2$ також скаржилась на кашель, стиснення в грудях, ринорею і кон'юнктивит.

В роботі [6] було підтверджено шкідливий вплив на здоров'я медичного персоналу (163 співробітників) дезінфектантів, що містять ПВ і ПОК. Користувачі цих ДЗ повідомили про більшу поширеність кашлю і сльозотечі, ніж персонал, який не працював з ДЗ. Також показано, що ПОК (0,23 %) і ПВ (7,35 %) подразнюють шкіру та дихальні шляхи, проте не викликають розвиток алергічних реакцій [36]. Повідомлялось лише про 1 випадок алергічної реакції (можливо пов'язану з ПОК) у пацієнта після процедури гнучкої ендоскопії [18]. Внутрішньошкірна проба з ПОК у нього виявилася позитивною.

Описано наслідки роботи мікробіолога (стаж в ендоскопічному відділенні 12 місяців) після впливу парів суміші ПОК + ПВ у вигляді сльозотечі, печучого болю у зоровому нерві та головного болю [48]. Пізніше у нього був підтверджений ще діагноз професійної астми за допомогою провокаційного інгалаційного тесту з сумішшю ПОК + ПВ.

Проінформовано [20] про результати опитування співробітників лікарні (68 осіб), в якій стали використовувати новий ДЗ — суміш ПОК і ПВ. Найбільш поширеними наслідками були сльозотеча (46 %), проблеми з слизовими оболонками носа (41 %), симптоми, схожі на астму (28 %), задишка (16 %), подразнення очей і шкіри, стиснення в грудях та кашель. Серед 10 (15 %) респондентів, у яких була діагностована астма, 6 (8,8 %) повідомили, що на роботі щось спричинило або погіршило їхню астму. Результати проб повітря за повну робочу зміну склали для ПВ — 6-511 мкг/м³; для оцтової кислоти — 7-530 мкг/м³; для ПОК — 1-48 мкг/м³ (для ПВ та оцтової кислоти, дозволені межі в робочих приміщеннях, відповідно, 1 000 мкг/м³ та 10 000 мкг/м³). Тому Асоціація професійних та екологічних клінік нещодавно занесла суміш ПОК і ПВ в реєстр астмагенів.

Працівники лікарень (50 суб'єктів), які використовували ДЗ, що містив ПВ, пероцтову і оцтову кислоти, повідомили про пов'язані з роботою симптоми гострого і хронічного подразнення очей (44 % опитаних), верхніх (58 %) і нижніх (34 %) дихальних шляхів [21]. На думку авторів, гостре подразнення слизових оболонок носа та очей було пов'язане з впливом суміші трьох іритантів: ПВ, пероцтової і оцтової кислот. Слід зазначити, що концентрації цих інгредієнтів в повітрі були нижчими від норм, встановлених в США.

Щоденна робота з ПВ як стерилізуючим засобом при концентраціях в повітрі 1,7-3,4 мг/м³

(короткочасно до 20 мг/м³) викликала у працівників почервоніння обличчя, печіння в очах, свербіж і сухість у горлі, біль у верхньощелепній області, задишку, головний біль, втрату нюху, блідість шкіри рук [37].

Було проведено дослідження за участю працівників заводу з виробництва напоїв в цеху, де ПВ використовувався як стерилізатор (69 працівників, які зазнали впливу Н₂О₂ у стерилізуючих камерах, і 65 осіб із контрольної групи) [27]. Симптоми подразнення очей, носа та горла були значно сильнішими серед працівників, які зазнали впливу Н₂О₂ (час експозиції лише ~30 хв), порівняно з контрольною групою.

Наведено випадок гострого хімічного пневмоніту, спричиненого вдиханням парів Н₂О₂ з зволожувача повітря, який поза інструкцією використовувався для запобігання зараженню COVID-19 [26]. Рентгенограма грудної клітки показала нові мультифокальні ущільнення з інтерстиціальними позначками та альвеолярним набряком в обох легенях.

г) Полігексаметиленгуанідин (PHMG)

В Південній Кореї мали місце 1 413 смертельних випадків (в тому числі молодих людей і вагітних жінок), спричинених додаванням дезінфектантів до зволожувальних розчинів, які в формі аерозолу розбризкувались в житлових приміщеннях [22]. До складу ДЗ входили PHMG (у 72,8 % розчинів), хлорметилізотіазолінон/метилізотіазолінон (10,5 %), інші компоненти (15,0 %). Розподіл причин смерті виявився наступним: хвороби органів дихання (54,4 %), новоутворення (16,8 %), хвороби системи кровообігу (6,3 %). Вірогідність несприятливого впливу PHMG на тканини людини була додатково підтверджена кількома експериментальними дослідженнями *in vivo* та *in vitro* щодо збільшення утворення стресових гранул в організмі легень людини [7].

д) Триклозан

В роботі [47] засвідчено, що миючий засіб, який містить триклозан, обумовлює професійну астму.

е) Формальдегід

Формальдегід спричиняє шкідливий вплив на дихальну систему, зокрема, викликає запалення [32]. Дослідження проводилось з 198 чоловіками на фабриці з виробництва волокна, з яких 82 не піддавалися дії формальдегіду, 39 піддавалися впливу протягом 4 годин (або більше) за робочу зміну, а 77 працівників піддавалися впливу менше 4 годин. Статистично значущі відмінності були виявлені для рівнів TNF-α (фактор некрозу пухлин) та IL-6 (цитокін з плейо-

тропною активністю) і показників легеневої функції (FEV_1 і FVC) між вказаними групами працівників. Досліди виявили кореляцію між тривалістю впливу формальдегіду і зниженням показників легеневої функції та підвищенням рівня вказаних цитокінів.

У мета-аналізі досліджень щодо діагностики і загострення астми у дітей показано, що збільшення експозиції формальдегіду на 10 мкг/м^3 було пов'язане з підвищенням частоти виявлення випадків астми [24]. Автори порахували, що запропоноване ЕРА правило щодо продукції з пресованої деревини призведе до зменшення на 2 805 випадків астми за рік і до загальної економічної вигоди в розмірі 210 мільйонів доларів США на рік.

Рівень сенсibilізації до формальдегіду був достовірно вищим у групі лікарів-стоматологів, які багато років працювали з цим ДЗ, ніж у студентів-стоматологів [25].

є) *Хлорвмісні ДЗ (гіпохлорити, хлор, діоксид хлору)*

В роботі [28] оцінювались вплив розчинів гіпохлориту на розвиток астми та інших респіраторних захворювань при їх використанні в домашньому прибиранні. Гіпохлорити натрію та кальцію, як і N-хлораміни, при контакті з водою гідролізуються з утворенням хлору і хлорноватистої кислоти — летючих сполук, запах яких і відчувається при роботі з цими ДЗ. Інформацію у 607 жінок-прибиральниць було отримано методом анкетування, а також проведенням шкірних прик-тестів, вимірювань бронхіальної чутливості та кількості лейкоцитів. Жінки (67,11 % осіб), які часто використовували гіпохлоритний ДЗ, мали більшу ймовірність розвитку астми порівняно з тими, хто не використовував цей засіб. Відзначалось, що у жінок, які страждають на астму, часте використання хлорвмісних ДЗ значною мірою пов'язане з симптомами бронхообструкції, розвитком хронічного кашлю і підвищенням кількості нейтрофілів у крові.

Повідомлялося про риніт, трахеобронхіт, пневмоніт, набряк легенів і бронхіоліт після впливу хлору і хлорноватистої кислоти на легені осіб, які займаються плаванням в басейнах з хлорованою водою [43]. Симптоми мають тенденцію до зникнення у більшості таких осіб, хоча повідомлялося про розвиток тривалого порушення показників легеневої функції.

Основний механізм, за яким хлорвмісні ДЗ можуть впливати на розвиток респіраторних симптомів під час плавання в басейнах з хлорованою

водою пов'язаний з підвищенням проникності епітеліального бар'єру дихальних шляхів, що сприяє більш легкому проникненню в організм алергенів та впливу інших тригерних факторів [4]. Так, відповідне дослідження у Європі показало, що наявність будь-якої форми астми зростає на 1,0-3,4 % на один басейн з хлорованою водою на 100 000 дітей віком 13–14 років [31]. Обсерваційне дослідження за участю 430 дітей дитячого садка з використанням анкетних даних для оцінки стану здоров'я, поведінки під час плавання та збентеження виявило, що відвідування таких басейнів терміном до 2 років пов'язане з підвищеним ризиком бронхіоліту [45].

Діоксид хлору є легкою токсичною сполукою. Відомо, що у прибиральниці лікарні розвинувся гострий респіраторний синдром після повторної роботи з ДЗ на основі 0,02 % водного розчину діоксиду хлору [19]. Відзначалось, що вміст діоксиду хлору в продукті нижчий від межі, дозволеної стандартами. Проте порогові граничні значення діоксиду хлору в повітрі приміщення можуть бути перевищені за нормальних умов його використання.

ж) *Четвертинні амонійні сполуки (ЧАС, QAC)*

Відзначався помітний вплив ДЗ, що містять четвертинні сполуки амонію (зокрема, бензиламоній хлорид) на професійну астму у медичних працівників та прибиральниць [33]. Дослідження стану здоров'я медсестер, прибиральниць, помічників стоматологів за допомогою бронхопровокаційних тестів вказує на те, що професійна астма, може бути індукована використанням QAC, оскільки існують додаткові докази сенсibilізуючого потенціалу QAC [29]. Так, в роботі [17] методом логістичної регресії встановлено зв'язок між астмою та професійним впливом ДЗ (QAC) у 543 працівників медичних закладів (у 53,5 % медсестер та у 17,3 % прибиральниць), з яких 335 учасників піддалися дії QAC. Результати цього дослідження базувалися на даних анкетування, фізичного обстеження та визначення специфічних IgE. Встановлено, що медичні працівники мали значно вищий ризик астми, ніж адміністративний персонал. Найвищий ризик був пов'язаний з ручним приготуванням, перемішуванням і розведенням розчинів ДЗ.

В Бельгії у 44 прибиральниць провели специфічну інгаляційну провокацію (*specific inhalation provocation, SIC*) [44]. При цьому ЧАС були найчастіше ідентифікованим ДЗ, що викликає позитивний SIC. Це дослідження показало, що саме ЧАС можуть бути одними з основних ДЗ, пов'язаних із професійною астмою.

Висновки:

- 1) Всі ДЗ і АЗ (альдегіди, пероксидні і хлорвмісні сполуки, четвертинні амонійні солі, похідні гуанідину) є реакційноздатними і отруйними сполуками, які у вигляді пари чи аерозолу проникають до дихальної системи і в першу чергу уражають слизові оболонки повітряноносних шляхів і респіраторного відділу. Небезпечними для персоналу є дезобробка приміщень, наслідками якої можуть бути кашель, подразнення очей і слизових оболонок носа, сльозотеча, алергічний риніт, головний біль, синусит, погіршення показників функцій легень, пневмоніт, астма. Плавання в басейнах з хлорованою водою теж має певні ризики, наслідками якого можуть бути подразнення слизових оболонок дихальної системи, риніт, трахеобронхіт, пневмоніт, бронхіоліт, астма. Незначної концентрації ДЗ в повітрі недостатньо для розвитку реакцій гіперчутливості, зокрема анафілактичного шоку.
- 2) В боротьбі з інфекційними хворобами необхідно враховувати баланс між зменшенням кількості шкідливих мікроорганізмів і можливим поширенням частоти алергічних захворювань. Державним органам слід проводити грамотну інформаційну політику стосовно практики використання дезінфекційних та антисептичних засобів в побуті. При використанні нормативних документів з'являється можливість обмежити застосування ДЗ і АЗ непідготовленими користувачами. Представники професій, які найбільш страждають від дії ДЗ і АЗ (медичний персонал і прибиральниці), повинні працювати з цими речовинами не лише в спецодезії і гумових рукавичках, а й в індивідуальних засобах захисту органів дихання (маски з вугільними фільтрами).

SIDE EFFECTS OF MODERN CHEMICAL DISINFECTANTS AND ANTISEPTICS. PART 2. NON-ALLERGIC AND ALLERGIC EFFECTS DUE TO THEIR INHALATION PENETRATION INTO THE BODY

V. M. Britsun¹, I. V. Popova², S. A. Kovaleva², T. V. Petrenko²

¹State Institution "Marzиеiev Institute for Public Health" NAMSU, Kyiv, Ukraine

²National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Abstract. We collected, summarized, systematized and analyzed information (49 articles, mainly over the last 10 years) about the non-allergenic and allergenic effects of disinfectants (D) and antiseptics (A) when they enter into the body by inhalation. It has been shown that these compounds are toxic and, when absorbed through the respiratory system, cause side effects, including allergy symptoms. When disinfecting premises, high local concentrations of pollutants in the air are possible, which can cause coughing, irritation of the eyes and nasal mucous membranes, lacrimation, runny nose, headache, sinusitis, deterioration of lung function, development of pneumonitis, and attacks of bronchial asthma. Swimming in pools with chlorinated water also has certain risks, the consequences of which can be irritation of the mucous membranes of the respiratory system, rhinitis, tracheitis, bronchitis, pneumonitis, bronchiolitis, and asthma.

The aim of the study. Search, collection, summarization, systematization and analysis of information (mainly in the last 10 years) about the non-allergenic and allergenic effects of disinfectants and antiseptics, when they enter the body by inhalation.

Materials and methods. Literary search of information, its analytical study and discussion.

Results. 49 scientific articles were found, summarized and systematized. They inform about the non-allergenic and allergenic properties of disinfectants and antiseptics when inhaled into the body.

The material is classified according to the chemical structure of D and A.

Conclusions. All D and A (aldehydes, peroxide and chlorine-containing compounds, alcohols, quaternary ammonium salts, guanidine derivatives) are chemically reactive and toxic compounds. In the form of vapor or aerosol, they penetrate in the respiratory system and primarily affect the mucous membranes of the lungs. Therefore, in the fight against infectious diseases using chemical disinfection methods, it is necessary to take into account the balance between the reduction of harmful microorganisms, chronic poisoning of personnel and the spread of allergic reactions to D and A. Representatives of the professions that are most affected by their side effects (medical personnel and cleaners) must work with emergency protection and hazardous conditions not only in overalls and rubber gloves, but also in personal respiratory protection (rubber gas masks with carbon filters).

Key words: disinfectants, antiseptics, pulmonary dysfunction, allergies, asthma, rhinitis, sinusitis, tracheitis, bronchitis, bronchiolitis, pneumonitis.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брицун ВМ, Попова ІВ, Ковальова СО, Петренко ТВ. Побічні ефекти сучасних хімічних дезінфектантів та антисептиків. Частина 1. Пандемія COVID-19 як тригер їх неалергічної та алергічної дії на здоров'я населення. Астма та алергія. 2024;2:32-37. doi: 10.31655/2307-3373-2024-2-32-37.
2. Andres CM, Lastra JM, Juan CA, Plou FJ. Chemistry of Hydrogen Peroxide Formation and Elimination in Mammalian Cells, and Its Role in Various Pathologies. *Stresses*. 2022;2(3):256–274. <https://doi.org/10.3390/stresses2030019>.
3. Arif AA, Delclos GL. Association between cleaning-related chemicals and work-related asthma and asthma symptoms among healthcare professionals. *Occup Environ Med*. 2012;69(1):35–40. doi: 10.1136/oem.2011.064865.
4. Bernard A, Nickmilder M, Dumont X. Chlorinated pool attendance, airway epithelium defects and the risks of allergic diseases in adolescents: Interrelationships revealed by circulating biomarkers. *Environ Res*. 2015;140:119–126. DOI: 10.1016/j.envres.2015.03.034.
5. Caffarelli C, Calcinai E, Rinaldi L, Povesi C, et al. Hydrogen Peroxide in Exhaled Breath Condensate in Asthmatic Children during Acute Exacerbation and after Treatment. *Respiration*. 2012;84(4):291–298. <https://doi.org/10.1159/000341969>.
6. Casey ML, Hawley B, Edwards N, Cox-Ganser JM. Health problems and disinfectant product exposure among staff at a large multispecialty hospital. *Am J Infect Control*. 2017;45(10):1133–1138. doi: 10.1016/j.ajic.2017.04.003.
7. Choi S, Choi S, Choi Y, Cho N, et al. Polyhexamethylene guanidine phosphate increases stress granule formation in human 3D lung organoids under respiratory syncytial virus infection. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021;229:113094. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2021.113094.
8. Cristofari-Marquand E, Kacel M, Milhe F, Magnan A, Lehucher M. Asthma Caused by Peracetic Acid-Hydrogen Peroxide Mixture. *J Occup Health*. 2007;49(2):155–158. doi: 10.1539/joh.49.155.
9. Cummings KJ, Abbas M. The Long-Term Effects of Cleaning on the Lungs. *Am J Resp Crit Care Med*. 2018;197(9):1099–1101. <https://doi.org/10.1164/rccm.201801-0138ED>.
10. Dao A, Bernstein DI. Occupational exposure and asthma. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. 2018;120(5):468–475. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.anai.2018.03.026>.
11. Dumas O, Wiley AS, Quinot C, Varraso CR, et al. Occupational exposure to disinfectants and asthma control in US nurses. *Eur Resp J*. 2017;50:1700237. DOI: 10.1183/13993003.00237-2017.
12. Dumas O, Varraso R, Boggs KM, Quinot C, et al. Association of Occupational Exposure to Disinfectants With Incidence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Among US Female Nurses. *JAMA Netw Open*. 2019;2(10):e1913563. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.13563.
13. Dumas O, Gaskins AJ, Boggs KM, Henn SA. Occupational use of high-level disinfectants and asthma incidence in early- to mid- career female nurses: a prospective cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2021;78(4):244–247. <https://doi.org/10.1136/oemed-2020-106793>.
14. El-Helaly M, Balkhy HH, Waseem K, Khawaja S. Respiratory symptoms and ventilatory function among health-care workers exposed to cleaning and disinfectant chemicals, a 2-year follow-up study. *Toxicol Ind Health*. 2016;32:2002–2008. DOI: 10.1177/0748233715610043.
15. Folletti I, Siracusa A, Paolucci G. Update on asthma and cleaning agents. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2017;17(2):90–95. doi: 10.1097/ACI.0000000000000349.
16. Fong SY, Chew KL, Tan A. 27-Year-Old Man With Persistent Breathlessness After an Inhalational Injury. *Chest*. 2021;159(4):e197–e201. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.11.044>.
17. Gonzalez M, Jegu J, Kopferschmitt MC, Donnay C, et al. Asthma among workers in healthcare settings: role of disinfection with quaternary ammonium compounds. *Clinical Exp Allergy*. 2013;44:393–406. doi: 10.1111/cea.12215.
18. Harada N, Hirowatari M, Ihara E, Ishihara E, et al. A Case of Suspicious Allergic Reaction to Peracetic Acid Following Endoscopy. *Clin Endosc*. 2020;53(6):743–745. doi: 10.5946/ce.2019.129.
19. Hassel E, Smedbold HT, Lauritzen HB. Acute respiratory distress after exposure to chlorine dioxide-based disinfectant. *Occup Med*. 2022;72(9):644–646. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqac078>.
20. Hawley B, Casey ML, Cox-Ganser JM, Edwards N, et al. Notes from the Field: Respiratory Symptoms and Skin Irritation Among Hospital Workers Using a New Disinfection Product. *Weekly*. 2016;65(15):400–401. <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/mm6515a3.htm>.

REFERENCES

1. Brytsun VM, Popova IV, Kovalova SO, Petrenko TV. Side effects of modern chemical disinfectants and antiseptics. Part 1. The COVID-19 pandemic as a trigger of non-allergic and allergic effects on the health of the population. *Asthma and allergy*. 2024;2:32-37. doi: 10.31655/2307-3373-2024-2-32-37.
2. Andres CM, Lastra JM, Juan CA, Plou FJ. Chemistry of Hydrogen Peroxide Formation and Elimination in Mammalian Cells, and Its Role in Various Pathologies. *Stresses*. 2022;2(3):256–274. <https://doi.org/10.3390/stresses2030019>.
3. Arif AA, Delclos GL. Association between cleaning-related chemicals and work-related asthma and asthma symptoms among healthcare professionals. *Occup Environ Med*. 2012;69(1):35–40. doi: 10.1136/oem.2011.064865.
4. Bernard A, Nickmilder M, Dumont X. Chlorinated pool attendance, airway epithelium defects and the risks of allergic diseases in adolescents: Interrelationships revealed by circulating biomarkers. *Environ Res*. 2015;140:119–126. DOI: 10.1016/j.envres.2015.03.034.
5. Caffarelli C, Calcinai E, Rinaldi L, Povesi C, et al. Hydrogen Peroxide in Exhaled Breath Condensate in Asthmatic Children during Acute Exacerbation and after Treatment. *Respiration*. 2012;84(4):291–298. <https://doi.org/10.1159/000341969>.
6. Casey ML, Hawley B, Edwards N, Cox-Ganser JM. Health problems and disinfectant product exposure among staff at a large multispecialty hospital. *Am J Infect Control*. 2017;45(10):1133–1138. doi: 10.1016/j.ajic.2017.04.003.
7. Choi S, Choi S, Choi Y, Cho N, et al. Polyhexamethylene guanidine phosphate increases stress granule formation in human 3D lung organoids under respiratory syncytial virus infection. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021;229:113094. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2021.113094.
8. Cristofari-Marquand E, Kacel M, Milhe F, Magnan A, Lehucher M. Asthma Caused by Peracetic Acid-Hydrogen Peroxide Mixture. *J Occup Health*. 2007;49(2):155–158. doi: 10.1539/joh.49.155.
9. Cummings KJ, Abbas M. The Long-Term Effects of Cleaning on the Lungs. *Am J Resp Crit Care Med*. 2018;197(9):1099–1101. <https://doi.org/10.1164/rccm.201801-0138ED>.
10. Dao A, Bernstein DI. Occupational exposure and asthma. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. 2018;120(5):468–475. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.anai.2018.03.026>.
11. Dumas O, Wiley AS, Quinot C, Varraso CR, et al. Occupational exposure to disinfectants and asthma control in US nurses. *Eur Resp J*. 2017;50:1700237. DOI: 10.1183/13993003.00237-2017.
12. Dumas O, Varraso R, Boggs KM, Quinot C, et al. Association of Occupational Exposure to Disinfectants With Incidence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Among US Female Nurses. *JAMA Netw Open*. 2019;2(10):e1913563. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.13563.
13. Dumas O, Gaskins AJ, Boggs KM, Henn SA. Occupational use of high-level disinfectants and asthma incidence in early- to mid- career female nurses: a prospective cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2021;78(4):244–247. <https://doi.org/10.1136/oemed-2020-106793>.
14. El-Helaly M, Balkhy HH, Waseem K, Khawaja S. Respiratory symptoms and ventilatory function among health-care workers exposed to cleaning and disinfectant chemicals, a 2-year follow-up study. *Toxicol Ind Health*. 2016;32:2002–2008. DOI: 10.1177/0748233715610043.
15. Folletti I, Siracusa A, Paolucci G. Update on asthma and cleaning agents. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2017;17(2):90–95. doi: 10.1097/ACI.0000000000000349.
16. Fong SY, Chew KL, Tan A. 27-Year-Old Man With Persistent Breathlessness After an Inhalational Injury. *Chest*. 2021;159(4):e197–e201. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.11.044>.
17. Gonzalez M, Jegu J, Kopferschmitt MC, Donnay C, et al. Asthma among workers in healthcare settings: role of disinfection with quaternary ammonium compounds. *Clinical Exp Allergy*. 2013;44:393–406. doi: 10.1111/cea.12215.
18. Harada N, Hirowatari M, Ihara E, Ishihara E, et al. A Case of Suspicious Allergic Reaction to Peracetic Acid Following Endoscopy. *Clin Endosc*. 2020;53(6):743–745. doi: 10.5946/ce.2019.129.
19. Hassel E, Smedbold HT, Lauritzen HB. Acute respiratory distress after exposure to chlorine dioxide-based disinfectant. *Occup Med*. 2022;72(9):644–646. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqac078>.
20. Hawley B, Casey ML, Cox-Ganser JM, Edwards N, et al. Notes from the Field: Respiratory Symptoms and Skin Irritation Among Hospital Workers Using a New Disinfection Product. *Weekly*. 2016;65(15):400–401. <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/mm6515a3.htm>.

21. Hawley B, Casey M, Virji MA, Cummings KJ, et al. Respiratory Symptoms in Hospital Cleaning Staff Exposed to a Product Containing Hydrogen Peroxide, Peracetic Acid, and Acetic Acid. *Ann Work Expos Health*. 2018;62(1):28–40. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx087>.
22. Ju YJ, Lee S, Sheen S, Choi DW. A comprehensive study of deaths due to exposure to humidifier disinfectant in Korea: focusing on medical records, assessment of exposure to humidifier disinfectants, and causes of death. *Epid Health*. 2021;43:e2021091. DOI:10.4178/epih.e2021091.
23. Kankaanranta H, Gienbycz MA, Barnes PJ, Haddad EB. Hydrogen Peroxide Reverses IL-5 Afforded Eosinophil Survival and Promotes Constitutive Human Eosinophil Apoptosis. *Int Arch Allergy Immunol*. 2002;127(1):73–78. <https://doi.org/10.1159/000048171>.
24. Lam J, Koustas E, Sutton P, Padulaet AM, et al. Exposure to formaldehyde and asthma outcomes: A systematic review, meta-analysis, and economic assessment. *PLoS One*. 2021;16(3):e0248258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248258>.
25. Lyapina M, Dencheva M, Krasteva A, Tzekova M, et al. Pilot study of contact sensitization of formaldehyde-releasers, formaldehyde and glutaraldehyde in dental students. *Sanamed*. 2016;11(1):21–27. DOI: 10.5937/sanamed1601021L.
26. Manfra A, Sharma J, Kilburn J. Inhalation Pneumonitis Caused by Nebulized Hydrogen Peroxide. *Cureus*. 2023;15(4):e38116. doi:10.7759/cureus.38116.
27. Mastrangelo G, Zanibellato R, Fadda E, Lange JH, et al. Exposure to Hydrogen Peroxide and Eye and Nose Symptoms Among Workers in a Beverage Processing Plant. *Annals Occup Hygiene*. 2009;53(2):161–165. <https://doi.org/10.1093/annhyg/men077>.
28. Matulonga B, Rava M, Siroux V, Bernard A, et al. Women using bleach for home cleaning are at increased risk of non-allergic asthma. *Respir Med*. 2016;117:264–271. doi: 10.1016/j.rmed.2016.06.019.
29. Miguères N, Debaille C, Walusiak-Skorupa J, Lipinska-Ojrzanowska A, et al. Occupational Asthma Caused by Quaternary Ammonium Compounds: A Multicenter Cohort Study. *J Allergy Clin Immunol*. 2021;9(9):3387–3395. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.04.041>.
30. Mwangi HH, Jeebhay MF. Work-related asthma and exposure to cleaning agents in healthcare. *Current Allergy & Clinical Immunology*. 2020;33(2):101–112. <https://hdl.handle.net/10520/EJC-206007abd6>.
31. Nickmilder M, Bernard A. Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup Environ Med*. 2007;64(1):37–46. doi: 10.1136/oem.2005.025452.
32. Oztan O, Tutkun L, Turksoy VA, Aybike SD. The relationship between impaired lung functions and cytokine levels in formaldehyde exposure. *Archives of Environmental & Occupational Health*. 2021;76(5):248–254. <https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1816883>.
33. Peyneau M, Chaisemartin L, Gigant N, Chollet-Martin S, et al. Quaternary ammonium compounds in hypersensitivity reactions. *Front Toxicol*. 2022;4:973680. doi: 10.3389/ftox.2022.973680.
34. Prasad S, Lipszyc JC, Tarlo SM. Update on effects of cleaning agents on allergy and asthma. *LymphoSign Journal*. 2018;5(4):121–129. <https://doi.org/10.14785/lymphosign-2018-0013>.
35. Reis A, Alessandri A, Athayde R, Vago JP, et al. Induction of eosinophil apoptosis by hydrogen peroxide promotes the resolution of allergic inflammation. *Cell Death Dis*. 2015;6:e1632. <https://doi.org/10.1038/cddis.2014.580>.
36. Rideout K, Teschke K, Dimich-Ward H, Kennedy SM. Considering risks to healthcare workers from glutaraldehyde alternatives in high-level disinfection. *J Hosp Inf*. 2005;59(1):4–11. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2004.07.003>.
37. Riihimäki V, Toppila A, Piirilä P, Kuosma E, et al. Respiratory Health in Aseptic Packaging with Hydrogen Peroxide: A Report of Two Cases. *J Occup Health*. 2002;44(6):433–438. <https://doi.org/10.1539/joh.44.433>.
38. Romero Starke K, Friedrich S, Schubert SM, Kampf D. Are healthcare workers at an increased risk for obstructive respiratory diseases due to cleaning and disinfection agents? A systematic review and meta-analysis. *Int J Env Res Publ Health*. 2021;18(10):5159. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105159>.
39. Sato K, Kusaka Y, Sugauma N, Nagasawa S, et al. Occupational Allergy in Medical Doctors. *J Occup Health*. 2004;46:165–170. DOI: 10.1539/joh.46.165.
40. Smith DR, Wang RS. Glutaraldehyde exposure and its occupational impact in the health care environment. *Environ Health Prev Med*. 2006;11:3–10. <https://doi.org/10.1007/BF02898201>.
41. Svanes O, Bertelsen RJ, Lygre SH, Carsin AE, et al. Cleaning at Home and at Work in Relation to Lung Function Decline and Airway Obstruction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(9):1157–1163. doi: 10.1164/rccm.201706-1311OC.
21. Hawley B, Casey M, Virji MA, Cummings KJ, et al. Respiratory Symptoms in Hospital Cleaning Staff Exposed to a Product Containing Hydrogen Peroxide, Peracetic Acid, and Acetic Acid. *Ann Work Expos Health*. 2018;62(1):28–40. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx087>.
22. Ju YJ, Lee S, Sheen S, Choi DW. A comprehensive study of deaths due to exposure to humidifier disinfectant in Korea: focusing on medical records, assessment of exposure to humidifier disinfectants, and causes of death. *Epid Health*. 2021;43:e2021091. DOI:10.4178/epih.e2021091.
23. Kankaanranta H, Gienbycz MA, Barnes PJ, Haddad EB. Hydrogen Peroxide Reverses IL-5 Afforded Eosinophil Survival and Promotes Constitutive Human Eosinophil Apoptosis. *Int Arch Allergy Immunol*. 2002;127(1):73–78. <https://doi.org/10.1159/000048171>.
24. Lam J, Koustas E, Sutton P, Padulaet AM, et al. Exposure to formaldehyde and asthma outcomes: A systematic review, meta-analysis, and economic assessment. *PLoS One*. 2021;16(3):e0248258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248258>.
25. Lyapina M, Dencheva M, Krasteva A, Tzekova M, et al. Pilot study of contact sensitization of formaldehyde-releasers, formaldehyde and glutaraldehyde in dental students. *Sanamed*. 2016;11(1):21–27. DOI: 10.5937/sanamed1601021L.
26. Manfra A, Sharma J, Kilburn J. Inhalation Pneumonitis Caused by Nebulized Hydrogen Peroxide. *Cureus*. 2023;15(4):e38116. doi:10.7759/cureus.38116.
27. Mastrangelo G, Zanibellato R, Fadda E, Lange JH, et al. Exposure to Hydrogen Peroxide and Eye and Nose Symptoms Among Workers in a Beverage Processing Plant. *Annals Occup Hygiene*. 2009;53(2):161–165. <https://doi.org/10.1093/annhyg/men077>.
28. Matulonga B, Rava M, Siroux V, Bernard A, et al. Women using bleach for home cleaning are at increased risk of non-allergic asthma. *Respir Med*. 2016;117:264–271. doi: 10.1016/j.rmed.2016.06.019.
29. Miguères N, Debaille C, Walusiak-Skorupa J, Lipinska-Ojrzanowska A, et al. Occupational Asthma Caused by Quaternary Ammonium Compounds: A Multicenter Cohort Study. *J Allergy Clin Immunol*. 2021;9(9):3387–3395. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.04.041>.
30. Mwangi HH, Jeebhay MF. Work-related asthma and exposure to cleaning agents in healthcare. *Current Allergy & Clinical Immunology*. 2020;33(2):101–112. <https://hdl.handle.net/10520/EJC-206007abd6>.
31. Nickmilder M, Bernard A. Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup Environ Med*. 2007;64(1):37–46. doi: 10.1136/oem.2005.025452.
32. Oztan O, Tutkun L, Turksoy VA, Aybike SD. The relationship between impaired lung functions and cytokine levels in formaldehyde exposure. *Archives of Environmental & Occupational Health*. 2021;76(5):248–254. <https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1816883>.
33. Peyneau M, Chaisemartin L, Gigant N, Chollet-Martin S, et al. Quaternary ammonium compounds in hypersensitivity reactions. *Front Toxicol*. 2022;4:973680. doi: 10.3389/ftox.2022.973680.
34. Prasad S, Lipszyc JC, Tarlo SM. Update on effects of cleaning agents on allergy and asthma. *LymphoSign Journal*. 2018;5(4):121–129. <https://doi.org/10.14785/lymphosign-2018-0013>.
35. Reis A, Alessandri A, Athayde R, Vago JP, et al. Induction of eosinophil apoptosis by hydrogen peroxide promotes the resolution of allergic inflammation. *Cell Death Dis*. 2015;6:e1632. <https://doi.org/10.1038/cddis.2014.580>.
36. Rideout K, Teschke K, Dimich-Ward H, Kennedy SM. Considering risks to healthcare workers from glutaraldehyde alternatives in high-level disinfection. *J Hosp Inf*. 2005;59(1):4–11. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2004.07.003>.
37. Riihimäki V, Toppila A, Piirilä P, Kuosma E, et al. Respiratory Health in Aseptic Packaging with Hydrogen Peroxide: A Report of Two Cases. *J Occup Health*. 2002;44(6):433–438. <https://doi.org/10.1539/joh.44.433>.
38. Romero Starke K, Friedrich S, Schubert SM, Kampf D. Are healthcare workers at an increased risk for obstructive respiratory diseases due to cleaning and disinfection agents? A systematic review and meta-analysis. *Int J Env Res Publ Health*. 2021;18(10):5159. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105159>.
39. Sato K, Kusaka Y, Sugauma N, Nagasawa S, et al. Occupational Allergy in Medical Doctors. *J Occup Health*. 2004;46:165–170. DOI: 10.1539/joh.46.165.
40. Smith DR, Wang RS. Glutaraldehyde exposure and its occupational impact in the health care environment. *Environ Health Prev Med*. 2006;11:3–10. <https://doi.org/10.1007/BF02898201>.
41. Svanes O, Bertelsen RJ, Lygre SH, Carsin AE, et al. Cleaning at Home and at Work in Relation to Lung Function Decline and Airway Obstruction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(9):1157–1163. doi: 10.1164/rccm.201706-1311OC.

42. Takigawa T, Endo Y. Effects of glutaraldehyde exposure on human health. *J Occup Health*. 2006;48(2):75–87. doi: 10.1539/joh.48.75.
43. Uyan ZS, Carraro S, Piacentini G, Baraldi E. Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: Should we change our beliefs? *Pediatr Pulmonol*. 2009;44(1):31–7. doi: 10.1002/ppul.20947.
44. Vandenplas O, D'Alpaos V, Evrard G, Jamart J, et al. Asthma related to cleaning agents: A clinical insight. *BMJ Open*. 2013;3(9):e003568. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-003568.
45. Voisin C, Sardella A, Marcucci F, Bernard A. Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy. *Eur Respir J*. 2010;36(1):41–7. doi: 10.1183/09031936.00118009.
46. Walters GI, Moore VC, McGrath EE, Burge PS, Henneberger PK. Agents and trends in health care workers' occupational asthma. *Occup Med (Lond)*. 2013;63(7):513–516. doi: 10.1093/occmed/kqt093.
47. Walters GI, Robertson AS, Moore VC, Burge PS. Occupational asthma caused by sensitization to a cleaning product containing triclosan. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2017;118:370–371. doi: 10.1016/j.anai.2016.12.001.
48. Walters GI, Burge PS, Moore VC, Thomas MO, et al. Occupational asthma caused by peracetic acid-hydrogen peroxide mixture. *Occup Med*. 2019;69(4):294–297. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqz032>.
49. Weinmann T, Gerlich J, Heinrich S, Nowak D, et al. Association of household cleaning agents and disinfectants with asthma in young German adults. *Occup Environ Med*. 2017;74(9):684–690. doi: 10.1136/oemed-2016-104086.
50. Xie W, Dumas O, Varraso R, Boggs KM, et al. Association of Occupational Exposure to Inhaled Agents in Operating Rooms With Incidence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Among US Female Nurses. *JAMA Network Open*. 2021;4(9):e2125749. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.25749.
42. Takigawa T, Endo Y. Effects of glutaraldehyde exposure on human health. *J Occup Health*. 2006;48(2):75–87. doi: 10.1539/joh.48.75.
43. Uyan ZS, Carraro S, Piacentini G, Baraldi E. Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: Should we change our beliefs? *Pediatr Pulmonol*. 2009;44(1):31–7. doi: 10.1002/ppul.20947.
44. Vandenplas O, D'Alpaos V, Evrard G, Jamart J, et al. Asthma related to cleaning agents: A clinical insight. *BMJ Open*. 2013;3(9):e003568. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-003568.
45. Voisin C, Sardella A, Marcucci F, Bernard A. Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy. *Eur Respir J*. 2010;36(1):41–7. doi: 10.1183/09031936.00118009.
46. Walters GI, Moore VC, McGrath EE, Burge PS, Henneberger PK. Agents and trends in health care workers' occupational asthma. *Occup Med (Lond)*. 2013;63(7):513–516. doi: 10.1093/occmed/kqt093.
47. Walters GI, Robertson AS, Moore VC, Burge PS. Occupational asthma caused by sensitization to a cleaning product containing triclosan. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2017;118:370–371. doi: 10.1016/j.anai.2016.12.001.
48. Walters GI, Burge PS, Moore VC, Thomas MO, et al. Occupational asthma caused by peracetic acid-hydrogen peroxide mixture. *Occup Med*. 2019;69(4):294–297. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqz032>.
49. Weinmann T, Gerlich J, Heinrich S, Nowak D, et al. Association of household cleaning agents and disinfectants with asthma in young German adults. *Occup Environ Med*. 2017;74(9):684–690. doi: 10.1136/oemed-2016-104086.
50. Xie W, Dumas O, Varraso R, Boggs KM, et al. Association of Occupational Exposure to Inhaled Agents in Operating Rooms With Incidence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Among US Female Nurses. *JAMA Network Open*. 2021;4(9):e2125749. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.25749.

Цитування: Брицун ВМ, Попова ІВ, Ковальова СО, Петренко ТВ. Побічні ефекти сучасних хімічних дезінфектантів та антисептиків. Частина 2. Неалергічна та алергічна дія внаслідок їх інгаляційного проникнення в організм. Астма та алергія. 2024;3:62–70. DOI: 10.31655/2307-3373-2024-3-62-70.

Cited: Britsun VM, Popova IV, Kovaleva SA, Petrenko TV. Side effects of modern chemical disinfectants and antiseptics. Part 2. Non-allergic and allergic effects due to their inhalation penetration into the body. *Asthma and allergy (Ukraine)*. 2024;3:62–70. DOI: 10.31655/2307-3373-2024-3-62-70. Ukrainian.

Відомості про авторів

В. М. Брицун*

Доктор хім. наук, головний науковий співробітник ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», м. Київ, 02094, Україна
britsun167@ukr.net
ORCID ID <https://orcid.org/0009-0005-3820-5188>

І. В. Попова

Доктор філософ. наук, кандидат тех. наук, професор кафедри харчової хімії Національного університету харчових технологій, м. Київ, 01601, Україна
ivpopova@bigmir.net
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0332-2681>

С. О. Ковальова

Кандидат хім. наук, доцент кафедри харчової хімії Національного університету харчових технологій, м. Київ, 01601, Україна
sval_kov@ukr.net
ORCID ID <https://orcid.org/0009-0008-8496-5200>

Т. В. Петренко

Кандидат хім. наук, доцент кафедри харчової хімії Національного університету харчових технологій, м. Київ, 01601, Україна
chitanya@ukr.net
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9696-882X>

Information about authors:

V. M. Britsun

DS (Chemistry), chief researcher, State Institution "O.M. Marzeyev Institute for Public Health of the National academy of medical sciences of Ukraine", Kyiv, 02094, Ukraine
britsun167@ukr.net

I. V. Popova

DS (Philosophy), PhD (Technical Sciences), Professor of the Department of Food Chemistry, National University of Food Technologies, Kyiv, 01601, Ukraine
ivpopova@bigmir.net

S. O. Koval'ova

PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Food Chemistry, National University of Food Technologies, Kyiv, 01601, Ukraine
sval_kov@ukr.net

T. V. Petrenko

PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Food Chemistry, National University of Food Technologies, Kyiv, 01601, Ukraine
chitanya@ukr.net

Надійшла до редакції / Received: 07.05.2024 р.
Прийнято до друку / Accepted: 13.06.2024 р.