View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Electronic Sumy State University Institutional Repository

В. М. Голубнича,
М. В. Погорєлов,
В. В. Корнієнко

Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів безпеки

Монографія

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

В. М. Голубнича, М. В. Погорєлов,
В. В. Корнієнко

Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів безпеки

Монографія

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми
Сумський державний університет
2016

УДК 613.636:006.25
ББК 51.246.2
Г62

Рецензенти:
М. Д. Чемич – доктор медичних наук, професор СумДУ;
А. О. Шевченко – доктор медичних наук, професор ДЗ «ДМА»

Рекомендовано до видання
вченою радою Сумського державного університету
(протокол № 9 від 15 червня 2016 року)

Ця публікація базується на роботі, виконаній за підтримки гранту Фонду цивільних досліджень і розвитку США (ФЦДР). Будь-які думки, результати й висновки чи рекомендації, викладені в цьому матеріалі, є думкою авторів і необов'язково відображають точку зору ФЦДР.

Голубнича В. М.

Г62 Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біобезпеки : монографія / В. М. Голубнича, М. В. Погорєлов, В. В. Корнієнко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 123 с.

ISBN 978-966-657-629-6

У монографії наведені сучасні дані з питань біозахисту і біобезпеки у медико-біологічній галузі та щодо роботи мікробіологічних лабораторій. Значна увага приділена особливостям практичної діяльності працівників лабораторій з урахуванням вимог біобезпеки. Також поєднані досягнення і досвід учених та організацій як міжнародного, так і національного рівня.

Наукове видання призначене для широкого кола читачів: студентів медичних та біологічних факультетів, лікарів, біологів, науковців і працівників лабораторій 1-го та 2-го рівнів безпеки, які у своїй практичній діяльності зіштовхуються з мікроорганізмами або продуктами їх життєдіяльності.

УДК 613.636:006.25
ББК 51.246.2

© Голубнича В. М., Погорєлов М. В., Корнієнко В. В., 2016
© Сумський державний університет, 2016

ISBN 978-966-657-629-6

Зміст

		С.
Вступ …….		5
Визначення використовуваних понять ……..		7
Розділ 1. Біозахист та біобезпека ……...		10
Список літератури ……...		24
Розділ 2. Базові вимоги до роботи біологічних лабораторій 1-го та 2-го рівнів безпеки ……..		26
2.1.	Оцінювання біологічного ризику та вибір методів захисту……..	27
2.2.	Класифікація мікроорганізмів за групами ризику …….	33
2.3.	Рівні біологічної безпеки мікробіологічних лабораторій та основні вимоги до їх роботи …….	35
2.4.	Лабораторне обладнання лабораторій 1-го та 2-го рівнів біобезпеки ……...	45
2.5.	Ролі та відповідальності ……	46
2.6.	Нагляд за здоров'ям персоналу та його професійною підготовкою ……..	49
Список літератури ……		50
Розділ 3. Методи роботи з біологічним матеріалом …….....		52
3.1.	Захисне обладнання (первинні та вторинні бар'єри) …….	53
3.2.	Вимоги до приймання, зберігання, транспортування культур та інфікованого матеріалу …….....	56
3.3.	Правила роботи з патогенними агентами біологічного походження……	59
3.4.	Зберігання витратних матеріалів та ампул, що містять потенційно інфікований матеріал, правила їх використання..	63
3.5.	Особливості використання піпеток та піпетувальних засобів……	66
3.6.	Запобігання поширенню інфекційних матеріалів ……..	68
3.7.	Запобігання ін'єкціям інфекційними матеріалами …….	69
3.8.	Стандартні запобіжні заходи під час роботи з кров'ю, іншими рідинами організму, тканинами й екскрементами …	69
3.9.	Використання боксів біологічної безпеки ……...	71
3.10.	Використовування центрифуг ……..	83

3.11. Використовування гомогенізаторів, шейкерів, міксерів та ультразвукових подрібнювачів (сонікаторів) ……. 84
3.12. Запобіжні заходи при використовуванні холодильників та морозильних камер ……... 85
Список літератури ……... 86
87

Розділ 4. Послідовність роботи під час аварійних ситуацій ……
4.1. Біологічне забруднення та заходи щодо його ліквідації ….. 88
4.2. Порядок дій під час ліквідації наслідків аварій та нещасних випадків у лабораторіях ……. 90
Список літератури ……... 95
96

Розділ 5. Дезінфекція та стерилізація ……
5.1. Способи та засоби знешкодження лабораторних матеріалів . 97
5.2. Хімічні герміциди …….. 101
5.3. Місцева деконтамінація довкілля ……. 106
5.4. Деконтамінація боксів біологічної безпеки ……. 107
5.5. Миття/деконтамінація рук ……. 108
5.6. Високотемпературні дезінфекція та стерилізація ……... 109
5.7. Спалювання …… 110
5.8. Видалення відходів …… 110
Список літератури ……... 111
Додаток А ……. 113
Додаток Б ……... 119
Додаток В ……. 120
Додаток Г ……... 121

Вступ

Техногенна революція 19–20-го століть не лише підвищила якість життя людини, а й призвела до істотного порушення балансу в біосфері. Людство унаслідок новизни певних напрямків у науці та відсутності знань про можливі наслідки хаотичного й безсистемного втручання в екологічні системи потрапило до своєрідної пастки, коли подальший прогресивний рух обмежується проблемами, генерованими попередніми відкриттями.

Про необхідність вивчення та прогнозування ймовірних негативних наслідків технічного прогресу вперше йшла мова ще в середині 30-х років минулого століття, однак у повному обсязі необхідність систематичної роботи в цьому напрямку суспільство усвідомило лише на рубежі 60–70-х років XX ст. Основна небезпека нашого часу – проблема вичерпання ресурсів виживання – зумовлена екологічною та демографічною кризами. З одного боку, бідність, урбанізація та масові переселення людей призвели до зосередження людських популяцій в умовах, сприятливих для виникнення великих спалахів захворювань (наприклад, мегаполіси і табори біженців). З іншого боку, екологічні зміни вплинули на світ мікроорганізмів, прискорюючи процес їх природних генетичних змін і порушуючи природний баланс між людиною та мікроорганізмами.

Розвиток технологій, наявність усе більш складних наукових інструментів та ефективних методів і засобів індивідуального захисту не здатні убезпечити людство від ймовірної біологічної загрози. Саме тому досвід, накопичений останніми десятиліттями в галузі медико-біологічних наук, повинен бути скерований на вирішення цього питання. Людські помилки та недбалість можуть бути причинами поширення інфекцій, матеріальних втрат або навіть навмисних злочинних дій. Яскравими прикладами, що підтверджують цю думку, є

випадки тяжкого гострого респіраторного синдрому (SARSCoV) у 2003–2004 рр. у Сингапурі, Тайбеї та Пекіні, які мали лабораторне походження. Громадськість очікує від науковців і персоналу лабораторії та виробництв відповідальних дій, вимагає не піддавати довкілля біоризикам та додержуватися правил охорони праці (біобезпека), пов'язаних із методами, що допомагають надійно й безпечно зберігати результати роботи і матеріали (біозахист) та дотримуватися етичного кодексу поведінки (біоетика). Саме це спонукало наукову спільноту й національні регулювальні органи вважати питання, пов'язані з біобезпекою та біозахистом, пріоритетними.

Саме тому біологічна безпека є актуальною не лише для вузького кола працівників лабораторій, а й для всього людства. Лабораторні біобезпека та біозахист знижують різні ризики, але вони мають спільну мету – безпечне й надійне утримання мікроорганізмів у місцях їх використання та зберігання. Не менш важливим питанням, що постало перед науковою спільнотою, є впровадження означених правил і технік у навчальний процес медичних та біологічних факультетів. Упровадження основних правил біобезпеки та біозахисту у роботу зі студентами і молодими науковцями сприятиме кращій їх обізнаності щодо цих питань та зниженню як індивідуальних, так і суспільних ризиків.

Монографія покликана ознайомити широке коло читачів з основними концепціями лабораторного біозахисту та узагальнити принципи біобезпеки. Крім того, вона започатковує комплексний підхід до «Управління біологічними ризиками» на підставі ретельного аналізу та всебічного вивчення основних практик, рекомендацій, огляду міжнародних норм і стандартів, а також дослідження відповідних етичних міркувань. Подані рекомендації спрямовані на заохочення поінформованості широкого загалу про ризики та призначені для поширення передового досвіду в мікробіологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біологічної безпеки.

Визначення використовуваних понять

Аварія – позаштатна ситуація, під час якої виникає реальна або потенційна можливість виділення патогенного агента в повітря виробничої зони, довкілля або зараження персоналу.

Біоетика – вивчення етичних і моральних наслідків біологічних відкриттів, біомедичних досягнень та їх застосування як у сфері генної інженерії, так і в галузі розроблення лікарських засобів.

Біобезпека – описує принципи ізолювання, технології та методи, використовувані для запобігання ненавмисному впливу патогенів і токсинів на людину або їх випадковому розповсюдженню.

Біологічні патогенні агенти – патогенні для людини мікроорганізми (бактерії, віруси, хламідії, рикетсії, простіші, гриби, мікоплазми), генно-інженерно-модифіковані мікроорганізми, отрути біологічного походження (токсини), гельмінти, що можуть спричинити захворювання, інтоксикацію, загибель людини чи тварини, а також матеріал (ураховуючи кров, інші біологічні рідини та екскрети організму), підозрілий на вміст перелічених агентів.

Біологічна лабораторія – об’єкт, у межах якого мікроорганізми, компоненти або їх похідні збираються, обробляються і/або зберігаються. До біологічних лабораторій належать клінічні лабораторії, діагностичні заклади, регіональні та/або національні референтні центри, лабораторії системи охорони здоров’я, науково-дослідні центри (наукові, фармацевтичні, екологічні тощо) і виробничі потужності (виробництва вакцин, лікарських препаратів, великих об’ємів ГМО тощо) для забезпечення потреб людей, ветеринарної та сільськогосподарської галузей.

Біоризик – ймовірність або можливість виникнення особливо несприятливої події (у контексті цього документа: випадкове інфікування або несанкціонований доступ, втрата, крадіжка, використовування не за призначенням, диверсія або умисне поширення), що може завдати шкоди.

БПА – біологічні патогенні агенти.

Бокс біологічної безпеки – конструкція, що використовується для фізичної ізоляції (утримання та видалення, під контролем, із робочої зони) мікроорганізмів, для попередження можливості зараження персоналу та контамінації повітря робочої зони й довкілля.

Боксоване приміщення (бокс) – ізольоване приміщення з тамбуром (передбоксником).

Використовування не за призначенням – несанкціоноване або незаконне використання цінних біологічних матеріалів, що не відповідає існуючим та підписаним угодам, договорам і конвенціям.

Дезінфекція – процес знищення збудника інфекційної хвороби у довкіллі фізичними або хімічними методами.

Загроза – ймовірність виникнення несприятливих подій як вираження наміру заподіяти зло, травми, пошкодження або руйнування.

«Заразна зона» – приміщення або група приміщень лабораторії для виконання маніпуляцій із патогенними біологічними агентами та їх зберігання. Діагностичні імунобіологічні препарати (ІБП) призначені для використання в медичній практиці для діагностики інфекційних, паразитарних захворювань, проведення лабораторного контролю об’єктів довкілля з метою виявлення збудників інфекційних, паразитарних хвороб та санітарно-показових мікроорганізмів.

Лабораторний біозахист – описує захист, контроль і підзвітність цінних біологічних матеріалів усередині лабораторій для

запобігання несанкціонованому доступу, втраті, крадіжці, використанню не за призначенням, диверсіям або умисному витоку.

Оцінювання біоризику – процес виявлення прийнятних і неприйнятних ризиків, що охоплюють ризики біобезпеки (ризики випадкового інфікування) й ризики лабораторного біозахисту (ризики несанкціонованого доступу, втрати, крадіжки, використання не за призначенням, диверсії або умисного витоку), та їх можливі наслідки.

Подвійне використання – поняття, яке спочатку використовувалося для позначення аспектів застосування деяких матеріалів, інформації й технологій, що можуть бути корисними як у військовій, так і в цивільній сфері. Зараз усе частіше використовують для позначення не лише корисності для військових і цивільних цілей, а й у разі придатності їх шкідливого використання не за призначенням і в мирній діяльності.

Протиепідемічний режим – система медико-біологічних, організаційних та інженерно-технічних заходів і засобів, спрямованих на захист персоналу, який працює, населення та довкілля від дії патогенних біологічних агентів.

Управління біологічними ризиками – аналіз шляхів і розвитку стратегій для мінімізації ймовірності виникнення біоризиків. Управління біоризиками покладає відповідальність за створення і реалізацію необхідних процедур зниження (мінімізації) біоризику на об’єктах на їх керівників (директорів). Для допомоги директорам у визначенні, розробленні та досягненні цілей управління біологічними ризиками створюється Комісія з управління біологічними ризиками.

Цінні біологічні матеріали (ЦБМ) – біологічні матеріали, які потребують (на думку їх власників, користувачів, тих, хто зберігає або опікується ними, або регуляторів) адміністративного нагляду, контролю, підзвітності та специфічних заходів охорони і контролю в лабораторіях для захисту їх економічної та історичної цінності (архівної) та/або населення від їх потенційно шкідливого впливу. ЦБМ можуть бути патогени і токсини, а також непатогенні організми,

вакцинні штами, харчові продукти, генетично модифіковані організми (ГМО), компоненти клітин, генетичні елементи й позаземні зразки.

Чиста зона – приміщення або група приміщень лабораторії, де не проводять маніпуляцій із БПА.

Розділ 1

Біозахист та біобезпека

Для виконання різноманітних завдань біологічні матеріали обробляються в лабораторіях, ; вирощують різні об´єми живих мікроорганізмів, вилучають клітинні компоненти та здійснюють багато інших маніпуляцій. Діагностика хвороб, аналіз проб матеріалів, узятих у людей або тварин, епідеміологічні та наукові дослідження і фармацевтичні розроблення – це лише невелика частка маніпуляцій, що проводяться з використанням мікроорганізмів. Щодня працівники біологічних лабораторій стикаються з небезпечними патогенами чи їх продуктами, а тому для багатьох галузей народного господарства питання біологічної небезпеки/безпеки є надзвичайно актуальними. Багато матеріалів та інформації можуть бути пов'язані з питаннями біобезпеки, що існують на міжнародному, регіональному, національному, місцевому та індивідуальному рівнях. Упродовж останніх років деякими країнами було розроблено і впроваджено нормативні акти щодо лабораторного біозахисту, які регулюють зберігання, користування біологічними матеріалами і доступ до них із метою забезпечення їх використання за призначенням. У той самий час у деяких державах та лабораторіях до цього часу не існує нормативних документів або конкретних вимог щодо належного поводження з цінними біологічними матеріалами та їх зберігання. На думку експертів, налагодження управління біологічними ризиками є кроком у напрямку розв'язання цих питань. «Єдиного центру загроз» не існує. Поняття біологічних ризиків об'єднує цілу низку різних питань, що підлягають вирішенню (рис. 1).

До інфекційних біологічних ризиків належать:

– масові інфекційні захворювання – епідемії, спалахи, пандемії, епізоотії, епіфітотії (інфекційні хвороби рослин);

– природні резервуари патогенних мікроорганізмів (гризуни, кліщі, птахи);

– штучні резервуари патогенних мікроорганізмів (скотомогильники, біотермічні ями, колекції штамів музейних культур у НДІ, лабораторіях, на біофабриках);

– генетично модифіковані збудники інфекційних захворювань.

Упродовж століть основною причиною смертності серед людей були інфекційні захворювання. Завдяки досягненням науки й уміло організованим масштабним протиепідемічним і профілактичним заходам інфекційні захворювання як причина смертності та захворюваності населення поступилися місцем іншим захворюванням.

Рисунок 1 – Біологічні ризики

Було ліквідовано натуральну віспу, а цілу низку інфекційних захворювань, таких як дифтерія, кашлюк, правець, гепатит В, гемофільна інфекція, кір, краснуха, епідемічний паротит, зараховано до групи керованих. Склалося оманливе враження щодо перемоги над інфекціями та зниження їх значущості. Але наступні роки довели, що інфекційні хвороби відступати не збираються. Змінилися віковий склад хворих та характер перебігу інфекцій. До кола патогенних мікроорганізмів стали залучатися умовно-патогенні, а також резистентні до антибіотиків мікроорганізми. Людство постало перед

виникненням нових епідемій, що стали поширюватися по земній кулі ще швидше, ніж раніше. ВООЗ щорічно повідомляє про відкриття нових, повернення «старих» керованих інфекцій, зміну звичного ареалу у збудників ендемічних захворювань та способів трансмісії інфекційних агентів. Так сталося з лихоманкою Західного Нілу та лихоманкою Денге у США, хворобою легіонерів та лептоспірозом в Австралії, синдромом Крейтцфельдта-Якоба, лихоманкою Ебола та лихоманкою Зіка в Європі, SARS та пташиним грипом у Азії. В Африці реєструються випадки мавпячої віспи, геном збудника якої на 90–95 % ідентичний геному вірусу натуральної віспи, що дозволило деяким науковцям розцінювати це як новітній варіант, здавалося б, переможеної інфекції. Враховуючи аерозольний механізм передачі вірусу й широке використання людьми швидкісного транспорту, існує загроза виникнення великих епідемій натуральної віспи. З інших особливо небезпечних інфекцій актуальними залишаються холера і висококонтагіозні лихоманки. В Африці зберігаються осередки геморагічних лихоманок Ласса, Марбург та Ебола, що неодноразово заносились у Європу і характеризуються особливо тяжким перебігом та високою летальністю. На зміну епідеміям чуми і натуральної віспи останніми десятиріччями прийшла пандемія ВІЛ-інфекції/СНІДу. До цього часу залишається некерованою велика група гострих респіраторних вірусних захворювань, серед яких найтяжчим є грип.

За даними ВООЗ, смертність від інфекційних хвороб в Україні становить близько 2 %. Значно впливають на епідемічну ситуацію в нашій країні туберкульоз та ВІЛ-інфекція. Україна перебуває у центрі епідемічного поширення ВІЛ-інфекції у Східній Європі. Восени 2015 року в Україні було зареєстровано 2 випадки поліомієліту, викликаного вакцино-асоційованим поліовірусом, лихоманку Ку, черевний тиф, лихоманку Західного Нілу та малярію.

Антропогенні загрози – біокатастрофи, війни, тероризм, кримінальні злочини

Багато соціальних потрясінь у минулому були результатом поширення інфекцій, що виникали природним шляхом (наприклад, пандемії чуми, епідемії холери, натуральної віспи, висипного тифу).

На сьогодні **біокатастрофи** – це:

– аварії на біологічно небезпечних об’єктах (біозавод, військові НДІ та ін.);

– екологічно небезпечна техногенна діяльність (виїмка ґрунту, видобування корисних копалин, дослідження бактерій та інших організмів, видобутих із надр Землі);

– неконтрольована техногенна діяльність (селекція і відбір антибіотикостійких патогенних штамів мікроорганізмів та ін.);

– природні катастрофи (селі, повені, цунамі, що призводять до спалахів інфекційної захворюваності).

У переліку найменш контрольованих і найбільш небезпечних загроз людству переважна частина експертів називають біотероризм й «екологічні війни» (зміна клімату та ін.). Біотероризм – це тип тероризму, здійснюваний розповсюдженням як біологічних агентів, тобто бактерій, вірусів або токсинів, так і методів їх доставки у природній та модифікованій людиною формах. Біологічний тероризм офіційно визнаний однією з основних потенційних загроз міжнародній безпеці в результаті вже здійснених терористичних акцій та аналізу розвитку біологічної науки і біотехнології. Біологічна зброя в руках терористів, крім прямих людських втрат, має ще одну уражувальну дію – вона здатна викликати масштабну паніку і цивільний хаос. Причому для досягнення цієї мети зовсім непотрібно влаштовувати широких епідемій. Необхідно просто показати всім наявність такої загрози і незахищеність від неї.

У XX столітті було зареєстровано понад 100 підтверджених випадків незаконного використання біологічних агентів, із яких 19 являли собою терористичні акти. На другу половину століття припадає 66 злочинів із використанням біологічних агентів. Але жодна зі спроб їх застосування з метою масового ураження не виявилася успішною. Всього 8 злочинів, пов’язаних із використанням біологічної зброї, призвели до жертв серед цивільного населення (29 померло і 31 особа постраждала).

Небезпека біотероризму визначається низкою передумов:

1. Глобалізація у світі може призвести до загибелі величезної кількості людей, тварин і сільськогосподарських культур у разі застосування терористами біологічної зброї.

2. Існує значна кількість потенційних джерел біологічної зброї та можливих інфекційних агентів для її виготовлення.

3. Виробництво деяких видів біологічної зброї не вимагає будь-якого спеціального обладнання і є відносно простим.

4. Біологічну зброю легко транспортувати і досить складно виявляти при будь-якого роду перевірках.

5. Поширення досліджень із хвороботворними бактеріями і вірусами, результати яких можуть мати подвійне використання та доступність широкому загалу будь-якої інформації про результати таких досліджень, створює додаткову потужну біологічну загрозу.

Біологічна зброя (БЗ), з точки зору фахівців, становить найбільшу небезпеку серед зброї масового знищення та має найвищий, порівняно з іншими видами зброї, потенціал ураження. Єдиний бомбардувальник з 10 тоннами БЗ може забруднити територію розміром 100 000 км^2; у разі відсутності лікування спричинити захворювання у 50 % і летальні випадки (смерті) – у 25 % населення. Для порівняння експерти вважають, що при застосуванні ядерної зброї потужністю 1 Мт уражена площа дорівнює 300 км^2, а зона ураження у випадку застосування 15 тонн нервово-паралітичного газу становить 60 км^2. Крім того, біологічна зброя проста у виготовленні, зручна для зберігання й транспортування, також окремі види біологічних агентів є самовідтворювальними. За даними ФБР, лише у США існує 22 тис. лабораторій, здатних виробляти біологічну зброю.

Існує велика різноманітність способів потенційних атак із залученням біологічно-токсичної зброї (БТЗ) та є кілька способів асиміляції біотехнологій із перетворенням їх на зброю внаслідок:

– використання різних агентів (наприклад, бактерій, вірусів, грибів, токсинів, біорегуляторів);

– використання проти різних цілей (люди, тварини і рослини);

– різних масштабів застосування (тактичний, стратегічний);

– застосування для різних цілей (відкрита або прихована війна, вбивство, тероризм або кримінальна діяльність).

Існують деякі історичні записи, що свідчать про використання ранніх форм «біологічної зброї» під час попереднього історичного періоду. Облога Кафи (Крим, нині – Феодосія, Чорне море) – один із найвідоміших прикладів. У 1364 році під час цієї облоги війська, що

нападали, катапультами закидали до фортеці заражені чумою трупи. Існує свідчення того, що ця облога призвела до епідемії (сучасні арабські джерела засвідчують 85 000 загиблих від чуми в регіоні Кафи).

Облога Карлштайна (Богемія, нині – Чеська Республіка) із застосуванням біологічної зброї відбулася в 1422 році. Вона призвела до великих бойових втрат через «майже дві тисячі діжок відходів», кинутих у місто.

Під час облоги Ревеля (Таллінн, Естонія) російські війська кидали трупи жертв чуми в місто, після чого там вибухнула епідемія.

Англійці та французи намагалися штучно викликати спалахи віспи як військову тактику/соціальний тиск під час збройних конфліктів проти корінних американців (американських індіанців) у форті Піт (США). Корінним американцям передавали інфіковані віспою текстильні вироби з наміром свідомого поширення інфекції. Так зване заселення Америки було переселенням, окупацією територій, спустошених хворобами і деморалізацією, принесеними новоприбульцями.

Ризики, пов'язані з безпекою/нещасними випадками у лабораторіях

Мікробіологічні лабораторії та виробництва вважаються зонами найбільш високого біоризику. Інфікування осіб під час роботи з мікроорганізмами у лабораторіях відзначається упродовж усього періоду існування мікробіології та розглядається як беззаперечне підтвердження професійної небезпеки.

Перший випадок лабораторного інфікування дослідників (черевним тифом) було задокументовано у 1885 р., а інформацію про нього було опубліковано у 1915 р. R. Pike проаналізував 3921 випадок внутрішньолабораторних інфікувань, які сталися в 1930–1974 рр. у США та деяких європейських країнах. Виявилося, що лабораторні інфекції були викликані більше ніж 160 видами мікроорганізмів, серед яких переважали бактерії. За останні 70 років зареєстровано понад 5400 лабораторних нещасних випадків, близько 100 інцидентів, пов'язаних із потраплянням у довкілля патогенних біологічних агентів від біотехнологічних виробництв. Вважають, що лише 20 % внутрішньолабораторних інфекцій є встановленими, кількість

невідомих випадків становить 80 %. Причини інфікування встановлюють лише у 25 % випадків.

Відзначається висока летальність при внутрішньолабораторному інфікуванні збудниками гепатиту В – 71 %, чуми – 40 %, холери – 33 %, жовтої лихоманки – 22 %, плямистої лихоманки Скелястих гір – 18 %, лептоспірозу – 15 %.

Перелік збудників внутрішньолабораторних інфекцій значно варіює. Відмічається, що найчастіше реєструються такі внутрішньолабораторні інфекції:

Таблиця 1 – Етіологічна структура внутрішньолабораторних інфекцій

Захворювання	**Кількість захворілих**	**Захворювання**	**Кількість захворілих**
Бруцельоз	10,8 %	Висипний тиф	3,2 %
Ку-лихоманка	7,1 %	Орнітоз	3,0 %
Черевний тиф	6,5 %	Кокцидіомікоз	2,4 %
Гепатит	6 %	Стрептококова інфекція	2,0 %
Туляремія	5,7 %	Лептоспіроз	2,2 %
Туберкульоз	4,5 %	Гістоплазмоз	1,8 %
Дерматомікози	4,1 %	Сальмонельоз	1,2 %
Венесуельський кінський енцефаліт	3,6 %	Шигельоз	1,5 %

Найчастіше інфікування відбувається у разі аварії під час роботи з мікроорганізмами (17,9 %), під час інфікування та розтину інфікованих лабораторних тварин (16,9 %), при виникненні бактеріального аерозолю під час центрифугування або деструкції клітин (13,6 %), а також через нез'ясовані причини (20,0 %). Серед нещодавно задокументованих внутрішньолабораторних інфікувань у літературі ми натрапили на повідомлення про такі випадки:

1. Спалах внутрішньолабораторної інфекції SARS у Китаї у березні – квітні 2004 р. Причиною спалаху стала невдала або незавершена інактивація SARS-коронавірусу, що в результаті призвело

до 9 випадків інфікування. Під час серологічного аналізу персоналу лабораторії виявили ще три випадки із серологічною конверсією.

2. Спалах ящуру в селі на південному заході від Лондона у серпні 2007 р., що поширився на декілька сіл графства Суррей. Причиною спалаху стало забруднення стічних вод у будівлі, де виробляли інактивовану вакцину проти ящуру (компанія «Мюрієл»). Після цього ґрунт із вірусом було рознесено колесами вантажівок у навколишні села. Збитки становили кілька десятків мільйонів фунтів стерлінгів, крім того, було заборонено експорт м'ясопродуктів із Великобританії на кілька місяців.

3. У США у 2005–2007 рр. було зареєстровано 5 випадків вірусу коров'ячої віспи у науково-дослідних лабораторіях, які сталися після розбризкування із шприца під час здійснення ін'єкції мишам; 2 випадки бруцельозу в клінічних лабораторіях, що виникли після роботи зі збудником за межами боксів; 21 випадок сальмонельозу в лабораторії з виробництва вакцин після того, як була розлита висококонцентрована суспензія мікроорганізмів.

4. У 2012 р. у США стався 1 випадок менінгококового менінгіту в науково-дослідницькій лабораторії у невакцинованого співробітника, який загинув через 2 доби після появи симптомів.

5. Одними з найбільш небезпечних внутрішньолабораторних інфікувань стали випадки зараження вірусом Ебола у 2004 р. У Форті Детрик, штат Меріленд (США), відбулося поранення голкою (працівник видужав) та у Державному дослідницькому центрі вірусології та біотехнології «Вектор» (Кольцово, РФ), також відбулося поранення голкою, але людина загинула.

6. Описані спалахи захворювань натуральною віспою в Англії (1979 р.) та ФРГ (1980 р.); туберкульозу – у США (1980 р.); лихоманки Ку – у США та ФРГ (1982 р.). Більшість із них пов'язані з винесенням інфекційного збудника за межі лабораторій та захворюванням осіб, які не мають безпосереднього відношення до експериментальних досліджень.

Інфікування працівників лабораторій може відбуватися різними механізмами та шляхами:

фекально-оральним:

- під час піпетування ротом;

- при потраплянні інфікованих бризок у ротову порожнину;
- у разі взяття в рот інфікованих предметів;
- при вживанні їжі або напоїв на робочому місці;

парентеральним:

- через проколи інфікованими голками;
- у разі порізів гострими предметами;
- через укуси та подряпини, заподіяні тваринами або комахами;

контактним:

- під час потрапляння бризок на слизову очей, носа, ротової порожнини або ушкоджену та неушкоджену шкіру;
- при забрудненні поверхонь, обладнання, предметів;

аерогенним:

- під час процедур, що супроводжуються утворенням аерозолів.

Незаперечним є те, що серед інфекцій, які можуть передаватись у лабораторії, найбільше значення мають захворювання, здатні передаватися респіраторним шляхом. Аэрозоль був причиною документально підтверджених інфікувань у 13,3 % випадків. Контакт із інфікованими тваринами та ектопаразитами зумовив виникнення інфекції у 16,8 % випадків; пролиття та розбризкування інфікованої рідини – 26,7 %; аварії зі шприцами та голками – 25,2 %. У значній частині випадків (21,1 %) причиною інфікування був факт роботи з інфікованим матеріалом. Численні дослідження свідчать, що утворення інфекційних аерозолів супроводжує більшість маніпуляцій, які проводяться з інфікованим матеріалом.

Яскравим прикладом небезпечності аерозолів був «Свердловський інцидент». Випадкове поширення аерозолю спор сибірської виразки на військовому об’єкті у Свердловську (колишній СРСР) у 1979 р. призвело до захворювання 79 осіб на сибірку та 68 летальних випадків.

Непередбачуване майбутнє медико-біологічних наук та проблема подвійного використання результатів медико-біологічних досліджень

У новітній історії наука є істотною частиною політики. Це пов’язано з подвійним використанням багатьох її здобутків. У

традиційному розумінні подвійне використання означає можливість застосування у військових цілях наукових досліджень, розроблених для мирних цілей. Проте визначення подвійного використання в наш час розширюється для того, щоб також охопити потенціал зловмисного використання в невійськовому контексті (випадкове поширення в довкіллі й тероризм). Завжди існує проблема пошуку рівноваги між вигодами та ризиками, властива будь-якій науково-дослідницькій діяльності. Ця напруженість зазвичай характеризує більшу частину літератури, що належить до аспекту подвійного призначення.

Для усунення ризиків, що виникають унаслідок розвитку медико-біологічних наук, проводиться нагляд за дослідженнями подвійного використання. Постійний моніторинг та перевірка наукових і технологічних досягнень, чутливих із точки зору безпеки, дозволяють звести до мінімуму можливості прийняття на озброєння держав біологічної й токсичної зброї та інші ризики. Вони також служать для підвищення обізнаності про ризики використання подвійних технологій у цілому, підкреслюючи необхідність забезпечення захисту інформації, а також патогенних мікроорганізмів. Однак існує велика дилема – у потенційному зіткненні між свободою науки та обмеженням свободи наукового процесу, що може порушити науково-дослідницьку діяльність та/або обмежити публікацію результатів і висновків. Останніми роками стає все більш очевидно, що як урядові, так і наукові співтовариства стурбовані тим, що швидкий прогрес галузі медико-біологічних наук може бути спрямований на вкрай руйнівні сценарії біотероризму та біологічної війни.

Наукові й технологічні можливості інжинірингу та проектування біологічних і токсичних речовин уже зробили величезний стрибок у 70-х роках XX століття. Крім того, завдяки досягненням у медико-біологічній галузі, зокрема у сфері поєднання хімічних токсинів і біологічних речовин, були визначені потенційні субстанції, що можуть позиціонуватися поза межами Конвенції про заборону біологічної й токсичної зброї (КБТЗ) та Конвенції про заборону хімічної зброї (КЗХЗ). Існує занепокоєння, що посилюється, стосовно застосування цих речовин для контролю людської свідомості

або як нелетальної зброї, особливо після використання однієї з таких речовин (фентанілу) при облозі театру в Москві (2002) і хлору в Іраку. Професор Джуліан Перрі Робінсон (Інститут науково-технічних досліджень і науково-технічної політики) окремо вказує на політичну доцільність застосування таких речовин в умовах обмеженої війни, боротьби із заворушеннями або інших операцій із цивільного контролю обмеженого масштабу.

Відповідно існує потреба в кращій співпраці між науковими спільнотами й політиками. Саме з цієї причини існує також потреба в освіті/підготовці, спеціально призначеній для кращого інформування щодо визначення негативного потенціалу результатів медико-біологічних досліджень і пов'язаних із ними технологій та запобігання зловживанню ними.

Освіта з біозахисту повинна вміщувати такі теми, як потенційний ризик подвійного використання результатів сучасних медико-біологічних досліджень; відповідальна поведінка в дослідженнях та етичні підходи до них науковців медико-біологічної галузі; історія програм створення біологічної зброї та біологічного тероризму; роль міжнародних режимів заборони та їх реалізація на національному рівні; перетин громадської системи охорони здоров'я та національної безпеки; розбудова ефективних профілактичних політик щодо забезпечення безпеки корисних досліджень у галузі медико-біологічних наук.

Очікується, що одним із способів застосування багатогранного підходу на практиці є Мережа запобігання. Вона складається із комплексу заходів, зокрема: міжнародних механізмів контролю над озброєннями, експортного контролю, міжнародних та національних заходів захисту проти біологічної і токсичної зброї, лабораторного біозахисту, управління патогенами і токсинами, охорони здоров'я, освіти та підвищення обізнаності щодо питань подвійного використання серед учених медико-біологічної галузі. Концепція WoP містить питання біозахисту поза межами лабораторій для більш широкого охоплення аспектів захисту з урахуванням широкого підходу до всіх природних та антропогенних загроз для суспільства.

Для усунення ризиків стихійних спалахів інфекційних хвороб необхідні постійний нагляд за готовністю системи охорони здоров'я і

планування дій, спрямованих на запобігання їх виникненню. Ефективні механізми виявлення, моніторингу та реагування на спалахи хвороб зводять до мінімуму ефективність біологічної та токсичної зброї шляхом підвищення стійкості суспільства до її впливу. Додатковою перевагою цього механізму є покращання ситуації в галузі охорони здоров'я, що є перепоною для будь-яких природних спалахів хвороб; реакція з боку системи охорони здоров'я залишається способом подолання як навмисних (антропогенних), так і природних епідемій. Одним із найбільш значних міжнародних документів у галузі безпеки здоров'я населення є Міжнародні медико-санітарні правила (ММСП). Ця юридично зобов'язувальна угода робить значний внесок у забезпечення глобальної безпеки в галузі суспільної охорони здоров'я шляхом створення нових рамок для координації управління подіями, які можуть становити випадки надзвичайної загрози системі охорони здоров'я, що мають міжнародне значення, і підвищує потенціал усіх країн із виявлення, оцінювання, оповіщення та реагування на загрози для громадської системи охорони здоров'я (ВООЗ, 2005).

Виявлення спалахів хвороб і запобігання їм можна забезпечити через нарощування міжнародного потенціалу у вирішенні таких питань:

- покращання можливостей діагностики окремих хвороб;
- створення приладів для відбору проб, епідеміологічної розвідки і розслідувань;
- розроблення методик, приладів та обладнання для діагностики та виявлення мікроорганізмів;
- належної технічної експертизи;
- створення міжнародних, регіональних та національних мереж лабораторій;
- упровадження відповідних стандартів, стандартних операційних процедур і кращих робочих практик;
- співпраця в галузі досліджень та розроблення вакцин і діагностичних реагентів, а також між міжнародними референтними лабораторіями та науково-дослідними інститутами.

Для усунення ризиків, пов'язаних із безпекою/ризиків нещасних випадків необхідно розробляти та суворо додержуватися правил безпечного поводження з небезпечними лабораторними патогенами й токсинами для запобігання їх випадковому поширенню у довкіллі та несанкціонованому доступу до них; також необхідно розглянути запобігання публікаціям методичної інформації та результатів досліджень, що можуть призвести їх потрапляння до небажаних осіб. Хоча Настанова ВООЗ із біобезпеки рекомендує, щоб країни розробляли свої власні національні стандарти біобезпеки на основі Настанови без урахування будь-якого стандарту, узгодженого на міжнародному рівні, робота просувається досить складно. Роль управління (керівників установ) є особливо важливою. Для допомоги у створенні стандартів лабораторних біобезпеки та біозахисту європейські та американські асоціації біологічної безпеки (EBSA і ABSA відповідно), Асоціація біологічної безпеки Азіатсько-Тихоокеанського регіону, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) та Det Norske Veritas (DNV) розробили Міжнародний стандарт управління біоризиками в рамках Європейського комітету зі стандартизації (CEN).

CWA 15793:2008 є першим міжнародно визнаним стандартом управління, який було створено спеціально для зниження небезпек, пов'язаних із мікробіологічними лабораторіями усіх рівнів безпеки. Він установлює вимоги до системи управління, що дозволяють організаціям ефективно виявляти, відстежувати та контролювати ризики, пов'язані з лабораторними біобезпекою і біозахистом. Цей стандарт системи управління лабораторними біоризиками встановлює вимоги, необхідні для контролю ризиків, пов'язаних із обробленням або зберіганням й утилізацією біологічних речовин і токсинів у лабораторіях та спорудах. Стандарт дозволяє організаціям:

1) створювати і підтримувати систему управління біоризиками для контролю або мінімізації ризику до прийнятного рівня стосовно співробітників, спільноти та інших, а також довкілля, які можуть прямо чи опосередковано зазнавати впливу біологічних речовин або токсинів;

2) забезпечувати впевненість у додержанні вимог та їх ефективному застосуванні;

3) прагнути незалежних аудитів та отримувати сертифікати системи управління біоризиками від незалежних третіх сторін;

4) забезпечувати рамки, що можуть бути використані як основа для навчання та підвищення обізнаності працівників із лабораторної біобезпеки і керівних принципів лабораторного біозахисту та кращих практик у рамках наукового співтовариства.

Для усунення антропогенних загроз розробляються та впроваджуються зобов'язувальні міжнародні угоди з контролю над озброєнням на національному рівні, міжнародні, такі як Конвенція із заборони біологічної і токсичної зброї (КБТЗ) та Женевський протокол 1925 року, а також діють національні заходи для стримування і демотивації окремих осіб від створення (сприяння) та розвитку біологічної й токсичної зброї. З цією ж метою проводиться експортний контроль для запобігання передачі обладнання, засобів і ноу-хау подвійного використання на міжнародному рівні та для «забезпечення умов несприяння розвитку хімічної або біологічної зброї за рахунок експорту». Він стосується радше фізичних матеріалів і виробів, аніж інтелектуальних знань та інформації, оскільки не існує реального способу контролю інформації на рівні фізичних матеріалів чи товарів, але це впливає на поширення технологій подвійного використання і безпеку, а цей факт потребує визнання. Ефективна розвідка, результати якої розумно інтерпретуються, безперечно, має важливе значення для заснування належного політичного підґрунтя і забезпечення ефективного розуміння проблем, що виникають. Точний аналіз інформації не є простим завданням. Невдачі розвідки, такі як Іракське питання, в якому режим Саддама Хусейна підозрювався у підготовці до розгортання зброї масового знищення, глибоко підривають систему запобігання. Такі негаразди можуть також спричиняти неадекватні реакції системи контролю озброєнь через неправильне сприйняття дилем захисту.

Освіта й кодекси поведінки важливі для підвищення обізнаності про Конвенцію із заборони біологічної зброї серед наукової спільноти та утримання потенційних суб'єктів від (сприяння) створення біологічної зброї.

Список літератури

1. Fidler D. Biosecurity in the Global Age: Biological Weapons / D. Fidler, L. Gostin. – Stanford : Stanford University Press, 2007. – 260 p.

2. Miller S. Ethical and philosophical consideration of the dual-use dilemma in the biological science / S. Miller, M. Selgelid // Science and engineering ethics. – 2007. – № 13 (4). – P. 523–580.

3. Millet P. The Biological Weapons Convention: Securing biology in the twenty-first century / P. Millet // Journal of Conflict and Security Law. – 2010. – № 15 (1). – P. 25–43.

4. Smith G. The role of scientists in assessing the risks of dual-use research in the life sciences / G. Smith, N. Davison, B. Koppelman; In: J. L. Finney, I. Slaus, editors. – Assessing the threat of weapons of destruction: The role of independent scientists. – Amsterdam : IOP Press, 2010. – P. 137–140.

5. Сучасні проблеми біоетики / редкол. : Ю. І. Кундієв (відп. ред.) та ін. – К. : Академперіодика, 2009. – 278 с.

6. Відповідальні медико-біологічні дослідження в глобальній безпеці системи охорони здоров'я : методичний документ. – Женева : ВООЗ, 2010. – 70 с.

7. Биологическая безопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях / Д. Абрахам, М. Адлер, Л. Алдерман и др. – Вашингтон : Типография Правительства США, 2007. – 360 с.

8. Tuberculosis laboratory biosafety manual : [WHO Library Cataloguing-in-Publication Data]. – Geneva : WHO, 2013. – 67 p.

Розділ 2

Базові вимоги до роботи біологічних лабораторій 1-го та 2-го рівнів безпеки

2.1. Оцінювання біоло их ризиків та вибір методів захисту

Організація біозахисту у лабораторіях є актуальною проблемою сьогодення. Незалежно від наявної нормативної бази заходи безпеки повинні стати постійною частиною лабораторної роботи. Будь-яка лабораторія, що стикається з біологічними ризиками, повинна свою роботу розпочинати з оцінювання біологічних ризиків, а на підставі одержаних результатів розробити, затвердити та схвалити стратегію щодо управління такими ризиками.

Ризик – це поєднання ймовірності виникнення безпосередньої загрози і наслідків настання події, пов'язаної з конкретним небезпечним фактором.

Оцінювання ризику визначається як процедура, що аналізує певний процес чи ситуацію з метою визначення ймовірності її виникнення та наслідків у разі настання певної несприятливої події. Ця процедура буде унікальною для кожної лабораторії. Її необхідно виконувати щоразу, коли у лабораторії проводиться:

а) впровадження нового виду робіт або змінюється програма роботи, включаючи впровадження нових біологічних агентів або переобладнання робочого потоку чи зміну його об'єму;

б) нове будівництво/модифікації для лабораторій, установок і обладнання або його експлуатації.

У процесі оцінювання ризику необхідно розглядати окремо кожен вид діяльності та процедури зі збудниками хвороб, що проводяться у лабораторії; звертати увагу на те, як змінюються небезпеки чи загрози, та оцінювати, як зміна ситуації приведе до зміни ризику. Ризики повинні бути виявлені й віднесені до певних категорій. Важливим моментом в оцінюванні ризику є не лише констатація його наявності, а й характеристика ризику. Опис імовірного ризику та наслідків у поєднанні з рівнем допустимості ризику повинні бути

визначені та використані щоразу під час проведення оцінювання. Оцінювання ризику повинне бути якісним та кількісним. Розрізняють ризик високий або низький, прийнятний чи неприйнятний. Необхідно також визначити, які ризики повинні контролюватися або бути зведені до мінімуму. Оцінювання ризику є суб'єктивним процесом, інколи судження ґрунтуються на неповній інформації. Хоча стандартного підходу до проведення оцінювання ризику не існує, при здійсненні цього процесу можна керуватися такими кроками.

1. Виявлення небезпек, властивих для лабораторії, та їх аналіз. Обов'язковим є документування потенційних лабораторних біологічних небезпек. Під час проведення робіт у лабораторії на працюючих можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- біологічні (мікроорганізми: бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, хламідії, гриби, гельмінти, найпростіші та ін., а також продукти їх життєдіяльності; макроорганізми: тварини, людина і продукти їх життєдіяльності; культури клітин і тканин, генетичні фрагменти, діагностичні препарати тощо);
- хімічні (реактиви, дезінфекційні засоби, канцерогенні, подразнювальні, сенсибілізувальні, мутагенні, алергенні та ін.);
- механічні: виробниче обладнання (обладнання, що працює під тиском, центрифуги, лабораторне скло, різальний, колючий інструментарій, гострі краї, задирки та ін.);
- фізичні (електричний струм, ультрафіолетове, електромагнітне випромінювання, недостатня освітленість, відхилення показників вологості й температури робочої зони від установлених норм, підвищена (знижена) рухомість повітря, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, підвищений шум, гаряча вода та пара);
- людські (нервово-психічні, фізичні (перевантаження персоналу), акти вандалізму та ін.);
- пожежонебезпека.

Біологічною небезпекою вважаються будь-які біологічні матеріали, здатні заподіяти шкоду або завдати збитків, що повинні бути ідентифіковані відповідно до їх потенційної небезпеки для людей, тварин та довкілля. Якщо небезпеки не будуть ефективно

виявлені, неможливо правильно оцінити ризики, пов'язані з лабораторією та її діяльністю.

Під час ідентифікації небезпеки необхідно враховувати наявні групові знання та досвід, результати зовнішніх і спеціалізованих експертиз, результати попередніх оцінювань, аналіз попередніх внутрішньолабораторних аварій та інфікувань, дані про небезпечні матеріали, інформацію про мікроорганізми, настанови з практики, державні стандарти України (ДСТУ) та інші керівництва. Корисно залучати весь робочий колектив до цього процесу й експертів із безпеки та управління біологічними ризиками. Співпраця між різними зацікавленими сторонами та активне роз'яснення їх ролей, обов'язків і повноважень повинні допомогти у разі виникнення надзвичайних ситуацій, коли екстрені служби потребуватимуть відповідної інформації, знань і навичок для забезпечення найбільш доцільних дій.

2. Ухвалення рішення про те, кому може бути заподіяно шкоди і яким чином.

3. Оцінювання ризиків та ухвалення рішень щодо запобіжних заходів. Під час оцінювання ризиків для лабораторій беруться до уваги:

- рівень бактеріального навантаження матеріалів, а також життєздатність мікроорганізмів, шляхи передачі;
- можливість утворення інфекційних аерозолів під час роботи з матеріалами та проведення маніпуляцій, необхідних для виконання кожної процедури;
- кількість операцій у кожній методиці, потенційно здатних призводити до утворення аерозолів;
- робоче навантаження лабораторії та окремих співробітників;
- місцезнаходження лабораторії;
- епідеміологічну ситуацію в регіоні та контингент пацієнтів, які обслуговуються цією лабораторією;
- рівень досвіду й кваліфікацію лабораторного персоналу;
- стан здоров'я співробітників лабораторії.

Оцінювання ризиків проводиться за трьома напрямками:

1) визначення придатності фізичної інфраструктури;

2) оцінювання рівня кваліфікації персоналу в додержанні правил техніки безпеки;

3) оцінювання технічного стану обладнання для забезпечення безпеки.

Крім того, необхідно брати до уваги здатність лабораторного персоналу контролювати небезпечні фактори. Ця здатність буде залежати від рівня компетентності й технічної кваліфікації всіх працівників лабораторії, операційної придатності захисного устаткування, засобів забезпечення безпеки приміщення і належного використання належних стандартних процедур роботи.

Оцінювання ризиків дозволяє установити адекватний потребам лабораторії рівень біологічної безпеки та підібрати належне лабораторне обладнання, засоби особистого захисту, а також визначити конструктивні особливості приміщень лабораторії. Необхідно зазначити, що недооцінювання ризиків може призвести до виникнення небезпечних біологічних факторів, однак, з іншого боку, застосування більш жорстких заходів забезпечення безпеки, ніж це фактично необхідно, може створити зайве навантаження як фінансового характеру, так і з точки зору кадрових ресурсів на співробітників лабораторії та органи управління.

Результати оцінювання ризику й запобіжні заходи, які повинні бути прийняті, необхідно документувати в рамках усіх стандартних операційних процедур. Результати оцінювання ризику будуть засвідчувати, що була проведена належна перевірка і що особи, які зазнають ризику у зв'язку з виконанням певних процедур, були виявлені. Оновлення результатів оцінювання повинно стати стандартним протоколом, що дозволить упроваджувати або забезпечувати додержання методів безпечної лабораторної практики. Вже наявні заходи забезпечення біобезпеки повинні аналізуватися, щонайменше, один раз за рік; за необхідності їх потрібно переглядати за результатами оцінювання ризику, а також після введення будь-якої нової процедури чи методики. У лабораторії необхідно проводити регулярні перевірки з метою моніторингу ризиків і заходів контролю. Це може бути зроблено шляхом вивчення звітів про заходи щодо усунення недоліків, прийнятих після виявлення проблем, ретельного розслідування подій або нещасних випадків і вживання

профілактичних заходів, а також забезпечення наявності адекватних ресурсів для підтримання необхідного рівня обережності. Для того щоб відібрані та введені в дію заходи біобезпеки постійно вдосконалювалися, невід'ємною і важливою частиною цієї роботи повинні стати документування процесу оцінювання ризиків і визначення заходів щодо зниження їх впливу.

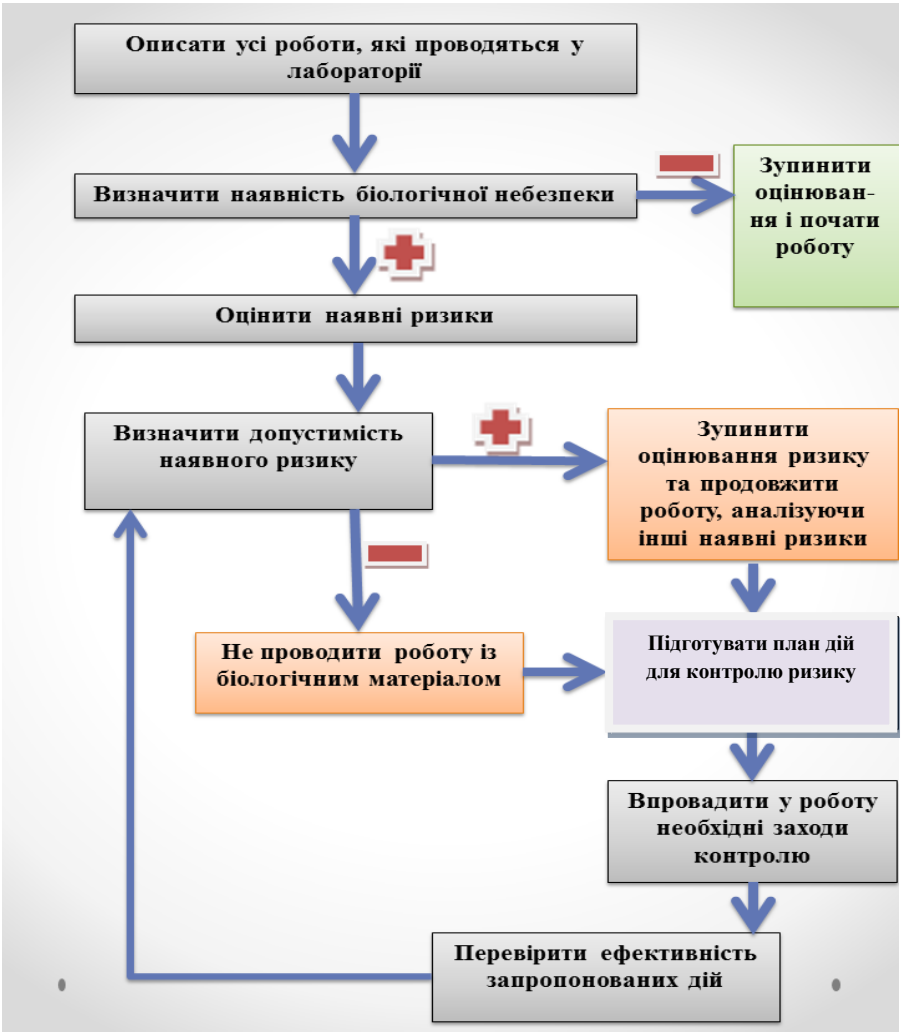

Рисунок 2 – Алгоритм дій з управління біологічними ризиками

Процес управління біологічними ризиками передбачає визначення:

а) кваліфікованої особи, яка буде ініціювати дії, спрямовані на запобігання або зменшення несприятливих наслідків ризику; здійснюватиме контроль за зменшенням ризиків до прийнятного рівня; ідентифікуватиме та реєструватиме будь-які проблеми, що стосуються управління ризиками; відповідатиме за виконання усіх вимог для зменшення біологічних ризиків. Усі обов'язки та вимоги повинні бути визначені та задокументовані для всіх осіб, задіяних у даному процесі;

б) ресурсів, використовуваних при цьому (люди, бюджет);

в) графіка здійснення;

г) деталей виконання та перевірок.

Основні компоненти системи біобезпеки відображені в рекомендаціях ВООЗ та містять фізичний захист, особисту біобезпеку персоналу, мікробіологічні техніки, лабораторне устаткування, транспортний біозахист, інформаційну охорону біоматеріалів, організацію і тренінги персоналу. Усі вони використовуються сукупно для управління ризиками, що існують у мікробіологічних лабораторіях. Виділять 4 основних напрямки біобезпеки:

1. Адміністративний контроль, упроваджується шляхом створення наглядових державних органів, підбору кваліфікованого персоналу, регулярного навчання та підвищення обізнаності працівників щодо безпечних і правильних технік роботи з мікроорганізмами, використання захисних засобів, профілактичних щеплень і оглядів та ін.

2. Оперативний контроль, запроваджується шляхом імплементації Стандартних оперативних процедур (SOP). До них відносять не лише «правильні мікробіологічні практики» (GMP), а й дезінфекцію, стерилізацію, правильне транспортування, загальні правила безпеки, правила зберігання, протоколи поведінки в аварійних ситуаціях та ін.

3. Інженерний контроль, складається з фізичних властивостей лабораторії: бар'єрів, системи вентиляції, системи каналізації, обладнання та сертифікації, фізичного захисту (система сигналізації,

обмежений доступ, система автоматичного закривання дверей, система ідентифікації персоналу). Інженерний контроль поділяють на три рівні:

a) *первинний рівень* захисту – полягає в ізоляції біологічного матеріалу в спеціальних контейнерах або боксах біобезпеки I, II або III класів. У разі інфікування тварин – їх утримання в спеціально обладнаних кімнатах, де всі відходи та повітря очищаються шляхом фільтрації;

b) *вторинний рівень захисту* – передбачає інактивацію та видалення всіх інфікованих матеріалів після роботи з ними;

c) *третинний рівень* захисту – передбачає запобігання контакту біологічного матеріалу з чутливою особою за рахунок їх фізичного розмежування.

4. Особисті захисні засоби, передбачають захист тіла (спеціальний одяг), рук (рукавички), очей та дихальної системи (окуляри, респіратори).

2.2. Класифікація мікроорганізмів за групами ризику

Важливою складовою під час оцінювання ризиків та вибору методів захисту є взяття до уваги особливостей мікроорганізмів, із якими працюють у лабораторії. З цією метою було розроблено спеціальні міжнародні класифікації мікроорганізмів за групами ризику, які беруть до уваги:

1) патогенність організму;

2) шляхи передачі та джерела інфекції. На ці складові інфекційного процесу впливають існуючі рівні імунізації місцевого населення, густота і переміщення інфікованого населення, наявність відповідних переносників інфекції та норми санітарного стану довкілля;

3) доступність і ефективність профілактичних заходів на місцях;

4) можливих хазяїнів;

5) доступність і ефективність профілактичних та лікувальних заходів на місцях.

За наявною міжнародною класифікацією усі відомі мікроорганізми поділяють на 4 групи:

Група ризику 1 (відсутній або дуже низький індивідуальний і суспільний ризик) об'єднує мікроорганізми, які не можуть спричинити захворювання у людини або тварини.

Наприклад: *Bacillus subtilis, Naegleria gruberi,* вірус собачого гепатиту та ін.

Група ризику 2 (помірний індивідуальний ризик, низький суспільний ризик) об'єднує патогени, які можуть спричинити захворювання людини або тварини, але навряд чи будуть становити серйозну небезпеку для працівників лабораторії, спільноти, свійської худоби або довкілля. Наявні методи профілактики та лікування ефективно попереджують ризик поширення таких інфекцій у популяції.

Наприклад: *Salmonellae spp., Toxoplasma spp.,* збудник гепатиту В та кору.

Група ризику 3 (високий індивідуальний ризик, низький суспільний ризик) містить патогенні мікроорганізми, які зазвичай спричиняють серйозні захворювання людини або тварини, але не передається від однієї інфікованої особи до іншої. Існують методи ефективного лікування та профілактики захворювань, викликаних представниками цієї групи.

Наприклад: *M. tuberculosis, Coxiella burnetti.*

Група ризику 4 (високий індивідуальний і суспільний ризик) об'єднує мікроорганізми, здатні зазвичай викликати серйозні захворювання людей або тварин, і легко поширюється від хворого до здорового прямо чи опосередковано. Методи ефективного лікування та превентивні заходи, як правило, не доступні.

Наприклад: вірус лихоманки Ебола, вірус лихоманки Ріфт-Валлі.

Згідно з національною класифікацією, розробленою ще в Радянському Союзі та використовуваною в Україні до цього часу (відрізняється від міжнародної), всі мікроорганізми також поділяють на 4 групи:

І група мікроорганізмів, включає Yersinia pestis, віруси Марбург та Ебола, віруси Ласса, Хуанін та Мачупо, вірус натуральної віспи та ін.;

ІІ група – B. *anthracis, B. abortus, B. melitensis, B. suis,*

F. tularensis, L. pneumophilla, L. interrogans, P. mallei, P. pseudomallei, V. cholera, R. typhi, вірус жовтої гарячки, вірус гепатиту С, віруси комплексу кліщового енцефаліту та ін.;

III група – *B. pertusis, B. recurrentis, Campylobacter spp., C. botulinum, C. tetani, C. diphteriae, H. pylori, Leptospira spp., L. monocitigenes, M. leprae, M. tuberculosis, N. gonorrhoeae, N. meningitides, S. paratyphi A ma B, S. typhi, Shigella spp., T. pallidum, Y. pseudotuberculosis*, віруси грипу А, В та С, віруси герпесу простого І та ІІ типів та ін.;

IV група – *A. aerogenes, B. cereus, Bacteroides spp., Borrelia spp., B. bronchoseptica, Citrobacter spp., C. perfringens spp., E. coli, Candida spp.*, аденовіруси усіх типів, реовіруси людини, віруси Коксакі груп А і В та ін.

2.3. Рівні біологічної безпеки мікробіологічних лабораторій та основні вимоги до їх роботи

ВООЗ запропонувала класифікувати всі мікробіологічні лабораторії з урахуванням їх призначення, конструкції, обладнання, засобів, які в них використовують, практик і оперативних процедур, необхідних для роботи з агентами, що належать до різних груп ризику. Згідно з цією класифікацією розрізняють 4 типи лабораторій: базовий рівень біобезпеки 1 (BSL-1), базовий рівень біобезпеки 2 (BSL-2), ізольований рівень біобезпеки 3 (BSL-3) і максимально ізольований рівень біобезпеки 4 (BSL-4).

Таблиця 2 – Взаємозв'язок груп ризику та рівнів біобезпеки, практики та обладнання

Група ризику	**Рівень біологічної безпеки**	**Тип лабораторії**	**Особливості лабораторного захисту**	**Захисне обладнання**
1	2	3	4	5
1	Базовий рівень біологічної безпеки 1	Навчальні та дослідницькі	Застосування «правильних мікробіологічних технік»	Відсутнє

2	Базовий рівень біологічної безпеки 2	Бактеріологічні лабораторії лікувальних закладів; діагностичні, дослідницькі	Застосування «правильних мікробіологічних технік» у поєднанні із захисним одягом та маркуванням біобезпеки	Бокс біологічної безпеки

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
3	Ізольований рівень біологічної безпеки 3	Спеціальні діагностичні та дослідницькі лабораторії	Застосування «правильних мікробіологічних технік» у поєднанні із спеціальним одягом, маркуванням біобезпеки, контрольованим доступом та спрямованим потоком повітря	Бокс біологічної безпеки та інші засоби первинного захисту
4	Максимальний рівень біологічної безпеки 4	Відділи особливо небезпечних збудників	Застосування «правильних мікробіологічних технік» у поєднанні із спеціальним одягом, маркуванням біобезпеки, контрольованим доступом та спрямованим потоком повітря, наявність передбокс-ника, приймання душу перед виходом та спеціальна утилізація відходів	Бокс біологічної безпеки III класу, позитивний тиск на вході, або бокс біологічної безпеки II класу, позитивний тиск на вході та подвійні двері, автоклав, фільтрування повітря на виході

Іноді помилково вважають, що, якщо мікроорганізм віднесений до певної групи ризику (наприклад, до групи ризику 3), для проведення безпечної роботи з ним потрібна лабораторія з аналогічним рівнем біобезпеки (тобто третього рівня біологічної безпеки). Однак, виходячи з вимог конкретних виконуваних процедур та інших факторів, доцільним може бути використання більш високого або більш низького рівня біобезпеки.

Лабораторія 1-го рівня біологічної безпеки (BSL-1)

Рівень біологічної безпеки 1 придатний для роботи із добре вивченими мікроорганізмами, які не спричиняють захворювання у здорових дорослих людей і становлять мінімальну потенційну небезпеку для персоналу лабораторії й довкілля. Найчастіше BSL-1-лабораторії – це навчальні лабораторії. Вони необов'язково відокремлені від загальних схем руху в будівлі. Роботу в BSL-1-лабораторії, як правило, проводять на відкритих столах із використанням стандартних мікробіологічних методів. Особливих умов утримання обладнання або засобів, спеціального планування не вимагається. Персонал лабораторії повинен мати спеціальну підготовку для проведення мікробіологічних досліджень у лабораторії, а студенти проводять усі маніпуляції під наглядом викладача або працівника лабораторії, який має освіту в галузі мікробіології.

Основні вимоги до роботи BSL-1

Вимоги до особистого захисту

У BSL-1-лабораторіях використовують загальні гігієнічні заходи. Усі працівники лабораторії повинні бути в медичних халатах. На ноги необхідно взувати закрите взуття, що закриває верхню частину стопи. Під час виконання процедур, при яких можуть утворитися інфіковані бризки, необхідно використовувати захисні окуляри або екрани. Якщо на руках є свіжі рани або садна, під час фарбування мікроорганізмів, а також роботи з небезпечними хімічними речовинами необхідно одягати рукавички. Для виконання стандартних лабораторних процедур у разі додержання правил гігієни рукавички не використовують. Правильна гігієна рук передбачає ретельне очищення рук відразу після закінчення роботи з мікроорганізмами або будь-коли у разі випадкового контакту

мікроорганізмів із шкірою. Очищення рук проводять шляхом миття водою з милом або обробленням спиртом.

Вимоги до приміщень лабораторії

Підлога, стіни та поверхні всіх меблів повинні бути гладкими і непошкодженими. У лабораторії повинна бути раковина для вмивання та миття рук. Двері повинні замикатися. Необхідно також запобігти потраплянню шкідників до лабораторії. Особисті речі зберігають за межами робочої зони. З обладнання в лабораторії обов'язково повинний бути автоклав.

Вимоги до зберігання музейних культур

Для роботи в лабораторії можна використовувати лише культури, отримані з референтних лабораторій або авторитетних джерел (наприклад, академічні лабораторії або регіональні відділи охорони здоров'я). Забороняється використання мікроорганізмів, виділених із довкілля, оскільки вони можуть бути організмами, які вимагають практики та обладнання BSL-2. Необхідно ретельно документувати всю інформацію про походження, властивості та рух музейних мікроорганізмів у лабораторії.

Стандартні лабораторні практики

Потрібно мити руки перед виходом із лабораторії. Довге волосся необхідно зав'язати. Не можна носити прикраси. Усі столи перед і після роботи потрібно обробляти дезінфекційним засобом. Використовувати дезінфекційні засоби відповідно до інструкцій виробника. Продукти харчування, жувальні гумки, напої (враховуючи воду) або пляшки з водою не можна заносити до лабораторії, їх потрібно зберігати поза межами лабораторії. Забороняється торкатися обличчя, використовувати косметику, регулювати контактні лінзи або гризти нігті. Не дозволяється заносити особисті речі (косметика, мобільні телефони, калькулятори тощо) до лабораторії. Забороняється піпетувати ротом. Усі контейнери необхідно підписати. Під час роботи двері в лабораторії повинні бути зачиненими. Необхідно звести до мінімуму використання голок. Для переміщення мікроорганізмів у лабораторії потрібно застосовувати транспортні пробірки і штативи та зберігати культури в герметичній ємності після закінчення роботи з ними. Не можна брати бите скло руками, для цього необхідно

використовувати совок і віник. У разі розливів або травм негайно повідомити викладача та задокументувати аварійну ситуацію.

Лабораторія 2-го рівня біологічної безпеки (BSL-2)

Рівень біологічної безпеки 2 ґрунтується на BSL-1. BSL-2 придатний для роботи з агентами, що становлять помірну небезпеку для персоналу й довкілля. BSL-2-лабораторія відрізняється від BSL-1 тим, що: 1) персонал лабораторії має спеціальну підготовку щодо роботи з патогенними агентами і перебуває під наглядом осіб, компетентних у боротьбі з інфекційними агентами і пов'язаних із ними процедурах; 2) доступ до лабораторії обмежений, коли проводиться робота; 3) усі процедури, в яких можуть бути створені інфекційні аерозолі або розбризкування, проводять у боксах біологічної безпеки або з використанням іншого захисного обладнання; 4) застосовують спеціальні процедури дезінфекції та безпечного зберігання біологічних агентів.

Основні вимоги до роботи BSL-2

Вимоги до особистого захисту

Захисні окуляри та захисні маски під час роботи у BSL-2-лабораторіях використовують лише у тому разі, якщо процедури, що супроводжуються утворенням крапель та аерозолів, виконують поза боксами біологічної безпеки. Якщо роботу виконують у кабінеті біологічної безпеки, захисні окуляри й лицьові щитки/маски не потрібно носити. Так як і в BSL-1-лабораторіях, необхідно одягати лабораторні халати та взувати закрите взуття. Рукавички одягають лише під час роботи з мікроорганізмами 2-ї групи ризику або небезпечними хімічними речовинами, а також у разі пошкодження шкіри рук.

Вимоги до приміщень лабораторії

Підлога, стіни та поверхні всіх меблів повинні бути гладкими і непошкодженими. У лабораторії повинна бути раковина для вмивання та миття рук. BSL-2-лабораторія повинна мати двері з контролем доступу. Вікна, що відчиняються назовні, повинні бути забезпечені захисними екранами від комах та гризунів. Необхідно унеможливити потрапляння шкідників до лабораторії. Особисті речі зберігають за межами робочої зони. З обладнання в лабораторії обов'язково повинний бути автоклав.

Доступ до BSL-2-лабораторії обмежений. Усі стандартні процедури такі самі, як і у BSL-1.

Захисний одяг перед виходом із лабораторії необхідно знімати. Забороняється брати лабораторний одяг додому, а його очищення та прання проводять на території лабораторії.

Усі особи, які входять до лабораторії, повинні бути попереджені про потенційну небезпеку та особливості специфічних вимог щодо входу/виходу. Персонал лабораторії повинен підлягати регулярним профілактичним медичним оглядам, а в разі необхідності – імунізації проти агентів, з якими працюють у лабораторії. Персонал лабораторії потрібно перевіряти на знання особливостей стандартних і спеціальних мікробіологічних методів до початку роботи з BSL-2-агентами. Потенційно інфікований матеріал під час збирання, оброблення, перероблення, зберігання або транспортування всередині лабораторії зберігається в міцних, герметичних контейнерах. Лабораторне обладнання необхідно регулярно знезаражувати, а також додатково – після розливів, бризок чи іншого потенційного забруднення. У приміщеннях лабораторії не дозволяється утримання рослин і тварин, не пов'язаних із роботою. Усі випадки, що супроводжуються контамінацією довкілля мікроорганізмами, повинні бути повідомлені, ретельно розслідувані, задокументовані. Зона контамінації обробляється згідно зі стандартними процедурами. Усі процедури з інфекційними матеріалами, що можуть призвести до утворення аерозолю, необхідно проводити в боксах біологічної безпеки (ББББ). Вони можуть передбачати піпетування, центрифугування, подрібнення, змішування, струшування, оброблення ультразвуком, відкриття контейнерів із інфекційними матеріалами, інокуляцію тварин інтраназально.

Лабораторія 3-го рівня біологічної безпеки (BSL-3)

Рівень біологічної безпеки 3 використовують у клінічних, діагностичних, викладацьких, наукових чи виробничих приміщеннях, де виконують роботу з місцевими або екзотичними агентами, що можуть призвести до тяжких або потенційно летальних захворювань із респіраторним механізмом передачі. Персонал лабораторії повинен мати спеціальну підготовку до роботи з патогенними і потенційно

смертельно небезпечними агентами. Усі процедури, пов'язані з інфекційними матеріалами, повинні проводитись у ББББ або з використанням інших захисних пристроїв.

Основні вимоги до роботи BSL-3

Рівень біологічної безпеки 3 ґрунтується на BSL-2 та додаткових заходах. Лабораторія повинна бути відокремлена від інших частин установи. Доступ до лабораторії обмежений та відбувається через шлюз із двома дверима, що повинні взаємоблокуватися. Переодягання відбувається у тамбурі між двома дверима. У лабораторії повинні бути відокремлена зона, де зберігаються чисте обладнання й витратні матеріали, душ. На дверях лабораторії обов'язково повинно бути вікно для спостереження. Лабораторія повинна мати раковини для миття рук з автоматичним керуванням, розміщені поблизу вихідних дверей. Якщо лабораторія поділена на декілька робочих приміщень, раковина для миття рук повинна бути в кожній зоні. Лабораторія повинна бути спроектована таким чином, щоб її можна було легко чистити й дезінфікувати. Підлога повинна бути нековзною, непроникною для рідин, а також стійкою до хімічних речовин. Поверхню стін та стелі необхідно вкрити герметичними і гладкими матеріалами, що легко миються та дезінфікуються. Лабораторні меблі повинні бути вкриті матеріалами, здатними витримувати оброблення дезрозчинами, та розміщуватися так, щоб можна було легко прибирати. Усі вікна в лабораторії повинні бути закритими. ББББ необхідно встановлювати так, щоб коливання повітря в приміщенні від протягів та руху працівників не заважали правильній роботі. Їх необхідно розміщувати далеко від дверей, а також від протягів. Потрібно обладнати лабораторію припливною вентиляційною системою, що буде забезпечувати стійкий спрямований потік повітря в лабораторію у напрямку від території «чистої зони» до території «забрудненої зони». Система вентиляції повинна бути обладнана HEPA-фільтрами або їх еквівалентами. Лабораторія повинна бути сконструйована таким чином, щоб в умовах відключення вентиляційної системи повітряний потік не міг рухатись у зворотному напрямку. Персонал лабораторії повинен мати можливість перевіряти напрямок спрямування потоку повітря. Візуальні або звукові пристрої для моніторингу спрямування потоку повітря необхідно розміщувати

біля входу до лабораторії. Відпрацьоване повітря повинно виходити назовні після фільтрації через HEPA-фільтр, а стічні води підлягати знезараженню.

Стандартні та спеціальні лабораторні практики

Стандартні лабораторні практики подібні до BSL-2. Крім того, працівники BSL-3-лабораторій повинні змінювати рукавички при забрудненні, порушенні їх цілісності. У разі необхідності одягають дві пари рукавичок. Після зняття рукавичок потрібно вимити руки, а використані рукавички утилізувати з іншими забрудненими лабораторними відходами. У кімнатах, де утримують інфікованих тварин, необхідно використовувати захисні окуляри, рукавички та респіратори.

Лабораторія 4-го рівня біологічної безпеки (BSL-4)

Рівень біологічної безпеки 4 застосовують для роботи з небезпечними та екзотичними агентами, що становлять високий індивідуальний і суспільний ризик, передаються респіраторним шляхом, а лікування та профілактика таких захворювань не розроблені. Маніпуляції з агентами з подібною антигенною структурою до агентів, які потребують BSL-4, повинні виконуватися також у лабораторіях цього рівня безпеки. Співробітники лабораторії повинні мати спеціальну підготовку для роботи з надзвичайно небезпечними інфекційними агентами та розуміти особливості функціонування первинних і вторинних захисних бар'єрів, обладнання та конструктивних характеристик лабораторії, особливості проведення стандартних і спеціальних практик. Усі співробітники лабораторії та керівники повинні мати дозвіл на роботу з агентами BSL-4-го рівня.

Існує два типи BSL-4-лабораторій:

1) усі маніпуляції з агентами обов'язково виконують у ББББ III класу (бокс-лабораторія);

2) усі маніпуляції з агентами проводять у захисних костюмах, що перебувають під позитивним тиском (костюм-лабораторія).

В обох випадках BSL-4-лабораторії мають спеціальні інженерні та конструктивні особливості, що запобігають потраплянню мікроорганізмів у довкілля.

Основні вимоги до роботи BSL-4

Стандартні та спеціальні лабораторні практики

Загальні правила роботи такі самі, як і у BSL-3. Крім того, у BSL-4-лабораторії повинні бути високоефективні фільтри повітря. Робоче місце повинне бути герметичним із можливістю його фумігації. У робочій зоні створюється негативний тиск та функціонує система повітряних шлюзів із 4 камер, одна з яких – камера для дегазації. Працівники лабораторії одягають спеціальні захисні костюми. За необхідності лабораторія може бути обладнана піччю для спалювання трупів тварин.

Усі особи, які входять до лабораторії, повинні бути попереджені про потенційну небезпеку та правила виходу з лабораторії. До лабораторії дозволяється входити лише особам, які беруть участь у проведенні наукових досліджень або виконують допоміжну роботу. Усіх, хто заходить або виходить із лабораторії, реєструють із зазначенням особи та часу. Персонал повинен входити і виходити з лабораторії з обов'язковою зміною всього одягу та прийняттям душу. Персонал лабораторії та обслуговуючий персонал підлягають обов'язковому медичному огляду та вакцинації. У межах лабораторії повинний бути ізолятор, де можуть перебувати особи, інфіковані у лабораторії.

Видалення біологічних матеріалів із лабораторії проводять лише після їх знешкодження. Пристрої та матеріали, що потрапляють до лабораторії, повинні бути попередньо знезаражені у дводверному автоклаві або фумігаційній камері. Лише необхідне обладнання та витратні матеріали повинні зберігатися всередині лабораторії BSL-4. Все обладнання й матеріали необхідно також знезаражувати перед видаленням із лабораторії.

Перед початком роботи обов'язково проводять перевірку всіх життєпідтримувальних систем і задокументовують їх стан. Це дозволяє гарантувати, що лабораторія працює відповідно до встановлених норм.

В Україні всі біологічні лабораторії поділяють на два типи:

– лабораторії, що мають дозвіл на роботу з мікроорганізмами I та II груп небезпеки (лабораторії особливо небезпечних інфекцій);

– лабораторії, що мають дозвіл на роботу з мікроорганізмами III та IV груп небезпеки (переважна більшість наукових, дослідницьких, діагностичних лабораторій). Фактично ця група лабораторій за своїми

функціональними характеристиками є подібною до BSL-1- та BSL-2-лабораторій за класифікацією ВООЗ. Однак не можна стверджувати, що даний тип лабораторій в Україні є тотожним BSL- 1 та BSL- 2 лабораторіям. Основні вимоги щодо функціонування таких лабораторій викладені у вітчизняних санітарних нормах та правилах, які багато в чому відповідають вимогам ВООЗ.

Згідно з цими нормами приміщення мікробіологічних лабораторій, в яких проводять роботу з БПА III–IV груп небезпеки, за ступенем небезпеки для персоналу поділяють на дві зони: «заразну» та «чисту».

«Заразна зона» повинна містити такий набір приміщень:

- приміщення для забору проб;
- приміщення для приймання, реєстрації матеріалу та видачі результатів досліджень;
- боксовані приміщення або приміщення, оснащені боксами біологічної безпеки;
- бокси для проведення санітарно-бактеріологічних досліджень;
- кімнату для оброблення і первинного посіву біологічного матеріалу (посівна);
- робочі кімнати (бокси) для бактеріологічних, серологічних, вірусологічних, паразитологічних досліджень;
- кімнату для люмінесцентної мікроскопії;
- кімнату для проведення зооентомологічних робіт;
- блок для роботи із зараженими тваринами;
- автоклавну для знезаражування матеріалу;
- термостатну (може не бути).

«Чиста зона» складається з таких приміщень:

- кімнати (гардероб) для верхнього одягу;
- кімнати для одягання робочого одягу;
- приміщення для підготовчих робіт (препараторська, мийна, кімната для приготування живильних середовищ із боксом для розливання середовищ);
- стерилізаційної;
- приміщення з холодильною камерою або холодильниками для зберігання живильних середовищ і діагностичних препаратів;
- кімнати для вживання їжі, відпочинку та ін.;

- кімнати для адміністративної роботи, роботи з літературою;
- кабінету завідувача;
- душової;
- туалету для персоналу;
- комор.

Бокс для санітарно-бактеріологічних досліджень повинен складатися з двох відділень: боксу і передбокснику, відділених скляною перегородкою. Передбокснік призначається для одягання стерильного одягу і проведення допоміжних робіт. У передбокснику розміщують медичну шафу для зберігання стерильного матеріалу та шафу для спецодягу.

Бокси обладнують припливно-витяжною вентиляцією, в них подають стерильне повітря, що проходить через бактеріальні фільтри. Бокси та передбокснікі обладнують ультрафіолетовими опромінювачами. Вимикачі повинні бути розміщені поза боксом і передбоксніком.

У «заразній зоні» лабораторії забороняється:

- зберігати особистий одяг та взуття, зонти, продукти харчування, косметику;
- палити, зберігати та вживати їжу, пиття;
- зберігати будь-які речовини невідомого походження;
- куштувати на смак і вдихати невідомі речовини;
- проводити інші види робіт та вирощувати квіти у вазонах;
- працювати без спеціального або санітарного одягу і засобів індивідуального захисту;
- сушити будь-що на опалювальних приладах;
- захаращувати проходи, коридори, підходи до засобів пожежогасіння.

2.4. Лабораторне обладнання лабораторій 1-го та 2-го рівнів біобезпеки

Обладнання та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), необхідні для проведення досліджень, повинні бути укомплектовані паспортом підприємства-виробника, інструкцією з експлуатації, розробленою і затвердженою керівником установи з урахуванням вимог біологічної безпеки та вивішеною на робочому місці. На обладнання, що потребує

періодичного технічного обслуговування, повинні бути затверджені графіки технічного обслуговування, а для ЗВТ – графіки перевірки. Апаратуру, меблі та обладнання розміщують таким чином, щоб забезпечити найбільшу зручність у роботі, простоту використання, чищення, знезараження, контролю й найменші затрати часу на переходи. Столи, на яких проводять мікроскопічні дослідження при денному освітленні, повинні бути розміщені біля вікон. Лабораторні меблі повинні бути з пластиковим покриттям або пофарбовані олійною (емалевою) фарбою світлих тонів. Лабораторні стільці повинні мати гігієнічне покриття, що добре миється. Внутрішні та зовнішні поверхні меблів повинні бути гладкими, без щілин та пазів, що утруднюють оброблення знезаражувальними речовинами. Робочі поверхні столів повинні бути із водонепроникного, кислото-лужностійкого, вогнетривкого матеріалу, який не псується від оброблення вогнем та дезінфекційними розчинами. Використання несправного або дефектного обладнання, меблів та інвентаря забороняється. Обладнання, меблі, інвентар, що не використовуються, повинні зберігатися у складських приміщеннях. Газові пальники повинні утримуватися в чистоті та порядку, для чого їх періодично розбирають і чистять; мати справні крани і м’які з’єднувальні шланги, що не допускають проникнення газу до приміщення. Центрифугу розташовують так, щоб працівник міг бачити та правильно розміщувати на її дні стакани. Термостати і термостатні кімнати дезінфікують не рідше одного разу на місяць. Під час експлуатації термостата персоналу лабораторії забороняється: ставити в термостат легкозаймисті речовини, самостійно знімати запобіжні ковпаки з регулювального обладнання. При зберіганні в холодильниках заразного матеріалу необхідно вживати заходів для попередження його забруднення. Розморожування рефрижератора, передбачене правилами експлуатації, по’єднують із його дезінфекцією. Всі контейнери, що зберігаються в холодильнику (рефрижераторі), повинні мати чіткі етикетки із зазначенням матеріалу, що зберігається. Контроль температурного режиму в термостатах і холодильниках проводять щоденно з відміткою у відповідних формах.

2.5. Ролі та відповідальності

Рада з біологічної безпеки

Рада з біологічної безпеки складається не менше ніж із п'яти членів, принаймні два з яких безпосередньо не пов'язані з університетом і представляють інтереси громади. Рекомендується залучати до її складу осіб із досвідом роботи в органах, що відповідають за біологічну безпеку, та вільних консультантів із знанням політики університету, чинного законодавства, стандартів професійної поведінки і т. д. У сукупності члени ради повинні мати певний рівень експертних знань і можливостей для оцінювання безпеки досліджень, які проводять із залученням біологічних організмів і матеріалів, та виявлення будь-яких потенційних ризиків для окремих осіб.

Завідувач (керівник лабораторії):

- відповідає за додержання мінімальних запобіжних заходів для забезпечення біобезпеки, а також за наявність належних стандартних операційних процедур, обладнання і технічних засобів для виконання роботи;
- здійснює контроль за додержанням працівниками лабораторії правил охорони праці, біологічної та пожежної безпеки і вживає заходів щодо порушників згаданих правил (через керівника установи);
- розробляє та забезпечує робочі місця відповідними інструкціями і правилами, що визначають безпеку роботи, та систематично проводить на робочому місці інструктаж із працівниками щодо безпечних методів роботи;
- створює умови для безпечної експлуатації лабораторного обладнання та забезпечує безпечність роботи на ньому, організує проведення систематичного профілактичного огляду та ремонту обладнання лабораторії;
- здійснює контроль за безпечним отриманням, транспортуванням, зберіганням, видачею та застосуванням культур збудників інфекційних захворювань, біологічного матеріалу, сильнодіючих отруйних хімічних речовин, концентрованих кислот та лугів;
- своєчасно розслідує (впродовж 24 годин) обставини та причини нещасних випадків, що мали місце в лабораторії, вживає заходів щодо

попередження виробничого травматизму і професійних отруєнь та захворювань;

• не допускає до роботи осіб, які не пройшли відповідної підготовки та інструктажу і не мають (або мають прострочені) посвідчення про допуск до роботи, а також осіб, які не пройшли медичного огляду, не мають відповідних щеплень згідно з установленими правилами;

• контролює правильність застосування, зберігання, прання та ремонт спеціального (захисного) одягу, спецвзуття і попереджувальних пристроїв;

• контролює наявність укомплектованої аптечки першої медичної допомоги.

Обов'язки персоналу лабораторії:

• знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, інструкцій з охорони праці, експлуатації обладнання;

• використовувати засоби колективного та індивідуального захисту;

• виконувати обов'язки з охорони праці, передбачені колективним договором (трудовою угодою) та правилами внутрішнього трудового розпорядку установи, проходити в установленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

• забезпечувати правильне поводження з БПА, отруйними, сильнодіючими, легкозаймистими та ін. речовинами на закріпленій ділянці роботи; правильне ведення і зберігання встановленої документації.

Лаборант зобов'язаний:

• стежити за справністю газової й електричної мереж, вентиляції, апаратури та обладнання. У разі виявлення дефектів доводити до відома завідувача (керівника) лабораторії, не починати роботу до усунення виявлених поломок;

• готувати дезінфекційні розчини, не допускаючи застосування застарілих, що втратили активність;

• здійснювати контроль роботи стерилізаційного обладнання;

• утримувати робоче місце у порядку, проводити дезінфекцію робочих місць, боксів, холодильників, термостатів та іншого

обладнання, знезаражування відпрацьованого матеріалу, інструментів, посуду, спецодягу;

• після закінчення робочого дня перевіряти та прибирати до спеціально визначених місць ємності з посівами, культурами, сильнодіючими речовинами; пломбувати термостати, холодильники, шафи; здавати печатки і ключі спеціалісту, який відповідає за заразний матеріал або хімічні речовини.

Молодший медичний (технічний) персонал зобов'язаний:

• суворо виконувати дані правила і вказівки завідувача лабораторії і фахівців;

• під час миття посуду захищати руки гумовими рукавичками;

• при знезаражуванні ємностей із відпрацьованим посудом і посівами не торкатися руками їх вмісту до повного знезараження;

• використовувати під час вологого прибирання приміщень свіжі дезрозчини необхідної концентрації.

2.6. Нагляд за здоров'ям персоналу та його професійною підготовкою

До роботи з БПА допускаються фахівці з вищою та середньою спеціальною освітою, зараховані на посаду в порядку, прийнятому в кожному відомстві, які пройшли відповідну підготовку, володіють сучасними методами лабораторних досліджень. Післядипломну підготовку проводять систематично в закладах, що мають право на проведення післядипломної освіти, не рідше одного разу на п'ять років. Персонал лабораторії допускається до роботи лише після проведення інструктажу з виконання вимог біологічної безпеки, охорони праці, пожежної безпеки. Повторні інструктажі з виконання вимог біологічної безпеки та охорони праці проводять 1 раз на 6 місяців, а для робіт із підвищеною небезпекою (автоклави) – щокварталу. Інструктаж із питань пожежної безпеки проводять 1 раз на рік. Працівники, які суміщають професії, проходять інструктажі на загальних підставах.

Працівники лабораторій повинні перебувати на диспансерному обліку. Попередні та періодичні медичні огляди працівників проводять згідно з існуючими нормативними вимогами.

Особи, які не досягли 18-річного віку, до роботи не допускаються. Працівники, які мають безпосереднє відношення до експлуатації автоклавів або балонів із стисненим або скрапленим газом, повинні пройти підготовку і мати посвідчення про допуск до роботи з автоклавами (балонами). Навчання та атестацію персоналу, який обслуговує посудини, що працюють під тиском, проводять у професійно-технічних училищах, навчально-курсових комбінатах (курсах) або на спеціальних курсах. Індивідуальна підготовка не допускається.

Список літератури

1. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. – 3-е изд. – Женева : Всемирная организация здравоохранения, 2004 . – 201 с.
2. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю : ДСП 9.9.5.-080-02 [Чинний від 2002-01-28]. – Київ : МОЗ України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, 2002. – 39 с.
3. Laboratory biosafety manual. – Second edition. – Geneva : WHO, 2003. – 109 p.
4. Tuberculosis laboratory biosafety manual : WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. – Geneva : WHO, 2013. – 67 p.
5. Биологическая безопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях / Д. Абрахам, М. Адлер, Л. Алдерман и др. – Вашингтон : Типография Правительства США, 2007. – 360 с.
6. Biorisk management : [Laboratory biosecurity guidance]. – Geneva: WHO, 2006. – 41 p.
7. Laboratory biorisk management : [European committee for standartization]. – Brussels, Belgium, CEN, 2011. – 46 p.
8. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories / [5th Edition U. S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention National Institutes of Health]. –Washington : Publisher house of the USA Government, 2009. – 436 p.
9. Данілова І. С. Сучасні проблеми та основи біобезпеки під час роботи зі збудниками інфекційних хвороб у галузі ветеринарної

медицини / І. С. Данілова // Ветеринарна медицина. – 2014. – № 98. – С. 11–15.

10. Guidelines for Biosafety in Teaching Laboratories Using Microorganisms / [Environmental Health and Safety]. – Bloomington : Publisher house of the Indiana University, 2013. – 7 p.

11. The biosafety level 2 facility safety manual / [The Department of Environmental Health, Safety and Sustainability]. – Wesleyan : Publisher house of the Wesleyan University, 2014. – 46 p.

12. Основы биологической безопасности: принципы и практика: учебно-методическое пособие / [Р. В. Боровик, Г. А. Дмитриев, Л. В. Коломбет и др.]. – Москва : Медицина для вас, 2008. – 303 с.

13. Тюрин Е. А. Факторы биологической безопасности / Е. А. Тюрин // Биозащита и биобезопасность. – 2010. – Т. II, № 3 (4). – С. 34–39.

14. Чекан Л. В. К вопросу оценки уровня профессионализма у сотрудников микробиологических лабораторий / Л. В. Чекан, Е. А. Тюрин, Л. И. Маринин // Биозащита и биобезопасность. – 2012. – Т. IV, № 2 (11). – С. 10–14.

15. Fleming D. O. Biological Safety: Principles and Practices [4 Ed.] / D. O. Fleming, D. L. Hunt. – Washington : ASM Press, 2006. – 624 p.

16. Правила роботи із мікроорганізмами III–IV груп патогенності : ДСП 9.9.5.035-99 [Чинний від 1999-01-01]. – Київ : МОЗ України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, 1999. – 96 с.

17. Про затвердження Порядку одержання, обліку, зберігання та утримання тест-штамів мікроорганізмів для проведення контролю якості лікарських засобів за мікробіологічними показниками. – Офіц. вид. – Київ : МОЗ України, 2004. – 24 с.

Розділ 3

Методи роботи з біологічним матеріалом

Найголовнішим елементом запобігання виникненню інфекцій є суворе виконання стандартних м ологічних практичних прийомів і методик. Люди, які працюють з інфекційними збудниками або потенційно інфекційними матеріалами, повинні бути обізнані з можливою шкодою й підготовлені та мати високий професіоналізм щодо володіння практичними прийомами і методиками, необхідними для безпечної роботи з таким матеріалом. Керівники чи особи, відповідальні за лабораторію, контролюють забезпечення або організацію необхідного професійного навчання персоналу. Кожна лабораторія повинна розробити або затвердити робоче керівництво з біологічної безпеки, в якому необхідно зазначити небезпеки, з якими, можливо, доведеться зіштовхнутися, і навести практичні прийоми та процедури, призначені для зниження чи усунення впливу цих факторів. Персонал повинен бути попереджений про конкретні небезпеки та виконувати необхідні практичні прийоми і процедури. У разі недостатності стандартних лабораторних практичних прийомів для контролю ризиків, пов'язаних із конкретним збудником або процедурою, можливо, будуть потрібні додаткові заходи. До персоналу лабораторії, практичних заходів захисту та методик необхідно додати відповідне проектування приміщень і технічні пристосування, захисне обладнання та практичні прийоми управління.

3.1. Захисне обладнання (первинні та вторинні бар'єри)

Захисне устаткування, включаючи ББЗ, герметичні контейнери та інші технічні засоби контролю призначені для усунення або зведення до мінімуму впливу шкідливого біологічного матеріалу. ББЗ є основним пристроєм, який використовують для запобігання поширенню інфекційних бризок та аерозолів, що виникають при багатьох мікробіологічних операціях. Прикладом іншого первинного бар'єра може бути захисний ковпачок центрифуги, закритий контейнер, призначений для того, щоб запобігти виділенню аерозолю при центрифугуванні. Захисне устаткування може також містити

засоби індивідуального захисту типу рукавичок, накидок, халатів, чохлів для взуття, черевиків, дихальних апаратів, щитків для обличчя, захисних або хімічних окулярів. Засоби індивідуального захисту часто використовують у поєднанні з іншими пристроями, всередині яких містяться збудники, тварини або оброблювані матеріали. У деяких випадках, коли недоцільно працювати у БББ, засоби індивідуального захисту можуть створювати первинний бар'єр між персоналом та інфекційним матеріалом.

Проектування і будівництво приміщень роблять внесок у захист співробітників лабораторії, забезпечуючи бар'єр для захисту осіб за межами лабораторії та захист людей і тварин від інфекційних збудників, які можуть випадково проникнути з лабораторії в довкілля. Рекомендовані вторинні бар'єри залежать від ризику передачі конкретних збудників. Наприклад, ризик впливу для більшості лабораторних робіт у приміщеннях із BSL-1 і BSL-2 пов'язаний з прямим контактом із збудником або ненавмисним контактним впливом через забруднене робоче середовище. Вторинними бар'єрами в таких лабораторіях є: відокремлення робочої ділянки лабораторії від ділянки вільного доступу, використання пристроїв для знезараження (наприклад, автоклава) і пристроїв для миття рук. За наявності ризику зараження під впливом інфекційного аерозолю можуть виникнути необхідність у більш високому рівні первинного захисту та безліч вторинних бар'єрів, щоб не допустити потрапляння в довкілля інфекційного збудника. Такі особливості конструкції передбачають спеціальні вентиляційні системи для забезпечення спрямованого потоку повітря; системи очищення повітря для його знезараження або для видалення збудників із повітря, що виходить; зони обмеженого доступу; повітряні шлюзи на вході в лабораторію або окремі будівлі чи модулі для ізоляції лабораторії.

Вимоги до особистого захисту

Індивідуальні засоби захисту і одяг можуть бути бар'єром та зводити до мінімуму ризик впливу аерозолів, бризок і випадкової інокуляції. Вибір захисних засобів та одягу залежить від характеру виконуваної роботи. Перш ніж залишити лабораторію, захисний одяг необхідно зняти і вимити руки. Захисне обладнання та захисний одяг не можна носити за межами лабораторії.

Персонал лабораторій забезпечується медичними халатами, піжамами (комбінезонами), шапочками, змінним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту залежно від характеру виконуваних робіт згідно з діючими галузевими нормами.

Спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту повинні відповідати характеру та умовам роботи, забезпечувати безпеку праці, підбиратися індивідуально для кожного працівника, закріплюватися за ним і зберігатися окремо від особистого одягу.

Спеціальний одяг підбирається таким чином, щоб краї подолу та рукавів повністю закривали власний одяг. Взуття повинно бути з такого матеріалу, що легко миється та обробляється. Забороняється носити взуття із тканини та з відкритим носком.

Зміна робочого одягу повинна проводитися в міру забруднення, але не рідше одного разу на тиждень.

Для роботи в боксі, крім основного спецодягу, необхідно мати стерильний комплект: халат, шапочку, маску, гумові рукавички, бахіли, що зберігаються у передбокснику. Оптимальним є використання одноразового стерильного одягу.

Додатковий захисний одяг

Під час виконання певних видів робіт або роботи з особливо небезпечними мікроорганізмами у лабораторії використовують додатковий захисний одяг: куртки, халати, комбінезони, фартуки.

Лабораторні куртки повинні повністю застібатися на всі гудзики. В окремих випадках доцільно використовувати халат із довгими рукавами, що зав'язується на спині, або комбінезон, оскільки вони забезпечують кращий захист. Фартуки одягають поверх курток або халатів, якщо необхідно забезпечити додатковий захист від проливання хімікатів або біологічних матеріалів (кров, рідкі культури та ін.).

Індивідуальне захисне обладнання

- *Припасовані захисні окуляри, відкриті захисні окуляри, лицьові щитки*

Вибір засобів для захисту очей та обличчя буде залежати від виду діяльності. Окуляри з діоптріями або простими скельцями можуть бути виготовлені в спеціальній оправі, що не б'ється, зігнуті

для забезпечення бічного захисту або забезпечені бічними екранами (припасовані захисні окуляри). Відкриті захисні окуляри не забезпечують адекватного захисту від бризок, навіть якщо вони мають бічні екрани. Припасовані окуляри для захисту від бризок та ударів необхідно носити поверх звичайних окулярів і контактних лінз (які не захищають від біологічних або хімічних небезпек). Лицеві щитки (козирки) виготовляються з ударостійкого пластику, захищають усе обличчя і кріпляться до голови за допомогою стрічок або одягаються разом із капюшоном.

- *Респіратори*

Під час проведення процедур, пов'язаних із високим ризиком (наприклад, очищення пролитого інфекційного матеріалу), доцільним є використання респіраторів. Вибір виду респіратора буде залежати від характеру небезпеки (або небезпек). Є респіратори зі змінними фільтрами для захисту від газів, парів, частинок і мікроорганізмів. Абсолютно необхідно, щоб фільтр відповідав виду респіратора. Для забезпечення оптимального захисту необхідно, щоб респіратор був індивідуально підігнаний під форму обличчя оператора і випробуваний. Повний захист забезпечують повністю герметичні респіратори з інтегральною подачею повітря. Деякі респіратори одноразового використання (ISO 13.340.30) спеціально призначені для захисту від впливу біологічних агентів.

- *Рукавички*

Під час проведення лабораторних процедур для запобігання контамінації та пошкодженню рук необхідно використовувати одноразові мікробіологічно стійкі латексні, вінілові або нітрилові рукавички хірургічного типу. Можна також використовувати рукавички, призначені для повторного застосування, але в такому разі їх потрібно правильно мити, знімати, чистити та дезінфікувати. Рукавички необхідно знімати та ретельно мити руки після роботи з інфекційними матеріалами, після роботи в боксі біологічної безпеки і перед виходом із лабораторії. Використані одноразові рукавички потрібно видаляти разом з інфікованими лабораторними відходами.

3.2. Вимоги до приймання, зберігання, транспортування культур та інфекційного матеріалу

До інфекційних речовин відносять матеріали, про які відомо, що вони містять або можуть містити патогенні організми. Інфекційні речовини можуть існувати у вигляді очищеної або концентрованої культури, але можуть також бути наявними в найрізноманітніших матеріалах типу фізіологічних рідин і тканин. Транспортування інфекційних речовин і матеріалів регулюється правилами поводження з небезпечними матеріалами, і тому їх транспортування підлягає регламентному контролю.

Принципи транспортування матеріалів повинні містити заходи обліку пересування матеріалів усередині установи (наприклад, між лабораторіями, під час відвантаження та отримання і т. п.) і за межі установи (наприклад, між установами або різними місцями однієї установи). Принципи транспортування повинні ураховувати потреби ведення відповідної документації та облік матеріалів, а також процедури контролю патогенних організмів під час транспортування між різними ділянками. Транспортування патогенних організмів чи інших потенційно шкідливих біологічних матеріалів між установами повинно проводитися лише після одержання дозволу, оформлення усіх необхідних супровідних документів та встановлення необхідного зв'язку між закладами до, під час та після транспортування. Необхідно, щоб персонал одержав потрібну професійну підготовку і був ознайомлений із регламентними та встановленими процедурами запобігання поширенню шкідливих матеріалів, належного пакування, маркування, реєстрації й транспортування біологічних матеріалів.

Міжнародні та внутрішні правила транспортування інфекційних речовин уведені для запобігання витоку цих матеріалів під час перевезення та захисту населення, співробітників, майна і довкілля від шкідливих наслідків, що можуть виникати під дією цих речовин. Одним із важливих захисних моментів є обов'язкове додержання спеціальних правил пакування та маркування небезпечних біологічних матеріалів. Захисне пакування повинне витримувати грубе поводження та інші впливи, що виникають під час транспортування, включаючи зміни атмосферного тиску й температури, вібрацію та вологість. Засоби оповіщення про небезпечні матеріали вміщують: транспортні документи, етикетування, маркування ззовні пакування та іншу інформацію, необхідну для того, щоб працівники транспорту та члени

бригади швидкого реагування могли правильно визначити матеріал і швидко відгукнутися на будь-яку аварійну ситуацію. До того ж відправники та перевізники повинні бути ознайомлені з цими правилами, щоб вони могли правильно підготувати відвантаження, а також визначити і зреагувати на ризики, пов'язані з цими матеріалами.

- *Контейнери для зразків*

Контейнери для зразків можуть бути скляними, але бажано, щоб вони були пластмасовими. Вони повинні бути міцними і не протікати при правильно установленій кришці. Наявність матеріалу на зовнішній поверхні контейнера є недопустимою. Контейнер повинен бути належним чином промаркований для полегшення ідентифікації.

- *Транспортування зразків усередині установи*

Для запобігання випадковому протіканню або проливанню необхідно використовувати вторинний контейнер, наприклад ящик із підставками, для того щоб контейнери не могли перекинутися. Вторинний контейнер може бути металевим або пластмасовим, що не псується в автоклаві та є стійким до дії хімічних дезінфектантів. Бажано, щоб між кришкою і корпусом була ущільнювальна прокладка. Такі контейнери необхідно регулярно деконтамінувати.

- *Відкриття пакування*

Персонал, який отримує і розпаковує зразки, повинен бути ознайомлений із можливими небезпеками та пройти спеціальну підготовку щодо використання стандартних запобіжних заходів та поведінки у разі пошкодження контейнерів або порушення їх герметичності. Первинні контейнери зі зразками повинні відкриватися в боксі біологічної безпеки.

У разі розлиття інфекційного або потенційно інфекційного матеріалу необхідно застосовувати такі процедури очищення:

1) одягти рукавички та захисний одяг, а в разі необхідності – захисні пристосування для обличчя та очей;

2) накрити пролитий матеріал тканинним або паперовим рушником, щоб запобігти його подальшому поширенню;

3) вилити відповідний дезінфекційний засіб через рушник на пролитий матеріал і прилеглу зону (як правило, для цієї мети достатньо 5 % розчину гіпохлориту натрію);

4) застосовувати дезінфекційний засіб необхідно концентричними колами, починаючи із зовнішньої зони пролитого матеріалу і поступово просуваючись до центра;

5) після закінчення належного періоду часу (наприклад, 30 хвилин) видалити весь матеріал. За наявності розбитого скла чи інших гострих предметів для їх збирання потрібно використати совок для сміття або шматок картону і потім покласти його у міцний контейнер для подальшого знищення.

3.3. Правила роботи з патогенними агентами біологічного походження

Робочі місця у бактеріологічній лабораторії повинні постійно бути обладнані всім необхідним для роботи: спиртівкою або газовим пальником, бактеріологічною петлею, предметними та покривними скельцями, банкою з ватою, пінцетом, корнцангом, ножицями, скальпелем, склянками з дезрозчинами (циліндр 1–2 $дм^3$ або інший посуд, що забезпечує повне занурення піпеток; склянки (0,5–1 $дм^3$) для відпрацьованих предметних скелець; невелика склянка з притертою кришкою для покривних скелець), фіксаторами для мазків, сірниками або запальничкою, олівцями, маркерами для скла, дозаторами, гумовими грушами зі шлангами або іншими пристроями для піпетування, 70 % спиртом для оброблення рук, пробірками з фізіологічним розчином. Стіл для мікроскопії бажано обладнати окремо.

Для фарбування мазків обладнують спеціальне місце, на якому необхідно мати набір фарб, спирт, піскові годинники або таймер, промивалку з дистильованою водою, кювет або іншу ємність із місточком, пінцет та фільтрувальний папір.

Під час роботи з бактеріями необхідно виконувати такі правила:

- Перед початком роботи предмети на столі необхідно розмістити так, щоб середина стола була не зайнятою. Дезінфекційні розчини для оброблення рук, ємність для піпеток, банка для відходів повинні знаходитися справа від працівника на відстані, що дозволяє, не встаючи з робочого місця, обробляти руки, занурювати в дезінфекційний розчин піпетки та інший відпрацьований матеріал.

- Газовий пальник або спиртівка повинні знаходитись у центрі стола, на відстані 30 см від його краю з боку працівника. Об'єкти з посівами, незасіяні живильні середовища розміщують з лівого боку на одному рівні з пальником.
- Культуру з поверхні агару збирають петлею, металевим, скляним або пластиковим шпателем.
- Бактеріологічна петля повинна бути замкнена в безперервне кільце та мати плече довжиною не менше 6 см.
- Бактеріологічна петля знезаражується таким чином: повільно вводять у полум'я (починаючи з петлеутримувача), підсушують залишок матеріалу на ній, потім уводять її в полум'я, прожарюючи до почервоніння по всій довжині. При цьому необхідно стежити, щоб не трапилося розбризкування заразного матеріалу. Якщо петлю із залишками заразного матеріалу швидко ввести в полум'я, то він зовні обвуглиться, може відскочити від петлі та впасти на стіл. Усередині такого шматочка мікроорганізми можуть залишитися живими. У таких випадках необхідно знайти цей шматочок та обробити його дезінфекційним розчином.
- Засіяні чашки виймають із термостата в положенні паралельно поверхні стола або підлоги. Перевертати їх не можна через ризик витікання конденсату.

Під час роботи з вірусами в лабораторіях необхідно керуватися такими правилами:

- Роботу з матеріалом, що містить віруси (зараження культури клітин, курячих ембріонів, лабораторних тварин, серологічні дослідження із живими вірусами, приготування різноманітних ліній культур клітин), виконують у боксах.
- Персонал під час роботи в боксах повинен одягати натільну білизну, піжаму та панчохи з бавовни.
- Усі робочі місця забезпечуються дезрозчинами та засобами екстреної профілактики на випадок аварійних ситуацій під час роботи.
- Сміття, зібране в приміщенні лабораторії, автоклавують або спалюють. Стічні води до випуску в загальну каналізаційну мережу знезаражують.

- Усі працівники до та після роботи проходять санітарну обробку в пропускнику, обладнаному для цього індивідуальними шафами для особистих речей, одягу та взуття.
- Організація робочих місць повинна передбачати їх доцільне розміщення та оснащення залежно від роботи, яку проводять у функціональному підрозділі (дослідження на респіраторні вірусні інфекції, ентеральні вірусні інфекції, група культури клітин та ін.) і на даному робочому місці.
- Під час культивування перещеплюваних лабораторних ліній клітин не можна працювати одночасно з різними типами культур клітин. Роботу з кожним типом клітин проводять окремо з одноденною перервою.
- Заборонено працювати з вірусами різних типів одночасно, в одному й тому самому функціональному підрозділі.
- При зараженні та розтині тварин (ембріонів птахів), а також під час роботи з БПА на культурах клітин працівники одягають захисні окуляри, маски-респіратори, гумові рукавички, нарукавники й фартухи з клейонки. Під час роботи за захисним екраном або в настільному боксі одягати захисні окуляри необов'язково.
- Робоче місце на столі застеляють 3–4 шарами марлі або спеціальною серветкою з адсорбувальними властивостями. Необхідні реагенти розміщують зручно в робочій зоні. Руки в гумових рукавичках після закінчення роботи із заразним матеріалом обробляють дезрозчином. Біля столу встановлюють баки для збирання розітнутих трупів тварин та ембріонів птахів, посуду, пробок та ін.
- Після закінчення роботи інструменти негайно знезаражують. Марлеву підстилку (серветку) переносять у посудину з дезрозчином. Столи та лабораторні предмети (штативи, кювети та ін.) знезаражують дезрозчином або обпалюють змоченим у спирті тампоном. Баки з посудом, трупами тварин та ін. закривають кришками, пломбують, обробляють зовні дезрозчином і здають для автоклавування. Халати, респіратори та спецодяг складають у бікси або спеціальні мішки й автоклавують. Окуляри занурюють у 70 % спирт на 2 години. Рукавички занурюють у дезрозчин, а потім кип'ятять або автоклавують.

- Матраци, флакони, пробірки і т. ін. із ізолятами вірусів або зараженими культурами клітин переносять в інші приміщення лише в закритих металевих контейнерах із прокладками з адсорбувального матеріалу.

При зараженні та розтині тварин додатково додержуються таких правил:

– зараження і розтин дрібних тварин (мишей та ін.) виконують у захисних настільних боксах, додержуючись правил асептики і попереджуючи можливе розбризкування інфекційного матеріалу;

– інтраназальне зараження проводять лише наркотизованим тваринам у настільному боксі або у спеціальному аерозольному апараті;

– у випадках, коли застосування наркозу неможливе або неприпустиме, користуються спеціальними операційними столиками або пристроями для фіксації дрібних тварин, щоб запобігти укусам персоналу;

– дрібних тварин, призначених для розтину, умертвляють хлороформом або ефіром у тих самих банках, де вони перебували, після цього проводять розтин;

– тварин розтинають на спеціальних дошках і лотках відповідних розмірів.

Роботу з курячими ембріонами та культурами клітин проводять у боксі. Пробки матраців, флаконів та пробірок витягують лише над полум'ям пальника. Заразний матеріал у посудину вводять так, щоб не інфікувати її горловину, краї отвору посуду обпалюють над полум'ям пальника і закривають пробкою.

Подрібнення органів, інфікованих вірусами, проводять у настільних боксах, що захищають персонал від крапель, які утворюються при цьому. Розтирання та виготовлення суспензій органів виконують, користуючись гумовими рукавичками, в ступці, банці з намистинками і притертою пробкою або в спеціальному подрібнювачі (гомогенізаторі), поміщеному в чохол з адсорбувального матеріалу.

Під час обробки ефіром чи хлороформом суспензій, що містять віруси, усі процедури проводять в окремому боксі, що вентилюється; під час обробки ефіром або хлороформом у боксі та в приміщенні, де

знаходиться бокс, гасять спиртівки і газові пальники; у приміщенні лабораторії допускається використання лише вибухобезпечних електроприладів.

Центрифугу для роботи з матеріалом, що містить віруси, встановлюють у передбокснику. Рідину розливають у центрифужні пробірки (флакони) з тугоплавкого скла, плексигласу або металу і обов'язково закривають пробкою (кришкою), що загвинчується.

Перед роботою усі пошкодження шкіри на руках повинні бути закриті лейкопластирем. У випадку значних поранень рук бажано не допускати такого працівника до проведення діагностичних досліджень до повного загоєння ран.

Для захисту обличчя від можливого потрапляння досліджуваного матеріалу під час роботи користуються захисними окулярами, екранами або іншими засобами з матеріалу, що підлягає дезінфекції.

Під час роботи з контейнерами з рідким азотом користуються прозорим щитком, що захищає обличчя та очі, і міцними рукавичками.

Працівникам лабораторій категорично забороняється:

1. Виходити за межі лабораторії у спецодязі та спецвзутті.
2. Одягати верхній одяг на халат.
3. Заносити у виробниче приміщення сторонні речі.
4. Палити, пити воду, вживати їжу, жувати жувальну гумку і користуватися косметикою у виробничих приміщеннях.
5. Зберігати у виробничих приміщеннях продукти харчування.

3.4. Зберігання витратних матеріалів та ампул, що містять потенційно інфікований матеріал, правила їх використання

Зберігають хімічні реактиви у спеціальних приміщеннях, що опалюються, мають вентиляцію та штучне освітлення. Відповідальність за облік, зберігання реактивів та інших хімічних речовин у лабораторії установи покладається на одного з працівників. Для організації додержання правил і термінів зберігання хімічних реактивів необхідно мати фонд використовуваних реактивів.

Температура повітря в приміщенні для зберігання реактивів повинна бути від 8 до 20 °С, відносна вологість 60–70 %. У приміщенні для зберігання хімічних речовин повинні бути ящик із

сухим піском, вода та аварійні розчини для нейтралізації кислот і лугів. Реактиви зберігаються на стелажах або в шафах. Доступ до них мають лише особи, які відповідають за їх облік та зберігання.

Реактиви розміщують за групами: неорганічні за катіонами, органічні за класами (за алфавітом) – вуглеводи, галогенопохідні, спирти, кетони тощо. Кислоти й луги зберігають окремо. Над кожним класом реактивів повинен бути напис. Ємності великого об'єму, а також бутлі з концентрованими кислотами та лугами повинні зберігатися на нижніх полицях. Реактиви повинні зберігатися у фабричній упаковці з етикетками, як виняток, дозволяється – у банках із притертою пробкою зі стандартною етикеткою. Хімічні реактиви, що постійно використовують, дозволяється зберігати в спеціальних шафах у приміщенні лабораторії в мінімальному асортименті й кількості. Необхідно мати список таких реактивів.

Вологочутливі реактиви зберігають у герметичній тарі, особливо гігроскопічні і вологочутливі – в додатковій упаковці, герметичному жорсткому футлярі або поліетиленовому мішечку. Світлочутливі реактиви зберігають у темному місці, що виключає потрапляння на них прямих сонячних променів, у тарі з жовтого скла або світлонепроникного матеріалу. Дозволяється зберігати деякі реактиви в тарі з безбарвного скла, але обов'язково упаковувати в чорний папір. Термочутливі реактиви зберігають у прохолодному, темному приміщенні на деякій відстані від приладів опалення за температури нижчій від критичної, за якої реактив розкладається. Термолабільні реактиви зберігають у холодильнику при температурі від +4 до 20 °С, додержуючись умов зберігання, зазначених на етикетці.

Вогненебезпечні та вибухові речовини зберігають за межами основних приміщень (у спеціальних приміщеннях із вентиляцією та природним освітленням). У лабораторії їх можна мати лише для поточних робіт.

Токсичні реактиви підлягають обов'язковому обліку та зберіганню в спеціально виділених для цього сейфах, металевих шафах (ящиках) під замком. Облік і видачу токсичних реактивів проводить працівник, призначений наказом по установі.

Забороняється зберігати в лабораторії:

- будь-які речовини без етикеток;
- вибухо- та вогненебезпечні реактиви разом із сильноотруйними;
- разом або в безпосередній близькості речовини, що можуть впливати одна на одну і викликати внаслідок хімічної взаємодії пожежу або вибух (наприклад, азотна кислота й будь-яка органічна речовина);
- запаси отруйних, сильнодіючих вибухонебезпечних речовин і розчинів на робочих столах.

Посудини Дьюара з рідким азотом зберігають лише у вертикальному положенні в закритих приміщеннях із природною вентиляцією або за межами приміщень під навісом у заводській неушкодженій тарі. Не допускається зберігання їх в атмосфері, насиченій парами кислот і лугів, а також поблизу опалювальних приладів і під прямими сонячними променями.

Дезінфекційні засоби зберігають у закритих сховищах, у міцній, справній тарі з маркуванням, де зазначено виробника, дату виготовлення, номер партії, масу. Всі серії дезінфекційних засобів, що надходять до складу, повинні бути перевірені на активність із виданням висновку на їх придатність. Серії, що не використані впродовж року, підлягають переконтролю.

Запас імунобіологічних препаратів (ІБП) зберігають в окремому сухому, темному складському приміщенні за температури, що відповідає нормативним документам на конкретні препарати. ІБП для поточної роботи зберігають у лабораторіях у холодильниках або шафах із додержанням температури, зазначеної в інструкції до препарату. Для контролю температурного режиму в кожній холодильній установці (холодильнику) повинен бути термометр.

Ампули, що містять потенційно інфікований матеріал, ніколи не можна занурювати в рідкий азот, оскільки ампули з тріщинами або погано запаяні ампули можуть зруйнуватися або вибухнути в момент виймання. Якщо потрібна дуже низька температура, то ампули потрібно зберігати в газоподібному середовищі над рідким азотом. В іншому разі інфекційний матеріал необхідно зберігати в механічних низькотемпературних камерах або на сухому льоду. Під час вилучення ампул із місць зберігання персонал лабораторії повинен надягати

засоби захисту очей та рук. Після вилучення ампул, що зберігалися таким чином, їх зовнішні поверхні необхідно дезінфікувати.

Готові живильні середовища зберігають на відстані від приладів опалення захищеними від дії прямих сонячних променів. Живильні середовища, що містять кров, інші органічні домішки, антибіотики зберігають у холодильнику. Термін та умови зберігання повинні відповідати нормативним документам.

При забороні окремих серій ІБП їх зберігають на місці до особливого розпорядження і вирішення питання про можливість їх подальшого використання. Після закінчення терміну придатності ІБП знищують у встановленому порядку.

Діагностичні ІБП (сироватки, діагностикуми тощо), які з різних причин не підлягають використанню, прирівнюють до культур мікроорганізмів і знешкоджують шляхом автоклавування під тиском 0,2 МПа (2 атм) упродовж 1 години.

3.5. Особливості використання піпеток та піпетувальних засобів

Під час роботи з піпетками можливість утворення аерозолю досить висока. Існує небезпека зараження при всмоктуванні або вдиханні інфекційного матеріалу, якщо роботу з піпеткою проводять ротом. Джерелом інфікування під час роботи з піпетками може бути крапля, що падає з кінчика піпетки, особливо на гладку тверду поверхню. Тому під час роботи з піпеткою робочу поверхню стола накривають тканиною, яку кладуть у кювету і зволожують дезінфекційним розчином. Небезпеку також становить остання крапля в піпетці, яку видувають у ту чи іншу ємність. До утворення аерозолю також призводить приготування за допомогою піпетки розведень інфекційного матеріалу (послідовне перенесення його з пробірки в пробірку і перемішування). При цьому ризик значно зменшується, якщо виключити утворення бульбашок та піни. Існує ризик утворення бактеріального аерозолю при вийманні пробки з пробірки, флакона, бутеля. Під час вилучення вологих ватно-марлевих пробок ризик ще вищий, оскільки в цьому випадку обов'язково утворюється аерозоль. Гумові та пластикові гвинтові пробки також створюють аерозоль під час відкривання, особливо якщо вони змочені інфекційним

матеріалом, оскільки при вийманні пробки розривається плівка рідини. Відкривання чашок Петрі також може призвести до утворення аерозолю. Якщо водний конденсат на кришці змочує край чашки, підняття кришки призводить до розриву плівки рідини і виникнення аерозолю. Крім того, ймовірність інфікування під час роботи з мікроорганізмами може виникнути при проведенні одноманітних щоденних процедур, наприклад, при порушенні правил приготування робочих розчинів дезінфекційних засобів або при використанні розчинів, що втратили свою активність.

Для запобігання можливому інфікуванню під час роботи з піпетками необхідно додержуватися таких правил:

1. При проведенні піпетування необхідно завжди використовувати механічні піпетувальні засоби (груші або автоматичні піпетки). Піпетування ротом забороняється.
2. Піпетки повинні мати ватні пробки, щоб зменшити контамінацію піпетувальних засобів.
3. Ніколи не можна продувати повітря через рідину, що містить інфекційні агенти, запобігаючи утворенню піни.
4. Не можна змішувати інфекційні матеріали поперемінним всмоктуванням і зливанням через піпетку.
5. Не можна форсувати зливання рідини з піпетки.
6. Бажано використовувати піпетки з двома крайніми відмітками, оскільки вони не вимагають зливу останньої краплі.
7. Контаміновані піпетки необхідно повністю занурити у відповідний дезінфекційний засіб, що міститься в контейнері, та витримати необхідний час експозиції (у боксі біологічної безпеки).
8. Шприци з голками для підшкірних ін’єкцій не повинні використовуватися для піпетування.
9. Необхідно використовувати спеціальні пристрої для відкривання флаконів із мембранними кришками, що дозволяють використовувати піпетки й уникати необхідності використовувати шприци з голками для підшкірних ін’єкцій.
10. Для того щоб уникнути розбризкування з піпетки крапель інфекційного матеріалу, необхідно покласти абсорбувальний матеріал на робочу поверхню; після використання такий матеріал необхідно видаляти як інфекційні відходи.

3.6. Запобігання поширенню інфекційних матеріалів

1. Мікробіологічні петлі для пересівання повинні мати діаметр 2–3 мм і не мати розриву. Це дозволить уникнути передчасної втрати матеріалу з петлі під час маніпуляцій. Для зведення до мінімуму вібрації довжина плеча повинна бути не більшою ніж 6 см.

2. Щоб уникнути небезпеки розбризкування інфекційного матеріалу у відкритому полум'ї спиртівки під час стерилізації петель для пересівання, необхідно використовувати закритий електричний мікроспалювач. Бажано користуватися одноразовими петлями для пересівання, які не потребують стерилізації.

3. Потрібно проявляти обережність при сушінні зразків харкотиння, щоб уникнути утворення аерозолів.

4. Відпрацьовані зразки і культури для автоклавування і/або видалення розміщують в непроникні контейнери, наприклад, у спеціальні лабораторні сміттєві мішки. Перш ніж викидати такі мішки, необхідно ретельно перев'язати їх, наприклад «автоклавною» стрічкою.

5. У кінці кожного періоду роботи робочі зони потрібно деконтамінувати відповідним дезінфекційним засобом.

6. Необхідно проявляти обережність під час відкривання ампул із ліофілізованим матеріалом, оскільки тиск усередині ампули є зниженим, і в результаті різкого напору повітря деяка частина матеріалу з ампули може потрапити до атмосфери. Ампули потрібно відкривати в боксі біологічної безпеки.

Для відкриття ампул рекомендується така процедура:

- спочатку деконтамінуйте зовнішню поверхню ампули;
- зробіть надпил на ампулі приблизно посередині того місця, де знаходиться ватна пробка;
- перш ніж зламати ампулу в місці надпилу, для захисту рук оберніть ампулу ватою, змоченою спиртом;
- акуратно відламайте верхню частину ампули і поводьтеся з нею, як із контамінованим матеріалом;
- якщо ватна пробка все ще знаходиться над вмістом ампули, видаліть її стерильним пінцетом;

– повільно додайте в ампулу рідину для ресуспендування, щоб уникнути утворення піни.

3.7. Запобігання ін'єкціям інфекційними матеріалами

Випадкове інфікування може статися в результаті травми від уколу, наприклад, голками для підшкірного введення (стрижневими голками), скляними пастерівськими піпетками або розбитим склом. Ретельне додержання правил проведення будь-яких маніпуляцій та процедур дозволяє уникнути випадкової інокуляції мікроорганізмів у результаті травмування розбитим або пошкодженим скляним посудом. По можливості скляний посуд необхідно замінити на пластмасовий.

Випадки травматизму від стрижневих голок можна скоротити за допомогою:

а) зведення до мінімуму використання шприців й голок (наприклад, для відкривання флаконів і пляшок із мембранними кришками є прості прилади, в результаті чого замість шприців і голок можна використовувати піпетки);

б) використання (якщо шприци й голки все ж необхідні) спеціальних пристроїв для запобігання уколів. Ніколи не потрібно закривати голки ковпачками.

Предмети одноразового використання необхідно викидати в стійкі до проколювання міцні контейнери з кришками.

3.8. Стандартні запобіжні заходи під час роботи з кров'ю, іншими рідинами організму, тканинами й екскрементами

Стандартні запобіжні заходи під час роботи з кров'ю та іншими рідинами організму призначені для зменшення ризику передачі мікроорганізмів як від відомих, так і від невідомих джерел інфекції.

- *Забір, маркування та транспортування зразків*

1. Завжди для виконання всіх процедур, які проводяться із матеріалом, одержаним від хворого, необхідно одягати рукавички.

2. Забір крові від пацієнтів і тварин повинен проводити підготовлений персонал.

3. Для флеботомії звичайні голки і шприци необхідно замінити на одноразові безпечні вакуумні пристрої, які надають можливість забирати кров і/або культури безпосередньо в закупорені пробірки для

транспортування, і відразу ж нейтралізувати голку після її використання.

4. Пробірки необхідно поміщати у спеціальні контейнери для транспортування в лабораторію і під час переміщення їх всередині лабораторії. Бланки заявок повинні поміщатися в окремі непромокальні пакети або конверти.

5. Персонал, який приймає зразки, не повинен відкривати ці пакети.

- *Відкриття пробірок зі зразками та перевірка вмісту*

1. Пробірки зі зразками необхідно відкривати в боксі біологічної безпеки.

2. Потрібно надягати рукавички. Рекомендується також використовувати засоби захисту очей та слизових оболонок (окуляри або щитки для обличчя).

3. Захисний одяг необхідно доповнювати пластиковим фартухом.

4. Пробку потрібно захоплювати через аркуш паперу або марлю, щоб запобігти розбризкуванню.

- *Скло та «гострі предмети»*

1. По можливості скляні предмети необхідно замінювати на пластмасові. Допускається використання лише товстого й міцного лабораторного (боросилікатного) скла; будь-який щербатий предмет або предмет із тріщинами необхідно викинути.

2. Не допускається використання шприців для підшкірних ін'єкцій як піпеток.

- *Плівки і мазки для мікроскопії*

Фіксування і фарбування зразків крові, харкотиння й фекалій для мікроскопії не обов'язково вбиває всі мікроорганізми або віруси в мазку. Тому такі предмети потрібно брати пінцетом, який повинен зберігатися окремо і деконтамінуватися і/або оброблятися в автоклаві до його видалення.

- *Автоматизоване обладнання (ультразвукові подрібнювачі, вихрові міксери)*

1. Для запобігання диспергуванню крапель та аерозолів обладнання повинне бути закритого типу.

2. Матеріал, що просочився, потрібно збирати в посуд, що закривається, для подальшої обробки в автоклаві і/або видалення.

3. У кінці кожного сеансу роботи обладнання необхідно продезінфікувати відповідно до інструкцій заводу-виробника.

- *Тканини*

1. Потрібно використовувати формаліновий фіксаж.

2. Необхідно уникати секціонування тканин у замороженому вигляді. За потреби кріостат потрібно закрити екраном, а оператор повинен одягнути щиток для обличчя.

- *Деконтамінація*

Для деконтамінації рекомендують використовувати гіпохлорити і високоактивні дезінфекційні засоби. Свіжоприготовлені розчини гіпохлориту повинні містити вільний хлор у кількості 1 г/л для загального застосування та 5 г/л для пролитої крові. Для деконтамінації поверхонь можна використовувати глутаральдегід.

- *Сепарація сироватки*

1. Цю роботу можуть виконувати лише підготовлені співробітники.

2. Необхідно надягти рукавички, захистити очі та слизові оболонки.

3. Запобігти утворенню бризок і аерозолю можна лише за умов використання правильних методів лабораторної роботи. Кров і сироватку необхідно обережно піпетувати, але не зливати. Піпетування ротом повинно бути суворо заборонено.

4. Після використання піпеток їх необхідно повністю занурити у дезінфекційний розчин на певний час, після чого їх можна викинути або вимити і простерилізувати для повторного використання.

5. Використані пробірки з-під зразків зі згустками крові і т. п. (закриті кришками) потрібно помістити у водонепроникний контейнер для автоклавування і/або спалювання.

6. Для очищення бризок і проливань повинен бути в наявності відповідний дезінфекційний засіб.

3.9. Використання боксів біологічної безпеки

Бокси біологічної безпеки (БББ) призначені для того, щоб захистити оператора, лабораторне обладнання і робочі матеріали від впливу інфекційних аерозолів та бризок, які можуть виникнути під час

роботи з матеріалами, що містять інфекційні агенти, такими як первинні культури, інвентар, діагностичні зразки.

Частинки аерозолю утворюються під час будь-якої діяльності, яка проводиться з рідиною або матеріалом, що перебуває в напіврідкому стані, наприклад, при струшуванні, переливанні, перемішуванні або крапанні рідини на поверхню або на іншу рідину. Інфекційні аерозолі можуть також виникати в результаті інших видів лабораторної роботи, таких як інокуляція клітинних культур у флакони за допомогою піпетки, використання багатоканальних піпеток, гомогенізація та переливання за допомогою лійки, центрифугування інфекційних рідин або ж під час роботи з тваринами. Частинки аерозолю розміром менше ніж 5 мкм у діаметрі і краплі розміром 5–100 мкм у діаметрі невидимі неозброєним оком. Співробітник лабораторії, як правило, не усвідомлює, що такі частинки виникають і можуть поглинатися в результаті вдихання або можуть контамінувати матеріали на робочій поверхні. ББЗ за умов правильного використання є високоефективними засобами для зниження внутрішньолабораторного інфікування та перехресного зараження культур у результаті впливу аерозолів. ББЗ також захищають довкілля. За ефективністю вони поступаються лише застосуванню безпечних методів роботи в запобіганні інфекцій. Їх рекомендують використовувати в роботі BSL-2 і вищого рівня безпеки об'єктів, особливо для процедур, що потенційно можуть призвести до утворення інфекційних аерозолів, а також і при високих концентраціях або об'ємах інфекційного матеріалу. Вони дозволяють звести до мінімуму контакт із біологічними агентами за рахунок використання спрямованих потоків повітря.

Існують три класи шаф безпеки: I, II і III. Вони мають різні характеристики, і вибір правильної шафи у кожному випадку вимагає ретельного оцінювання заходів, які будуть проводитись. Основною відмінністю різних класів ББЗ є система відведення повітря із застосуванням високоефективного фільтра тонкого очищення повітря (HEPA). HEPA-фільтр затримує 99,97 % частинок діаметром від 0,3 мкм. Це дає можливість ефективно забезпечувати відведення з боксу вільного від мікробів повітря. Іншою конструктивною особливістю ББЗ є спрямування очищеного через HEPA-фільтри повітря на робочу

поверхню, що забезпечує захист від контамінації матеріалів, які знаходяться на робочій поверхні. Ця конструктивна особливість дозволяє підвищити захист матеріалів від мікробної контамінації. Впровадження цих базових конструктивних концепцій привело до еволюції трьох класів БББ.

Таблиця 3 – Класифікація боксів біологічної безпеки (БББ) за особливостями їх захисних можливостей

Вид захисту	Тип боксу біологічної безпеки
Захист персоналу під час роботи із мікроорганізмами 4-ї групи ризику, лабораторія обладнана боксом із гумовими рукавичками	Клас III
Захист персоналу під час роботи із мікроорганізмами 4-ї групи ризику, лабораторія обладнана для роботи у спецодязі	Клас I, клас II
Захист препарату	Клас II, клас III лише в разі підведення ламінарного потоку
Захист персоналу від летких радіонуклідів та хімічних речовин у малій кількості	Клас II B1, клас II A2 за наявності клапанів зовні
Захист від летких радіонуклідів/хімічний захист	Клас I, клас II B2, клас III

Особливості облаштування боксів біологічної безпеки класу I

Повітря до нього надходить через відкриту передню частину, проходить через робочу поверхню і виводиться з боксу через випускний патрубок. Спрямований потік повітря забирає частинки аерозолю, які можуть утворюватися на робочій поверхні, від працівника лабораторії у випускний патрубок. Відкрита передня частина надає оператору доступ до робочої поверхні всередині боксу, а спостерігати за роботою він може через скляне вікно. Це вікно можна також повністю підняти, щоб одержати доступ до робочої поверхні для очищення або інших цілей. Повітря з боксу виводиться через HEPA-

фільтр. HEPA-фільтр може встановлюватися у витяжному відсіку БББ або у витяжній системі будівлі. Деякі ББББ класу І забезпечені вбудованим вентилятором, інші розраховані на наявність витяжного вентилятора в системі вентиляції будівлі. ББББ класу І був першим визнаним боксом біологічної безпеки через простоту його конструкції, він, як і раніше, широко використовується в усьому світі. Його перевага полягає в тому, що він забезпечує захист персоналу і довкілля і може також використовуватися для роботи з радіонуклідами та леткими хімічними речовинами. Через те що нестерилізоване повітря проходить через робочу поверхню безпосередньо у відкриту передню частину, вважається, що він не забезпечує на постійній основі надійний захист препарату.

Бокси біологічної безпеки класу ІІ

Оскільки використання клітинних і тканинних культур для розмноження вірусів та інших цілей постійно розширюється, такий стан, за якого стерилізоване повітря з приміщення проходить над робочою поверхнею, вважається більш прийнятним. На початку 60-х рр. XX ст. було розроблено принцип ламінарного потоку – односпрямований потік повітря, що рухається з фіксованою швидкістю паралельними напрямами, зменшує турбулентність і покращує захоплення й видалення забруднювальних частинок із повітря.

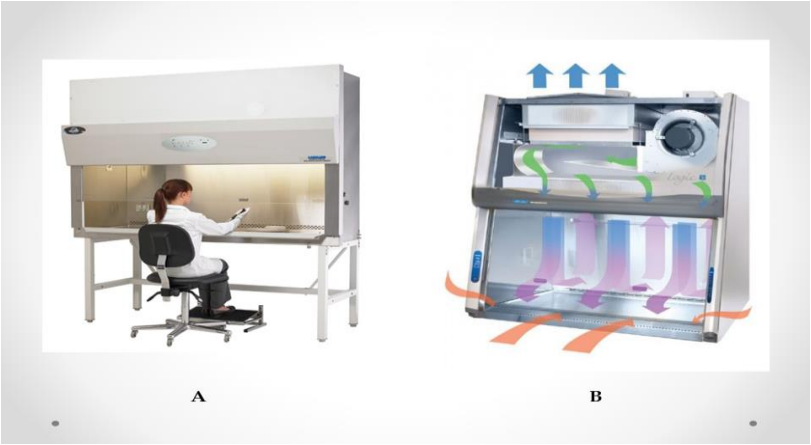

Рисунок 3 – Бокс біологічної безпеки класу II: A – загальний вигляд; B – схема руху повітря

Технологія біозахисту об'єднала принцип ламінарного потоку і використання фільтрів HEPA для створення чистого робочого навколишнього середовища. Поєднання цих двох технологій служить для захисту співробітників лабораторії від потенційно інфекційних мікроорганізмів або матеріалів, роботи з якими проводяться всередині камери, а також забезпечує необхідний ступінь захисту матеріалів.ББББ класу II можна використовувати для роботи з інфекційними агентами груп ризику 2 і 3. Їх можна використовувати для роботи з інфекційними агентами групи ризику 4 за наявності подачі повітря під тиском. ББББ класу II забезпечують відсутність у робочому середовищі мікроорганізмів, що необхідно для вирощування культур клітин, а також можуть використовуватися для приготування нелетких протипухлинних або хіміотерапевтичних лікарських засобів.

Бокс біологічної безпеки класу II типу A1

У ББББ цього типу вбудований вентилятор, що засмоктує повітря з приміщення (подає повітря) в бокс через передні дверцята і передню огороджувальну решітку. Вхідний потік повітря проходить через вхідний HEPA-фільтр, після чого він потрапляє вниз на робочу поверхню. Оскільки потік повітря йде вниз, приблизно на висоті 6–18 см від робочої поверхні він «розділяється» на два потоки, з яких один проходить через передню випускну решітку, а інший – через задню. Будь-які аерозольні частинки, що утворилися на робочій поверхні, негайно ж захоплюються цим низхідним потоком повітря і виводяться через передню або задню випускну решітку, забезпечуючи тим самим максимальний рівень захисту препарату. Потім повітря виводиться через задній відсік у простір між впускним та випускним фільтрами, розміщеними у верхній частині боксу. У зв'язку з відносними розмірами цих фільтрів приблизно 70 % повітря рециркулює через впускний HEPA-фільтр назад у робочу зону, 30 % – виводяться через випускний фільтр у приміщення або за межі будівлі. Повітря, що виводиться з ББББ класу II A1, можна рециркулювати в приміщення або за межі будівлі за допомогою насадки на спеціальний трубопровід або витяжку будівлі.

Бокси біологічної безпеки класу II типів А2 з відведенням повітря в атмосферу, В1 і В2

БББ класу II А2 з відведенням повітря в атмосферу, II В1 і II В2 – це модифікації типу II А1. Кожна модифікація дає можливість використовувати БББ для спеціальних цілей. Ці БББ відрізняються один від одного за декількома аспектами: швидкістю надходження повітря через відкриту передню частину; кількістю повітря, що рециркулює над робочою поверхнею і відводиться з боксу; системою випуску, що спрямовує повітря з боксу або в приміщення, або назовні через спеціальну систему витяжки, або через систему витяжки будівлі; за методом регулювання тиску.

У деяких біомедичних дослідженнях потрібне використання малих кількостей небезпечних хімічних сполук, наприклад канцерогенів. Зважування або інші операції з канцерогенами в порошковій формі повинні проводитися в хімічній витяжній шафі або в невентильованому рукавичковому боксі з дводверним повітряним шлюзом. Канцерогени, що використовуються в системах культур клітин або мікроорганізмів, вимагають як біологічного, так і хімічного захисту для запобігання їх негативному впливу. Камери класу II типу В походять від розроблених Національним інститутом ракових захворювань США (NCI) камер типу 2, пізніше названих типом В, і сконструйовані для робіт із дуже малими кількостями небезпечних хімічних речовин у біологічних системах in vitro. Конструкція NCI типу В потрапляє під визначення камер типу В1, як і всі камери без вхідних фільтрів HEPA, розміщених не прямо під робочою поверхнею, і/або камери з відношенням потоків рециркуляції і скидання повітря, відмінним від 70/30 %. Повітрозабірні камери подають повітря з приміщення (разом із повітрям, що проходить рециркуляцію) через передню решітку і вхідні фільтри HEPA, розміщені прямо під робочою поверхнею. Очищене від твердих частинок повітря подається наверх каналами на бічні стінки камери і потім спрямовується вниз до робочої ділянки через протитискову пластину. У деяких камерах установлений додатковий фільтр HEPA для усунення твердих частинок, що з'являються в результаті роботи двигуна вентилятора. Повітря до боксу надходить через отвір у передній стінці камери зі швидкістю не

менше ніж 30 м/с. Як і в камерах типів А1 і А2, низхідний потік повітря розділяється, ще не досягши робочої поверхні. У камері типу В1 близько 70 % проходить вниз та виходить через фільтр HEPA і скидається з будівлі. Решта 30 % об'єму повітря проходить через передню решітку. Оскільки у витяжну систему потрапляє повітря, що проходить через задню решітку, можуть утворюватися небезпечні хімічні пари або тверді частинки, тому операції необхідно проводити в задній частині робочого простору камери. Камери типу В1 повинні бути жорстко з'єднані з витяжною системою, бажано спеціально змонтованою для ББЗ. Вентилятори в лабораторній витяжній системі повинні бути розміщені в кінці витяжного каналу.

ББЗ класу II типу В2 – це камера з повним скиданням повітря, рециркуляції в них не відбувається. Камера одночасно захищає від шкідливих речовин як хімічної, так і біологічної природи. Необхідно враховувати, що хімікати, з якими працюють у камері ББЗ, можуть пошкодити наповнювач фільтрів, корпус і/або прокладки, що призведе до втрати захисту від шкідливих речовин. Повітрозабирач зверху камери забирає повітря з приміщення або поза будівлею, після чого воно проходить через фільтр HEPA і потрапляє в робочий простір камери. Витяжна система будівлі подає повітря через передню і задню решітки, захоплюючи подане повітря і додатково деяку кількість повітря з приміщення, щоб підтримувати розрахункову або виміряну швидкість вхідного потоку не менше ніж 30 м/с. Усе повітря, що пройшло через камеру, скидається, проходячи через фільтр HEPA (можливо також і через інші пристрої для очищення повітря, наприклад вугільний фільтр, якщо того вимагають роботи, що там проводяться).

Бокс біологічної безпеки класу III

Цей вид боксу забезпечує найвищий рівень захисту персоналу і використовується для агентів групи ризику 4. Усі з'єднання зроблені «газонепроникними». Повітря надходить через один HEPA-фільтр і виводиться через два HEPA-фільтри. Надходження повітря забезпечується спеціальною системою витяжки, що знаходиться за межами боксу, яка підтримує негативний тиск усередині боксу. Доступ до робочої поверхні здійснюється через міцні гумові рукавички. ББЗ класу III повинен мати наскрізний відсік, який можна стерилізувати і

який повинен бути забезпечений HEPA-фільтром. Бокс класу III можна під'єднати до автоклава з двома дверцятами, який використовується для деконтамінації всіх матеріалів, розміщених у боксі, або таких, що витягають із нього. Бокси цього класу придатні для роботи в лабораторіях із рівнями біобезпеки 3 і 4.

Вибір боксу біологічної безпеки

ББББ потрібно вибирати головним чином залежно від виду необхідного захисту: захисту препарату; захисту персоналу виду мікроорганізмів, групи ризику 1–4; захисту персоналу від радіонуклідів та летких токсичних хімікатів; від поєднання цих факторів. Із леткими токсичними хімікатами не можна працювати у тих ББББ, які рециркулюють повітря у приміщення, тобто в ББББ класу I, що не під'єднані до систем витяжки будівлі, або в боксах класу II A1, або класу II A2. ББББ класу II B1 придатні для роботи з невеликими кількостями летких хімікатів та радіонуклідів. Для роботи зі значними кількостями радіонуклідів і токсичних хімікатів необхідний ББББ класу IIB2, який також називається боксом із повною зміною відпрацьованого повітря.

Використання боксів біологічної безпеки в лабораторії

Розміщення

Швидкість потоку повітря, що надходить через відкриту передню частину в ББББ, становить приблизно 0,45 м/с. За такої швидкості сталість потоку повітря є нестабільною і може легко порушуватися іншими потоками повітря, що створюються людьми, які проходять поблизу ББББ, вікнами, заслінками регулювання подачі повітря, а також дверима при відкриванні й закриванні. В ідеалі ББББ повинен бути встановлений у місці, віддаленому від проходів та різного роду повітряних потоків. По можливості необхідно залишити до 30 см вільного простору позаду і з боків боксу, щоб мати можливість легкого доступу для технічного обслуговування. Простір 30–35 см над боксом може бути необхідний для точного вимірювання швидкості проходження повітря через випускний фільтр і для його заміни.

Оператори

Неправильне використання ББББ може сильно зменшити ефективність їх захисних властивостей. Оператори повинні ретельно

стежити за підтриманням сталості потоку повітря, що надходить через відкриту передню частину боксу під час просування рук всередину боксу і з нього. Руки необхідно просувати повільно і перпендикулярно до площини відкритої передньої частини. Маніпуляції з матеріалами можна починати лише через 1 хвилину після того, як руки переміщені всередину боксу, щоб порушений потік повітря «заспокоївся» і почав обтікати кисті рук та передпліччя. Кількість пересувань через відкриту передню частину також необхідно звести до мінімуму, помістивши для цього всі необхідні предмети в бокс до початку маніпуляцій.

Розміщення матеріалу

Передня огорожувальна решітка БББ класу II не повинна перекриватися папером, обладнанням або іншими предметами. Поверхню матеріалів, що розміщені в боксі, необхідно обробити 70 % спиртом. Роботу можна виконувати за допомогою спеціального просоченого дезінфекційним засобом екрана, що захоплює краплі і бризки. Всі матеріали потрібно поміщати якомога глибше всередину боксу – до заднього краю робочої поверхні, але не блокуючи задньої решітки. Устаткування, що призводить до утворення аерозолю (міксери, центрифуги і т. д.), необхідно поміщати в задню частину боксу. Об'ємні предмети, такі як біозахисні мішки, піддони для відпрацьованих піпеток і флакони для зливання піпетованого матеріалу, необхідно розміщувати на одному боці всередині боксу. Працювати на робочій поверхні необхідно в напрямку від чистої до контамінованої зони. Біозахисні мішки і піддони для використаних піпеток після обробки в автоклаві не можна ставити за межі боксу. Часті переміщення цих предметів із боксу і навпаки порушують сталість повітряного бар'єра боксу і можуть знизити захист як персоналу, так і препарату.

Експлуатація та обслуговування

Конструкція ББВ дозволяє їх використовувати упродовж 24 годин на добу. Їх постійна робота допомагає обмежити рівні вмісту пилу і частинок матеріалів у лабораторії. ББВ класів II А1 і II А2, з яких повітря відводиться в приміщення або які під'єднані до спеціальної трубопровідної витяжки через насадку, після роботи можна вимикати. Інші види, такі як ББВ класів II В1 і II В2, що під'єднані герметично, повинні постійно забезпечувати надходження

повітря, щоб підтримувати повітряний баланс у приміщенні. Бокс необхідно увімкнути як мінімум за 5 хвилин до початку роботи, а після її закінчення необхідно залишити його в робочому положенні також упродовж 5 хвилин для «очищення», тобто видалення контамінованого повітря, що міститься в боксі. Всі ремонтні роботи щодо БББ повинні проводитися кваліфікованим персоналом. Про будь-які несправності в роботі БББ необхідно повідомляти уповноважених осіб, починати роботу в ньому можна лише після усунення несправностей.

Лампи ультрафіолетового світла

Такі лампи не потрібні в БББ. Якщо ж вони використовуються, то їх необхідно щотижня очищати від пилу, який може знижувати бактерицидну ефективність ультрафіолетового випромінювання. Під час повторної сертифікації боксу потрібно перевірити інтенсивність ультрафіолетового випромінювання і забезпечити його відповідність нормам. Лампи ультрафіолетового світла необхідно вимикати, коли в приміщенні хтось перебуває, щоб захистити очі та шкіру від випадкового негативного впливу.

Відкрите полум'я

Необхідно уникати наявності відкритого полум'я поблизу вільного від мікробів простору всередині БББ. Відкрите полум'я порушує структуру потоку повітря і може бути небезпечним, якщо при цьому використовуються леткі займисті речовини. Для стерилізації бактеріологічних петель більш прийнятним є використання мікроспалювачів або електричних грубок.

Розлиття

Якщо біологічно небезпечний матеріал розлився у БББ, необхідно негайно почати процедуру очищення при працюючому боксі. Потрібно використовувати ефективний дезінфекційний засіб і застосовувати його таким чином, щоб звести до мінімуму утворення аерозолю. Всі матеріали, що мали контакт із розлитою речовиною, повинні бути продезінфіковані і/або оброблені в автоклаві.

Сертифікація

Функціонування й неушкодженість кожного БББ повинні бути сертифіковані відповідно до міжнародних стандартів під час установлення і потім сертифікуватися повторно на регулярній основі

кваліфікованим персоналом відповідно до інструкцій заводу-виробника.

Чищення та дезінфекція

Поверхні всіх предметів усередині ББББ, включаючи обладнання, повинні деконтамінуватися і видалятися з боксу після закінчення роботи. Внутрішні поверхні ББББ необхідно деконтамінувати перед кожним використанням. Робочу поверхню і стінки необхідно протирати дезінфекційним засобом, що вбиває всі мікроорганізми, які можуть залишитися всередині боксу. В кінці робочого дня остаточна деконтамінація поверхні повинна передбачати протирання робочої поверхні, стінок і внутрішньої поверхні скла. Для цього необхідно використовувати розчин хлорного вапна або 70 % розчин спирту, якщо вони ефективні проти цільових мікроорганізмів. Друге промивання стерильною водою необхідне в разі використання такого дезінфекційного агента, як розчин хлорного вапна. Бокс рекомендується залишати в робочому стані. В іншому разі перш ніж його вимкнути, необхідно залишити його в робочому стані упродовж ще 5 хвилин для того, щоб видалити повітря, яке знаходиться в ньому.

Деконтамінація

ББББ необхідно деконтамінувати до заміни фільтрів і до будь-якого переміщення. Найпоширенішим методом деконтамінації є фумігація парами формальдегіду. Деконтамінація ББББ повинна проводитися кваліфікованим персоналом.

Засоби індивідуального захисту

При будь-якому використанні ББББ необхідно одягати індивідуальне захисне вбрання. Лабораторні халати є прийнятними для роботи з матеріалами 1-го і 2-го рівнів біонебезпеки. Зроблений із міцного матеріалу лабораторний одяг, який застібається ззаду, забезпечує кращий захист, і його потрібно використовувати під час роботи з матеріалами 3-го і 4-го рівнів небезпеки (винятком є лабораторії, в яких передбачена робота у спецодязі). Рукавички необхідно одягати на манжети рукавів, а не залишати їх під ними. Для захисту рукавів одягу дослідника можна надіти нарукавники. Для деяких процедур можуть знадобитися маски й захисні окуляри.

Сигналізація

ББББ можуть бути обладнані одним із двох видів сигналізації. Віконна сигналізація встановлюється лише на бокси з підйомними рамами. Тривожний сигнал означає, що оператор установив підйомну раму в неправильне положення. Відповіддю на цей попереджувальний сигнал є повернення підйомної рами у правильне положення. Сигналізація повітряного потоку свідчить про припинення нормального режиму потоку повітря в боксі, що попереджає про негайну небезпеку для оператора або препарату. Якщо буде подано тривожний сигнал про порушення повітряного потоку, роботу необхідно негайно припинити і повідомити керівника лабораторії. Детальна інформація про подальші дії повинна міститися в інструкції заводу-виробника. Цей аспект повинен включатися до навчальної підготовки з використання ББББ.

Додаткова інформація

Вибір правильного виду ББББ, його монтаж, правильне використання і щорічна сертифікація його роботи – процеси досить складні. У зв'язку з цим рекомендується, щоб вони виконувалися під наглядом добре підготовленого і досвідченого фахівця з питань біобезпеки. Оператори повинні пройти офіційну підготовку з питань функціонування і використання ББББ.

Правила користування ББББ

1. Правила використання боксів повинні бути пояснені всім потенційним користувачам. Персоналу необхідно роздати письмові протоколи або керівництва з безпеки чи експлуатації.

2. Бокс можна використовувати лише за умови, що він перебуває у робочому стані.

3. Скляну оглядову панель не можна відкривати під час використання боксу. Необхідно тримати мінімум апаратури та матеріалів у боксі. Не можна перекривати циркуляцію повітря біля заднього відсіку.

4. У боксі не можна використовувати бунзенівські спиртівки. Виділюване тепло може порушити повітряний потік і пошкодити фільтри. Допускається використання електричного мікроспалювача, але краще користуватися стерильними одноразовими петлями для пересівання.

5. Усі роботи повинні проводитися у середній або задній частині боксу і повинні бути видимими через оглядову панель.

6. Необхідно звести до мінімуму переміщення позаду оператора.

7. Оператор не може порушувати повітряний потік, неодноразово виймаючи і знову вводячи руки в бокс.

8. Жодна решітка не повинна блокуватися записами, піпетками або іншими матеріалами, оскільки це порушує повітряний потік і може викликати контамінацію матеріалу й оператора.

9. Поверхню боксу біологічної безпеки необхідно протирати відповідним дезінфекційним засобом після закінчення роботи й у кінці дня.

10. Вентилятор боксу повинен працювати принаймні упродовж 5 хвилин до початку роботи і після завершення роботи в боксі.

11. Документи ніколи не можна поміщати всередину боксів біологічної безпеки.

3.10. Використовування центрифуг

1. Необхідною умовою забезпечення мікробіологічної безпеки при використанні лабораторних центрифуг є їх задовільні механічні характеристики.

2. Центрифуги повинні використовуватися відповідно до інструкцій виробника.

3. Центрифуги повинні встановлюватися на такому рівні, щоб оператор міг бачити внутрішню частину камери і правильно встановити цапфи та стакани.

4. Центрифужні пробірки та контейнери зі зразками, що підлягають центрифугуванню, повинні бути виготовлені з товстого скла або пластмаси і перед використанням перевірені на наявність дефектів.

5. Пробірки та контейнери зі зразками для центрифугування завжди повинні бути щільно закриті (по можливості кришками, що закручуються).

6. Стакан центрифуги необхідно завантажувати, врівноважувати, герметично закривати і розвантажувати в боксі біологічної безпеки.

7. Центрифужні стакани і цапфи повинні бути з’єднані за вагою і відповідним чином урівноважені разом зі встановленими пробірками.

8. Відстань між рівнем рідини в центрифужній пробірці до її краю повинна бути зазначена в інструкціях виробника.

9. Для балансування порожніх стаканів необхідно використовувати дистильовану воду або спирт (70 % етанол). Не можна застосовувати сольові або хлоровмісні розчини, оскільки вони викликають корозію металів.

10. Для роботи з мікроорганізмами необхідно використовувати центрифужні стакани з герметично закритими кришками («чашками безпеки»).

11. При використанні роторів центрифуги з кутовими насадками необхідно особливу увагу звернути на те, щоб не перевантажити пробірку, оскільки в цьому випадку вона може протекти.

12. Внутрішню поверхню центрифужної камери потрібно щодня оглядати для виявлення плям або бруду на рівні ротора. За наявності таких зареєстровані результати центрифугування необхідно переглянути.

13. Центрифужні ротори і стакани потрібно щодня оглядати на наявність можливої корозії і тріщин.

14. Стакани, ротори і центрифужні ємності необхідно деконтамінувати після кожного використання.

15. Після використання стакани необхідно зберігати у вертикальному положенні для того, щоб використана для балансування рідина могла повністю витікати.

16. При центрифугуванні можуть утворюватися завісі частинок інфекційних матеріалів у повітрі. Ці частинки переміщаються занадто швидко і не можуть бути віднесені потоком повітря, якщо центрифуга поміщена в ББЛ I або II класу з відкритою передньою частиною. Запобігти поширенню аерозолів можна, помістивши центрифугу в ББЛ III класу. Проте правильні методи центрифугування і щільно закриті пробірки забезпечують достатній захист від інфекційних аерозолів та поширення частинок.

3.11. Використовування гомогенізаторів, шейкерів, міксерів та ультразвукових подрібнювачів (сонікаторів)

1. Домашні (кухонні) гомогенізатори не повинні використовуватися в лабораторіях, оскільки вони можуть протікати

або утворювати аерозолі. Більш безпечними є лабораторні міксери і лопаткові гомогенізатори типу «стомакер».

2. Кришки, чашки та ємності повинні бути міцними, в гарному стані, не мати тріщин або інших дефектів. Кришки повинні бути добре підігнані, а прокладки повинні бути в доброму стані.

3. У процесі роботи гомогенізаторів, шейкерів і сонікаторів у ємності створюється тиск. Аерозолі, що містять потенційно інфікований матеріал, можуть проникати назовні через щілини між кришкою і посудиною. Рекомендується використовувати пластмасові, зокрема фторопластові, ємності, оскільки скляні можуть розбитися, що може викликати витікання інфекційного матеріалу і нанесення ран оператору.

4. Під час роботи гомогенізатори, шейкери і сонікатори повинні накриватися міцними пластмасовими прозорими екранами, які після використання необхідно дезінфікувати. По можливості з цими апаратами потрібно працювати в ББВ, накривши їх пластмасовими екранами.

5. Після закінчення операції контейнери необхідно відкривати в ББВ.

6. Для операторів, які працюють із сонікаторами, повинен бути передбачений захист органів слуху.

7. При використанні скляних подрібнювачів тканин їх необхідно загортати в абсорбувальні матеріали і працювати з ними в рукавичках. Більш безпечними є пластмасові (фторопластові) подрібнювачі. Працювати з подрібнювачами тканин і відкривати їх необхідно у ББВ.

3.12. Запобіжні заходи при використовуванні холодильників та морозильних камер

1. Холодильники, низькотемпературні холодильні камери та камери з сухим льодом необхідно періодично розморожувати і чистити, видаляючи при цьому будь-які ампули, пробірки і т. д., що розбилися під час зберігання. Під час чищення необхідно надягати міцні гумові рукавички і захищати обличчя. Після чищення внутрішню поверхню камери потрібно продезінфікувати.

2. Усі контейнери і т. ін., що зберігаються в холодильнику, повинні мати чітке маркування із зазначенням наукової назви вмісту,

дати розміщення та прізвища особи, яка помістила матеріал на зберігання. Матеріали без маркування та із закінченим терміном придатності повинні бути оброблені в автоклаві і видалені.

3. Необхідно вести інвентарний перелік вмісту холодильних і морозильних камер.

4. Вогненебезпечні рідини не повинні зберігатися в холодильних і морозильних камерах, якщо лише такі камери не є вибухобезпечними. На дверцятах холодильної камери повинні бути прикріплені відповідні інструкції.

Список літератури

1. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. –3-е изд. – Женева : Всемирная организация здравоохранения, 2004 . – 201 с.

2. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю : ДСП 9.9.5.-080-02. – [Чинний від 2002-01-28]. – Київ : МОЗ України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, 2002. – 39 с.

3. Laboratory biosafety manual. – [Second edition]. – Geneva : WHO, 2003. – 109 p.

4. Tuberculosis laboratory biosafety manual : [WHO Library Cataloguing-in-Publication Data]. – Geneva : WHO, 2013. – 67 p.

5. Биологическая безопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях / [Д. Абрахам, М. Адлер, Л. Алдерман и др.]. – Вашингтон : Типография Правительства США, 2007. – 360 с.

6. Biorisk management : [Laboratory biosecurity guidance]. – Geneva, WHO, 2006. – 41 p.

7. Laboratory biorisk management: [European committee for standartization]. – Brussels, Belgium, CEN, 2011. – 46 p.

8. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. – [5th Edition U. S. Department of Health and Human Services Public Health ServiceCenters for Disease Control and Prevention National Institutes of Health]. – Washington. : Publisher house of the USA Government, 2009. – 436 p.

Розділ 4

Послідовність роботи під час аварійних ситуацій

4.1. Біологічне забрудн та заходи щодо його ліквідації

Аварія – позаштатна ситуація, під час якої виникає реальна або потенційна можливість виділення патогенного агента в повітря робочої зони, довкілля або зараження персоналу.

Аварійні ситуації, що супроводжуються розливтям та/або розбризкуванням інфекційного матеріалу з можливістю утворення аерозолю, це биття пробірки, флакона, колби з рідкою культурою; биття чашок, пробірок із культурами на агарі з конденсатом; розбризкування бактеріальної суспензії з піпетки або шприца; тканинної рідини під час розтину трупів інфікованих тварин і людей; на вакуумній установці під час висушування вірулентних культур; інші події, які приводять до контамінації повітря або оточуючих предметів.

Аварія, що відбулася без розливання/розбризкування біологічного матеріалу, це дотик петлею з інфікованим матеріалом до краю чашки, пробірки, флакона, кристалізатора; тріщини на чашці Петрі, пробірці, флаконі з біологічним матеріалом; падіння на стіл твердої частини при обпалюванні петлі після посіву; торкання до поверхні посіву на твердому поживному середовищі та ін.

Нещасний випадок/травма – це забруднення заразним матеріалом/хімічною речовиною або поранення будь-якого ступеня, отруєння, опік, укус зараженою твариною або інші порушення шкірних покривів.

План дій на випадок аварійної ситуації передбачає такі оперативні процедури:

1. Заходи на випадок стихійних лих, наприклад, пожежі, повені, землетрусу, вибуху.
2. Оцінювання ризику біологічної небезпеки.
3. Подолання наслідків інциденту та деконтамінація.
4. Термінова евакуація людей і тварин із приміщень.
5. Надання невідкладної медичної допомоги постраждалим та травмованим.
6. Медичне спостереження за постраждалими.
7. Клінічне ведення постраждалих.
8. Епідеміологічне розслідування.

9. Продовження роботи після інциденту.

Плани аварійного реагування лабораторії повинні бути внесені до відповідних планів захисту всієї установи або конкретного об'єкта. Ці плани також повинні враховувати такі негативні події, як загроза бомбардування, стихійні лиха і погані погодні умови, вимкнення живлення й інші аварійні ситуації у приміщенні, що можуть створити загрозу.

Заходи із знезаражування після біологічного забруднення

Усі заходи із знезараження під час аварії лікарі або лаборанти під наглядом лікаря виконують у захисних костюмах із застосуванням інструментів (пінцетів, корнцангів тощо). Молодший медичний персонал залучається до прибирання лише після закінчення знезаражування. Після закінчення робіт із знезаражування персонал знімає і здає для знезаражування засоби індивідуального захисту, спецодяг і приймає душ.

Про всі нещасні випадки, свої і чужі помилки, що сталися під час роботи з біологічним матеріалом, працівники зобов'язані інформувати керівника підрозділу. Завідувач лабораторії (керівник підрозділу) може тимчасово (до прийняття рішення керівником установи) відсторонити від роботи з БПА осіб, які допустили порушення цих правил і працювали неуважно та недбало. Особи, які систематично порушували ці правила, можуть бути усунені від роботи з біологічним матеріалом розпорядженням керівника установи.

Під час аварії, пов'язаної із биттям посуду, в якому знаходилися хімічні речовини, їх необхідно негайно нейтралізувати, після цього прибрати. До проведення перелічених заходів персоналу не дозволяється залишати приміщення без дозволу завідувача лабораторії, якщо подальше перебування в даному приміщенні не становитиме небезпеки для здоров'я.

Про аварію, що відбулася, та проведені заходи завідувач лабораторії доповідає керівнику установи. Керівник установи вирішує питання про необхідність медичного нагляду.

У мікробіологічних лабораторіях на випадок ліквідації наслідків аварії повинна бути аптечка термінової медичної допомоги.

При пораненнях будь-якого ступеня, отруєннях, опіках постраждалому на місці надають першу медичну допомогу і

направляють його до медичної установи. За необхідності викликають лікаря на місце.

Методи знезаражування для ліквідації наслідків аварії

Для ліквідації наслідків аварії застосовують такі методи знезаражування:

- поверхню підлоги, стола, стільця або приладу, забрудненого заразним матеріалом, заливають дезрозчином або накривають серветкою з адсорбувального матеріалу, рясно змоченою дезрозчином, яка повністю покриває площу забруднення;
- забруднені стіни, бокові поверхні меблів, інвентар, прилади і апарати багато разів протирають тампонами, рясно змоченими дезінфекційними розчинами;
- усі забруднені предмети, інструменти й матеріали занурюють у бак із дезінфекційним розчином;
- забруднений одяг знімають і замочують у дезінфекційному розчині;
- забруднене взуття протирають тампонами, рясно змоченими дезрозчином.

4.2. Порядок дій під час ліквідації наслідків аварій та нещасних випадків у лабораторіях

Під час аварій і нещасних випадків, пов'язаних з інфікуванням, отруєнням, пораненням, опіком, постраждалий (особисто або присутні працівники) зобов'язаний негайно сповістити про це завідувача лабораторії. Якщо аварія відбулася з розливанням та/або розбризкуванням інфекційного матеріалу, всі, хто перебував у кімнаті, у той самий час зупиняють роботу, затримують дихання, виходять із кімнати в передбокс, зачиняють за собою двері, обробляють руки дезрозчином або спиртом, якщо обличчя не було захищене, то рясно обробляють його 70 % спиртом, потім рясно змочують дезрозчином захисний одяг, починаючи із хустинки або шлему, знімають його, занурюють у дезрозчин або кладуть у бікс для автоклавування. Після цього протирають відкриті частини тіла 70 % етиловим спиртом, переодягаються у змінний робочий одяг і обробляють слизові очей, носа й рота. Рот і горло полощуть 70 % етиловим спиртом, у ніс

закапують 1 % розчин протарголу. При потраплянні ботулінічного токсину на відкриті ділянки шкіри його змивають великою кількістю води з милом (змивні води автоклавують).

Якщо аварія відбулася без розливання/розбризкування біологічного матеріалу не виходячи з приміщення, на місце контамінації біологічним матеріалом накладають тампон із дезрозчином, викликають завідувача або особу, яка його заміщає, та продовжують дезінфекцію місця аварії. Після цього працівник виходить із приміщення, де відбулася аварія, знімає і занурює в дезрозчин захисний одяг. Відкриті частини тіла обробляють дезрозчином або 70 % етиловим спиртом.

Якщо аварія відбулася в справному боксі безпеки – закінчують роботу, гасять спиртівку, вимикають обладнання (центрифуги і т. ін., не відкриваючи їх), на місце аварії накладають серветки, щільно змочені дезрозчином. У боксі безпеки вмикають на 30 хвилин бактерицидні лампи та аварійну сигналізацію, проводять дезінфекцію. Через 2 години після закінчення дезінфекції роботу в боксі безпеки можна продовжувати. Витяжна вентиляція під час аварії та дезінфекції повинна залишатися увімкненою.

Якщо аварія пов'язана із пораненням або іншим порушенням цілісності шкірних покривів, роботу припиняють, руки обробляють дезрозчином, знімають рукавички та видавлюють із ранки кров у дезрозчин, на місце поранення ставлять на 4–5 хв компрес із дезрозчину або 70 % етилового спирту.

Обов'язково необхідно задокументувати ситуацію, що сталася. Працівник лабораторії в акті аварії повинен зазначити можливий інфекційний збудник, механізми та шляхи впливу (через шкіру, бризки на слизову оболонку або шкіру, аерозоль і т. п.), місце й час події, використані засоби індивідуального захисту в момент ураження, характер наданої допомоги постраждалому (наприклад, характер і тривалість промивання та інших засобів, час, що пройшов після обробки).

Алгоритм дій у випадку розливання та/або розбризкування біологічно небезпечної речовини всередині шафи біобезпеки

1. Залишити шафу біобезпеки увімкненою.
2. Відкрити комплект для деконтамінації.

3. Негайно накрити зону розлиття абсорбувальним матеріалом (ватно-марлеві серветки).

4. Змочити абсорбувальний матеріал свіжоприготовленим дезінфекційним засобом, розподіляючи його від периферії до центра. Витримати час експозиції відповідно до типу використаного засобу.

5. Зняти рукавички й інший забруднений одяг, помістити в мішок для утилізації біологічних відходів.

6. Вимити руки з милом та водою.

7. Одягнути нову пару рукавичок та захисний одяг за необхідності.

8. Після витримання відповідного часу експозиції зібрати матеріал із ділянки розливу в мішок для утилізації біологічних відходів.

9. У випадку залучення твердих матеріалів (пробірки, колби тощо) зібрати їх пінцетом та помістити в контейнер для збирання біологічних відходів та гострих предметів.

10. Витерти зону розливання паперовими рушниками, змоченими дезінфекційним засобом.

11. Протерти стіни, робочі поверхні й обладнання всередині шафи паперовими рушниками, змоченими дезінфекційним засобом.

12. Якщо відбулося витікання через решітку шафи біобезпеки:

- поверхні всіх предметів у камері необхідно знезаражувати і видаляти їх із камери;
- переконавшись, що вентиль стоку камери закритий, залити знезаражувальним засобом робочу поверхню і через решітки лоток стоку;
- витримати достатній час для знезаражування відповідно до використовуваного дезінфектанту;
- пролита рідина і знезаражувальний розчин збирають із поверхні паперовими рушниками, які укладаються в мішок для утилізації біологічних відходів;
- стічний лоток спорожнюють у бутель із дезінфекційним засобом за допомогою шланга з наконечником і гнучкої трубки достатньої довжини;
- після цього промивають лоток водою і шланг від'єднують.

13. Помістити всі забруднені матеріали в мішок для утилізації біологічних відходів.

14. Зняти рукавички й інший забруднений одяг, помістити в мішок для утилізації біологічних відходів.

15. Вимити руки з милом та водою.

16. Біологічний мішок і контейнер для гострих предметів помістити в контейнер для автоклавування.

17. Відомості про випадок та заходи, проведені щодо його усунення, занести до журналу обліку аварійних ситуацій та інформувати керівника лабораторії й особу, відповідальну за біобезпеку. Робота в лабораторії поновлюється з дозволу керівника лабораторії.

Алгоритм дій у випадку розлиття біологічно небезпечної речовини за межами шафи біобезпеки

1. Відкрити комплект для деконтамінації.

2. Швидко накрити ділянку розлиття абсорбувальним матеріалом (ватно-марлеві серветки) та ретельно залити рідким дезінфекційним засобом. Зламані контейнери, заражені інфекційними речовинами та пролитими інфекційними речовинами, повинні бути покриті ватно-марлевими серветками або паперовими рушниками.

3. Зняти рукавички, забруднений та потенційно забруднений одяг, а також інші відповідні засоби індивідуального захисту, зокрема засоби для захисту очей, та помістити в мішок для утилізації біологічних відходів.

4. Вимити забруднені частини тіла з милом та водою.

5. Одягнути нову пару рукавичок (рекомендуються подвійні рукавички) і захисний одяг за необхідності.

6. Заборонити вхід у зону ділянки розлиття іншим співробітникам. За необхідності залишити зону аварії.

7. Замочити абсорбувальний матеріал свіжоприготовленим дезінфекційним засобом у напрямку від периферії до центра, щоб звести до мінімуму розбризкування або потенційне утворення аерозолів та витримати необхідний час експозиції.

8. Зібрати продезінфіковані матеріали з площі розливу в біологічний мішок.

9. У випадку залучення твердих матеріалів (пробірки, колби тощо) зібрати їх пінцетом та помістити в контейнер для збирання біологічних відходів і гострих предметів.

10. Витерти загальну зону навколо розлиття паперовими рушниками, змоченими дезінфекційним розчином (зокрема стіни, робочі поверхні та обладнання).

11. Помістити всі забруднені матеріали в мішок для утилізації біологічних відходів.

12. Зняти рукавички та інший забруднений одяг, помістити в мішок для утилізації біологічних відходів.

13. Вимити руки з милом та водою.

14. Біологічний мішок і контейнер для гострих предметів помістити в контейнер для автоклавування.

15. У випадку забруднення лабораторних форм або інших друкованих чи письмових матеріалів інформація повинна бути скопійована на інші форми, а оригінали поміщені в контейнер для збирання біологічних відходів та гострих предметів.

16. Відомості про випадок та заходи, проведені щодо його усунення, занести до журналу обліку аварійних ситуацій та інформувати керівника лабораторії й особу, відповідальну за біобезпеку. Робота в лабораторії поновлюється з дозволу керівника лабораторії.

Алгоритм дій у випадку порушення роботи ББББ

Про збій у роботі ББББ буде свідчити червоний світловий сигнал. У цьому разі працівники повинні припинити роботу, закрити увесь посуд, що містить інфекційні агенти, та забруднене обладнання. Вимкнути всі електричні прилади. Повідомити інших працівників лабораторії та вийти з кімнати. Роботу в ББББ можна розпочинати лише після того, як прилад буде оглянутий працівником служби з обслуговування медичної апаратури.

Алгоритм дій у випадку пошкодження або біологічного забруднення центрифуги

Якщо чаша центрифуги не ушкоджена, необхідно виставити тумблер обертів на нуль, а вакуумний насос залишити працювати, щоб видалити утворений аерозоль.

Вийти з кімнати і попередити інших про заборону входу.

Провести дезактивацію центрифуги із застосуванням дезінфектантів. Видалити ротори та чаші до найближчого ББББ для очищення. Ретельно знезаразити всередині центрифуги шляхом

замочування усіх частин у дезінфекційному розчині упродовж принаймні 20 хвилин. Для дезінфекції вакуумного трубопроводу і насоса використовують параформалінову камеру.

Якщо чаша центрифуг пошкоджена, це може призвести до утворення значної кількості біологічно небезпечного аерозолю у лабораторії. У такому випадку персонал повинен негайно залишити приміщення і попередити інших про заборону входу. Забруднене обладнання обробляють із використанням параформальдегіду. Дезактивацію можна проводити лише у спеціальному захисному одязі.

Список літератури

1. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. – 3-е изд. – Женева : Всемирная организация здравоохранения, 2004. – 201 с.
2. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю : ДСП 9.9.5.-080-02. – [Чинний від 2002-01-28]. – Київ : МОЗ України, Державна санітарно-епідеміолдогічна служба, 2002. – 39 с.
3. Laboratory biosafety manual. – [Second edition]. – Geneva : WHO, 2003. – 109 p.
4. Tuberculosis laboratory biosafety manual : [WHO Library Cataloguing-in-Publication Data]. – Geneva, WHO, 2013. – 67 p.
5. Биологическая безопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях / [Д. Абрахам, М. Адлер, Л. Алдерман та ін.]. – Вашингтон : Типография Правительства США, 2007. – 360 с.
6. Biorisk management : [Laboratory biosecurity guidance]. – Geneva, WHO, 2006. – 41 p.
7. Laboratory biorisk management : [European committee for standartization]. – Brussels, Belgium., CEN, 2011. – 46 p.
8. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. – [5th Edition U. S. Department of Health and Human Services Public Health ServiceCenters for Disease Control and Prevention National Institutes of Health]. Washington. : Publisher house of the USA Government. – 2009. – 436 p.

Розділ 5
Дезінфекція та стерилізація

5.1. Способи та засоби знешкодження лабораторних матеріалів

Для реалізації програми біологічної безпеки в лабораторії важливо розуміти принципи знезаражування, чищення, стерилізації та дезінфекції.

Дезінфекція – фізичні або хімічні засоби знищення мікроорганізмів, але необов'язково спор.

Дезінфекційний засіб – хімічна речовина або суміш хімічних речовин, що використовуються для знищення мікроорганізмів, але не обов'язково спор. Дезінфекційні засоби, як правило, застосовуються до нерухомих поверхонь або об'єктів.

Деконтамінація – будь-який процес видалення і/або знищення мікроорганізмів. Цей термін використовується також щодо видалення або нейтралізації небезпечних хімічних та радіоактивних матеріалів.

Антисептичний засіб – речовина, що пригнічує ріст та розвиток мікроорганізмів, але необов'язково вбиває їх. Антисептичні засоби, як правило, застосовуються до поверхні тіла.

Бактерицид – хімічна речовина або суміш хімічних речовин, які вбивають мікроорганізми. Цей термін часто використовується замість термінів «біоцид», «хімічний герміцид» або «протимікробний препарат».

Біоцид – загальний термін для будь-якого агента, що вбиває мікроорганізми.

Протимікробний препарат – агент, що вбиває мікроорганізми або пригнічує їх ріст і розмноження.

Спороцид – хімічна речовина або суміш хімічних речовин, що використовуються для знищення мікроорганізмів та спор.

Стерилізація – процес, у ході якого знищуються і/або видаляються всі типи мікроорганізмів та спор.

Хімічний герміцид – хімічна речовина або суміш таких речовин, що використовуються для знищення мікроорганізмів.

Знезаражування мікробіологічної лабораторії необхідно проводити з великою ретельністю. Мета знезаражування полягає в захисті робітників лабораторії, довкілля й будь-кого, хто входить до лабораторії або працює з лабораторними продуктами за межами лабораторії. Знезаражування робить ділянку, пристрій, предмет або

матеріал безпечним в обігу (тобто безпечним у тому сенсі, що він практично не створює ризику передачі інфекції). Основне завдання знезаражування полягає у зниженні рівня мікробіологічного забруднення настільки, щоб усунути можливість передачі інфекції. Процес знезаражування може складатися із звичайного миття інструментів водою з милом, пристроїв або ділянки лабораторії. Вибір методу знезаражування та експозиції буде залежати від багатьох причин: типу об'єкта, що підлягає знезаражуванню, виду мікроорганізмів та ін. Наявність будь-якої органічної речовини вимагає більшого часу для знезараження, якщо предмет або ділянка не були попередньо очищені. Стійкість деяких мікроорганізмів до знезаражування наведена у порядку зниження в табл. 4.

Таблиця 4 – Стійкість мікроорганізмів до дезінфектантів у порядку її зниження

Спори бактерій ***Bacillus subtilis, Clostridium sporogenes***
Мікобактерії ***Mycobacterium tuberculosis var. bovis,*** ***Nontuberculous mycobacteria***
Безоболонкові віруси (не містять ліпідів) ***Poliovirus, Coxackievirus, Rhinovirus***
Гриби ***Trichophyton* spp., *Cryptococcus* spp., *Candida* spp.**
Вегетативні бактерії ***Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus,*** ***Salmonella choleraesuis*, Enterococci**
Оболонкові віруси (містять ліпіди) ***Herpes simplex virus, Cytomegalovirus,*** ***Respiratory syncytial virus,*** ***HBV, HCV, HIV, Hantavirus, Ebola virus***

Найчастіше знезаражування об'єктів розпочинається із очищення лабораторних матеріалів. Процес очищення – це видалення бруду, органічних речовин та плям. Очищення може здійснюватися за допомогою щітки, пилососа, сухого протирання, миття, вологого протирання з водою, що містить мило або мийний засіб. Бруд, ґрунт та

органічні речовини можуть перешкоджати впливу деконтамінувальних засобів (антисептиків, хімічних герміцидів та дезінфекційних засобів). Попереднє очищення має велике значення для забезпечення належної дезінфекції або стерилізації. Багато герміцидних препаратів є активними лише щодо предметів, які пройшли попереднє очищення. Таке попереднє очищення необхідно проводити обережно, щоб не зазнати впливу інфекційних агентів. Згодом необхідно застосовувати матеріали, які є хімічно сумісними з герміцидами. Найчастіше один і той самий хімічний герміцид використується як для попереднього очищення, так і для дезінфекції.

Хімічні бактерицидні засоби, що використовуються для знезаражування, розрізняються за своєю активністю в діапазоні від потужних дезінфекційних засобів (наприклад, висококонцентрований гіпохлорит натрію можна використовувати для знезаражування при розливі культури збудника в дослідницькій або клінічній лабораторії) до слабких дезінфекційних засобів і засобів для санітарної обробки, призначених для загального прибирання або знезаражування малих ділянок зовнішніх поверхонь в установах охорони здоров'я.

Багато видів хімічних речовин можуть використовуватися як дезінфекційні та/або антисептичні засоби. Герміцидна активність багатьох хімічних речовин збільшується і швидше проявляється за більш високих температур. Але в той самий час більш високі температури можуть прискорити їх випаровування і руйнування.

Ефективність процедур дезінфекції істотно залежить від ряду факторів, кожен з яких може мати неабиякий вплив на кінцевий результат. До них належать:

- природа і кількість забруднювальних мікроорганізмів (особливо наявність бактеріальних спор);
- кількість наявної органічної речовини (наприклад, ґрунту, екскрементів та крові);
- тип і стан інструментів, пристроїв та матеріалів, що підлягають дезінфекції;
- температура.

Для забезпечення особистої безпеки при підготовці розчинів хімічних герміцидів рекомендується надягати рукавички і фартухи, а також захищати очі.

Для регулярного очищення підлоги, стін, обладнання та меблів, як правило, немає необхідності застосовувати хімічні герміциди. Правильне використання хімічних герміцидів сприяє безпеці на робочому місці і знижує ризик, пов'язаний з інфекційними агентами. Рідкі хімічні бактерицидні засоби можна використовувати для знезаражування великих площ. Звичайна методика в цьому випадку полягає в заливанні площі дезінфекційним засобом на термін до кількох годин. Такий підхід неакуратний, і при його використанні деякі дезінфекційні засоби можуть мати токсичний вплив на співробітників лабораторії.

Дезрозчини готує лаборант або дезінфектор, додержуючись правил безпеки роботи з конкретним дезінфектантом. За якістю приготування стежить лікар. Відповідальність за знезаражування матеріалу покладається на керівника структурного підрозділу або призначеного для цього фахівця.

Для приготування дезінфектантів краще використовувати ємності із матеріалу, що не б'ється, або одноразові (пластикові). Посуд із дезрозчинами повинен бути підписаний, із зазначенням назви деззасобу, його концентрації, дати виготовлення.

Об'єкти, що знезаражуються, повинні знаходитись у тісному контакті з дезінфектантом (тобто не бути оточеними повітрям і не містити пухирців повітря) упродовж 18–24 годин. Після цього дезінфектант обережно зливають, а вміст переносять у контейнери для автоклавування або знищення. Ємності для дезрозчинів перед повторним використанням автоклавують і миють. Дезінфекцію різних об'єктів під час роботи з біологічним матеріалом проводять відповідно до чинних інструкцій, залежно від виду БПА й характеру матеріалу, що підлягає знезаражуванню.

У процесі роботи та після її закінчення застосовують такі способи дезінфекції:

- ватні пробки, супровідну документацію дезінфікують сухим жаром або іншими методами;
- знезаражування посуду та інших предметів одноразового використання, виготовлених із полімерних матеріалів, проводять відповідно до виду збудника шляхом автоклавування, після чого їх утилізують;

- використані предметні скельця, піпетки, шпателі занурюють у ємності з дезінфекційним розчином, потім миють і кип'ятять;
- посуд із фекаліями, сечею та ін. матеріалами від інфекційних хворих і заражених тварин, відпрацьовані чашки Петрі, пробірки з посівами, матраци із зараженими культурами клітин збирають у ємності з кришками й автоклавують;
- пробірки (флакони) зі згустками крові знезаражують лише із застосуванням дезінфекційного розчину;
- посуд після знезаражування миють у гумових рукавичках;
- трупи заражених тварин занурюють у ємність із дезрозчином і після закінчення робочого дня спалюють у спеціальних печах (крематоріях) або автоклавують упродовж однієї години за температури 132 °С, після чого можливе відправлення трупів на утильзавод;
- руки дезінфікують одним із рекомендованих для цієї мети засобів;
- гумові рукавички знімають робочою поверхнею усередину, після чого негайно миють руки;
- рукавички одноразового використання підлягають автоклавуванню і видаленню з лабораторії; рукавички, що використовуються багаторазово, миють перед зняттям і після їх зняття дезінфікують.

5.2. Хімічні герміциди

Хлор (гіпохлорит натрію) – швидкодіючий окиснювач, є легкодоступним хімічним герміцидом із широким спектром дії. Як правило, він продається у вигляді водного розчину гіпохлориту натрію (NaOCl), який можна розбавляти у воді для одержання різних концентрацій активного хлору. Хлор є сильно лужним і може викликати корозію металів. При зберіганні запасів робочих розчинів гіпохлориту натрію у відкритих контейнерах, особливо за високих температур, хлор виділяється у вигляді газу, що зменшує герміцидний потенціал таких розчинів. Частота зміни розчинів гіпохлориту натрію залежить від їх початкової концентрації, виду контейнера (з кришкою або без) та його розмірів, частоти й виду використання та оточуючих

умов. Як правило, розчини, в які додаються матеріали з високим вмістом органічних речовин кілька разів на день, необхідно змінювати щодня, а менш часто використовувані розчини можна змінювати 1 раз на тиждень. Розчин універсального лабораторного дезінфекційного засобу для загальних цілей повинен мати концентрацію 1 г/л активного хлору. Більш висока концентрація розчину з вмістом 5 г/л активного хлору рекомендується для обробки біологічно небезпечного матеріалу, що розлився, і великих кількостей органічних речовин.

Таблиця 5 – Рекомендовані концентрації хлоровмісних розчинів (якщо не зазначено інше, концентрації герміцидів подаються у вигляді співвідношення ваги до об'єму)

Назва розчину	**Концентрація**	
	Після видалення твердих матеріалів	**Для розчинів (кров)/до видалення твердих відходів**
Необхідна концентрація активного хлору	0,1 % (1 г/л)	0,5 % (5 г/л)
Розчин гіпохлориту натрію (5 % активного хлору)	20 мл/л	100 мл/л
Гіпохлорит кальцію (70 % активного хлору)	1,4 г/л	7,0 г/л
Порошок дихлорізоціанурату натрію (60 % активного хлору)	1,7 г/л	8,5 г/л
Таблетки дихлорізоціанурату натрію (1,5 г активного хлору на 1 таблетку)	1 таблетка на 1 літр	4 таблетки на 1 літр
Хлорамін (25 % активного хлору)	20 г/л	20 г/л

Дихлорізоціанурат натрію (NaDCC) випускають у вигляді порошку (містить 60 % активного хлору). Розчини, приготовані з

порошкоподібного NaDCC у концентраціях 1,7 і 8,5 г/л, будуть містити відповідно 1 і 5 г/л активного хлору. Одна таблетка NaDCC, як правило, еквівалентна 1,5 г активного хлору. Розчинення однієї або чотирьох таблеток в одному літрі води дає необхідні концентрації 1 і 5 г/л відповідно. У твердому вигляді NaDCC можна застосовувати для обробки розлитої крові або інших біологічно небезпечних рідин і залишати щонайменше на 10 хвилин, перш ніж видаляти. Потім можна продовжувати подальше очищення ураженої зони.

Хлораміни є у вигляді порошку, що містить приблизно 25 % активного хлору. Хлораміни виділяють хлор повільніше, ніж гіпохлорити. Тому для забезпечення такої самої ефективності, яку дають гіпохлорити, потрібні більш високі початкові концентрації. З іншого боку, розчини хлораміну **не** дезактивуються органічними речовинами тією самою мірою, що й розчини гіпохлориту, тому як для «чистих», так і для «брудних» умов рекомендуються концентрації 20 г/л. Розчини хлораміну практично не мають запаху. Проте предмети, замочені в таких розчинах, необхідно ретельно промити і видалити будь-які залишки наповнювачів, доданих до порошку хлораміну-Т (тозилхлораміду натрію).

Діоксид хлору (ClO_2) – це сильний і швидкодіючий герміцид, дезінфекційний засіб і окиснювач, що часто проявляє активність при більш низьких концентраціях, ніж це необхідно під час використання гіпохлориту натрію. У газоподібному стані діоксид хлору є нестійким і швидко розкладається на газоподібний хлор (Cl_2) і газоподібний кисень (O_2) із виділенням тепла. Однак діоксид хлору розчиняється у воді та у вигляді водного розчину є стабільним. Діоксид хлору можна одержати двома способами: 1) змішати на місці два компоненти – соляну кислоту (HCl) і хлорит натрію ($NaClO_2$); 2) замовити його у стабілізованому вигляді й потім активувати на місці, коли в цьому виникне необхідність. З усіх біоціодів-окиснювачів діоксид хлору є найбільш селективним. У випадках більш високого органічного навантаження діоксид хлору при його правильному одержанні може бути використаний більш ефективно, ніж озон або хлор, у зв'язку з його більш вираженою селективністю.

Формальдегід (HCHO) – це газ, що вбиває всі мікроорганізми і спори за темтемператури вище ніж 20 °С. Однак він не діє проти

пріонів. Формальдегід є відносно повільнодіючою речовиною і потребує відносної вологості повітря близько 70 %. Він продається у вигляді твердого полімеру – параформальдегіду, у вигляді пластівців або таблеток або у вигляді формаліну – газу, розчиненого у воді концентрацією приблизно 370 г/л (37 %), як стабілізатор містить метанол (100 мл/г). І в тому, і в іншому вигляді його нагрівають до утворення газу, який використовують для деконтамінації й дезінфекції замкнених просторів, таких як бокси безпеки і приміщення. Формальдегід (5 % розчин у воді) може використовуватися як рідкий дезінфекційний засіб.

Глутаральдегід подібно до формальдегіду ($OHC(CH_2)_3CHO$) також діє проти вегетативних бактерій, спор, грибів, а також вірусів. Він не викликає корозії й діє швидше, ніж формальдегід. Однак для того, щоб вбити спори бактерій, йому потрібно декілька годин. Глутаральдегід, як правило, поставляється у вигляді розчину концентрацією приблизно 20 г/л (2 %) і в деяких випадках до застосування його необхідно «активувати » (зробити лужним) шляхом додавання до препарату содових компонентів. Активований розчин можна повторно використовувати упродовж 1–4 тижнів залежно від складу, виду й частоти його використання.

Фенольні сполуки діють проти вегетативних форм бактерій та вірусів, які містять ліпіди, а при правильному приготуванні також активні проти мікобактерій, але не діють проти спор. Фенольні препарати використовуються для деконтамінації поверхонь у довкіллі, а деякі з них (триклосан і хлороксіленол) є широко використовуваними антисептиками.

Четвертинні амонієві сполуки часто використовуються у сумішах з іншими герміцидами, наприклад, зі спиртом. Вони активні проти вегетативних бактерій та вірусів, що містять ліпіди. Деякі види (наприклад, хлорид бензалконію) використовуються як антисептики. Герміцидна активність ряду четвертинних амонієвих сполук значно знижується за рахунок органічних речовин, жорсткості води та аніонних мийних засобів. У розчинах четвертинних амонієвих сполук можуть розвиватися потенційно шкідливі бактерії. У зв’язку з повільним біологічним розкладанням ці сполуки можуть також накопичуватися у довкіллі.

Спирти – етанол (етиловий спирт, C_2H_5OH) і 2-пропанол (ізопропіловий спирт $(CH_3)_2CHOH$) мають однакові дезінфекційні властивості. Вони діють проти вегетативних бактерій, грибів та вірусів, які містять ліпіди, але не проти спор. Основною перевагою водних розчинів спиртів є те, що вони не залишають осаду на оброблених предметах. Суміші з іншими агентами є більш ефективними, ніж просто спирт (наприклад, 70 % розчин спирту із 100 г/л формальдегіду і спирт із додаванням 2 г/л активного хлору). Водним розчином етанолу (70 %) можна обробляти шкіру, робочі поверхні лабораторних столів та боксів біобезпеки, а також замочувати в ньому невеликі частини хірургічних інструментів. Оскільки етанол сушить шкіру, його часто змішують із пом'якшувальними засобами. Протирання рук засобами, що містять спирт, рекомендується для деконтамінації незначно забруднених рук у тих випадках, коли неможливо або незручно вимити їх належним чином. Однак необхідно пам'ятати, що етанол неефективний проти спор і не може вбивати неліпідні віруси всіх видів. Робочі розчини необхідно зберігати у відповідних ємностях, щоб уникнути випаровування спирту. На пляшках із розчинами, що містять спирт, повинні бути наклеєні етикетки із попередженням про те, що їх не можна автоклавувати.

Йод і йодоформ діють подібно до дії хлору, але вони менше інгібуються органічними речовинами. Йод може залишати плями на тканині й оточуючих поверхнях і, як правило, не підходить для використання як дезінфекційний засіб. З іншого боку, йодофори і йодні настойки є гарними антисептиками. Антисептики, виготовлені на основі йоду, як правило, не підходять для використання на медичних/стоматологічних інструментах і пристроях. Йод не можна застосовувати на алюмінії або міді. Він може бути токсичним. Органічні препарати на основі йоду потрібно зберігати за температури 4 – 10 °С, щоб уникнути в них росту потенційно шкідливих бактерій.

Перекис водню і надкислоти подібно до хлору є сильними окисниками й можуть бути сильними герміцидами широкого спектра дії. Вони також є більш безпечними, ніж хлор, для людини і довкілля. Перекис водню випускається або в готовому для використання вигляді (3 % розчин), або у вигляді 30 % водного розчину, який можна застосовувати після розведення стерилізованою водою у

співвідношенні 1 частина перекису водню на 5–10 частин води за об'ємом. Однак дія 3–6 % розчинів перекису водню як герміцидів є повільною та обмеженою. Наявні на сьогодні препарати містять інші інгредієнти для стабілізації вмісту перекису водню, прискорення його герміцидної дії та зниження його корозійної активності. Перекис водню може використовуватися для деконтамінації робочих поверхонь лабораторних столів і боксів біобезпеки, а більш концентровані розчини можуть підходити для дезінфекції чутливих до тепла медичних/стоматологічних інструментів та пристроїв. Перекис водню і надкислоти можуть кородувати такі метали, як алюміній, мідь, латунь, цинк, можуть знебарвлювати тканини, волосся, шкіру та слизові оболонки. Їх завжди необхідно зберігати віддалік від джерела тепла і захищати від впливу світла.

5.3. Місцева деконтамінація довкілля

Кращим методом деконтамінації є автоклавування. Матеріали, що підлягають деконтамінації та знищенню, повинні бути поміщені в контейнери, наприклад у пластикові пакети для автоклавування з різнокольоровим маркуванням залежно від того, чому вони будуть піддаватися – автоклавуванню чи знищенню.

Необхідно встановити систему ідентифікації та визначити категорії для контамінованих матеріалів і відповідних контейнерів. При цьому необхідно додержуватися національних і міжнародних норм та правил. Категорії повинні бути такими:

1. Неконтаміновані (неінфекційні) відходи, які можуть бути повторно використані або видалені разом із загальними «побутовими» відходами.
2. Контаміновані (інфекційні) «колючі предмети» – голки, скальпелі, ножі та шматки скла (їх у всіх випадках необхідно складати в контейнери із твердими стінками, оснащені кришками).
3. Контаміновані матеріали, призначені для деконтамінації шляхом автоклавування, які потім підлягають миттю та повторному використанню.
4. Контаміновані матеріали, призначені для автоклавування та видалення.
5. Контаміновані матеріали, що підлягають спалюванню.

Деконтамінація лабораторних приміщень, меблів та обладнання вимагає поєднання рідких та газоподібних дезінфекційних засобів. Поверхні можуть бути деконтаміновані за допомогою розчину гіпохлориту натрію (NaOCl). Для забезпечення загальних санітарно-гігієнічних вимог використовують розчин, що містить 1 г/л активного хлору. Але для ситуацій, пов'язаних із високим ризиком, рекомендують більш концентровані розчини (5 г/л). Для деконтамінації довкілля готові розчини, що містять 3 % перекису водню (H_2O_2), можуть цілком замінити розчини гіпохлориту натрію. Приміщення та обладнання можна деконтамінувати за допомогою фумігації газоподібним параформальдегідом або киплячим формаліном. Це дуже небезпечна процедура, тому її повинен проводити спеціально навчений персонал. До обробки газом усі двері, вікна і т. п. повинні бути герметизовані за допомогою липкої стрічки або іншого матеріалу. Фумігація повинна проводитися за температури довкілля не менше ніж 21 °С і відносної вологості повітря 70 %. Після фумігації, перш ніж дозволити вхід персоналу, приміщення необхідно добре провітрити. До провітрювання заходити до приміщення можна лише в респіраторі. Для нейтралізації формальдегіду можна використовувати газоподібний гідрокарбонат амонію.

5.4. Деконтамінація боксів біологічної безпеки

Для деконтамінації боксів біологічної безпеки I і II класів існує обладнання, яке автоматично виробляє, забезпечує циркуляцію і нейтралізує газоподібний формальдегід. Як альтернативу можна використовувати відповідну кількість параформальдегіду (кінцева концентрація в повітрі – 0,8 %), який необхідно підігріти на пательні на електричній плитці. Іншу пательню, що містить гідрокарбонат амонію в кількості, яка на 10 % перевищує кількість параформальдегіду, необхідно також помістити на другій електричній плитці в бокс. Електричні плитки повинні вмикатися зовні боксу для того, щоб можна було контролювати операцію, вмикаючи і вимикаючи плитки за необхідності. Якщо відносна вологість повітря нижча від 70 %, то в середину боксу, до герметичного заклеювання липкою стрічкою дверки, необхідно помістити ємність із гарячою водою. Для того щоб газ не міг потрапити до приміщення, передню відкриту

частину і випускний отвір необхідно закрити щільною пластиковою плівкою. Місце проходження електрошнурів також необхідно герметизувати за допомогою клейкої стрічки. Потім вмикають у мережу електроплитку з параформальдегідом. Її необхідно вимкнути з мережі після випаровування всього параформальдегіду. Бокс залишають закритим щонайменше на 6 годин. Потім вмикають у мережу електроплитку з другою пательнею, щоб випарувати гідрокарбонат амонію, після чого плитку вимикають і вмикають витяжку боксу з двома інтервалами близько 2 секунд для забезпечення циркуляції гідрокарбонату амонію. Бокс необхідно залишити закритим на 30 хвилин, після чого можна відкрити передню дверку (або зняти пластикову плівку). Перед використанням поверхні боксу необхідно протерти з метою видалення залишкового матеріалу.

5.5. Миття/деконтамінація рук

Під час роботи з біологічно небезпечними матеріалами необхідно одягати відповідні рукавички, але їх використання не виключає необхідності регулярного і правильного миття рук. Руки потрібно мити після роботи з біологічно небезпечними матеріалами і тваринами, а також перед виходом із лабораторії. Здебільшого ретельне миття рук водою зі звичайним милом достатнє для їх деконтамінації, проте в ситуаціях високого ризику рекомендується використовувати герміцидне мило. Необхідно ретельно намилити руки упродовж не менше ніж 10 секунд, сполоснути чистою водою і висушити за допомогою чистого паперового або тканинного рушника (за наявності можна використовувати сушарки для рук теплим повітрям). Рекомендується використовувати крани, що вмикаються ногою або передпліччям. Якщо вони відсутні, то для увімкнення крана необхідно використовувати паперові/тканинні рушники, щоб запобігти повторній контамінації вимитих рук. Як зазначено вище, якщо відсутня можливість належним чином вимити руки, для деконтамінації рук із незначним забрудненням їх можна протерти засобами, що містять спирт.

5.6. Високотемпературні дезінфекція та стерилізація

Тепло є найбільш часто застосовуваним для деконтамінації патогенів фізичним агентом. «Сухий» жар не спричиняє корозійного впливу і використовується для обробки багатьох лабораторних предметів, що витримують температуру 160 °С або вищу упродовж 2–4 годин. Наявність будь-якої органічної речовини вимагає більш тривалого часу для знезаражування, якщо предмет або ділянка не була попередньо очищена. Наприклад, цикл обробки парою, який використовують для стерилізації попередньо очищених предметів, становить 20 хв за температури 121 °С. Для стерилізації парою предметів із високим вмістом біологічних матеріалів, які попередньо не підлягали очищенню, цикл виявляється довшим. Знезаражування у лабораторних умовах часто вимагає тривалого часу, оскільки патогенні мікроорганізми можуть бути захищені від контакту із знезаражувальними факторами. Спалювання або прожарювання також є однією із форм сухого тепла. Так, зокрема, прожарювання використовується для стерилізації бактеріологічних петель.

«Вологий» жар найбільш ефективний при використанні в процесі автоклавування. Використання пари під тиском (автоклавування) є найбільш ефективним і надійним способом стерилізації лабораторних матеріалів. Автоклавування використовується для стерилізації різних об’єктів. Залежно від фізичних характеристик об'єктів використовують різні параметри автоклавування:

– автоклавування упродовж 2 годин за температури 132 °С (2 атм) – для завершальної стерилізації відпрацьованого матеріалу, трупів тварин та ін.;

– автоклавування упродовж 15–20 хвилин за температури 126 °С (1,5 атм) – посуд, білизну, перв’язувальний матеріал;

– автоклавування упродовж 15–20 хвилин за температури 121 °С (1,1 атм) – прості живильні середовища, які не містять білків та вуглеводів (МПА, МПБ);

– автоклавування упродовж 15–20 хвилин за температури 110 °С (0,5 атм) – середовища з білками, вуглеводами, гумові вироби.

Під час стерилізації парою під тиском дуже важливо додержуватися не лише режимів стерилізації, а й необхідно звертати

увагу також на розміщення матеріалу в біксах – матеріали потрібно розміщувати вільно, так щоб пара могла легко проникати, а повітря легко виходити. Пластикові пакети необхідно відкрити, щоб дати парі доступ до їх вмісту.

Кип'ятіння також широко використовується для деконтамінації об'єктів. Оскільки воно не викликає загибель усіх мікроорганізмів і патогенів, його можна застосовувати для дезінфекції, якщо інші методи (хімічна або фізична дезінфекція) не можуть бути використані або відсутні.

Із простерилізованими предметами потрібно поводитись і зберігати їх таким чином, щоб вони залишалися чистими до їх використання.

5.7. Спалювання

Спалювання використовується для знищення залишків тварин, а також анатомічних та інших відходів після попередньої деконтамінації або без неї. Спалювання є альтернативою автоклавуванню лише в тому випадку, якщо інсенератор перебуває під контролем лабораторії. Правильне спалювання передбачає необхідність ефективних засобів контролю температури у камері вторинного спалювання. Температура в первинній камері повинна бути не меншою ніж 800 °С, а у вторинній – не меншою ніж 1 000 °С. Матеріали для спалювання, навіть якщо вони пройшли попередню деконтамінацію, повинні переноситись у сміттєспалювач у мішках, бажано пластикових. Співробітники, які працюють із сміттєспалювачем, повинні бути належним чином проінструктовані щодо завантаження та контролю температури. Ефективне функціонування сміттєспалювачів значною мірою залежить від правильного поєднання спалюваних матеріалів.

5.8. Видалення відходів

Відходи – це все те, від чого необхідно позбутися. У лабораторіях деконтамінація відходів та їх остаточне видалення тісно пов'язані між собою. Основний принцип полягає в тому, що інфіковані матеріали повинні бути деконтаміновані, автоклавовані або знищені в самій лабораторії. Перед тим як видалити з лабораторії будь-які об'єкти або матеріали, що мали відношення до потенційно

небезпечних інфекційних матеріалів, мікроорганізмів або тварин, необхідно вирішити наведені нижче основні питання:

1. Чи підлягали ці об'єкти й матеріали ефективній стерилізації або дезінфекції за допомогою відповідних установлених процедур?

2. Якщо ні, то чи упаковані ці об'єкти або матеріали встановленим способом для негайного знищення на місці або для перевезення в іншу лабораторію, де є можливості для їх спалювання?

3. Чи пов'язане видалення дезінфікованих або стерилізованих матеріалів/об'єктів із додатковою потенційною небезпекою (біологічною або іншою) для тих, хто безпосередньо проводитиме процедуру знищення, або для тих, хто може контактувати з об'єктами або матеріалами за межами лабораторії?

Видалення лабораторних і медичних відходів регулюється різними регіональними, національними та міжнародними нормами, тому до розроблення і здійснення програми з обробки, транспортування та видалення біологічно небезпечних відходів потрібно ознайомитися зі спеціальною літературою з цього питання. Як правило, із попелом, що утворюється у сміттєспалювачах після спалювання відходів, можна обходитися як із побутовим сміттям і вивозити силами місцевих служб. При автоклавуванні відходи можна спалювати у зовнішніх сміттєспалювачах або вивозити на сміттєзвалища.

Список літератури

1. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю : ДСП 9.9.5.-080-02. – [Чинний від 2002-01-28]. – К. : МОЗ України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, 2002. – 39 с.

2. Laboratory biosafety manual. – [Second edition]. – Geneva : WHO, 2003. – 109 p.

3. Биологическая безопасность в микробиологических и биомедицинских лабораториях / [Д. Абрахам, М. Адлер, Л. Алдерман и др.]. – Вашингтон : Типография Правительства США, 2007. – 360 с.

4. Biorisk management : [Laboratory biosecurity guidance]. – Geneva : WHO, 2006. – 41 p.

5. Laboratory biorisk management : [European committee for standartization]. – Brussels, Belgium., CEN, 2011. – 46 p.

6. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. – [5th Edition U.S. Department of Health and Human Services Public Health ServiceCenters for Disease Control and Prevention National Institutes of Health]. – Washington : Publisher house of the USA Government, 2009. – 436 p.

Додаток А
(довідковий)

Засоби та методи дезінфекції, які використовуються під час роботи з патогенними мікроорганізмами

І. Бактерії, які не утворюють спори

1. Хлорамін Б або ХБ (вміст активного хлору – АХ не менше ніж 26 %), 0,5; 1; 2; 3 % розчини.

2. Хлорне вапно (вміст АХ не менше ніж 25 %) суха речовина 0,5; 1; 2; 3 % (щодо препарату), освітлені розчини 10 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені. Розчини 20 % (щодо препарату), хлорно-вапнисте молоко.

3. Вапно білильне термостійке (вміст АХ не менше ніж 25 %), суха речовина 0,5; 1; 2; 3 % (щодо препарату), освітлені розчини 10 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

4. Нейтральний гіпохлорит кальцію НГК (вміст АХ не менше ніж 52 % для марки А і не менше ніж 24 % для марки Б), суха речовина 0,15 % (щодо АХ) розчин 0,25; 5; 1 % (щодо АХ), освітлені розчини 5 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

5. Гіпохлорит кальцію технічний – ГКТ (вміст АХ не менше ніж 35 %), суха речовина 0,4 % (щодо АХ), освітлені розчини 1,5 % (щодо препарату), освітлені розчини 5 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

6. Дво-, триосновна сіль гіпохлориту кальцію – ДТС ГК (вміст АХ не менше ніж 47 %), суха речовина 0,15 та 0,5 % (щодо АХ), розчини 0,25 та 1 % (щодо препарату), освітлені розчини 5 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

7. Двосновна сіль гіпохлориту кальцію – ДСГК (вміст АХ не менше ніж 30 %), суха речовина 1 % (щодо препарату), освітлені розчини 5 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

8. Гіпохлорит натрію (вміст АХ не менше ніж 14 %), суха речовина 1 % (щодо АХ), розчин.

9. Гіпохлорит натрію, одержаний на установці ЕЛМА-11 або ЕДР 012 – 125; 0,25 % (щодо АХ) розчини.

10. Аноліт, одержаний на установці СТЕЛ 3, із вмістом 0,05 % АХ.

Продовження додатка А

11. Аноліт, одержаний на установці СТЕЛ-МТ-14, із вмістом 0,06 та 0,09 % АХ.

12. Аноліт, одержаний на установці ЕХА-305, із вмістом 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 % АХ.

13. Сульфохлорантин, або сульфохлорантин М (вміст АХ не менше ніж 15 %), 0,1 та 0,2 % (щодо препарату) розчини.

14. Саніфект–128 °С, 25 та 0,75 % (щодо препарату) розчини.

15. ДЛ-2, (вміст АХ не менше ніж 35 %) 0,1 та 0,2 % (щодо препарату) розчини.

16. Дезоксон-1 або дезоксон-4 (який вміщує не менше ніж 5 % надоцтової кислоти – НОК) 0,1 та 0,2 % (щодо препарату) розчини.

17. Пергідроль (вміст H_2O_2 30 %) 3 % розчин H_2O_2.

18. Перекис водню з мийним засобом 6 (3 % розчин перекису водню з 0,5 % мийного засобу).

19. Пероксогідрат фториду калію (ПФК-1) (вміст перекису водню не менше ніж 35 %) 3, 6, 7, 9 % (щодо препарату) розчини.

20. Полісепт 1 % (щодо препарату) розчин.

21. Амфолан 1, 2, 3 % (щодо препарату) розчини.

22. Лізол А (вміст фенолів 50 %) 2, 3, 10 % (щодо препарату) розчини.

23. Хлор-нафтол 0,5 та 2 % (щодо препарату) розчини.

24. Відходи або напівпродукти промисловості, що вміщують: 3 % крезолу або 1 % АХ, або 2 % лугу, або 1 % кислоти з ПАР аніонного типу у співвідношенні 1:1 чи 0,5:1.

25. Їдкий натрій 10 % (щодо препарату) розчин.

26. Формалін 10, 20, 40 % (за формальдегідом) водні розчини.

27. Аміак 10 % водний розчин (для нейтралізації формальдегіду у співвідношенні 1:1).

28. Кип’ятіння – 2 % содовий розчин.

29. Обробка водяним насиченим паром під тиском (автоклавування) 0,20 ПА (2,0 кгс/см^2), 132 °С, 0,15 МПА (1,5 кгс/см^2), 126 °С, 0,11 МПА (1,1 кгс/см^2), 120 °С.

30. Спирт 70 %.

31. Спалювання.

Продовження додатка А

32. Прожарювання.

33. Обробка в дезінфекційних камерах: пароповітряний метод, пароформаліновий.

34. Аерозольний метод знезаражування.

35. Газовий метод (дезінфекція парами формальдегіду).

36. Ультрафіолетове опромінювання.

II. Бактерії, які утворюють спори

1. Хлорамін Б або ХБ 1–4 % активовані розчини, що вміщують 0,25–1 % АХ.

2. Хлорне вапно або білильне термостійке вапно – суха речовина 20 % освітлені розчини, які вміщують не менше ніж 5 % АХ, 4 % активовані освітлені розчини, які вміщують не менше ніж 1 % АХ.

3. Дво-, триосновна сіль гіпохлориту кальцію (ДТС ГК) або нейтральний гіпохлорит кальцію (НГК), суха речовина 15 %, освітлені розчини, що вміщують не менше ніж 5 % АХ, 2 % активовані освітлені розчини, які вміщують не менше ніж 1 % АХ.

4. Двоосновна сіль гіпохлориту кальцію (ДСГК) 4 % активовані розчини, що вміщують не менше ніж 1,2 % АХ.

5. Їдкий натрій, 10 % розчин (70 °С).

6. Пергідроль, що вміщує 30–35 % перекису водню, 6 % розчин перекису водню з 0,5 % мийного засобу, 3 % розчин перекису водню з 0,5 % мийного засобу за температури розчину 50 °С.

7. Дезоксон-1 або дезоксон-4 розчин, що вміщує 1 % надоцтової кислоти.

8. Формалін 20, 40 % (за формальдегідом) водні розчини.

9. Кип’ятіння.

10. Прожарювання.

11. Спалювання.

12. Сухе гаряче повітря (180 °С).

13. Обробка парою під тиском 2,0 гкс/см^2 (132 °С).

14. Усі ємності, в яких проводиться знезаражування, повинні бути закриті кришкою, враховуючи банки з-під тварин.

15. Обробка в камерах: пароповітряний і пароформаліновий методи.

16. Аерозольний метод знезаражування.

III. Віруси і хламідії

1. Хлорамін (вміст АХ не менше ніж 26 %), 1 та 3 % (щодо препарату) розчини; 0,5 та 1,5 % (щодо препарату) активовані розчини хлораміну.

2. Хлорне вапно (вміст АХ не менше 25 %), суха речовина 3 та 10 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини 20 % (щодо препарату), хлорно-вапнисте молоко.

3. Вапно білильне термостійке (вміст АХ не менше ніж 25 %), суха речовина 3 та 10 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

4. Дво-, триосновна сіль гіпохлориту кальцію – ДТС ГК (вміст АХ не менше ніж 47 %); суха речовина; 1,5 та 5 % (щодо препарату) розчини.

5. Нейтральний гіпохлорит кальцію НГК (вміст АХ не менше 52 та 24 % для марок А і Б); суха речовина; 1,5 та 5 % (щодо препарату) розчини.

6. Гіпохлорит кальцію технічний – ГКТ (вміст АХ не менше ніж 35 %), суха речовина; 1, 1,5 та 5 % (щодо препарату) розчини.

7. Двоосновна сіль гіпохлориту кальцію – ДСГК (вміст АХ не менше ніж 30 %) 1; 1,5; 5; 7 % (щодо препарату), освітлені та неосвітлені розчини.

8. Сульфохлорантин або сульфохлорантин М (вміст АХ 15,6 %) – 0,1 та 0,2 % (щодо препарату) розчини.

9. ДП-2 (вміст АХ 40 %); 0,1; 0,2; 0,5 % (щодо препарату) розчини.

10. Аноліт, одержаний на установці ЕХА-30, із вмістом 0,04 та 0,05 % АХ.

11. Аноліт, одержаний на установці СТЕЛ-МТ-1, із вмістом 0,06 та 0,09 % АХ.

12. Аноліт, одержаний на установці СТЕЛ, із вмістом 0,05 % АХ.

13. Пергідроль із вмістом АДР 30–35 та 6 % (за АДР) розчин перекису водню, 6 % розчин перекису водню з 0,5 % мийного засобу.

14. Пероксогідрат фториду калію (ПФК-1), 4 % (щодо препарату) розчини.

Продовження додатка А

15. Дезоксон-1 або дезоксон-4 із вмістом НОК 5 – 0 та 0,5 % (щодо НОК) розчини.

16. Лізол А, 5 та 8 % розчини.

17. Формалін, 40 % (за формальдегідом) водні розчини.

18. Аміак, 10 % (за АДР) водний розчин для нейтралізації формальдегіду у співвідношенні 1:1.

19. Їдкий натрій, 10 % (щодо препарату) розчин.

20. 70 % розчин етилового спирту.

21. Сода харчова, 2 % розчин.

22. Сода кальцинована, 2 % розчин.

23. Обробка водяною насиченою парою під надмірним тиском у паровому стерилізаторі (автоклаві); 1,1 МПА (2,0 кгс/см^2), 132 °С, 1,5 МПА (1,5 кгс/см^2), 126 °С; 0,11 МПА (1,1 кгс/см^2); 120 °С.

24. Знезаражування сухим жаром у повітряному стерилізаторі, 180 °С, 60 хв.

25. Кип’ятіння.

26. Спалювання.

27. Обробка в дезінфекційних камерах: пароповітряний та параформаліновий методи.

28. Аерозольний метод знезаражування.

29. Газовий метод (дезінфекція парами формальдегіду).

30. Ультрафіолетове опромінювання.

IV. Рикетсії

1. Хлорне вапно або білильне термостійке вапно, суха речовина, 20 % освітлені і неосвітлені розчини, які вміщують не менше ніж 5 % АХ; 3 % освітлені розчини, які вміщують не менше ніж 1 % АХ.

2. Хлорамін Б або ХБ, 3 % розчини, які вміщують не менше ніж 0,6 % АХ, 0,5 % активований розчин хлораміну.

3. Дво-, триосновна сіль гіпохлориту кальцію (ДТС ГК) або нейтральний гіпохлорит кальцію (НГК), гіпохлорит кальцію технічний (ГКТ), суха речовина; 15 % освітлені або неосвітлені розчини, що вміщують не менше ніж 5 % АХ, 1,5 % розчин, який вміщує не менше ніж 0,5 % АХ.

Продовження додатка А

4. Пергідроль, що вміщує близько 30–35 % перекису водню, 6 % розчин перекису водню, 3 % розчин перекису водню з 0,5 % мийного засобу.

5. Формалін, 20 % розчин формальдегіду.

6. Їдкий натрій, 3, 5, 10 % розчини.

7. Лізол А, 8 % розчин.

8. Кип'ятіння.

9. Спалювання.

10. Сухе гаряче повітря (180 °С).

11. Обробка парою під тиском (автоклавування) 2,0 гкс/см^2 (132 °С), 1,1 гкс/см^2 (120 °С).

12. Спирт 70 %.

13. Обробка в камерах: пароповітряний і пароформаліновий методи.

V. Гриби

1. Хлорамін Б або ХБ (який вміщує активного хлору – АХ – не менше ніж 26 %), 5 % щодо препарату розчин.

2. ДТСГК, 2 % розчин дво-, триосновної солі гіпохлориту кальцію.

3. Сульфохлорантин, або сульфохлорантин М (який вміщує АХ не менше ніж 15 %), 3 % розчин.

4. Розчини бензинфенолу 2–2,5 %.

5. Розчини лізолу 5–10 %.

6. Розчини формаліну 5–10 %.

7. Йодонат, 1 % розчин.

8. Кип'ятіння.

9. Обробка парою під тиском 1,1–2,0 гкс/см^2 (120, 126, 132 °С).

10. Спалювання.

11. Прожарювання.

12. Ультрафіолетове опромінювання лампами.

13. Аерозольний метод знезаражування.

14. Обробка в камерах: пароповітряний та пароформаліновий методи.

Додаток Б
(довідковий)

Склад комплекту для деконтамінації

- Контейнер для зберігання вмісту комплекту разом і для збирання біологічних відходів та гострих предметів.
- Пінцет.
- Рукавички гумові (5 пар).
- Концентрований дезінфекційний розчин.
- Паперові рушники (2 шт.).
- Ватно-марлеві серветки (2 шт.).
- Мішки для утилізації біологічних відходів (2 шт.).

Додаток В
(довідковий)

Перелік засобів, що входять до складу аптечки термінової медичної допомоги

- 70° спирт.
- Альбуцид.
- Перекис водню.
- Йод.
- Перманганат калію у наважках по 0,05 (3 шт.).
- Наважки дез. засобів (зберігати окремо).
- Стерильна дистильована вода.
- Набір антибіотиків специфічної дії, очні піпетки.
- Шприц для приготування розчинів антибіотиків.
- Ножиці.
- Напальчники (1–2 на кожного працівника).
- Рукавички гумові.
- Лейкопластир.
- Перев'язувальні матеріали.

*Термін придатності препаратів та комплектність аптечки перевіряє відповідальна особа, призначена керівником підрозділу.

Додаток Г
(довідковий)

Алгоритм надання першої допомоги

1. При забрудненні інфікованим матеріалом:

- відкриті ділянки тіла обробляють дезрозчинами або 70 % етиловим спиртом;
- при потраплянні інфекційного матеріалу на слизові оболонки: рот прополіскують 0,5 % розчином соди, або 0,05 % розчином перманганату калію;
- очі промивають 0,05 % розчином перманганату калію або закапують 30 % розчин альбуциду;
- у ніс закапують 30 % розчин альбуциду;

2. У разі нещасних випадків, пов'язаних із пораненням, укусом інфікованою твариною або іншими порушеннями шкірних покривів, необхідно видавити з рани кров та обробити її настойкою йоду, під час роботи з рикетсіями – додатково на рану покласти на 5 хвилин компрес із 5 % розчином лізолу або зробити ванночку з того самого розчину.

3. При незначних забиттях забезпечити постраждалому органу спокій і прикладати до нього холодний компрес.

4. При порізах не торкатися рани руками або сторонніми предметами, шкіру навколо рани змастити йодом, накласти стерильну пов'язку і забинтувати. Якщо рана велика, потерпілого направляють до лікаря.

5. При опіках:

- при термічних опіках уражене місце необхідно змочити етиловим спиртом або 3–5 % розчином марганцевокислого калію і маззю від опіків, або 3–5 % розчином свіжовиготовленого таніну;
- при хімічних опіках необхідно видалити зі шкіри речовину, що викликала опік, відповідним розчинником, уражену частину тіла обробити спиртом;
- при опіках їдкими речовинами, що розчиняються у воді (кислоти, луги) – швидко промити місце опіку великою кількістю води, потім (при опіках кислотою) уражену ділянку шкіри обробити 5 % розчином питної соди, а при потраплянні на шкіру лугів – 4 % розчином оцтової або 2 % розчином борної кислоти;
- при потраплянні в очі кислоти або лугу – промити їх струменем води, висушити рушником, після цього звернутися за медичною допомогою;

- при потраплянні кислот або лугів на одяг – негайно нейтралізувати уражену ділянку водним розчином аміаку, соди або кислоти;
- при значних поверхнях опіку – промити уражені ділянки водою і негайно викликати швидку допомогу.

2. При ураженні електричним струмом:

- якщо людина залишилася в контакті зі струмопровідними частинами, необхідно негайно вимкнути струм;
- за неможливості швидкого вимкнення особа, яка надає допомогу, повинна ізолювати руки гумовими рукавичками, сухою ганчіркою, частиною одягу, стати на гумовий килимок або суху дошку і відокремити постраждалого від струмопровідних частин, користуючись (по можливості) однією рукою;
- після звільнення потерпілого від електричного струму йому необхідно надати першу допомогу і незалежно від його стану обов'язково викликати лікаря або терміново доставити потерпілого до лікувального закладу.

Наукове видання

Голубнича Вікторія Миколаївна,
Погорєлов Максим Володимирович,
Корнієнко Вікторія Володимирівна

Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів безпеки

Монографія

Художнє оформлення обкладинки В. В. Корнієнко
Редактори: Н. В. Лисогуб, С. М. Симоненко
Комп'ютерне верстання В. М. Голубничої

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 7,21. Обл.-вид. арк. 8,15. Тираж 300 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.