

Wirusy jako potencjalna broń biologiczna. Możliwe zagrożenie

Viruses as a potential biological weapon. Possible threat

Wiesław Wiktor Jędrzejczak

Katedra i Klinika Hematologii, Onkologii i Chorób Wewnętrznych Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego;
kierownik: prof. dr hab. med. Grzegorz W. Basak

Streszczenie. Pandemia COVID-19 uświadomiła, że wirus podobny do SARS-Cov-2, ale wytworzony laboratoryjnie, może zostać wykorzystany intencjonalnie w celach politycznych i że państwa muszą się przygotowywać na taką ewentualność. Możliwa jest zresztą również kolejna pandemia wywołana bez udziału człowieka. Groźba zaistnienia takiej sytuacji wymaga od państw utworzenia i utrzymywania odpowiednich rezerw kadrowych, instytucjonalnych i materiałowych, a także przygotowania i przećwiczenia procedur awaryjnych. Obecnie istnieją techniczne możliwości dokonania w laboratorium takiej modyfikacji wirusa zwierzęcego, by stał się zakaźny dla człowieka. Istnieją również możliwości wcześniejszego wyprodukowania szczepionki w celu ochrony własnej populacji. Co więcej, atak za pomocą takiej broni może lepiej służyć uzyskaniu dominacji ekonomicznej niż atak za pomocą broni tradycyjnych. To wszystko wskazuje również na konieczność przygotowania sił zbrojnych do przeciwdziałania takiemu atakowi.

Słowa kluczowe: obrona biologiczna, wirusy oddechowe, epidemia

Abstract. COVID-19 pandemics made it clear that virus like SARS-Cov-2, but artificially created in laboratory, may be intentionally used to achieve political goals and that states have to be prepared for such a possibility. Moreover, next subsequent pandemics may occur also without human involvement. Danger that such a situation occurs, requires of states to organize and maintain appropriate reserves of personnel, institutions, materials, as well as preparation and training of emergency procedures. At present, it is possible, from technological point of view, to create laboratory modifications of animal viruses able to infect humans. Moreover, it is also possible to prepare an appropriate vaccine in advance in order to protect one's own population. Furthermore, an attack with such a weapon may more effectively allow to gain economic dominance than using traditional weapons. All this shows that also armed forces have to be prepared to counteract such an attack.

Key words: biodefence, epidemics, respiratory viruses

Nadesłano: 28.05.2020. Przyjęto do druku: 24.06.2020
Nie zgłoszono sprzeczności interesów.
Lek. Wojsk., 2020; 98 (3): 193–198
Copyright by Wojskowy Instytut Medyczny

Adres do korespondencji

prof. dr hab. med. Wiesław W. Jędrzejczak
Katedra i Klinika Hematologii, Onkologii
i Chorób Wewnętrznych WUM
ul. Banacha 1a, 02-097 Warszawa
tel. +48 22 599 28 18
e-mail: wieslaw.jedrzejczak@wum.edu.pl

Mimo że obecnie obowiązuje podpisana w 1972 r. Konwencja o broni biologicznej (Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological [Biological] and Toxin Weapons and on their Destruction, Biological Weapons Convention; BWC), która zakazuje sygnatariuszom rozwijania, przekazywania oraz nabywania broni biologicznej, to – jak każda konwencja – nie daje ona 100% gwarancji, że taka broń nie zostanie wyprodukowana i użyta. Oznacza to, że państwa muszą się przygotowywać na taką ewentualność, a także na to, że podobne zagrożenie dla populacji

pojawi się w sposób naturalny w wyniku mutacji jednego z już istniejących drobnoustrojów. Wraz z rozwojem pandemii SARS-Cov-2 pojawiły się domniemania [1], że mamy do czynienia z wirusem pochodzenia laboratoryjnego, który wydostał się przypadkowo, a był przygotowywany w celu ewentualnego wykorzystania albo jako broń biologiczna, albo jako nośnik niektórych genów wirusa HIV do szczepienia przeciwko temu ostatniemu wirusowi, albo po prostu w celu badania biologii wirusów.

O ile dotychczasowe badania nie potwierdzają żadnej z tych hipotez [1,2], to obserwowany przebieg pandemii

oraz jej skutki zdrowotne i ekonomiczne dla dotkniętych nią krajów [3] wskazują na to, że wykorzystanie wirusa w celach politycznych może być stosunkowo tania i bardzo skuteczną bronią służącą do ewentualnego uzyskania światowej dominacji przez państwo, które takie zastosowanie przygotowuje. Wystarczy do tego celu wybór i odpowiednia modyfikacja genetyczna któregoś z dostępnych wirusów, opracowanie skutecznej szczepionki na takiego wirusa, zaszczepienie nią własnej populacji i następnie wypuszczenie do środowiska. Zanim inne kraje opracują metody skutecznej ochrony przed nowym wirusem, ich znaczenie i zasoby zasadniczo się zmniejszą, a państwo, które wykorzystywało taką broń, uzyska dominację. Choć mało prawdopodobne jest, by Polska mogła zostać pierwotnym celem takiego ataku, to pozostaje istotne ryzyko wtórne, wynikające z możliwego rozszerzenia się jego skutków na inne kraje. Poniżej spróbuję się ustosunkować do niektórych kluczowych pytań dotyczących tego problemu.

Czy istnieją technologie umożliwiające celowe modyfikacje wirusów zmieniające ich zakaźność?

Od ponad 30 lat istnieją możliwości celowej modyfikacji genetycznej wirusów. Są to dość powszechnie wykorzystywane metody rekombinacji kwasów nukleinowych. Co więcej, od ponad 20 lat są one skutecznie wykorzystywane do zmieniania zakaźności wirusów [4], aczkolwiek chodzi o zmiany w przeciwnym kierunku, czyli eliminujące zakaźność. Obecne terapie genowe (w tym zarejestrowane terapie chorób nowotworowych tzw. komórkami CAR-T) opierają się na wprowadzaniu do komórek nowych genów za pomocą tzw. wektorów [5]. Wektory to nic innego, jak zmodyfikowane wirusy – albo tzw. rethrowirusy, albo lentiwirusy (lentiwirusem jest np. HIV). Z wirusów tych wycina się w laboratoriach geny kodujące białka niezbędne do replikacji wirusa, co eliminuje ich zakaźność. Białka te udostępnia się następnie zmodyfikowanym wirusom z innego źródła (zwykle linii komórkowej), co czyni zmodyfikowanego wirusa (wykorzystywanego jako wektor, czyli nośnik genu) jednorazowo zakaźnym. Tym samym może on wprowadzić do określonych komórek pożądany gen, a następnie już nie może ulec replikacji i zostaje wyeliminowany.

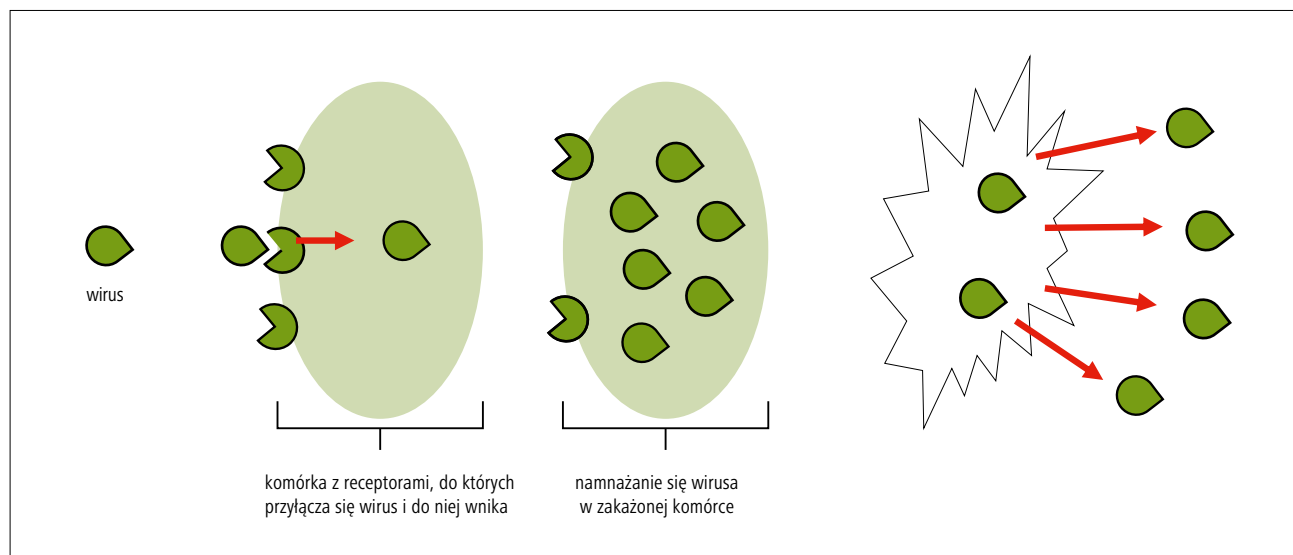
Wirusy zakażają komórki w ten sposób, że jakieś ich białko rozpoznaje cząsteczkę na powierzchni komórki określonego rodzaju i wiąże się z tą cząsteczką, która jest wykorzystywana jako jego receptor (ryc. 1.). Następnie dzięki takiemu związaniu wirus jest wprowadzany do wnętrza komórki i wymusza na niej powielanie swojego materiału genetycznego, w oparciu o który wytwarza swoje białka, odtwarza siebie, niszczy komórkę, która go powieliła, jest uwalniany na zewnątrz i atakuje

kolejne komórki. Podobne cząsteczki na komórkach różnych ssaków są zbliżone, ale nie takie same. W związku z tym większość wirusów jest gatunkowo swoista, to znaczy rozpoznaje daną cząsteczkę tylko na komórkach jednego lub kilku zbliżonych gatunków ssaków. Jednakże, tak jak w trakcie ewolucji dzięki różnym mutacjom te cząsteczki receptorowe stały się nieco odmienne u różnych ssaków, tak i wirusy mogą ulegać mutacjom. W wyniku mutacji może dojść do sytuacji, w której zmienione dzięki niej białko wirusa zacznie rozpoznawać cząsteczkę receptorową komórki innego niż dotychczas gatunku ssaków. Tym samym wirus pozyska nowego żywiciela, a podatny na niego gatunek nowe zagrożenie.

Oczywiście, aby tak powstała mutacja została utrwalona, gatunki, pomiędzy którymi naturalnie mogłoby dojść do transmisji zmutowanego wirusa, muszą funkcjonować w pewnej bliskości. W przypadku człowieka muszą to być gatunki zwierząt hodowlanych, a jeśli dzikich, to takie, które po upolowaniu są na przykład spożywane, albo wreszcie musi istnieć gatunek pośredni (np. komar lub kleszcz) przenoszący wirusa. Podobnie jednak jak to się może stać w naturze, odpowiedniej modyfikacji można dokonać zarówno metodami inżynierii genetycznej, wprowadzając odpowiednie sekwencje do genomu wirusa, jak i bardziej klasycznymi, pasażując wirusa na odpowiednio dobranych liniach komórkowych.

Czy dysponujemy technologiami, które pozwalają wykryć laboratoryjne modyfikacje genetyczne?

W znacznej mierze tak, jeśli modyfikacji dokonano metodami inżynierii genetycznej. Zsekwencjonowanie materiału genetycznego nowego wirusa jest obecnie stosunkowo proste i tanie; istnieją banki genów, dzięki którym można uzyskane sekwencje porównać z innymi wirusami, a także z sekwencjami innego pochodzenia, np. roślinnymi. W ten sposób można stosunkowo szybko ustalić zarówno podobieństwa, jak i różnice w sekwencji, a także w organizacji genomu danego wirusa [1,2]. Ponieważ znane są mechanizmy mutowania, można się zorientować, czy dana mutacja mogła powstać w sposób naturalny. Jeśli jednak zmianę właściwości zakaźnych wirusa uzyskano drogą pasażowania go na liniach komórkowych, gdzie może ulegać naturalnym mutacjom i gdzie można selekcjonować jego klony, wtedy taki sposób uzyskania zmutowanego wirusa będzie nieodróżnialny od zdarzenia, które wystąpiło spontanicznie w przyrodzie.



Rycina 1. Ogólny schemat zakażenia i lizy komórki przez wirusa

Figure 1. General scheme of infection and cell lysis by virus

Jakie warunki muszą być spełnione, aby zmutowany wirus mógł zostać wykorzystany jako broń biologiczna?

Klasycznie uważa się [6], że aby czynnik zakaźny mógł być wykorzystany jako broń biologiczna, powinien:

- być silnie chorobotwórczy i potencjalnie śmiertelny,
- być wysoce zakaźny lub bardzo toksyczny,
- nadawać się do produkcji masowej i przechowywania do czasu wykorzystania bez straty potencjału zakaźnego,
- nadawać się do rozproszenia na dużym terenie i być odporny na proces dystrybucji,
- być stabilny w środowisku po rozproszeniu przez czas wystarczający do zakażenia ludzi.

Zakładając racjonalne planowanie, należałoby przyjąć, że potencjalny agresor przygotowujący taką broń powinien się zatroszczyć o jednoczesną ochronę własnej populacji. Inaczej mówiąc, przed użyciem swojej broni powinien wytworzyć skuteczną szczepionkę i zaszczepić własną populację, gdyż tylko wtedy będzie mógł zdewersyfikować skutki jej wykorzystania: zminimalizować straty własne przy maksymalizacji strat przeciwnika. Powinien więc dysponować wystarczającym potencjałem naukowym i produkcyjnym, aby w bezpieczny dla siebie sposób wytworzyć wirusa nowego dla człowieka, opracować i przebadaną skuteczną szczepionkę, wyprodukować ją w ilości umożliwiającej szczepienia populacyjne i zaszczepić własną populację.

Historia ludzkości pokazuje jednak, że zdarzali się również agresorzy samobójczy, którzy gotowi byli poświęcić własną populację, byle tylko zadać cios swojemu

wrogowi. Takiemu agresorowi wystarczy jedynie uzyskanie nowego wirusa.

Z punktu widzenia agresora istotne będzie również to, by zaatakowany możliwie późno zorientował się, że jest atakowany, i możliwie późno zaczął atakowi przeciwdziałać. Najlepiej, by objawy rozwijały się z pewnym opóźnieniem w stosunku do zakażenia i by przypominały objawy innych chorób powszechnie występujących w danej populacji [6-8].

Wreszcie z punktu widzenia agresora istotne jest również to, jaki cel chce osiągnąć: czy eliminację fizyczną wrogiej populacji, czy jedynie dominację ekonomiczną. W przypadku tego ostatniego celu odpowiedni byłby wirus typu SARS-CoV-2. Tyle, że kraj, z którego się wywodzi, padł jego ofiarą w pierwszej kolejności. Niemniej jednak, patrząc na skutki, które wirus do tej pory wywołał, gdyby Chiny dysponowały odpowiednią szczepionką i odpowiednio wcześniej zaszczepiły swoich obywateli, to w ciągu roku mogłyby się stać najpotężniejszym mocarstwem świata przy stosunkowo niewielkich skutkach dotyczących fizycznej eliminacji hipotetycznych przeciwników. Wirus typu SARS-CoV-2 nie nadaje się do wykorzystania w celu eliminacji wrogiej populacji, gdyż eliminuje głównie starsze osoby, które z wojskowego punktu widzenia i tak są nieprzydatne, a w ogóle spowodowana przez niego zachorowalność i umieralność jest niewielka w porównaniu z innymi możliwymi do wykorzystania środkami bojowymi.

Można sobie wyobrazić również sytuację, że potencjalny agresor nie będzie się silił na wytwarzanie nowego wirusa, a jedynie sprawdzi, których standardowych szczepień ochronnych zaprzestał potencjalny wróg, i dokona ataku za pomocą tego wirusa, mając go

zdeponowanego w laboratoriach badawczych. A tam są zdeponowane wirusy rzeczywiście śmiertelne.

Kolejny warunek, jaki musi być spełniony, aby wirus mógł zostać wykorzystany jako broń biologiczna, to skuteczny sposób jego wprowadzenia do wrogiej populacji. Jak wiadomo, istnieje szereg dróg rozprzestrzeniania się wirusów, przy czym z reguły obejmują one przekazanie wirusa od jednego organizmu zwierzęcego (w tym ludzkiego) do drugiego [10]. Przynajmniej częściowo przeciwdziałanie będzie musiało być inne, jeśli główną drogą szerzenia się wirusa będzie droga międzyludzka, a inną, kiedy roznośicielami będą zwierzęta, w tym bliskie człowiekowi, takie jak psy i koty. Za najbardziej zakaźny uznawany jest wirus odry, który rozprzestrzenia się od człowieka do człowieka przez aerozol wytwarzany w trakcie oddychania [9,11]. Większe wirusy, w tym SARS-CoV-2, rozprzestrzeniają się głównie drogą kropelkową [12]. Tym niemniej z międzyludzkich dróg rozprzestrzeniania najbardziej efektywna jest droga oddechowa i raczej będzie chodziło o wirusa RNA.

Warto może przypomnieć, czym różni się droga kropelkowa od aerozolu. Otóż w przypadku drogi kropelkowej wydychane są kropelki o średnicy przekraczającej 5 μm , które w powietrzu utrzymują się kilkanaście minut (ale na powierzchni metalowej lub plastikowej nawet kilkanaście godzin) i są rozpraszane na odległość nie większą niż 1–2 m od osoby wydychającej. W przypadku drogi aerozolowej kropelki są mniejsze niż 5 μm , mogą utrzymywać się w powietrzu bardzo długo i są rozpraszane na odległości znacznie większe niż 1–2 m [13].

Jak system ochrony zdrowia powinien być przygotowywany na możliwość zastosowania zmodyfikowanego wirusa jako broni biologicznej?

W Stanach Zjednoczonych i innych krajach działają specjalne agencje, których zadaniem jest przygotowywanie kraju na wypadek zagrożenia biologicznego [14]. W Stanach jest to Public Health Emergency Medical Countermeasures Enterprise (PHEMCE). Służby te posługują się specjalnym terminem na określenie sposobów medycznego przeciwdziałania skutkom czy to naturalnego, czy celowego zagrożenia infekcyjnego – jest to MCM, od angielskiego *medical countermeasure* [15]. Jednak mimo działań PHEMCE kraj ten nie okazał się lepiej przygotowany na COVID-19 niż inne i można się zastanawiać, dlaczego tak się stało? Z jednej strony wydaje się, że zaważyło lekceważenie ze strony władz nadrzędnych w stosunku do agencji (informacja o pierwszej ofierze COVID-19 w Stanach Zjednoczonych pojawiła się w styczniu 2020 r.). Z drugiej strony przyczyną była niezdolność do szybkiego przeorganizowania się systemu ochrony zdrowia na walkę z epidemią. Nie można szybko

i sprawnie zarządzać instytucjami prywatnymi, z których każda ma inną wewnętrzną organizację, innego właściciela i inne procedury.

Pozostają więc głównie instytucje publiczne. Jak wiadomo, istnieją dwa główne systemy publicznego zabezpieczenia potrzeb zdrowotnych obywateli: zaopatrzeniowy i ubezpieczeniowy, uzupełniane dodatkowo przez wspomniany całkowicie prywatny. Nie wchodząc we wszystkie zawiłości systemu ochrony zdrowia w Stanach Zjednoczonych – ma on stosunkowo niewielką komponentę zabezpieczenia zaopatrzeniowego, a tylko tę część można stosunkowo szybko przeorganizować na zwalczanie nowego zagrożenia, gdyż można ją centralnie zarządzać. Inaczej rzecz ujmując, w skład przygotowania systemowego musi wchodzić możliwość szybkiego przeorganizowania systemu tak, by mógł realizować wyznaczone mu zadania, przy czym każda część systemu musi mieć przygotowane procedury przekształceniowe i dobrze je znać [16]. Z kolei na poziomie centralnym muszą istnieć procedury i środki do przejścia także finansowania centralnie przejętych podmiotów leczniczych oraz wyznaczonych im zadań.

Wreszcie podstawą działania systemu są instytucje zdolne do identyfikacji patogenu, który wywołał zagrożenie, identyfikacji i zdefiniowania dróg jego rozprzestrzeniania się oraz wskazania działań, które są niezbędne do ograniczenia tego rozprzestrzeniania się. Jak wiadomo, wirusy rozprzestrzeniają się różnymi drogami i różnią się zakaźnością. Do danej populacji wirus może zostać dostarczony nie tylko przez ludzi, ale także przez zwierzęta, więc odpowiednie instytucje muszą być zdolne do identyfikowania ich także u zwierząt.

Kraje muszą mieć nienaruszalne zapasy materiałowe, które w związku z ich terminami ważności muszą być rotowane, zgodnie z zasadą, że największe jest zapotrzebowanie na materiały najprostsze, zresztą to one odgrywają główną rolę w warunkach zachorowań masowych. Przykład SARS-CoV-2 jest tutaj bardzo pouczający, bo okazało się, że nie tylko Polska, ale i najpotężniejsze mocarstwo świata nie było w stanie zaopatrzyć swoich obywateli w maseczki, choć istnieją badania randomizowane potwierdzające ich skuteczność ochronną wykonane u osób z upośledzeniem odporności [17].

Państwa muszą mieć również możliwość szybkiego zmobilizowania fachowego personelu do zwalczania zagrożenia biologicznego. Siłą rzeczy jest to głównie personel medyczny, ale może chodzić także o służby weterynaryjne i inne, zajmujące się ogólnie środowiskiem człowieka. O ile w większości krajów istnieją procedury powołania zdrowych mężczyzn do służby wojskowej, to jest to obwarowane szeregiem ograniczeń prawnych, które mogą to bardzo utrudnić w sytuacji, która nie jest oczywistą agresją wojskową. Poza tym, w sytuacji zagrożenia biologicznego tzw. mięso armatnie, czyli słabo wyszkoleni młodzi mężczyźni, będzie miało ograniczoną

przydatność, a będą się liczyły zasoby personelu o określonych kwalifikacjach. Korzystne byłoby więc opracowanie oddzielnego mechanizmu powoływania osób o potrzebnych kwalifikacjach do służby w charakterze funkcjonariuszy publicznych z zapewnieniem im środków ochrony osobistej oraz gwarancji prawnych dotyczących zachowania miejsca pracy i zabezpieczenia członków rodziny, czyli wszelkich zabezpieczeń, które państwo przyznają swoim funkcjonariuszom [18].

W Polsce te zagadnienia (ale tylko w odniesieniu do sytuacji powstałych naturalnie) zostały wspomniane w opublikowanej niedawno „Strategii bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej” w dziale „Odporność państwa i obrona powszechna”, gdzie podnosi się między innymi znaczenie utrzymywania rezerw strategicznych środków ochrony i sprzętu medycznego na wypadek epidemii [19].

Jak siły zbrojne powinny być przygotowane na możliwość zastosowania zmodyfikowanego wirusa jako broni biologicznej?

Po pierwsze, siły zbrojne muszą same dysponować wyspecjalizowanymi służbami, niejako dublującymi służby cywilne, po to, aby stanowić rezerwę w razie paraliżu tych ostatnich. Po drugie, w warunkach epidemii sposób działania w zwartych oddziałach będzie czynił te oddziały podatnymi na zakażenie i tym samym utratę zdolności działania. Oznacza to, że siły zbrojne muszą mieć opracowane i przećwiczone sposoby postępowania w warunkach zastosowania broni biologicznej, takiej jak wirus, analogicznie do postępowania w warunkach zastosowania innej broni masowego rażenia, takiej jak broń jądrowa czy chemiczna. Wreszcie niezbędne jest wyposażenie żołnierzy w środki ochrony osobistej, które zresztą są znacznie tańsze niż na przykład środki ochrony przeciwchemicznej.

Można wyobrazić sobie dwa główne rodzaje sytuacji: pierwszy, w którym siły zbrojne będą pierwotnym i głównym celem ataku wirusowego, oraz drugi, w którym celem będzie sama społeczność, która utworzyła te siły zbrojne. Możliwe jest wreszcie jednoczesne wystąpienie obydwu sytuacji. Oczywiście w odniesieniu do Polski mówimy wyłącznie o hipotetycznej sytuacji bycia ofiarą takich ataków, a nie agresorem.

Jeżeli pierwotnym celem ataku biologicznego będą siły zbrojne, to wykorzystany zostanie raczej wirus zbliżony swoją zakaźnością do wirusa odry [9], a nie wirus typu SARS-CoV-2. Przy tak zdefiniowanym celu efekt będzie musiał być szybki i głęboki, aby możliwie szybko sparaliżować te siły.

Jeżeli pierwotnym celem ataku biologicznego będzie społeczność, to wykorzystany zostanie raczej

wirus przypominający SARS-CoV-2, a więc wywołujący – zwłaszcza w początkowym okresie zakażenia – objawy zbliżone do objawów innych często występujących infekcji (w tym przypadku grypy), wirus wywołujący objawy dopiero po pewnym czasie od zakażenia (co najmniej kilka dni) i wirus niepowodujący bardzo dramatycznych skutków biologicznych (śmiertelność w granicach kilku procent). Wynika to także z hipotetycznych celów takiej agresji. O ile tradycyjnie wojny toczono o terytorium, aby pomieścić stale zwiększającą się populację, to wszystkie wysokotechnologiczne państwa (a tylko takie mogą ze względów technologicznych posłużyć się taką bronią) zmagają się z depopulacją, a samo terytorium przestało być nośnikiem bogactwa. Celem będzie więc raczej dominacja gospodarcza, w tym przejście kontroli nad surowcami, ale z „miejscowymi” w roli górników.

W pierwszej sytuacji siły zbrojne muszą przede wszystkim chronić swoją istotę, w tym ośrodki dowodzenia, przede wszystkim przez rozczłonkowanie, a w następnej kolejności zastosowanie środków ochrony osobistej i ponowną organizację do działania zależnie od istoty (charakterystyki) ataku. W drugim przypadku muszą być przygotowane do prowadzenia działań porządkowo-policyjnych, a ich odpowiednie służby merytoryczne (sanitarne, zdrowotne) do wspomaganiania działań podobnych do działań służb cywilnych.

Jak uczy doświadczenie z obecną pandemią, najsukcesywniejszą metodą ograniczającą zasięg działania takiej broni jest tzw. dystansowanie personalne i społeczne, czyli utrzymywanie odpowiedniej (różnej dla różnych patogenów) odległości od osób o nieznanym narażeniu na zakażenie, a zwłaszcza od osób z bezpośredniego i pośredniego kontaktu, a już szczególnie zakażonych, oraz unikanie gromadzenia się wielu osób w jednym źle wentylowanym pomieszczeniu. To dystansowanie musi obejmować kohortowanie grup o różnym narażeniu na czynnik zakaźny, obejmujące całokształt ich obsługi [16], w tym oddzielne sanitarium.

W rzeczywistości obecne ogólnoswiatowe doświadczenie z COVID-19 dość dobrze przygotowało społeczeństwa na kolejne podobne zdarzenia – czy to spowodowane przez wroga państwa, czy też występujące spontanicznie z przyczyn naturalnych. Należy sądzić, że podobnego doświadczenia nabrali politycy i wyspecjalizowane służby.

Podsumowanie

Atak – czy to terrorystyczny, czy wojenny – przy użyciu broni biologicznej o charakterze wirusowym nie jest niewyobrażalny. Analogicznie mogą wystąpić podobne zdarzenia o charakterze naturalnym i państwa muszą być na taką możliwość przygotowane kadrowo, instytucjonalnie i materiałowo oraz mieć opracowane

i przećwiczone procedury postępowania w takich sytuacjach. Obejmuje to również konieczność przygotowania sił zbrojnych, które są największą i najbardziej kompleksową służbą państwową zdolną zresztą w razie potrzeby zastąpić wszystkie pozostałe służby. Istotne jest, by doświadczenie z COVID-19 zostało wykorzystane do lepszego przygotowania na kolejne podobne zagrożenie.

Piśmiennictwo

- Hao P, Zhong W, Song S, et al. Is SARS-CoV-2 originated from laboratory? A rebuttal to the claim of formation via laboratory recombination. *Emerg Microbes Infect*, 2020; 9: 545–547
- Andersen KG, Rambaut A, Lipkin WI, et al. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med*, 2020; 26: 450–452
- Di Gennaro F, Pizzol D, Marotta C, et al. Coronavirus diseases (COVID-19) current status and future perspectives: a narrative review. *Int J Environ Res Public Health*, 2020; 17 (8): pii: E2690
- Milone MC, O'Doherty U. Clinical use of lentiviral vectors. *Leukemia*, 2018; 32: 1529–1541
- Vormittag P, Gunn R, Ghorashian S, Veraitch FS. A guide to manufacturing CAR T cell therapies. *Curr Opin Biotechnol*, 2018; 53: 164–181
- Jansen HJ, Breeveld FJ, Stijnis C, Grobusch MP. Biological warfare, bioterrorism, and biocrime. *Clin Microbiol Infect*, 2014; 20: 488–496
- Casadevall A. The future of biological warfare. *Microb Biotechnol*, 2012; 5: 584–587
- Adalja AA, Watson M, Toner ES, et al. Characteristics of microbes most likely to cause pandemics and global catastrophes. *Curr Top Microbiol Immunol*, 2019; 424: 1–20
- Sanders R, Dabagh A, Featherstone D. Risk analysis of measles reintroduction after global certification of eradication. *J Infect Dis*, 2011; 204 (Suppl 1): S71–77
- Pica N, Bouvier NM. Environmental factors affecting the transmission of respiratory viruses. *Curr Opin Virol*, 2012; 2: 90–95
- Tang JW, Wilson P, Shetty N, Noakes CJ. Aerosol-transmitted infections – a new consideration for public health and infection control teams. *Curr Treat Options Infect Dis*, 2015; 7: 176–201
- Guo YR, Cao QD, Hong ZS, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. *Mil Med Res*, 2020; 7: 11
- Kuttner JS, Spronken MI, Fraaij PL, et al. Transmission routes of respiratory viruses among humans. *Curr Op Virol*, 2018; 28: 142–151
- Ravi S, Adalja AA. Strengthening the US medical countermeasure enterprise for biological threats. *Health Secur*, 2017; 15: 12–14
- Milne C, Smith ZP, Chakravarthy R. Market watch: Landscape for medical countermeasure development. *Nat Rev Drug Discov*, 2017; 16: 448–449
- Adalja AA, Toner E, Inglesby TV. Priorities for the US health community responding to COVID-19. *JAMA*, 2020; 323: 1343–1344
- Long Y, Hu T, Liu L, et al. Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks against influenza: A systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Med*, 2020; 13 (2): 93–101
- Zahn M, Adalja AA, Auwaerter PG, et al. Infectious Diseases Physicians: improving and protecting the public's health: Why equitable compensation is critical. *Clin Infect Dis*, 2019; 69: 352–356
- Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej. Urząd Prezydenta RP, Warszawa 2020