

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

Видавнича група «Наукові перспективи»

Луганський державний медичний університет

Громадська наукова організація «Система здорового довголіття в мегаполісі»

Громадська організація «Християнська академія педагогічних наук України»

Громадська організація «Всеукраїнська асоціація педагогів і психологів з
духовно-морального виховання»

*за сприяння КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва",
Центру дієтології Наталії Калиновської*

«Перспективи та інновації науки»

(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)

Випуск № 3(37) 2024

Київ – 2024

- Мальченко В.Ю., Ратушнюк А.В., Бігарі В.О.**
*Інфекції судинного алопрансплантата: сучасний стан проблеми.....*1359
- Мегем О.М., Олійник Ю.О., Марциняк С.М.**
*Використання мобільних додатків і електронних систем для моніторингу та управління здоров'ям дітей під час війни.....*1372
- Молчанов Р.М., Гончарук О.О.**
*ISG навігація при лапароскопічній резекції нирки: результати хірургічного лікування та фактори, що впливають на швидкість клубочкової фільтрації.....*1388
- Москалюк В.Д., Баланюк І.В., Меленко С.Р., Давиденко О.М., Чернецька Н.В.**
*Біологічна зброя: можливі наслідки та заходи захисту.....*1403
- Нефьодова О.О., Шевченко О.С., Шевченко І.В., Кушнарьова К.А.**
*Вплив комбінованого введення хлориду кадмію з сукцинатами заліза та цинку на морфологічні структури стегнової кістки та нижньої щелепи щурів.....*1419
- Оболонська О.Ю., Манін М.В., Оболонська Т.О.**
*Прогностичне значення індексу перфузії тканин у новонароджених з гіпоксично ішемічною енцефалопатією на етапі реабілітації.....*1435
- Онул Н.М., Головкова Т.А., Шаторна В.Ф.**
*Експериментальні дослідження ізольованого впливу свинцю та у комбінації зі сполуками цинку на організм вагітних самиць щура.....*1445
- Павленко О.В., Гудзь В.А., Мовлянова Н.В.**
*Аналіз ефективності дистанційного навчання у вищій медичній освіті в Україні.....*1457
- Ратинська О.М., Бідзюра І.Г.**
*Особливості мислення у осіб з різною теплочутливістю.....*1470
- Руденко М.Л., Лазоришинець В.В., Андрущенко Т.А.**
*Дослідження хвороб серцевого кровообігу у військових.....*1480
- Савуляк Г.Р., Склярів Є.Я., Новак В.Л.**
*Епідеміологічні дані, етіологія, патогенез, фактори ризику, клінічні прояви, сучасні методи діагностики і лікування, прогнозування перебігу хронічної лімфоцитарної лейкемії.....*1487
- Стельмах Г.О., Бакалюк Т.Г., Макарчук Н.Р., Євчук Т.С.**
*Сучасні підходи до реабілітації військовослужбовців з вогнепальними пораненнями кінцівок.....*1511

УДК 616.99-036.22:57-049.5

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-3\(37\)-1403-1418](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-3(37)-1403-1418)

Москалюк Василь Деонізієвич д.мед.н., професор, завідувач кафедри інфекційних хвороб та епідеміології, Буковинський державний медичний університет, вул. Головна 137, м.Чернівці, тел.: (050) 826-92-37, <https://orcid.org/0000-0002-4104-8153>

Баланюк Ірина Володимирівна к.мед.н., доцент кафедри інфекційних хвороб та епідеміології, Буковинський державний медичний університет, вул. Головна 137, м.Чернівці, тел.: (095) 074-00-04, <https://orcid.org/0000-0003-1146-4065>

Меленко Світлана Романівна к.мед.н., доцент кафедри інфекційних хвороб та епідеміології, Буковинський державний медичний університет, вул. Головна 137, м.Чернівці, тел.: (050) 587-26-12, <https://orcid.org/0000-0003-4920-5843>

Давиденко Оксана Миколаївна к.мед.н., доцент кафедри інфекційних хвороб та епідеміології, Буковинський державний медичний університет, вул. Головна 137, м.Чернівці, тел.: (050) 100-28-39, <https://orcid.org/0000-0002-8897-8913>

Чернецька Наталія Василівна доктор філософії, кафедра внутрішньої медицини, Буковинський державний медичний університет, вул. Головна 137, м.Чернівці, <https://orcid.org/0000-0002-5156-1313>

БІОЛОГІЧНА ЗБРОЯ: МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ

Анотація. Біологічною зброєю називають бойові засоби, уражальна дія яких заснована на використанні хвороботворних властивостей мікроорганізмів (збудників) або мікробів, що викликають хвороби людей, тварин і рослин. Мета застосування біологічної зброї – зниження боєздатності супротивника. Це може бути досягнуто шляхом безпосереднього ураження людей, а також знищенням тварин і сільськогосподарських рослин, внаслідок чого людина позбавляється засобів існування (продовольства), а в деяких випадках відбувається псування матеріалів озброєння, військової техніки та спорядження.

Здійснили аналіз основних результатів сучасних досліджень щодо застосування біологічної зброї. З'ясували, що у випадку застосування

біологічної зброї, можливий значний як прямий, так і опосередкований вплив на життя багатьох людей. Важливим напрямком превентивних заходів є максимальний контроль епідеміологічної ситуації та готовність до боротьби з наслідками застосування біологічної зброї. А саме: дії спрямовані на зміцнення громадського здоров'я, серед інших сфер діагностики, включаючи ідентифікацію та типізацію мікробів, нагляд, загальні протимікробні терапевтичні засоби та терапевтичні засоби для подолання резистентності до ліків, навчання та освіти, які підвищують здатність суспільства боротися з «регулярними» спалахами інфекційних захворювань і значно впливатимуть на пом'якшення наслідків біотероризму.

Біологічна зброя включає патогени та токсини. Більшість потенційних збудників – бактерії та віруси. Біотероризм не є ні чимось новим, ні тим, що, ймовірно, зникне. Незважаючи на наявність нормативних документів, таких як Женевський протокол та Конвенція про біологічну і токсинну зброю, технічні труднощі та обмеження, що обумовлені необхідністю таємної роботи та складністю високотехнологічного забезпечення, ймовірність використання біологічної зброї залишається досить високою.

Ключові слова: біологічна зброя, патогенні біологічні агенти, біотероризм.

Moskaliuk Vasyl Deoniziyovych MD, Professor, Head at the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Bukovynian State Medical University; St. Holovna 137, Chernivtsi, tel.: (050) 826-92-37, <https://orcid.org/0000-0002-4104-8153>

Balaniuk Iryna Volodymyrivna PhD, Associate Professor at the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Bukovynian State Medical University; Holovna 137, Chernivtsi, tel.: (095) 074-00-04, <https://orcid.org/0000-0003-1146-4065>

Melenko Svitlana Romanivna PhD, Associate Professor at the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Bukovynian State Medical University; Holovna 137, Chernivtsi, tel.: (050) 587-26-12, <https://orcid.org/0000-0003-4920-5843>

Davydenko Oksana Mykolaivna Doctor of Medicine, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology of the Bukovyna State Medical University, Holovna 137, Chernivtsi, tel.: (050) 100-28-39, <https://orcid.org/0000-0002-8897-8913>

Chernetska Natalia Vasylivna PhD, assistant of the Department of Internal Medicine, Bukovynian State Medical University, Holovna 137, Chernivtsi, <https://orcid.org/0000-0002-5156-1313>

BIOLOGICAL WEAPONS: POSSIBLE CONSEQUENCES AND PROTECTIVE MEASURES

Abstract. Biological weapons are military means whose striking effect is based on the use of pathogenic properties of microorganisms (pathogens) or microbes that cause diseases of humans, animals and plants. The purpose of using biological weapons is to reduce the enemy's fighting capacity. This can be achieved by direct damage to people, as well as the destruction of animals and agricultural plants, as a result of which people are deprived of their means of livelihood (food), and in some cases there is a deterioration of weapons materials, military equipment and equipment.

An analysis of the main results of modern research on the use of biological weapons was carried out. It was found out that in the case of using biological weapons, a significant direct and indirect impact on the lives of many people is possible. An important direction of preventive measures is the maximum control of the epidemiological situation and readiness to fight the consequences of the use of biological weapons. Namely: actions aimed at strengthening public health, among other areas of diagnosis, including identification and typing of microbes, surveillance, general antimicrobial therapeutics and therapeutics to overcome drug resistance, training and education, which will increase the capacity of society to deal with "regular » outbreaks of infectious diseases and will significantly influence mitigation of the consequences of bioterrorism.

Biological weapons include pathogens and toxins. Most of the potential pathogens are bacteria and viruses. Bioterrorism is neither new nor likely to disappear. Despite the presence of normative documents, such as the Geneva Protocol and the Convention on Biological and Toxin Weapons, technical difficulties and limitations due to the need for secret work and the complexity of high-tech support, the probability of using biological weapons remains quite high.

Keywords: biological weapons, pathogenic biological agents, bioterrorism.

Постановка проблеми. Біологічна зброя (БЗ) має низку особливостей, головною з яких є здатність викликати масові захворювання людей (епідемії), тварин (епізоотії) та рослини (епіфітотії). Для зараження використовується незначна кількість мікробів, які, потрапивши в організм, швидко розмножуються та викликають захворювання, згодом, внаслідок контакту людей один з одним, через виділення хворих, повітря, воду, харчові продукти, а також через різних переносників (зазвичай комах) поширюються та за сприятливих умов захворювання може набути досить широких масштабів.

При цьому можуть використовуватися мікроби (віруси, бактерії, гриби) – збудники бруцельозу, туляремії, сибірки, чуми, холери, сапу, дифтерії, черевного тифу, енцефаліту, віспи, грипу та багатьох інших захворювань. Штами мікроорганізмів можуть бути природного походження, генетично

модифікованими, а також генетичними і хімічними конструкціями (генетична і етнічна біологічна зброя), які можуть бути застосовані в різних варіантах (удосконалені патогенні біологічні агенти, бінарні агенти, стелс-віруси та ін.) [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Є кілька ранніх прикладів використання БЗ, але в наш час вона була використана вперше для диверсій Німеччиною під час Першої світової війни. Розробка біологічної зброї військовими у значних масштабах була розпочата в кількох країнах у період між світовими війнами. Під час Другої світової війни кілька країн мали активні програми, такі як США, Великобританія, Канада, Німеччина, Японія та Радянський Союз [2]. Женевський протокол, ратифікований ще в 1925 р. і підписаний 65 із 121 держави, забороняє розробку, виробництво та використання у війні біологічної та хімічної зброї

ВООЗ офіційно визначила загрозу біологічної та хімічної війни в розпал В'єтнамської війни, після ухвалення резолюції ООН у 1967 р., яка засуджує всі дії, що суперечать Женевському протоколу. Це привело до створення звіту ВООЗ 1970 р. «Аспекти здоров'я хімічної та біологічної зброї», оновленого у 2004 р. Цей документ ВООЗ зосереджується на виявленні та реагуванні на незвичайні спалахи захворювань. Важливими рекомендаціями є стандартизоване спостереження та надання адекватної медичної допомоги у випадках таких надзвичайних ситуацій. За визначенням ВООЗ, біологічна зброя досягає запланованих цільових ефектів через інфекційність хвороботворних мікроорганізмів та інших подібних утворень, включаючи віруси, інфекційні нуклеїнові кислоти та пріони [3].

Мета статті - висвітлити потенційні загрози, які становить біологічна зброя для суспільства у сучасних реаліях.

Виклад основного матеріалу. Можливість використовувати біологічні агенти у війні заборонена Конвенцією про біологічну та токсинну зброю (КБТЗ). З 1972 р. націям не дозволялося проводити дослідження з метою розробки біологічної зброї або виробляти та накопичувати її. КБТЗ підписали та ратифікували 170 країн.

Наразі біотероризм визначається як навмисне вивільнення вірусів, бактерій або інших агентів, які використовуються для захворюваності або смерті людей, а також тварин або рослин. Біотероризм має на меті створити жертви, терор, соціальні порушення або економічні втрати, керується ідеологічними, релігійними чи політичними переконаннями [4].

Патогенні мікроорганізми не мають кольору, запаху, смаку і тому не визначаються органами чуття людини. Вражаюча дія БЗ проявляється не відразу, а через певний час (інкубаційний період), що залежить як від виду і кількості хвороботворних мікробів або їх токсинів, що потрапили в організм, так і від фізичного стану організму. Деякі захворювання, що виникають в результаті зараження, є контагіозними (чума, натуральна віспа та ін.), можуть потім передаватися від уражених до оточуючих здорових людей через повітря,

укуси комах та іншими шляхами. Неконтагіозні захворювання (сибірка, туляремія та ін.) від хворих людей до здорових практично не передаються [5].

Основу вражаючої дії БЗ становлять біологічні засоби – спеціально відібрані для бойового застосування біологічні агенти, здатні у разі проникнення в організм людей, тварин чи рослин викликати тяжкі інфекційні захворювання. До них відносять: окремі види хвороботворних мікробів і вірусів – збудників найбільш небезпечних інфекційних захворювань, а також токсичні продукти їхньої життєдіяльності; генетичний матеріал – молекули інфекційних нуклеїнових кислот, отриманих з бактерій (вірусів). Для знищення посівів зернових, технічних та інших сільськогосподарських культур очікується крім використання мікробів-збудників хвороб культурних рослин, навмисне застосування комах – найнебезпечніших шкідників сільськогосподарських культур.

Ефективність дії БЗ залежить не тільки від уражальних властивостей біологічних засобів, але значною мірою від правильного вибору способів і засобів їх застосування.

Способи застосування БЗ ґрунтуються на здатності патогенних мікробів у природних умовах проникати в організм людини такими шляхами [6]:

- з повітрям через органи дихання (аерогенний, повітряно-краплинний шлях);
- з їжею та водою через травний тракт (аліментарний шлях);
- через неушкоджену шкіру внаслідок укусів заражених кровосисних членистоногих (трансмівний шлях);
- через слизові оболонки рота, носа, очей, і навіть через ушкоджені шкірні покриви (контактний шлях).

Способи застосування БЗ:

- розпилення біологічних рецептур для зараження повітря частинками аерозолі – аерозольний спосіб;
- розсіювання з метою штучного зараження біологічними засобами кровосисних переносників – трансмісивний спосіб;
- зараження біологічними засобами повітря та води у замкнутих просторах (об'єму) за допомогою диверсійного спорядження – диверсійний спосіб.

Біологічна бойова рецептура – це конструкція, яка містить біологічні агенти, поєднані з наповнювачами та стабілізаторами, які використовуються у вигляді бойових зарядів з метою ураження людей, сільськогосподарських тварин, рослин і бойового майна. Бойові рецептури можуть містити як один, так і кілька патогенних біологічних агентів, або їх комбінації з хімічними чи радіаційними речовинами.

Основним методом застосування біологічних рецептур є розпилення їх у повітрі та створення таким чином хмар біологічного аерозолі. Захворювання

особового складу при цьому виникатимуть внаслідок вдихання аерозольних частинок, що містять збудників хвороб. Таким шляхом можна заразитися багатьма захворюваннями, включаючи такі, збудники яких у природних умовах повітряно-крапельним шляхом не передаються. Безпосередній захист особового складу в період біологічного нападу противника забезпечується використанням засобів індивідуального та колективного захисту, а також застосуванням засобів екстреної профілактики, що є в індивідуальних аптечках [6].

Властивості біологічної зброї, які визначають її пріоритетність як зброї масового ураження:

- висока бойова ефективність за площею ураження та можливою кількістю уражених;
- наявність прихованого періоду від моменту застосування;
- складність своєчасного виявлення факту застосування біологічної зброї;
- труднощі при верифікації діагнозу та вчасному наданні медичної допомоги;
- відсутність ефективних специфічних і неспецифічних засобів захисту;
- вибірковість дії щодо об'єкту ураження (люди, тварини чи рослини);
- можливість підбору біологічних агентів за ознаками наявності чи відсутності контагіозності, періоду дії після застосування біологічної зброї.

Біологічна зброя включає реплікаційні та не реплікаційні агенти. Реплікаційні агенти, також відомі як патогени або інфекційні агенти, включають живі організми або спори. Приклади реплікаційних агентів включають сибірку, чуму, туляремію, бруцельоз, Q-гарячку, натуральну віспу тощо. Агенти, що не реплікуються – токсини. Токсини є ефективними і специфічними отрутами, що виробляються живими організмами [7].

До токсинів відносять абрин, рицин, ботулінічні нейротоксини, *Clostridium perfringens* токсин-епсилон, конотоксини, сакситоксин, шигатоксин, стафілококові ентеротоксини, токсин Т-2 і тетродотоксин [8]. За значущістю вони поділяються на три категорії: вищої “І” – нейроботулотоксин; помірної “ІІ” – рицин, стафілококовий ентеротоксин В, Т-2 токсин, епсилонт-токсин *Clostridium perfringens* і перспективної “ІІІ” – сакситоксин, брєвітоксин, домоева кислота, тетродотоксин, палітоксин [9].

За значущістю Centers for Disease Control (CDC) США визнає три категорії патогенних біологічних агентів [10].

Категорія А включає агенти з найвищим пріоритетом, які становлять загрозу національній безпеці, оскільки вони можуть легко поширюватися або передаватися від людини до людини, викликаючи вторинні та третинні випадки; спричиняють високу смертність і можуть мати серйозний вплив на здоров'я населення, включаючи вплив на медичні заклади; можуть спричинити

громадську паніку та соціальні порушення; вимагають особливих заходів для підготовки громадського здоров'я. До таких збудників належать *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, віруси натуральної віспи і ботулотоксин.

До збудників категорії В належать бруцела, епсилон-токсин, сальмонела, кишкова паличка O157:H7, шигела, *Burkholderia mallei*, *Burkholderia pseudomallei*, *Coxiella burnetti*, рицин, стафілококовий ентеротоксин, *Rickettsia prowazekii*, вірус енцефаліту і холерний вібріон.

Агенти категорії С можуть бути розроблені для масового поширення, використання в майбутньому через доступність, простоту виробництва, серйозний вплив на стан здоров'я, потенційну високу захворюваність і смертність. Агенти категорії С включають нові агенти, такі як Nipah вірус і Гантавірус [11].

Актуальною є класифікація біологічної зброї за основними характеристиками патогенних біологічних агентів (табл. 1) [12].

Таблиця 1

Тривалість прихованого періоду	Тяжкість ураження	Контагіозність	Резистентність у довкіллі
Швидкодіючі ураження в 1-шу добу (ботулотоксин)	Смертельні (сибірка, чума, ботулотоксин)	Контагіозні (чума, натуральна віспа)	Високостійкі більше 1 доби (сибірка, Q-гарячка)
Повільної дії 2-5 діб (чума, сибірка)	Тимчасово-вивідної дії (бруцельоз, туляремія)	Неконтагіозні (туляремія, сибірка, бруцельоз)	Відносно стійкі до 1 доби (туляремія, меліоїдоз, бруцельоз)
Відтермінованої дії більше 5 діб (сибірка, бруцельоз)			Нестійкі/малостійкі до 3 год. (чума, ботулізм)

Сибірка

Сибірка – це особливо небезпечне гостре бактерійне зооантропонозне захворювання, спричинене *Bacillus anthracis*, характеризується інтоксикацією, розвитком серозно-геморагічного запалення шкіри, лімфатичних вузлів і внутрішніх органів, перебігає у вигляді шкірної (з утворенням у більшості випадків специфічного карбункула) або септичної форми. Збудник реєструється у двох формах – вегетативній та споровій. Вегетативні форми швидко гинуть при дії звичайних дезінфікувальних речовин та кип'ятінні. Спори надзвичайно стійкі. У ґрунті зберігаються десятиліттями. Стійкі до дії

хімічних речовин, при автоклавованні (132 °С) та кип'ятінні гинуть лише за 60 хв. Розміри і стійкість спор збудника сибірки роблять цей мікроорганізм ідеальною біологічною зброєю. Є чотири типи сибірки: шкірна, інгаляційна, шлунково-кишкового тракту та орофарингеальна сибірка [13,14]. Тривалість інкубаційного періоду коливається від декількох год до 14 діб, частіше 2-3 доби. Початкова клінічна симптоматика: локальний свербіж з подальшим папульозним ураженням, яке змінюється на везикулярний. Через 7-10 днів з'являється чорний струп. Загальна симптоматика: втома, гарячка, нездужання, кашель, легкий дискомфорт у грудях, респіраторний дистрес-синдром, шок [15].

Інгаляційна сибірка виникає внаслідок вдихання спор [16]. Інкубаційний період інгаляційної форми становить менше тижня, але у рідкісних випадках займає тижні. Відносно специфічною особливістю сибірки на рентгенограмі грудної клітки є розширення тіні середостіння та геморагічний плевральний випіт. Подальші симптоми виникають через 1-5 днів після початкових симптомів і проявляються різким підйомом високої температури тіла і тяжким респіраторним дистресом (задишка, стридор, ціаноз). Після цього шок і смерть можуть настати протягом 24-36 год. За наявною інформацією, частота летальних випадків за інгаляційної форми сибірки становить більше 90 %. У разі підозри на інгаляційну форму хвороби лікування слід починати негайно. Лікування: ципрофлоксацин 500 мг перорально двічі на день або доксициклін 100 мг перорально двічі на день. Терапію необхідно продовжувати протягом 60 днів, що обумовлено наявністю спор.

Шлунково-кишкова сибірка виникає внаслідок споживання недостатньо обробленого або сирого м'яса або молочних продуктів від інфікованих тварин. Інкубаційний період становить від 1 до 7 днів. Початкові симптоми включають нудоту, блювання, анорексію, гарячку, гематемезис і криваву діарею. На КТ спостерігається мезентеріальна аденопатія. Через 2-4 дні розвивається асцит. Шок і смерть наступають через 2-5 днів.

Чума

Чума – це зоонозна природно-осередкова бактерійна інфекція, яка викликається *Yersinia pestis*, характеризується гарячкою, тяжкою інтоксикацією, серозно-геморагічним ураженням лімфатичної системи, легень та інших органів, сепсисом і високою летальністю. Бактерія чутлива до високої температури тіла (нагрівання до 60 °С вбиває за 1 год, кип'ятіння – протягом 1 хв); до сонячного світла, до висушування, у ґрунті стійка до 1 року, але після випуску аерозолу життєздатна лише 1 год. Інфекційна доза становить 100-20 000 мікроорганізмів.

Інкубаційний період – 1-6 діб. Пацієнти контагіозні протягом 3 діб після початку лікування. Основний природний резервуар – гризуни. Основний механізм передачі – трансмісивний, реалізується через бліх. Існує 3 форми чуми: легенева, бубонна та септицемічна. Бубонна чума є найпоширенішим

природним видом чуми, але легенева форма може використовуватись як біологічна зброя [17].

Зараження на легеневу чуму відбувається природним шляхом при вдиханні через дихальні шляхи аерозоллю від інфікованих людей або тварин. Легенева чума є єдиним типом чуми, яка легко поширюється від людини до людини. Характерні симптоми: озноб, ціаноз шкірних покривів, гарячка, головний біль, геморагії (пурпурового кольору) в ділянці шкірних покривів і слизових оболонок, дискомфорт у грудній клітці внаслідок гострих клінічних проявів пневмонії, продуктивний кашель з виділенням рідкого або кров'янистого мокротиння, респіраторний дистрес-синдром, септичний шок, нудота, блювання та підвищена втомлюваність. Легенева форма чуми без відповідного лікування у 100 % випадків закінчується летально, що часто обумовлено розвитком тяжкого циркуляторного колапсу, геморагічного діатезу і дихальної недостатності. За умови лікування летальність становить 20-60 %.

Бубонна форма чуми асоціюється з блошиними укусами. Характеризується набряканням і болючістю регіонарних лімфатичних вузлів у безпосередній близькості від блошиного укусу. Характерні озноб, гарячка, головний біль, набряк лімфатичних вузлів, як правило, пахових, пахвових і шийних. Септицемічна чума виникає, коли *Yersinia pestis* розмножується у крові. Характерні: гарячка, біль у черевній порожнині, що асоціюється з гастроінтестинальними симптомами, дистальна гангрена (пальців або вух, вторинна відносно формування капілярного тромбозу), артеріальна гіпотензія з прискореним серцебиттям, міалгії, респіраторний дистрес-синдром на фоні розвитку вторинної пневмонії.

Лікування: стрептоміцин є кращим засобом лікування активного захворювання, як альтернатива використовується гентаміцин у поєднанні з ципрофлоксацином або доксицикліном [18].

Туляремія

Туляремія – гостре інфекційне природно-осередкове захворювання із множинними механізмами зараження, спричиняється *Francisella tularensis*, супроводжується загальною інтоксикацією, гарячкою, ураженням лімфатичних вузлів, шкіри, слизових оболонок і легень. Основне джерело збудника для людини – гризуни (ондатри, щури, миші, ховрахи, зайці). Франциселла є факультативним внутрішньоклітинним організмом і розмножується всередині макрофагів. Це один з найбільш інфекційних організмів з інокуляційною дозою лише 10 організмів. Інкубаційний період зазвичай становить 3-5 днів з діапазоном 1-14 днів. Характерні ранні грипоподібні симптоми: озноб, гарячка, кашель, головний біль, підвищена втомлюваність. Для виразково-залозистої форми характерні ураження шкірних покривів, біль у черевній порожнині, анорексія, біль у суглобах, спині, дискомфорт у грудній клітці, набряклі, болючі регіонарні лімфатичні

вузли в пахвовій і паховій зонах, водяниста діарея, можлива гематогенна або септична дисемінація в інші органи (в тому числі у легені). Септицемічна (тиреοїдна) форма характеризується болем у черевній порожнині, ознобом, нудотою, блюванням, водянистою діареєю, гепатомегалією, спленомегалією, сепсисом. Пневмонічна форма: дискомфорт у грудній клітці з можливим розвитком плевриту, диспное, біль у м'язах, непродуктивний або малопродуктивний кашель, фарингіт, плевральний випіт, респіраторний дистрес-синдром [19]. Стрептоміцин є препаратом вибору, гентаміцин – препарат резерву.

Натуральна віспа

Природна віспа ліквідована наприкінці 1970-х років. Однак вірус не зник. Запаси вірусу зберігаються в наукових центрах вірусології та біотехнологій.

Рутинну вакцинацію від натуральної віспи припинено через побічні ефекти та відсутність необхідності її проведення. Молоде покоління не має імунітету, тому використання як біологічної зброї відносно невеликої кількості збудника віспи може призвести до масової епідемії. Віспа викликається ДНК-вірусом, єдиним природним хазяїном якого є людина. Збудник – *Variola virus*, представник роду *Orthopoxvirus*, стійкий до 1 року в пилі та тканинах. Інкубаційний період становить 7-17 днів, середня тривалість – 12 днів.

Інокуляційна доза 10-100 мікроорганізмів. Характерні сильний головний біль, висока температура тіла, сильна дезорієнтація, біль у спині, біль у грудях і суглобах, занепокоєння, екзантема, макулопапульозний висип, який стає везикулярним. Показники летальності у невакцинованих осіб у випадку звичайної віспи становлять 30 %, у вакцинованих – 3 %. Специфічною місцевою реакцією на введення вакцини є розвиток червоного пухирця в місці ін'єкції на 6-8-й день; збільшення лімфатичних вузлів, гарячка, головний біль, біль у тілі та втома, пік яких досягається через 3-12 днів.

Бруцельоз

Бруцельоз – антропозоонозна інфекція, що передається від хворих тварин людині, спричиняється бактеріями роду *Brucella*, з переважним ураженням опорно-рухового апарату, нервової та статеві систем організму. Летальність для людей не перевищує 2-4 %, але хвороба схильна до переходу в хронічну форму і може спричинити довготривалу втрату працездатності та інвалідність. Інкубаційний період бруцельозу становить від 2 до 4 тижнів, але коливається від 5 днів до 5 місяців. Клінічний перебіг характеризується грипоподібними симптомами, включаючи інтермітувальну гарячку, пітливість, головний біль, втрату ваги, біль у спині, біль у черевній порожнині (гепатоспленомегалія), дискомфорт у грудній клітці, непостійний суглобовий біль (особливо в суглобах кінцівок і попереково-крижовому відділі хребта) та фізичну слабкість. Ускладнення – менінгіт, тромбоцитопенія, увеїт, неврити, ураження суглобів, гепатит та ендокардит.

Аерозольний метод при використанні біологічної зброї може використовуватись у вищих дозах, ніж у природному середовищі. Тому в біотерористичній атаці ступінь інвалідизації та ризик виникнення ускладнень і смерті може бути вищим. Лікування складається з доксицикліну та рифампіцину, які використовуються в комбінації протягом 6 тиж [20].

Сап

Сап – це інфекційне захворювання, що викликається *Burkholderia mallei*, зоонозної природи з контактним механізмом передачі, що перебігає за типом септикопемії у гострій або хронічній формі та проявляється гарячкою, утворенням виразок, численних абсцесів у різних тканинах і органах. Інкубаційний період становить від 1 до 5 днів, але може досягати 21 дня. Резервуарами інфекції переважно є коні і споріднені тварини. Збудника сапу віднесено до тих біологічних агентів, які офіційно визнано чинниками біологічної зброї. У людському організмі інфекція може проявлятися у вигляді гострих локальних форм, генералізованої лімфаденопатії, септицемії, гострих легневих або хронічних форм. Збудник безпосередньо проникає в організм через ушкоджену шкіру. Повітряно-крапельний механізм інфікування сприяє глибокому проникненню збудника в тканини легень. Інфекція може проникнути в організм через слизові оболонки носа, очей, ротоглотки або легень. Використання *Burkholderia mallei* як біологічної зброї імовірно, буде аерозольним шляхом і матиме коротший інкубаційний період. Клінічна картина включає гарячку, озноб, нездужання, світлобоязнь, шийну аденопатію, міалгії та біль у грудях. Активність проти *Burkholderia mallei* включають сульфадіазин або інші сульфаніламіді, тетрацикліни, ципрофлоксацин, стрептоміцин, гентаміцин, іміпенем та цефтазидим [21].

Меліоїдоз

Меліоїдоз (хвороба Вітмора, або псевдосап), викликається *Burkholderia pseudomallei*, характеризується переважно контактним механізмом передачі (при контакті з ґрунтом), виникненням сепсису з утворенням гнійних вогнищ – абсцесів, утворенням гранульом в органах і тканинах, проносом, зневодненням, гострим і хронічним перебігом. Типовий інкубаційний період становить від 1 до 21 дня. При інгаляційному впливі (використання біологічної зброї), ймовірно, буде коротшим. Особи з ризиком захворювання включають людей з цукровим діабетом, захворюваннями печінки, нирковою недостатністю. Потенційним ускладненням є дисемінована інфекція з метастатичними абсцесами, які вражають шкіру, печінку та селезінку.

Антибіотикотерапія включає внутрішньовенне введення цефтазидиму, іміпенему або меропенему протягом не менше 14 днів.

Токсини

Ботулотоксин – це нервовий токсин, що виробляється бактеріями *Clostridium botulinum*. Три природні форми хвороби: харчовий ботулізм, дитячий та рановий ботулізм. LD50 (летальна доза 50 %) становить

0,001 мкг/кг для типу А (парентеральний), 0,003 мкг/кг (аерозоль). Інкубаційний період – від 2 год до 10 днів (в середньому 12-72 год). Симптоми ботулізму найчастіше з'являються поступово, одна з найперших ознак ботулізму – порушення зору ("сітка або туман" перед очима, двоїння предметів, що пов'язано з паралічем очних м'язів). Одночасно виникають спрага, сухість слизових оболонок, розлад ковтання, може змінитися тембр голосу (обумовлені ураженням ковтальних м'язів). Для лікування ботулізму використовують антитоксин, який необхідно вводити протягом декількох годин після інфікування.

Рицин – це токсин із касторових бобів (*Ricinus communis*), який є частиною відходів, що утворюються при виробництві рицинової олії. Стабільний до нагрівання вище 80 °С. Дуже токсичний (LD50 1 мг) – доза розміром із шпилькову головку може бути смертельною. Інкубаційний період становить 4-8 год (легкі симптоми), 18-24 год (тяжкі симптоми). Характерні: гарячка, порушення дихання, кашель. Клінічно проявляється шлунково-кишковою кровотечею, поліорганною недостатністю. Специфічного лікування немає, рекомендована підтримуюча терапія [22].

Індикація біологічної зброї

Індикація біологічної зброї проводиться у комплексі спеціальних заходів біологічної розвідки. Включає неспецифічну (встановлення факту застосування біологічної зброї) та специфічну (визначення виду уражального агента) індикацію.

Неспецифічну індикацію проводять у момент використання біологічної зброї за допомогою візуального спостереження на місцевості, використання сигнальних методів (використання приладів-лічильників, фотоелектричних і електростатичних лічильників) та неспецифічних методів (визначення в аерозолі білка за допомогою біуретової та нінгідринової проби, реакції піролізу та ін.).

Специфічна індикація дає можливість визначити видову належність патогенного біологічного агента. Для цього проводиться відбирання проб, їх транспортування в лабораторію, первинна обробка зразків і збагачення матеріалу. З подальшою ідентифікацією збудників за допомогою методів експрес-аналізу (ІФА, РПГА, ІЛМ, ПЛР та ін.).

Для швидкої та специфічної ідентифікації біологічних агентів розроблено прилад, що використовує світловий адресний потенціометричний датчик і проточну імунофільтраційно-ферментну систему аналізу. Були досліджені та оптимізовані параметри, що впливають на змішування реагентів у рідинних лініях приладу, які показали високі результати в дослідженнях.

Основні принципи захисту людей в осередках біологічного зараження

У період загрози застосування біологічної зброї (для захисту особового складу) необхідне:

- 1) розосередження військ на місцевості;
- 2) ретельне маскування військ;
- 3) періодична зміна районів їх розташування, аеродромів, стоянок кораблів з метою утруднення їх виявлення;
- 4) своєчасне сповіщення військ про біологічне (бактеріологічне) забруднення місцевості подачею спеціальних сигналів;
- 5) використання особовим складом індивідуальних засобів захисту, окопів, траншей, бліндажів, сховищ зі спеціальним устаткуванням для захисту озброєння, техніки та матеріальних засобів.

Під час застосування біологічної зброї та в період ліквідації наслідків:

- 1) використання засобів індивідуального захисту (загальновійськові захисні комплекти, протигази/автономний дихальний апарат, захисні рукавички);
- 2) використання колективних засобів захисту (герметизовані сховища, обладнані фільтровентиляційними установками);
- 3) мінімізувати ризик впливу і контакту з біологічним агентом;
- 4) за можливістю перебувати з навітряної сторони, рекомендується не наближатися до зони інциденту ближче ніж на 22,86 м;
- 5) провести знезараження поверхонь за допомогою розчину хлору 0,5 % (у співвідношенні 1:10);
- 6) провести знезараження людей і тварин за допомогою водно-мильного розчину;
- 7) негайно забезпечити медичний огляд всіх осіб, які зазнали або ймовірно зазнали впливу факторів ураження;
- 8) здійснити специфічну (вакцинація) та хіміпрофілактику особового складу;
- 9) контроль медичною службою за виконанням режимно-обмежувальних заходів.

Висновки. Біологічна зброя включає патогени та токсини. Більшість потенційних збудників – бактерії та віруси. Біотероризм не є ні чимось новим, ні тим, що, ймовірно, зникне. Незважаючи на наявність нормативних документів, таких як Женевський протокол та Конвенція про біологічну і токсинну зброю, технічні труднощі та обмеження, що обумовлені необхідністю таємної роботи та складністю високотехнологічного забезпечення, ймовірність використання біологічної зброї залишається досить високою.

У випадку застосування біологічної зброї, можливий значний як прямий, так і опосередкований вплив на життя багатьох людей. Важливим напрямком превентивних заходів є максимальний контроль епідеміологічної ситуації та готовність до боротьби з наслідками застосування біологічної зброї. А саме: дії спрямовані на зміцнення громадського здоров'я, серед інших сфер діагностики, включаючи ідентифікацію та типізацію мікробів, нагляд, загальні

протимікробні терапевтичні засоби та терапевтичні засоби для подолання резистентності до ліків, навчання та освіти, які підвищують здатність суспільства боротися з «регулярними» спалахами інфекційних захворювань і значно впливатимуть на пом'якшення наслідків біотероризму.

Література:

1. Jansen, H. J., Breeveld, F. J., Stijnis, C., & Grobusch, M. P. (2014). Biological warfare, bioterrorism, and biocrime. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 20(6), 488–496.
2. Roffey, R., Tegnell, A., & Elgh, F. (2002). Biological warfare in a historical perspective. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 8(8), 450–454.
3. McElroy, R.J. (1991). The Geneva Protocol of 1925. In: Krepon, M., Caldwell, D. (eds) *The Politics of Arms Control Treaty Ratification*. Palgrave Macmillan, New York.
4. World Health Organization (2005). Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance. *Biosecurity and bioterrorism: biodefense strategy, practice, and science*, 3(3), 268–269.
5. Henderson D. A. (2000). Bioterrorism. *International journal of clinical practice. Supplement*, (115), 32–36.
6. Agarwal, R., Shukla, S. K., Dharmani, S., & Gandhi, A. (2004). Biological warfare--an emerging threat. *The Journal of the Association of Physicians of India*, 52, 733–738.
7. Anderson, P. D., & Bokor, G. (2012). Bioterrorism: pathogens as weapons. *Journal of pharmacy practice*, 25(5), 521–529.
8. Clark, G. C., Casewell, N. R., Elliott, C. T., Harvey, A. L., Jamieson, A. G., Strong, P. N., & Turner, A. D. (2019). Friends or Foes? Emerging Impacts of Biological Toxins. *Trends in biochemical sciences*, 44(4), 365–379.
9. Avril A. (2017). Therapeutic Antibodies for Biodefense. *Advances in experimental medicine and biology*, 1053, 173–205.
10. Janoutová, J., Filipčíková, R., Bílek, K., & Janout, V. (2020). Biological agents of bioterrorism - preparedness is vital. Biologická agents bioterorizmu - připravenost je nezbytná. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie : casopis Spolecnosti pro epidemiologii a mikrobiologii Ceske lekarske spolecnosti J.E. Purkyne*, 69(1), 42–47.
11. Balali-Mood, M., Moshiri, M., & Etemad, L. (2013). Medical aspects of bioterrorism. *Toxicon : official journal of the International Society on Toxinology*, 69, 131–142.
12. Kerwat, K., Becker, S., Wulf, H., & Densow, D. (2010). Biologische Waffen [Biological weapons]. *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)*, 135(33), 1612–1616.
13. Rozsa L. (2014). A proposal for the classification of biological weapons sensu lato. *Theory in biosciences = Theorie in den Biowissenschaften*, 133(3-4), 129–134.
14. Kyriacou, D. N., Adamski, A., & Khardori, N. (2006). Anthrax: from antiquity and obscurity to a front-runner in bioterrorism. *Infectious disease clinics of North America*, 20(2), 227–viii.
15. Wallin, A., Luksiene, Z., Zagminas, K., & Surkiene, G. (2007). Public health and bioterrorism: renewed threat of anthrax and smallpox. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 43(4), 278–284.
16. Cunha B. A. (2002). Anthrax, tularemia, plague, ebola or smallpox as agents of bioterrorism: recognition in the emergency room. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 8(8), 489–503.
17. Galy, A., Loubet, P., Peiffer-Smadja, N., & Yazdanpanah, Y. (2018). La peste : mise au point et actualités [The plague: An overview and hot topics]. *La Revue de medecine interne*, 39(11), 863–868.

18. Inglesby, T. V., Dennis, D. T., Henderson, D. A., Bartlett, J. G., Ascher, M. S., Eitzen, E., Fine, A. D., Friedlander, A. M., Hauer, J., Koerner, J. F., Layton, M., McDade, J., Osterholm, M. T., O'Toole, T., Parker, G., Perl, T. M., Russell, P. K., Schoch-Spana, M., & Tonat, K. (2000). Plague as a biological weapon: medical and public health management. Working Group on Civilian Biodefense. *JAMA*, 283(17), 2281–2290.
19. Dennis, D. T., Inglesby, T. V., Henderson, D. A., Bartlett, J. G., Ascher, M. S., Eitzen, E., Fine, A. D., Friedlander, A. M., Hauer, J., Layton, M., Lillibridge, S. R., McDade, J. E., Osterholm, M. T., O'Toole, T., Parker, G., Perl, T. M., Russell, P. K., Tonat, K., & Working Group on Civilian Biodefense (2001). Tularemia as a biological weapon: medical and public health management. *JAMA*, 285(21), 2763–2773.
20. Tärnvik, A., & Chu, M. C. (2007). New approaches to diagnosis and therapy of tularemia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1105, 378–404.
21. Mayr A. (2003). Smallpox vaccination and bioterrorism with pox viruses. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 26(5-6), 423–430.
22. Breman J. G. (2021). Smallpox. *The Journal of infectious diseases*, 224(12 Suppl 2), S379–S386.

References:

1. Jansen, H. J., Breeveld, F. J., Stijnis, C., & Grobusch, M. P. (2014). Biological warfare, bioterrorism, and biocrime. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 20(6), 488–496.
2. Roffey, R., Tegnell, A., & Elgh, F. (2002). Biological warfare in a historical perspective. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 8(8), 450–454.
3. McElroy, R.J. (1991). The Geneva Protocol of 1925. In: Krepon, M., Caldwell, D. (eds) *The Politics of Arms Control Treaty Ratification*. Palgrave Macmillan, New York.
4. World Health Organization (2005). Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance. *Biosecurity and bioterrorism: biodefense strategy, practice, and science*, 3(3), 268–269.
5. Henderson D. A. (2000). Bioterrorism. *International journal of clinical practice. Supplement*, (115), 32–36.
6. Agarwal, R., Shukla, S. K., Dharmani, S., & Gandhi, A. (2004). Biological warfare--an emerging threat. *The Journal of the Association of Physicians of India*, 52, 733–738.
7. Anderson, P. D., & Bokor, G. (2012). Bioterrorism: pathogens as weapons. *Journal of pharmacy practice*, 25(5), 521–529.
8. Clark, G. C., Casewell, N. R., Elliott, C. T., Harvey, A. L., Jamieson, A. G., Strong, P. N., & Turner, A. D. (2019). Friends or Foes? Emerging Impacts of Biological Toxins. *Trends in biochemical sciences*, 44(4), 365–379.
9. Avril A. (2017). Therapeutic Antibodies for Biodefense. *Advances in experimental medicine and biology*, 1053, 173–205.
10. Janoutová, J., Filipčíková, R., Bílek, K., & Janout, V. (2020). Biological agents of bioterrorism - preparedness is vital. Biologická agens bioterorismu - připravenost je nezbytná. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie : casopis Spolecnosti pro epidemiologii a mikrobiologii Ceske lekarske spolecnosti J.E. Purkyne*, 69(1), 42–47.
11. Balali-Mood, M., Moshiri, M., & Etemad, L. (2013). Medical aspects of bioterrorism. *Toxicon : official journal of the International Society on Toxinology*, 69, 131–142.
12. Kerwat, K., Becker, S., Wulf, H., & Densow, D. (2010). Biologische Waffen [Biological weapons]. *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)*, 135(33), 1612–1616.
13. Rozsa L. (2014). A proposal for the classification of biological weapons sensu lato. *Theory in biosciences = Theorie in den Biowissenschaften*, 133(3-4), 129–134.

14. Kyriacou, D. N., Adamski, A., & Khardori, N. (2006). Anthrax: from antiquity and obscurity to a front-runner in bioterrorism. *Infectious disease clinics of North America*, 20(2), 227–viii.
15. Wallin, A., Luksiene, Z., Zagminas, K., & Surkiene, G. (2007). Public health and bioterrorism: renewed threat of anthrax and smallpox. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 43(4), 278–284.
16. Cunha B. A. (2002). Anthrax, tularemia, plague, ebola or smallpox as agents of bioterrorism: recognition in the emergency room. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 8(8), 489–503.
17. Galy, A., Loubet, P., Peiffer-Smadja, N., & Yazdanpanah, Y. (2018). La peste : mise au point et actualités [The plague: An overview and hot topics]. *La Revue de medecine interne*, 39(11), 863–868.
18. Inglesby, T. V., Dennis, D. T., Henderson, D. A., Bartlett, J. G., Ascher, M. S., Eitzen, E., Fine, A. D., Friedlander, A. M., Hauer, J., Koerner, J. F., Layton, M., McDade, J., Osterholm, M. T., O'Toole, T., Parker, G., Perl, T. M., Russell, P. K., Schoch-Spana, M., & Tonat, K. (2000). Plague as a biological weapon: medical and public health management. Working Group on Civilian Biodefense. *JAMA*, 283(17), 2281–2290.
19. Dennis, D. T., Inglesby, T. V., Henderson, D. A., Bartlett, J. G., Ascher, M. S., Eitzen, E., Fine, A. D., Friedlander, A. M., Hauer, J., Layton, M., Lillibridge, S. R., McDade, J. E., Osterholm, M. T., O'Toole, T., Parker, G., Perl, T. M., Russell, P. K., Tonat, K., & Working Group on Civilian Biodefense (2001). Tularemia as a biological weapon: medical and public health management. *JAMA*, 285(21), 2763–2773.
20. Tärnvik, A., & Chu, M. C. (2007). New approaches to diagnosis and therapy of tularemia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1105, 378–404.
21. Mayr A. (2003). Smallpox vaccination and bioterrorism with pox viruses. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 26(5-6), 423–430.
22. Breman J. G. (2021). Smallpox. *The Journal of infectious diseases*, 224(12 Suppl 2), S379–S386.