

УДК: 614.4.+614.8)-078

Н. О. Виноград, З. П. Васишин, Л. П. Козак, І. С. Вівчар, І. Д. Байдалка
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВЕРИФІКАЦІЇ ЗБУДНИКІВ ІНФЕКЦІЙНИХ ХВОРОБ У РАЗІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Резюме

Надзвичайні ситуації (НС) різного генезу супроводжуються зміною епідемічного стану території та населення, що вимагає своєчасного виявлення уражальних чинників інфекційної (патогенні біологічні агенти (ПБА) й токсини) та неінфекційної природи. Лабораторна мережа є важливою складовою в системі реагування на НС, що дозволяє визначити етіологію інфекційних і паразитарних захворювань, оптимізувати лікування хворих; забезпечити основні напрямки протиепідемічного забезпечення та оцінювання ефективності заходів у динаміці реагування.

Мета дослідження – оцінювання сучасних моделей лабораторного забезпечення індикації ПБА, завдань і обсягів роботи лабораторної служби на основних етапах НС: готовності, реагування і відновлення.

Лабораторна діагностика є важливою складовою в системі захисту населення і території при НС, яка забезпечує виявлення ПБА і токсинів, проведення клінічних лабораторних досліджень. Обсяги і напрямки діяльності лабораторної мережі при НС визначаються реальною ситуацією і різняться на етапах готовності, реагування і відновлення.

Індикація ПБА розпочинається на етапі здійснення санітарно-епідеміологічної розвідки на уражених територіях. У залежності від ситуації, виявлення і визначення виду ПБА може здійснюватися лабораторною мережею закладів охорони здоров'я у зоні НС, мобільними лабораторіями різного типу, лабораторною мережею поза межами уражених територій. Використання високоінформативних методів виявлення антигенів (імуноферментний аналіз, люмінесцентна мікроскопія, спектроскопія, технології біочіпів), а також геномів ПБА (мультиплексна ПЛР) дозволяє у термін до 2 годин верифікувати діагнози інфекційних хворих, визначати чутливість до хіміотерапевтичних засобів для оптимізації лікування, зменшити за рахунок цього тривалість госпіталізації та вартість лікування. Обстеження об'єктів довкілля забезпечує оцінювання ступеню їх контамінації ПБА, обсяги заходів знезараження.

У випадку використання імунохроматографічного аналізу доцільно застосовувати набори швидких тестів з урахуванням групи інфекцій: кишкові, дихальні, контактні, кров'яні. Поширеним у практиці є застосування інших принципів комплектування наборів: група особливо небезпечних інфекцій; інфекції, що передаються статевим шляхом; інфекції центральної нервової системи тощо.

Ключові слова. Надзвичайна ситуація, індикація й ідентифікація патогенних біологічних агентів.

Надзвичайні ситуації як природного походження, так і внаслідок діяльності людини, є реальністю, які складно спрогнозувати і неможливо попередити у більшості випадків. У світі за останні 10 років в результаті стихійних лих, пов'язаних з погодою і кліматом, загинули понад 410 тис. осіб [1]. До 83% всіх лих,

спровокованих природними причинами і викликаних такими екстремальними явищами, як повені, шторми і хвилі тепла, що призвели до загибелі людей, у переважній більшості сталися в країнах із середніми і низькими доходами. У результаті стихійних лих кількість постраждалих досягла 1,7 мільярда, найбільш

смертоносними лихами були екстремальні температури і шторми [2].

Патогенні біологічні агенти (ПБА) і токсини належать до основних уражальних чинників надзвичайних ситуацій (НС), що можуть ускладнити епідемічну ситуацію на уражених територіях. Причинами епідемічних ускладнень можуть бути активація осередків ендемічних інфекційних хвороб, занесення збудників інфекційних захворювань (міграція населення, служби реагування); аварії на об'єктах ризику з виходом ПБА у довкілля (лабораторії, наукові заклади, виробництва) тощо [3-5].

Досвід ліквідації наслідків НС свідчить про виникнення епідемічних ускладнень як в зоні НС, так і за її межами, в останньому випадку внаслідок винесення ПБА з евакуаційними потоками населення чи контингентами сил реагування [4, 6, 7].

Об'єктивними обставинами погіршення санітарно-гігієнічного стану території НС є руйнування житлового фонду та об'єктів комунально-побутового призначення; наявність непохованих трупів людей, тварин; масове розмноження гризунів та активація природних осередків; затримка у виявленні, ізолюванні та госпіталізації інфекційних хворих і носіїв збудників; вихід із ладу діючих або зниження активної діяльності протиепідемічних та лікувально-профілактичних закладів у зонах НС тощо [3, 4, 5, 8].

Найбільші обсяги уражених осіб у мирний час можуть мати місце у випадках біотерористичних атак; у разі аварій на об'єктах зберігання і використання ПБА в технологічних процесах або лабораторіях різного профілю (діагностичних, наукових, науково-виробничих тощо). У разі використання супротивником бойових біологічних рецептур під час ведення бойових дій ураження зазнають як військові контингенти, так і населення осередків біологічного зараження [8-10]. В обох вище зазначених випадках штучно створене епідемічне ускладнення буде потребувати негайного запровадження заходів щодо локалізації та мінімізації наслідків, що у свою чергу буде залежати від виду використаного ПБА чи токсинів.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ, базовими принципами реагування на НС є госпітальний, епідеміологічний і лабораторний нагляд, що забезпечує своєчасне виявлення і попередження епідемічних ускладнень на уражених територіях. Госпітальний нагляд ґрунтується на синдромальному підході, епідеміологічний – ранньому виявленні та локалізації випадків / осередків інфекційних захворювань, а лабораторний – індикації та ідентифікації ПБА [11, 12]. Раннє з'ясування етіології інфекційних захворювань людей дозволяє оптимізувати лікування пацієнтів, а виявлення фактів і ступеню контамінації об'єктів довкілля ПБА – адекватно організувати протиепідемічні заходи в зонах НС [10, 12-14].

Обсяги і напрямки діяльності лабораторної мережі визначаються реальною ситуацією і суттєво різняться на етапах готовності до НС, реагування і відновлення.

Етап готовності до прогнозованих НС може тривати багато років, що дозволяє визначити пріоритети і забезпечити основні потреби. Оптимальним є створення на етапі готовності до НС лабораторної мережі в системі єдиного медичного простору держави з використанням можливостей ЗОЗ усіх форм власності, ресурс якої буде оптимально спланований і задіяний цивільно-військовими оперативними центрами відповідно по потреб у зонах НС [7].

Етап готовності до НС передбачає формування концепції структури лабораторної мережі, визначення провідних стаціонарних та мобільних підрозділів, професійне навчання персоналу та етичних засад, матеріально-технічне забезпечення, створення резерву кадрового складу і розрахунок потенційних потреб в залежності від характері та обсягів НС. Важливо на цьому етапі забезпечити підготовку фахівців інших служб і відомств, які будуть здійснювати відбір і транспортування взірців до лабораторій, зокрема під час проведення санітарно-епідеміологічної розвідки в зонах НС. Вони мають мати навички і вміння до здійснення першого етапу неспецифічної та специфічної індикації ПБА безпосередньо у

зонах НС із використанням швидких тестів [15-19]. Оптимальними у польових умовах є методи засновані на поточній бічній хроматографії – імунохроматографічний аналіз; реакції непрямой гемаглютинації (РНГА); імунохімічні технології виявлення субстратів ПБА (колориметричний підхід) тощо [20]. Широкий досвід використання швидких тестів під час епідемій і пандемій в останнє десятиріччя, зокрема грипу і Covid-19, виявив суттєві переваги таких підходів для верифікації випадків захворювань [21, 22]. Розширюється перелік виробників швидких тестів для виявлення багатьох актуальних збудників інфекційних і паразитарних захворювань: ротавіруси, норовіруси, вірусів грипу, ВІЛ, *T. pallidum*, плазмодіїв малярії тощо. У той же час, з урахуванням чутливості і специфічності тестів різних виробників, більшість з них потребують другого кроку верифікації стандартними методами в діагностичних лабораторіях [23, 24].

Важливим напрямом у індикації ПБА є використання ІТ-технологій, які дозволяють у дистанційному режимі здійснювати консультування і оцінювання результатів безпосередньо в осередку ураження для зниження ймовірності помилкової інтерпретації результатів досліджень [25-27].

ВООЗ постійно оновлює рекомендації щодо використання методів прискореного виявлення збудників інфекційних і паразитарних захворювань, комплектування наборів для відбирання клінічних взірців і проб з об'єктів довкілля. Формування резерву наборів усіх розхідних матеріалів (укладок) визначається потенційними видами НС, кількістю постраждалих в зонах НС, обсягами надання медичної допомоги контингентам сил реагування, характером епідемічних ускладнень [11].

У залежності від типу і масштабів НС, лабораторна індикація ПБА може здійснюватися лабораторною мережею закладів охорони здоров'я (ЗОЗ) у зоні НС, мобільними лабораторіями, а також лабораторною мережею поза межами уражених територій [5, 11].

Мікробіологічні лабораторії, у тому числі мобільні, мають відповідати

міжнародним стандартам біобезпеки при роботі зі збудниками 1-4 груп патогенності щодо дотримання стандартних мікробіологічних практик, спеціальних практик, використання захисного одягу, лабораторного обладнання. Обов'язковим елементом є захист лабораторій від проникнення сторонніх осіб і контроль здоров'я персоналу. Інженерно-технічна і група супроводу (життєзабезпечення) відповідають за організацію безперервності функціонування усіх підрозділів [28-30].

На сучасному етапі особлива увага приділяється використанню мобільних лабораторій: екологічного контролю (експрес-контролю і відбирання проб; спеціалізовані за об'єктами контролю; багатоцільові екоаналітичні лабораторії); модульних польових лабораторій, у тому числі високого рівня біобезпеки [28, 29]. Дислокація таких лабораторій на територіях осередків НС суттєво зменшує час для індикації ПБА. Принципи модульного комплектування мобільних лабораторій дозволяє передбачити використання сучасних швидких методів індикації у поєднанні з класичними мікробіологічними (вірусологічними) методами. Використання високоінформативних методів виявлення антигенів (ІФА, люмінесцентної мікроскопії, спектроскопія), а також геномів ПБА (метод ПЛР) дозволяє у термін до 2 годин верифікувати діагнози інфекційних хворих, визначати чутливість / резистентність до хіміотерапевтичних засобів для оптимізації лікування, зменшити за рахунок цього тривалість госпіталізації та вартість лікування [23]. Ці методи дозволяють виявляти контаміновані об'єкти ПБА 3-ої та 4-ої груп патогенності, контролювати ефективність протиепідемічних заходів в динаміці НС [5].

Санітарно-гігієнічний контроль об'єктів підвищеного епідеміологічного ризику (водопостачання, харчування, об'єктів довкілля тощо) передбачає з'ясування відповідності води до державних стандартів якості [31]. Санітарно-епідеміологічне оцінювання об'єктів довкілля, водопостачання (тип, добова/погодинна подача, розрахунок на одного жителя, запас

хлору, водовідведення, закладів харчування і торгівлі, закладів охорони здоров'я із визначення їх потреб, санітарно-гігієнічного стану території (місця неналежних захоронень – за трупним запахом; сміттєзвалища, забруднення довкілля каналізаційними стоками тощо), відкриті водойми, наявності безпритульних тварин, заселеність гризунами дозволяє запровадити адекватні протиепідемічні заходи [32]. Моніторинг абіотичних об'єктів довкілля, таких як вода і ґрунт, є обов'язковим при різних видах НС природного і техногенного характеру, що забезпечує попередження ураження населення збудниками кишкових і контактних інфекцій [33, 34].

У залежності від характеру НС, можуть використовуватися цільові мобільні лабораторії, як це було в осередках геморагічних гарячок Марбург [39] і Ебола [30, 36-39], або формуватися мобільні модульні лабораторії для здійснення індикації різних за таксономічним положенням ПБА: бактеріальні, рикетсійні, вірусні (включно трансмісивні та інші зоонозні віруси), токсинні, пріонні, грибові, паразитарні. Регламенти роботи доповнюють у разі використання класичних мікробіологічних, вірусологічних методів, при використанні тварин, роботі з живими переносниками збудників захворювань, у тому числі із зазначенням видів і способів дезінфекції і деконтамінації. Окремо передбачені регламенти роботи з генетично модифікованими ПБА [15, 40].

Використання мобільних лабораторій ВООЗ рекомендує і в країнах чи регіонах з обмеженими ресурсами для здійснення належного епідеміологічного нагляду. Досвід їх використання в країнах Африки і Азії засвідчив високу ефективність такого підходу у виявленні випадків захворювань і нових ПБА, а також економічну доцільність [39].

Використання сучасних діагностичних технологій вимагає забезпечення високочутливими і специфічними тест-системами, значною кількістю інших розхідних матеріалів, що визначається у кожній державі національними стандартами. Використання мультиплексних панелей для

ПЛР діагностики з урахуванням локалізації патологічного процесу і виду клінічного матеріалу має перевагу в зонах НС, де циркулюють достатньо широкий спектр збудників інфекційних хвороб [40].

Модуль для спектроскопії включає блок реагентів (моноклональні антитіла, вторинні антитіла) і засоби виявлення (білок / ДНК детекція, імунна хроматографія). У випадку використання імунохроматографічного аналізу доцільно застосовувати набори швидких тестів з урахуванням групи інфекцій: кишкові, дихальні, контактні, кров'яні. Поширеним у практиці є застосування інших принципів комплектування: група особливо небезпечних інфекцій; інфекції, що передаються статевим шляхом; інфекції центральної нервової системи тощо [18].

Перевагою стандартних мобільних лабораторій є створення комплексу першої та другої лінії захисту персоналу від ймовірності інфікування ПБА, у тому числі збудниками особливо небезпечних інфекцій. Дотримання стандартних операційних процедур (СОП) дозволяє попередити ймовірність контамінації об'єктів на території розташування таких лабораторій за рахунок належного поводження з відходами. Автономність роботи забезпечує технічний підрозділ, що дозволяє використовувати лабораторії на територіях зі зруйнованою інфраструктурою, а також безперервність обміну інформацією з усіма зацікавленими структурами в системі реагування та єдиному медичному просторі держави [5, 25].

Якість і ефективність роботи персоналу визначається володінням професійних навичок і дотриманням СОП на етапах виявлення підозрілих зразків (неспецифічна індикація), попереднього оцінювання ризиків; відбирання, пакування, маркування і транспортування зразків (клінічний матеріал від хворих, померлих людей чи тварин; комахи, змиви з поверхонь, вода, ґрунт тощо); здійснення специфічної індикації швидкими тестами.

На етапі поступлення зразків в лабораторію та їх дослідження дотримують комплекс заходів біобезпеки. Після

встановлення виду ПБА чи токсину здійснюють кінцеву верифікацію результатів досліджень і кінцеве оцінювання ризиків, формують рекомендації, запроваджують протиепідемічні заходи, які контролюють у динаміці виконання з метою оцінювання їх ефективності.

У разі необхідності в зонах НС використовують також мобільні клінічні лабораторії, стандарти функціонування яких означені ВООЗ або національними стандартами різних країн [30].

Отже, прогрес у розвитку діагностичних технологій дозволяє суттєво оптимізувати лабораторний блок в системі реагування на біологічні загрози у мирний і особливі періоди часу, підвищити ефективність верифікації дослідження потенційно контамінованих субстанцій, знизити ризики професійного зараження працівників лабораторій та контамінації довкілля в місцях дислокації мобільних лабораторій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. www.meteoprog.ua
2. <https://iviche.com/news/kilkist-postrazhdalykh-vid-stykhiy-za-ostannie-desiatylittia-siahnula-1-7-miliarda-cholovik/>
3. Healing T. Surveillance and Control of Communicable Disease in Conflicts and Disasters / T. Healing // Conflict and Catastrophe Medicine: A Practical Guide, 2009. – P. 197-222. – https://doi.org/10.1007/978-1-84800-352-1_13
4. Howard M.J. Infectious disease emergencies in disasters / M.J. Howard, J.C. Brillman, F.M. Burkle // Emergency Medicine Clinics of North America, 1996. – Vol. 14, Issue 2. – P. 413-428. – [https://doi.org/10.1016/S0733-8627\(05\)70259-5](https://doi.org/10.1016/S0733-8627(05)70259-5)<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733862705702595>
5. Communicable disease control in emergencies / A field manual. Edited by M.A. // Connolly Communicable disease control-methods 2.Emergencies 3.Disease outbreak, prevention and control 4.Manuals I.Connolly, Máire A. ISBN 92 4 154616 6 (NLM Classification: WA 110) WHO/CDS/2005.27, 2005. – P. 295. – <https://apps.who.int/iris/handle/10665/96340>
6. Терент'єва А. Інфекційна безпека як об'єкт управління в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру / А. Терент'єва, С. Висоцька // Науковий вісник: Державне управління, 2022. – Вип. 1(11). – С. 240-259. – [https://doi.org/10.33269/2618-0065-2022-1\(11\)-240-259](https://doi.org/10.33269/2618-0065-2022-1(11)-240-259)
7. Рошчін Г.Г. Цивільно-військовий оперативний центр як різновид систем управління при подоланні медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій / Г.Г. Рошчін, О.В. Мазуренко, О.З. Набоченко, П.М. Кліменко // Медичне забезпечення антитерористичної операції: науково-організаційні та медико-соціальні аспекти: збірник наукових праць / за заг. ред. академіків НАН України Цимбалюка В.І. та Сердюка А.М. – К.: ДП «НВЦ «Пріоритети», 2016. – 316 с.
8. Виноград Н.О. Військова епідеміологія: нав. посіб. [для студентів медичних закладів вищої освіти, навчальних закладів післядипломної освіти, лікарів різного фаху] / Н.О. Виноград, З.П. Васишин, Л.П. Козак. – ВСВ «Медицина», 2018. – 184 с.
9. US Army Research Development and Engineering Command (US Army RDECOM) / Edgewood Chemical Biological Center, 2018. – <https://www.ecbc.army.mil/>
10. Leonard F. Peruski. Rapid diagnostic assays in the genomic biology era: detection and identification of infectious disease and biological weapon agents / L.F. Peruski, Jr.A. Harwood Peruski // BioTechniques 35:840-846 (October 2003). – <https://doi.org/10.2144/03354ss01>
11. Target product profile for readers of rapid diagnostic tests. Geneva: World Health Organization, 2023. – P. 20. – https://www.who.int/health-topics/in-vitro-diagnostics#tab=tab_1
12. Lubell-Doughtie P. Transforming Rapid Diagnostic Tests for Precision Public Health: Open Guidelines for Manufacturers and Users / P. Lubell-Doughtie, S. Bhatt, R. Wong, A.H Shankar // JMIR Biomed Eng., 2022. – Vol. 7, no 2:e26800 doi: 10.2196/26800. – <https://biomedeng.jmir.org/2022/2/e26800>
13. Rao V. Mobile High-Containment Biological Laboratories Deployment: Opportunities and Challenges in Expeditionary Deployments to Outbreak Response / V. Rao, E. Bordelon // Applied biosafety: journal of the American Biological Safety Association, 2019. – № 24(1). – P. 20-29. – <https://doi.org/10.1177/1535676018818563>
14. Krishna N.K. Role of Molecular Diagnostics in the Management of Infectious Disease Emergencies / N.K. Krishna, M. Kenji // Med Clin North Am. – 2012. – Nov; 96(6):1067-78. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcna.2012.08.005>
15. Thwala L.N. Nanotechnology-Based Diagnostics for Diseases Prevalent in Developing Countries: Current Advances in Point-of-Care Tests / L.N. Thwala, S.C. Ndlovu, K.T. Mpfu, M.Y. Lugongolo, P. Mthunzi-Kufa // Nanomaterials (Basel), 2023. – Mar 31; № 13(7):1247. doi:10.3390/nano13071247
16. Bouzid D. Rapid diagnostic tests for infectious diseases in the emergency department / D. Bouzid, M.C. Zanella, S. Kerneis, B. Visseaux, L. May, J. Schrenzel, V. Cattoir // Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, 2021. – № 27(2). – P. 182-191. – <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.02.024>

17. Xiao M. Detection: From State-of-the-Art Laboratories to Smartphone-Based Point-of-Care Testing / M. Xiao, F. Tian, X. Liu, Q. Zhou, J. Pan, Z. Luo, M. Yang, Yi C. Virus // Adv Sci (Weinh), – 2022. – № 9(17):e2105904. – <https://doi.org/10.1002/adv.202105904>
18. Federico Baldassi. Infectious Diseases Seeker (IDS): An Innovative Tool for Prompt Identification of Infectious Diseases during Outbreaks / Federico Baldassi, Mariachiara Carestia, Stefania Moramarco, Andrea Malizia, Pasquale Gaudio // Int. J. Environ. Res. Public Health, 2021. – № 18(6). – P. 3216. – <https://doi.org/10.3390/ijerph18063216>
19. Lacroix, L. Improved Diagnostic Performance of an Immunofluorescence-based Rapid Antigen Detection Test for Group A Streptococci in Children With Pharyngitis / L. Lacroix, A. Cherkaoui, D. Schaller, S. Manzano, A. Galetto-Lacour, U. Pfeifer, R. Tabin, A. Gervais // The Pediatric infectious disease journal, 2018. – № 37(3). – P. 206-211. – <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000001825>
20. L. Bissonnette. Diagnosing infections-current and anticipated technologies for point-of-care diagnostics and home-based testing / L. Bissonnette and M.G. Bergeron // Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, 2010. – № 16(8). – P. 1044-1053 p. – <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2010.03282.x>
21. Qing Ye. Recent advances and clinical application in point-of-care testing of SARS-CoV-2 / Q. Ye, D. Lu, T. Zhang, J. Mao, S. Shang. // Journal of medical virology, 2022. – 94(5). – P. 1866-1875. doi: 10.1002/jmv.27617
22. Hongzhi Lu. The Comparison of Metagenomic Next-Generation Sequencing with Conventional Microbiological Tests for Identification of Pathogens and Antibiotic Resistance Genes in Infectious Diseases / H. Lu, L. Ma, H. Zhang, L. Feng, Y. Yu, Y. Zhao, L. Li, Y. Zhou, L. Song, W. Li, J. Zhao, L. Liu // Infection and Drug Resistance, 2022. – № 15. – P. 6115-6128. doi: 10.2147/IDR.S370964
23. US Government Accountability Office (GAO). High-Containment Laboratories: Assessment of the Nation's Need Is Missing // US Government Accountability Office (GAO), 2013 - US Government Accountability Office ...
24. Anabela Berenguer. Are Smartphones Ubiquitous?: An in-depth survey of smartphone adoption by seniors / A. Berenguer, J. Goncalves, S. Hosio, D. Ferreira, T. Anagnostopoulos, and V. Kostakos // IEEE Consumer Electronics Magazine, 2017. – № 6, 1 (jan 2017). – P. 104-110. – <https://doi.org/10.1109/MCE.2016.2614524>
25. Shikha Jain. Internet of medical things (IoMT)-integrated biosensors for point-of-care testing of infectious diseases / S. Jain, M. Nehra, R. Kumar, N. Dilbaghi, T. Hu, S. Kumar, A. Kaushik, C. Li // Biosensors and Bioelectronics, 2021. – Vol. 179. – P. 1-26.
26. Wenpeng Liu. Supporting Information Integrated Point-of-care Molecular Diagnostic Devices for Infectious Diseases / W. Liu, F. Yue, L. Lee // Acc Chem Res, 2021. – Nov 16;54(22). – P. 4107-4119. doi: 10.1021/acs.accounts.1c00385
27. Van Boeckel. The Nosoi commute: a spatial perspective on the rise of BSL-4 laboratories in cities / T.P. Van Boeckel, M.J. Tildesley, C. Linard, J. Halloy, M.J. Keeling, M. Gilbert // arXiv preprint arXiv:1312.3283., 2013.
28. Rao V. Maximum Credible Event Analysis Methods-Tools and Applications in Biosecurity Programs / V. Rao // Technical Program of The 4th World Congress on Chemical, Biological and Radiological Terrorism, Croatia, 2007. – P. 100.
29. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories 6th Edition SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK- WEB-final-3.pdf
30. Grolla A. The Use of a Mobile Laboratory Unit in Support of Patient Management and Epidemiological Surveillance during the 2005 Marburg Outbreak in Angola / A. Grolla, S.M. Jones, L. Fernando, J.E. Strong, U. Ströher, P. Möller, J.T. Paweska, F. Burt, P. Palma, A. Sprecher, P. Formenty, C. Roth, H. Feldmann // PLoS neglected tropical diseases, 2011. – № 5(5). – e1183. – <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001183>
31. ДСТУ 7525:2014 від 23.10.2014 р. «ВОДА ПИТНА. Вимоги та методи контролювання якості».
32. Наказ МОЗ України від 22.04.2022 р. № 683 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру».
33. Michael J. Infectious disease emergencies in disasters / M.J. Howard, J.C. Brillman, F.M. Burkle // Emergency Medicine Clinics of North America, 1996. – Vol. 14. – № 2. – P. 413-428. – [https://doi.org/10.1016/S0733-8627\(05\)70259-5](https://doi.org/10.1016/S0733-8627(05)70259-5)<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733862705702595>
34. S. Pal. An outbreak of hepatitis A virus among children in a flood rescue camp: A post-disaster catastrophe / S. Pal, D. Juyal, M. Sharma, S. Kotian, V. Negi, N. Sharma // Indian Journal of Medical Microbiology, 2016. – Vol. 34. – № 2. – P. 233-236. – <https://doi.org/10.4103/0255-0857.180354>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255085720300992>
35. Raftery P. Establishing Ebola Virus Disease (EVD) diagnostics using GeneXpert technology at a mobile laboratory in Liberia: Impact on outbreak response, case management and laboratory systems strengthening / P. Raftery, O. Condell, C. Wasunna, J. Kpaka, R. Zwizwai, M. Nuha, M. Fallah, M. Freeman, V. Harris, M. Miller, A. Baller, M. Massaquoi, V. Katawera, J. Saindon, P. Bemah, E. Hamblion, E. Castle, D. Williams, A. Gasasira, T. Nyenswah // PLoS neglected tropical diseases, 2018. – 12(1). – e0006135. – <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006135>
36. Zhang Y. Rapid deployment of a mobile biosafety level-3 laboratory in Sierra Leone during the 2014 Ebola virus epidemic / Y. Zhang, Y. Gong, C. Wang, W. Liu, Z. Wang, Z. Xia, Z. Bu, H. Lu, Y. Sun, X. Zhang, Y. Cao, F. Yang, H. Su, Y. Hu, Y. Deng, B. Zhou, Z. Zhao, Y. Fu, D. Kargbo, F. Dafaie, Z. Guo // PLoS neglected tropical diseases, (2017). – 11(5). – e0005622. – <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005622>

37. Wölfel R. Mobile diagnostics in outbreak response, not only for Ebola: a blueprint for a modular and robust field laboratory / R. Wölfel, K. Stoecker, E. Fleischmann, B. Gramsamer, M. Wagner, P. Molkenthin, A. Di Caro, S. Günther, S. Ibrahim, G.H. Genzel, A.J. Ozin-Hofsäss, P. Formenty, L. Zöller, // *Euro surveillance: bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 2015. – № 20(44). – <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2015.20.44.30055>
38. Mitsuru Toda. Effectiveness of a Mobile Short-Message-Service-Based Disease Outbreak Alert System in Kenya Emerging / M. Toda, I. Njeru, D. Zurovac, S. O Tipo, D. Kareko, M. Mwau, and K. Morita// *Infectious Diseases*, 2016. – Vol. 22, No. 4. – P. 711-714.
39. Roh YH. CRISPR-Enhanced Hydrogel Microparticles for Multiplexed Detection of Nucleic Acids / YH. Roh, C.Y. Lee, S. Lee, H. Kim, A. Ly, C.M. Castro, J. Cheon, J.H. Lee, H.Lee // *Advanced science (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany)*, 2023. – № 10(10):e2206872. [doi: 10.1002/advs.202206872](https://doi.org/10.1002/advs.202206872)
40. Stephen Y. Liang. Infectious Diseases After Hydrologic Disasters / Stephen Y. Liang, Nicole Messenger // *Emergency Medicine Clinics of North America*, 2018. – Vol. 36. – № 4. – P. 835-851. – <https://doi.org/10.1016/j.emc.2018.07.002>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733862718300671>

REFERENCES

1. www.meteoprog.ua
2. <https://iviche.com/news/kilkist-postrazhdalikh-vid-stykhiv-za-ostannie-desiatylyttia-siahnula-1-7-miliarda-cholovik/>
3. Healing T. (2009). Surveillance and Control of Communicable Disease in Conflicts and Disasters. *Conflict and Catastrophe Medicine: A Practical Guide*, 197-222. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-352-1_13
4. Howard, M.J., & Brillman, J.C., Burkle, F.M. (1996). Infectious disease emergencies in disasters. *Emergency medicine clinics of North America*, 14(2), 413-428. [https://doi.org/10.1016/s0733-8627\(05\)70259-5](https://doi.org/10.1016/s0733-8627(05)70259-5)
5. Communicable disease control in emergencies. A field manual. Edited by M.A. Connolly Communicable disease control—methods 2.Emergencies 3.Disease outbreak, prevention and control 4.Manuals I.Connolly, Máire A. ISBN 92 4 154616 6 (NLM Classification: WA 110) WHO/CDS/2005.27. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/96340>
6. Terent'yeva A. Infektsiyna bezpeka yak ob'yekt upravlinnya v umovakh nadzvychaynykh sytuatsiy pryrodnoho kharakteru / A. Terent'yeva, S. Vysots'ka // *Naukovy visnyk: Derzhavne upravlinnya*, 2022. – Vyp. (1(11)). – S. 240-259. – [https://doi.org/10.33269/2618-0065-2022-1\(11\)-240-259](https://doi.org/10.33269/2618-0065-2022-1(11)-240-259) [in Ukrainian]/
7. Roshchin H.H. Tsyvil'no-viys'kovy operatyvnyy tsentr yak riznovyd system upravlinnya pry podolanni medyko-sanitarnykh naslidkiv nadzvychaynykh sytuatsiy / H.H. Roshchin, O.V. Mazurenko, O.Z. Nabochenko, P.M. Klimenko // *Medychne zabezpechennya antyterorystychnoyi operatsiyi: nauково-orhanizatsiyni ta medyko-sotsial'ni aspekty: zbirnyk naukovykh prats' / za zah. red. akademikiv NAN Ukrayiny Tsymbalyuka V.I. ta Serdyuka A.M.* – K.: DP «NVTs «Priorytety», 2016. – 316 s.[in Ukrainian].
8. Vynohrad N.O. *Viys'kova epidemiolohiya: nav. posib. [dlya studentiv medychnykh zakladiv vyshchoyi osvity, navchal'nykh zakladiv pislyadyploynoiv osvity, likariv riznoho fakhu] / N.O. Vynohrad, Z.P. Vasylyshyn, L.P. Kozak.* – VSV «Medytsyna», 2018. – 184 s.[in Ukrainian].
9. US Army Research Development and Engineering Command (US Army RDECOM). (2018). *Edgewood Chemical Biological Center*. <https://www.ecbc.army.mil/>. Accessed June 1, 2018.
10. Peruski L.F., & Jr, Peruski, A.H. (2003). Rapid diagnostic assays in the genomic biology era: detection and identification of infectious disease and biological weapon agents. *BioTechniques*, 35(4), 840-846. <https://doi.org/10.2144/03354ss01>
11. Target product profile for readers of rapid diagnostic tests. (2023). *Geneva: World Health Organization*, P. 20.https://www.who.int/health-topics/in-vitro-diagnostics#tab=tab_1
12. Lubell-Doughtie P., & Bhatt S., Wong R., Shankar A.H. (2022). Transforming Rapid Diagnostic Tests for Precision Public Health: Open Guidelines for Manufacturers and Users. *JMIR Biomed Eng.* 7(2):e26800 doi: 10.2196/26800. <https://biomedeng.jmir.org/2022/2/e26800>
13. Rao V., & Bordelon E. (2019). Mobile High-Containment Biological Laboratories Deployment: Opportunities and Challenges in Expeditionary Deployments to Outbreak Response. *Applied biosafety: journal of the American Biological Safety Association*, 24(1), 20-29. <https://doi.org/10.1177/1535676018818563>
14. Krishna N.K., & Cunnion K.M. (2012). Role of molecular diagnostics in the management of infectious disease emergencies. *The Medical clinics of North America*, 96(6), 1067-1078. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2012.08.005>
15. Thwala L.N., Ndlovu S.C., Mpofu K.T., Lugongolo M.Y., & Mthunzi-Kufa P. (2023). Nanotechnology-Based Diagnostics for Diseases Prevalent in Developing Countries: Current Advances in Point-of-Care Tests. *Nanomaterials (Basel, Switzerland)*, 13(7), 1247. <https://doi.org/10.3390/nano13071247>
16. Bouzid D., Zanella M.C., Kerneis S., Visseaux B., May L., Schrenzel J., & Cattoir V. (2021). Rapid diagnostic tests for infectious diseases in the emergency department. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 27(2), 182-191. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.02.024>
17. Xiao, M., Tian, F., Liu, X., Zhou, Q., Pan, J., Luo, Z., Yang, M., & Yi, C. (2022). Virus Detection: From State-of-the-Art Laboratories to Smartphone-Based Point-of-Care Testing. *Advanced science (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany)*, 9(17), e2105904. <https://doi.org/10.1002/advs.202105904>

18. Baldassi, F., Carestia, M., Moramarco, S., Malizia, A., & Gaudio, P. (2021). Infectious Diseases Seeker (IDS): An Innovative Tool for Prompt Identification of Infectious Diseases during Outbreaks. *International journal of environmental research and public health*, 18(6), 3216. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063216>
19. Lacroix, L., Cherkaoui, A., Schaller, D., Manzano, S., Galetto-Lacour, A., Pfeifer, U., Tabin, R., & Gervais, A. (2018). Improved Diagnostic Performance of an Immunofluorescence-based Rapid Antigen Detection Test for Group A Streptococci in Children With Pharyngitis. *The Pediatric infectious disease journal*, 37(3), 206-211. <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000001825>
20. Bissonnette, L., & Bergeron, M.G. (2010). Diagnosing infections-current and anticipated technologies for point-of-care diagnostics and home-based testing. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 16(8), 1044-1053. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2010.03282.x>
21. Ye, Q., Lu, D., Zhang, T., Mao, J., & Shang, S. (2022). Recent advances and clinical application in point-of-care testing of SARS-CoV-2. *Journal of medical virology*, 94(5), 1866-1875. <https://doi.org/10.1002/jmv.27617>
22. Lu, H., Ma, L., Zhang, H., Feng, L., Yu, Y., Zhao, Y., Li, L., Zhou, Y., Song, L., Li, W., Zhao, J., & Liu, L. (2022). The Comparison of Metagenomic Next-Generation Sequencing with Conventional Microbiological Tests for Identification of Pathogens and Antibiotic Resistance Genes in Infectious Diseases. *Infection and drug resistance*, 15, 6115-6128. <https://doi.org/10.2147/IDR.S370964>
23. US Government Accountability Office (GAO). (2013). High-Containment Laboratories: Assessment of the Nation's Need Is Missing. *US Government Accountability Office (GAO)*, 2013 - US Government Accountability Office ...
24. Anabela Berenguer, Jorge Goncalves, Simo Hosio, Denzil Ferreira, Theodoros Anagnostopoulos, and Vassilis Kostakos. (2017). Are Smartphones Ubiquitous?: An in-depth survey of smartphone adoption by seniors. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6, 1 (jan 2017), 104-110. <https://doi.org/10.1109/MCE.2016.2614524>
25. Jain, S., Nehra, M., Kumar, R., Dilbaghi, N., Hu, T., Kumar, S., Kaushik, A., & Li, C. Z. (2021). Internet of medical things (IoMT)-integrated biosensors for point-of-care testing of infectious diseases. *Biosensors & bioelectronics*, 179, 113074. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2021.113074>
26. Wenpeng Liu, Fei Yue, & Luke P. Lee. (2021). Supporting Information Integrated Point-of-care Molecular Diagnostic Devices for Infectious Diseases. *Acc Chem Res*. Nov, 16;54(22):4107-4119. doi: 10.1021/acs.accounts.1c00385.
27. Van Boeckel, T.P., Tildesley, M.J., Linard, C., Halloy, J., Keeling, M.J., & Gilbert, M. (2013). The Nosoi commute: a spatial perspective on the rise of BSL-4 laboratories in cities. arXiv preprint arXiv:1312.3283.
28. Rao, V. (2007). Maximum Credible Event Analysis Methods-Tools and Applications in Biosecurity Programs. *Technical Program of The 4th World Congress on Chemical, Biological and Radiological Terrorism*, (p. 100). Croatia.
29. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories 6th Edition SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf
30. Grolla, A., Jones, S.M., Fernando, L., Strong, J.E., Ströher, U., Möller, P., Paweska, J.T., Burt, F., Pablo Palma, P., Sprecher, A., Formenty, P., Roth, C., & Feldmann, H. (2011). The use of a mobile laboratory unit in support of patient management and epidemiological surveillance during the 2005 Marburg Outbreak in Angola. *PLoS neglected tropical diseases*, 5(5), e1183. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001183>
31. DSTU 7525:2014 vid 23.10.2014 r. «VODA PYTNA. Vymohy ta metody kontrolyuvannya yakosti» [in Ukrainian].
32. Nakaz MOZ Ukrayiny vid 22.04.2022 r. № 683 Pro zatverdzhennya Derzhavnykh sanitarnykh norm i pravyl «Pokaznyky bezpechnosti ta okremi pokaznyky yakosti pytnoyi vody v umovakh voyennoho stanu ta nadzvychaynykh sytuatsiyakh inshoho kharakteru» [in Ukrainian].
33. Howard, M.J., Brillman, J.C., & Burkle, F.M., Jr (1996). Infectious disease emergencies in disasters. *Emergency medicine clinics of North America*, 14(2), 413-428. [https://doi.org/10.1016/s0733-8627\(05\)70259-5](https://doi.org/10.1016/s0733-8627(05)70259-5)
34. Pal, S., Juyal, D., Sharma, M., Kotian, S., Negi, V., & Sharma, N. (2016). An outbreak of hepatitis A virus among children in a flood rescue camp: A post-disaster catastrophe. *Indian journal of medical microbiology*, 34(2), 233-236. <https://doi.org/10.4103/0255-0857.180354>
35. Raftery, P., Condell, O., Wasunna, C., Kpaka, J., Zwizwai, R., Nuha, M., Fallah, M., Freeman, M., Harris, V., Miller, M., Baller, A., Massaquoi, M., Katawera, V., Saindon, J., Bemah, P., Hamblion, E., Castle, E., Williams, D., Gasasira, A., & Nyenswah, T. (2018). Establishing Ebola Virus Disease (EVD) diagnostics using GeneXpert technology at a mobile laboratory in Liberia: Impact on outbreak response, case management and laboratory systems strengthening. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(1), e0006135. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006135>
36. Zhang, Y., Gong, Y., Wang, C., Liu, W., Wang, Z., Xia, Z., Bu, Z., Lu, H., Sun, Y., Zhang, X., Cao, Y., Yang, F., Su, H., Hu, Y., Deng, Y., Zhou, B., Zhao, Z., Fu, Y., Kargbo, D., Dfafe, F., ... Guo, Z. (2017). Rapid deployment of a mobile biosafety level-3 laboratory in Sierra Leone during the 2014 Ebola virus epidemic. *PLoS neglected tropical diseases*, 11(5), e0005622. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005622>
37. Wölfel, R., Stoeker, K., Fleischmann, E., Gramsamer, B., Wagner, M., Molkenhuth, P., Di Caro, A., Günther, S., Ibrahim, S., Genzel, G. H., Ozin-Hofsäss, A. J., Formenty, P., & Zöller, L. (2015). Mobile diagnostics in outbreak response, not only for Ebola: a blueprint for a modular and robust field laboratory. *Euro surveillance: bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 20(44), 10.2807/1560-7917.ES.2015.20.44.30055. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2015.20.44.30055>

38. Mitsuru Toda, Ian Njeru, Dejan Zurovac, Shikanga O Tipo, David Kareko, Matilu Mwau, and Kouichi Morita. (2016). Effectiveness of a Mobile Short-Message-Service-Based Disease Outbreak Alert System in Kenya. *Emerging Infectious Diseases*, Vol. 22, No. 4, P. 711-714.
39. Roh, Y.H., Lee, C.Y., Lee, S., Kim, H., Ly, A., Castro, C.M., Cheon, J., Lee, J.H., & Lee, H. (2023). CRISPR-Enhanced Hydrogel Microparticles for Multiplexed Detection of Nucleic Acids. *Advanced science (Weinheim, Baden-Wuerttemberg, Germany)*, 10(10), e2206872. <https://doi.org/10.1002/advs.202206872>
40. Liang SY, & Messenger N. (2018). Infectious Diseases After Hydrologic Disasters. *Emerg Med Clin North Am*. Nov; 36(4): 835-851. doi: 10.1016/j.emc.2018.07.002. Epub 2018 Sep 6. PMID: 30297008; PMCID: PMC6195322.

UDC: 614.4.+614.8)-078

N.O. Vynograd, Z.P. Vasylyshyn, L.P. Kozak, I.S. Vivchar, I.D. Baidalka
Danylo Halytsky Lviv National Medical University

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE VERIFICATION OF CAUSES OF INFECTIOUS DISEASES IN EMERGENCIES

Summary

Emergency situations (ES) of various genesis are accompanied by a change in the epidemic state of the territory and population, which requires the timely detection of an infectious striking factors (pathogenic biological agents and toxins) and non-infectious agents. The laboratory network is an important component in the emergency response system, which allows determining the etiology of infectious and parasitic diseases, treating of patients; directions of anti-epidemic support, effectiveness of measures.

The aim of the study is to evaluate modern models of laboratory support for the indication of pathogenic biological agents (PBA), the tasks of the laboratory service at the main stages of an emergency: readiness, response and recovery.

Laboratory diagnostics is an important component in the system of protection during emergencies, which ensures the detection of PBA and toxins, conducting clinical laboratory tests. The scope and directions of activity of the laboratory network are determined by the real situation and differ at the stages of readiness, response and recovery at ES.

The indication of PBA begins at the stage of carrying out sanitary-epidemiological reconnaissance in the affected territories. The PBA detection and identification can be carried out by the laboratory network of health care institutions in the emergency zone, mobile laboratories of various types, and the laboratory network outside the affected areas. The methods of antigens detection based on an immune capture assay (enzyme-linked immunosorbent assay, fluorescent microscopy), spectroscopy as well as PBA genomes (multiplex PCR) allows to verify the diagnoses of infectious patients in up to 2 hours. In the case of using lateral flow chromatography, it is advisable to use sets of rapid tests taking into account the group of infections: intestinal, respiratory, contact, blood. Normally is the use of other principles of kit selection: group of particularly dangerous infections; sexually transmitted infections; central nervous system infections, etc.

Keywords. *Emergency situation, indication and identification of pathogenic biological agents.*

Н. О. Виноград, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького МОЗ України, кафедра епідеміології, e-mail: vynogradno@ukr.net

З. П. Васишин, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького МОЗ України, кафедра епідеміології

Л. П. Козак, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького МОЗ України, кафедра епідеміології

Огляди

І. С. Вівчар, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
МОЗУкраїни, кафедра епідеміології

І. Д. Байдалка, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
МОЗУкраїни, кафедра епідеміології