

Pruszyński, Jacek, Cianciara, Dorota, Grudziąż-Sękowska, Justyna, Włodarczyk-Pruszyńska, Inga, Kobuszewski, Bartosz, Zgliczyński, Wojciech, Pruszyńska, Irena. Can we expect re-emergence of infectious diseases in the near future? *Journal of Education, Health and Sport*. 2022;12(9):658-676. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2022.12.09.079>  
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/39704>  
<https://zenodo.org/record/7066498>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przepisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).  
© The Authors 2022;  
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 21.08.2022. Revised: 02.09.2022. Accepted: 10.09.2022.

**Can we expect re-emergence of infectious diseases in the near future?**

**Czy w nieodległej przyszłości można spodziewać się ponownej dominacji chorób zakaźnych?**

**Jacek J. Pruszyński, Department of Geriatrics and Gerontology, School of Public Health, Center of Postgraduate Medical Education, Warsaw, 01-826 Poland; [jacek.pruszynski@cmkp.edu.pl](mailto:jacek.pruszynski@cmkp.edu.pl), ORCID: 0000-0003-2123-6488**

**Dorota Cianciara, Department of Epidemiology and Health Promotion, School of Public Health Center of Postgraduate Medical Education, Warsaw, 01-826 Poland; [dorota.cianciara@cmkp.edu.pl](mailto:dorota.cianciara@cmkp.edu.pl), ORCID: 0000-0002-0318-8649**

**Justyna Grudziąż-Sękowska, Department of Epidemiology and Health Promotion, School of Public Health Center of Postgraduate Medical Education, Warsaw, 01-826 Poland; [jgrudziaz@cmkp.edu.pl](mailto:jgrudziaz@cmkp.edu.pl), ORCID: 0000-0002-2051-1460**

**Inga Z. Włodarczyk-Pruszyńska, II Department of Radiology, Medical University of Warsaw, Warsaw, 02-091 Poland; [i.z.pruszynska@gmail.com](mailto:i.z.pruszynska@gmail.com) ORCID: 0000-0003-2719-1815**

**Bartosz Kobuszewski, Department of Medical Law and Decisions, School of Public Health Center of Postgraduate Medical Education, Warsaw, 01-826 Poland; [bkobuszewski@cmkp.edu.pl](mailto:bkobuszewski@cmkp.edu.pl), ORCID:0000-0001-5828-1341**

**Wojciech S. Zgliczyński, Department of Geriatrics and Gerontology, School of Public Health Center of Postgraduate Medical Education, Warsaw, 01-826 Poland; [wzgliczynski2@cmkp.edu.pl](mailto:wzgliczynski2@cmkp.edu.pl), ORCID: 0000-0003-0054-4860**

**Irena B. Pruszyńska, Department of Cancer Biology, Institute of Biology, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, 02-787 Poland; ibjpruszynska@gmail.com ORCID: 0000-0003-0784-8066**

### **Summary**

Ever since Hippocrates expressed the view that environmental factors can influence disease incidence, attempts have been made to link the emergence of disease, especially outbreaks of infectious diseases, with the various factors that contribute to their occurrence. Among the possible causes favoring the spread of pathogens and the increase in the incidence of infectious diseases, environmental and social conditions are mentioned. An unprecedented set of new conditions has made the human population more vulnerable and more susceptible to infectious diseases than ever before. It is possible that the observed contemporary patterns of development and spread of infectious diseases may be seen as heralds of a new stage of epidemiological transformation characterized by an increased risk of infectious disease epidemics. In past centuries, one of the hallmarks of infectious disease plagues has been their unpredictability. Currently, warning forecasts prepared by scientists do not always translate into preventive measures.

**Key words:** infectious diseases; epidemics, environmental factors; COVID-19; epidemiological transformation; the scientific Cassandra syndrome; public policy; health policy;

### **Streszczenie**

Od czasów, gdy Hipokrates wyraził pogląd, że czynniki środowiskowe mogą wpływać na występowanie chorób, podejmowano próby ustalenia powiązań pomiędzy pojawianiem się schorzeń, zwłaszcza epidemii chorób zakaźnych, a różnorodnymi czynnikami sprzyjającymi ich występowaniu. Wśród możliwych przyczyn sprzyjających rozprzestrzenianiu się patogenów i wzrostowi liczby zachorowań na choroby zakaźne wymienia się uwarunkowania środowiskowe i społeczne. Niespotykany w przeszłości zestaw nowych warunków sprawił, że populacja ludzka jest obecnie bardziej narażona i bardziej podatna na choroby zakaźne niż

kiedykolwiek wcześniej. Istnieje możliwość, iż obserwowane współcześnie wzorce rozwoju i szerzenia się chorób zakaźnych mogą być potraktowane jako zwiastuny nowego etapu transformacji epidemiologicznej charakteryzującego się podwyższonym ryzykiem występowania epidemii chorób zakaźnych. W minionych stuleciach jedną z cech plag chorób zakaźnych była ich nieprzewidywalność. Obecnie prognozy ostrzegawcze przygotowywane przez naukowców nie zawsze przekładają się na postępowanie zapobiegawcze.

**Słowa kluczowe:** choroby zakaźne; epidemie; czynniki środowiskowe; COVID-19; transformacje epidemiologiczne; zespół naukowej Kasandry; polityka publiczna; polityka zdrowotna;

### Wstęp

Analizując historyczne dane dotyczące przebiegu i sekwencji chorób, nie sposób nie odnieść wrażenia, że na przestrzeni dziejów miały one znaczący wpływ na ludzkość i były zarzewiem przemian społecznych. Trudno jest nie zgodzić się z opinią, że choroby człowieka stanowią część jego cywilizacji, podobnie jak zapobieganie chorobom oraz ich leczenie [1]. Celem tego artykułu jest prześledzenie związków pomiędzy procesami przemian społecznych i ekonomicznych a zmianami we wzorcach chorobowych

Od czasów, gdy Hipokrates wyraził pogląd, że czynniki środowiskowe mogą wpływać na występowanie chorób [2], podejmowano próby ustalenia powiązań pomiędzy pojawianiem się schorzeń, zwłaszcza epidemii chorób zakaźnych a różnorodnymi czynnikami sprzyjającymi ich występowaniu. Gromadzenie doświadczeń i wiedzy na ten temat stworzyło zaś pole do obserwowania ewolucji chorobowości na przestrzeni wieków. Analiza związków pomiędzy zmianami we wzorcach chorobowości oraz umieralności, które zachodzą w populacji wraz z procesem jej ekonomicznego i społecznego rozwoju, pozwoliła Thomasowi McKeowanowi [3] a następnie Abdelowi Omranowi [4] na stworzenie teorii przejścia epidemiologicznego (transformacji epidemiologicznej).

Koncepcja przejścia epidemiologicznego jest pochodną modelu przejścia demograficznego, który wyjaśnia wzrost liczebny populacji na podstawie przemian w płodności i umieralności. Natomiast teoria Omrana poszukuje wyjaśnienia zmian chorobowości i umieralności, odwołując się do przemian stanu zdrowia i profilu chorób oraz ich uwarunkowań społeczno-ekonomicznych. Omran zakłada, że w trakcie długookresowego przejścia od wysokiego do niskiego poziomu umieralności populacje doświadczają przesunięcia w profilu epidemiologicznym. W populacjach o wysokiej umieralności dominują choroby zakaźne, okresy głodu oraz problemy związane ze zdrowiem reprodukcyjnym,

natomiast w populacjach o niskiej umieralności – choroby przewlekłe i zwyrodnieniowe [5]. Sednem modelu przejścia epidemiologicznego jest przechodzenie od epidemii chorób zakaźnych do dominacji chorób przewlekłych oraz przesuwanie się czasu zgonów z wczesnych lat życia na lata późniejsze. Omran badając przemiany w umieralności w Europie i Ameryce Płn. od połowy XVIII w. do połowy XX w. wyróżnił trzy fazy przejścia epidemiologicznego:

- faza epidemii chorób zakaźnych i głodu, która cechowała się bardzo wysokimi współczynnikami umieralności niemowląt i dzieci; 30% noworodków nie dożywało dnia swych pierwszych urodzin, zaś 50-55% dnia dwudziestych urodzin. Faza ta charakteryzowała się również wysokim poziomem umieralności kobiet w okresie ciąży, porodu oraz w sześciotygodniowym okresie poporodowym. Szacuje się, że choroby zakaźne i zgony okołoporodowe kobiet, a także choroby związane z niedożywieniem mogły być przyczyną nawet  $\frac{3}{4}$  zgonów. Ogólna poprawa warunków życia, a w szczególności stanu sanitarno-higienicznego oraz odżywiania, a także świadomości społecznej, przyjmowana jest jako podstawowa przyczyna końca fazy pierwszej;
- faza wygasania pandemii chorób zakaźnych, charakteryzująca się radykalnym ograniczeniem zgonów wynikającym ze zmniejszenia zagrożenia ze strony chorób zakaźnych, zwłaszcza w sytuacjach, w których endemiczne infekcje zostały opanowane. W konsekwencji oczekiwana długość życia w chwili urodzenia wzrosła z około 35 do 50 lat. Drugi etap wygenerował również dwie z najważniejszych zmian demograficznych: gwałtowny wzrost populacji w wyniku zmian warunków życia i starzenie się populacji;
- faza chorób zwyrodnieniowych i cywilizacyjnych, określanych jako choroby przewlekłe. Choroby zakaźne, choć nie osiągnięto ich wyeliminowania, miały w tej fazie zwykle zasięg lokalny, a ich występowanie ograniczało się głównie do osób żyjących w złych warunkach sanitarno-higienicznych oraz będących w zaawansowanym wieku. Tę fazę przejścia epidemiologicznego można też określać jako fazę potrójnego obciążenia zdrowotnego. Składały się na to zarówno występujące już wcześniej problemy zdrowotne (w tym nadal występujące choroby zakaźne), złe odżywianie związane ze spożywaniem „żywności śmieciowej” [6], nieodpowiednie środowisko życia wynikające z przeludnienia miast [7] oraz postępującego zanieczyszczenia środowiska [8], jak i „nowe” problemy zdrowotne w postaci chorób przewlekłych i postępującej niewydolności systemu opieki zdrowotnej

[9], a także trudności z zapewnieniem opieki, zwłaszcza niepełnosprawnym osobom starszym [10].

Istotną cechą wymienionych faz były zmiany w długości trwania życia polegające na wzroście przeciętnego dalszego trwania życia od ok. 20-30 lat w pierwszej fazie, do blisko 50 lat w fazie drugiej, a następnie do ponad 70 lat w trzeciej oraz przesunięcia w profilu dominujących chorób. Należy przy tym podkreślić, że teoria przejścia epidemiologicznego nie zakłada liniowości etapów, co oznacza, że występowanie i dominacja chorób cywilizacyjnych nie wypiera całkowicie chorób zakaźnych. Widać to na przykładzie ostatniej pandemii COVID-19, która w znaczącej mierze dotknęła kraje rozwinięte.

Teoria przejścia epidemiologicznego doczekała się różnorodnych rozwinięć, wśród których warto wskazać na prace S. Jay Olshansky'ego, proponującego uwzględnienie fazy czwartej określonej jako era opóźnionych chorób przewlekłych [11]. Faza ta ma charakteryzować się znacznym obniżeniem umieralności, głównie wśród osób w zaawansowanym wieku, oraz profilem głównych przyczyn zgonu jak w fazie trzeciej z dożywaniem do zaawansowanego wieku 80, a nawet 90 lat. Trzeba też zaznaczyć, że koncepcja transformacji epidemiologicznej Omrana była przedmiotem krytyki z powodu jej licznych ograniczeń.

## **Charakterystyka epidemii.**

**Najczęstsze przyczyny powstawania epidemii.** Wymienić tu należy:

- czynniki o charakterze etiologicznym, do których zaliczamy pojawienie się nowego patogenu, zmienność patogenu już obecnego w populacji, pojawienie się nowych dróg szerzenia się dawnego patogenu, wzrost ilości patogenu występującego od dawna, wzrost wirulencji patogenu oraz przedłużenie czasu narażenia na patogen;
- czynniki związane z transmisją w środowisku, obejmujące miejsca namnażania zarazka (klimatyzacja, śmietniki, ścieki), nośniki transmisji (opakowania towarów, konfekcjonowanie żywności), powstałe stosunkowo niedawno ośrodki użyteczności publicznej (oddziały intensywnej terapii, biurowce, lotniska, dworce kolejowe), a także inwazyjne procedury lekarskie lub kosmetyczne (akupunktura, tatuaż), praktyki seksualne, dożylnie przyjmowanie substancji psychoaktywnych, migracje jednostek lub grup ludzi zakażonych i ekspozycję na nowe środowiska;
- czynniki osobnicze, związane z wysoce wrażliwymi grupami (osoby niezaszczepione), spadkiem odporności (immunosupresja, niedobory immunologiczne), migracjami osób

podatnych do obszarów endemicznych, zmianami behawioralnymi, a także wynikające z pogorszenia kondycji systemu opieki medycznej [12].

Nie należy zapominać również o znaczeniu hipotezy higienicznej zakładającej, że poprawa warunków sanitarno-higienicznych i pasteryzacja żywności spowodowały brak ekspozycji organizmów ludzi we wczesnym okresie rozwoju na otaczające drobnoustroje. Wiąże się to z brakiem możliwości rozwinięcia prawidłowych mechanizmów odpowiedzi immunologicznej na mikroorganizmy środowiskowe i z mniejszą odpornością na infekcje [13]. Niewątpliwie, jest też wiele innych czynników, które nie zostały tu wymienione.

**Szerzenie się epidemii.** Jedną z ważniejszych przyczyn pojawienia się epidemii są zmiany, do jakich dochodzi zarówno w samym patogenie, jak również w organizmie gospodarza. W przypadku patogenu związane jest to z pojawianiem się zjadliwych i wysoce inwazyjnych reasortantów drobnoustrojów, jak również z ich adaptacją do nowych gatunków gospodarzy, dzięki przeskokowi bariery międzygatunkowej i uzyskaniu w ten sposób możliwości transmisji. Przeskok międzygatunkowy i adaptacja drobnoustrojów do nowych gatunków jest efektem mutacji i rekombinacji genetycznych, zmian epigenetycznych, dryftu oraz przesunięcia antygenowego [14]. Istotna jest również częstość styczności z patogenem przodków istniejącej obecnie populacji, ponieważ siła działania patogenu na organizm (populację) jest do odwrotnie proporcjonalna do styczności [15]. Stąd też choroby, na które ludzie uprzednio nie chorowali z reguły przebiegają ostrzej i powiązane są zwykle z dużą śmiertelnością. Przykładem mogą być epidemie dżumy w ubiegłych wiekach, a bardziej współcześnie AIDS (*acquired immune deficiency syndrome*), SARS (*severe acute respiratory syndrome*), czy BSE (*bovine spongiform encephalopathy*) mogąca wywołać u ludzi wariant (vCJD) choroby Creutzfeldta-Jakoba. Niespotykany w przeszłości zestaw nowych warunków fizycznych i społecznych, cech osobniczych oraz zmian demograficznych sprawił, że obecnie populacja ludzka jest bardziej narażona i bardziej podatna na choroby zakaźne niż kiedykolwiek wcześniej w historii. Na sytuację tę składają się m.in.:

- postępujące zmiany w strukturze wiekowej ludności, skutkujące rosnącą populacją osób starszych, bardziej podatnych na infekcje;
- globalne rozprzestrzenianie się wirusa HIV (*human immunodeficiency virus*), osłabiającego układ odpornościowy;
- rozwój międzynarodowej sieci transportu, który może przenieść chorobę zakaźną do dowolnego miejsca na świecie w ciągu zaledwie jednej doby;

- wkroczenie populacji ludzkiej w dotychczas niezaludnione siedliska, skutkujące narażeniem przebywających tam osób na kontakt z nieznanymi wcześniej chorobami;
- zmiana warunków bytowania ludzi, skutkująca z jednej strony mniejszą ekspozycją na patogeny we wczesnym okresie życia, a z drugiej, między innymi na skutek zmian klimatycznych, powodująca ryzyko styczności z patogenami, które wcześniej nie występowały na danym obszarze;
- alarmujący wzrost wektorów owadów odpornych na środki owadobójcze, co w połączeniu z coraz większą liczbą szczepów antybiotykoopornych drobnoustrojów stwarza warunki do epidemii lub pandemii.

Istotnym czynnikiem mogącym zwiększyć szerzenie się chorób zakaźnych są zmiany wzorców kulturowych, oraz stereotypizacja. Przykładem może być epidemia HIV/AIDS. Kontakty homoseksualne mężczyzn z wieloma partnerami, leczenie hemofilii zakażonymi czynnikami krzepnięcia oraz rozpowszechnienie przyjmowania substancji psychoaktywnych za pomocą wstrzyknięć niesterylnym, użyczanym sprzętem spowodowały początkowy gwałtowny przyrost nowych zakażeń wirusem HIV. AIDS przypisywano ówczas homoseksualistom, chorym na hemofilię, heroinistom oraz Haitańczykom (tzw. 4H: *Homosexuals, Hemophiliacs, Heroin Addicts, and Haitians*). Jednak w okresie dwóch dekad epidemia HIV/AIDS objęła również osoby spoza wymienianych pierwotnie grup ryzyka, a na zakażenie narażone są wszystkie osoby podejmujące tzw. zachowania ryzykowne. Wywołane zakażeniem HIV obniżenie odporności występujące w skali masowej skutkuje względnym wzrostem zakaźności czynników chorobotwórczych występujących endemicznie. Ilustracją tego może być sytuacja, w której u osób zakażonych prątkiem gruźlicy ryzyko rozwoju gruźlicy nie przekracza na ogół 10%, ale staje się 21-34 razy wyższe przy współistnieniu zakażenia HIV, co wywołało epidemię gruźlicy towarzyszącą epidemii HIV/AIDS w wielu obszarach świata [16].

Kolejnym czynnikiem zwiększającym możliwość wystąpienia epidemii jest postępujące zagęszczenie populacji, co zwiększa prawdopodobieństwo kontaktów chorych osobników ze zdrowymi i sprzyja transmisji patogenu. Jednocześnie, częste pasażę patogenu przez organizmy wrażliwe mogą powodować wzrost jego zjadliwości [17]. Prawdopodobieństwo wystąpienia zakażenia i rozwoju epidemii jest także uzależnione od odległości pomiędzy źródłem zakażenia i organizmami wrażliwymi. Nasilenie działania patogenu jest odwrotnie proporcjonalne do tej odległości. Przykładem mogą być zakażenia aerogenne, gdzie wraz ze zmniejszaniem odległości osobników chorych od zdrowych wzrasta możliwość wchłonięcia dużych ilości zarazka (inoculum).

**Rozwój epidemii.** Rozwój ten ma zwykle charakter stadialny. Decydujący wpływ na poszczególne stadia wywiera bazowy współczynnik reprodukcji dla danej infekcji ( $R_0$ ), który określa ilu nowych osobników zostanie zakażonych przez jednego chorego. Ważne są także parametry szybkości rozwoju choroby oraz szybkość zdrowienia [18]. Istotne znaczenie ma poziom odporności zbiorowiskowej (stadnej), częstość i charakter zachorowań oraz ilość ognisk choroby. W przypadku pojawienia się na danym terenie nowych, nieznanych dotychczas zarazków można wyróżnić fazy: wprowadzenia zakażenia, szerzenia się choroby, szczytowego rozwoju epidemii, a następnie tworzenia się ognisk endemicznych lub likwidacji choroby. Natomiast w sytuacji, gdy mamy do czynienia z zarazkiem, z którym dana populacja zetknęła się już wcześniej, wyróżnia się następujące fazy:

- fazę międzyepidemiczną, w której ze względu na wysoką odporność zbiorowiskową obserwuje się brak zachorowań lub zachorowania sporadyczne a choroba ma zwykle przebieg skryty, nietypowy lub przewlekły;
- fazę przedepidemiczną, gdy spada odporność zbiorowiskowa na skutek zmniejszania liczby osobników odpornych w wyniku ich zgonów z różnych przyczyn, w tym starości, oraz pojawienia się noworodków i młodych osobników wrażliwych na zakażenie; liczba ognisk choroby się zwiększa, zachorowania mają charakter sporadyczny; przebieg choroby jest atypowy lub przewlekły;
- fazę rozwoju epidemii, gdy przy niskiej odporności zbiorowiskowej spowodowanej dużym odsetkiem osobników nieodpornych w populacji szybko rośnie liczba chorych, liczba ognisk jest duża, choroba ma charakter nadostry lub ostry;
- fazę szczytu epidemii, którą cechuje największa liczba zachorowań i początkowo niska odporność zbiorowiskowa, która z czasem zaczyna rosnąć na skutek przechorowania, wzrostu liczby noworodków i młodych osobników z odpornością bierną przekazaną przez matkę; choroba ma charakter ostry lub podostry, a jej objawy są charakterystyczne dla danej choroby zakaźnej;
- fazę wygasania epidemii, w której osiągnięty wysoki poziom odporności zbiorowiskowej powoduje, że liczba zachorowań i ognisk choroby jest niewielka, a przebieg choroby jest podostry lub przewlekły;
- faza poepidemiczna – ostatnia – rozpoczyna się, gdy odporność zbiorowiskowa jest bardzo wysoka, brak jest ognisk choroby lub jest ich niewiele, brak jest zachorowań lub występują zachorowania sporadyczne wśród nietypowych objawów [19].



**Czas trwania epidemii.** Długotrwałość epidemii zależy od okresu wylęgania (odstępu pomiędzy pierwszym kontaktem z patogenem i wystąpieniem objawów), od czasu trwania ekspozycji niezbędnego do zachorowania, czasu trwania choroby oraz od liczby osób podatnych w populacji narażonych. Czas wylęgania mieści się w przedziale od kilku godzin w przypadku ostrych zatruc pokarmowych spowodowanych przez toksyny bakteryjne *Staphylococcus aureus* czy *Clostridium perfringens* do ponad 20 lat w przypadku niektórych chorób wywołanych przez priony. W niektórych przypadkach czas inkubacji zależy od dawki patogenu. W zakażeniach HIV czas do serokonwersji jest krótszy po transfuzjach krwi niż po zakażeniach w wyniku kontaktów seksualnych. Tam, gdzie wystąpienie choroby wymaga więcej niż jednego czynnika, czas trwania epidemii bywa trudny do przewidzenia, a czas wylęgania nawet trudny do zdefiniowania [20].

-

### **Współczesne czynniki sprzyjające ekspansji chorób zakaźnych.**

Choroby zakaźne, zarówno wirusowe, jak i bakteryjne, stanowią realne zagrożenie. Wiele z tych chorób miało wcześniej charakter endemiczny, ale w ciągu ostatniego wieku zaobserwowano ich ekspansję na całe kontynenty lub świat [21.22]. Pojawiały się też zupełnie nowe patogeny. Poza wspomnianym wcześniej HIV/AIDS wymienia się m.in. wirusa Ebola powodującego gorączkę krwotoczną, wirusa dengi, a także nowe odmiany bakterii wywołującej cholere [23]. Należy zwrócić uwagę także na wirusy powodujące epidemie grypy, w tym grypę ptaków (*avian influenza*) wywoływaną przez niektóre szczepy podtypów H5 i H7 wirusa grypy typu A w latach (2003-2009), grypę świń (*swine influenza*) wywoływaną przez szczepy podtypów H1 i H3 wirusa grypy typu A (2009-2010) oraz epidemię SARS (*severe acute respiratory syndrome*) (2002-2003) i kolejną epidemię SARS-CoV-2 (*severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*), która przyjęła charakter pandemiczny [24.25]. Wiele z tych patogenów zostało uznanych przez WHO (przynajmniej czasowo, jak miało to miejsce np. w przypadku wirusa Zika) za stanowiące zagrożenie zdrowia publicznego o znaczeniu międzynarodowym (*public health emergency of international concern*). W lipcu 2022 r. z takie zagrożenie uznano epidemię tzw. małpiej ospy (*monkeypox*) [26].

**Urbanizacja.** Koncentracja działalności gospodarczej i administracyjnej na terenie aglomeracji miejskich, w połączeniu z rozpowszechnieniem specyficznych wzorców kulturowych i stylu życia miejskiego, skutkują wzrostem ich znaczenia i atrakcyjności [27]. Wywołany tymi zjawiskami napływ ludności powoduje zwiększenie gęstości i intensywności zabudowy miejskiej, co prowadzi do postępującego zagęszczania ludności oraz zwiększenia

liczby kontaktów społecznych. Sytuacja ta, w wypadku pojawienia się na danym obszarze choroby zakaźnej, skutkuje wysoką częstością kontaktów osób chorych ze zdrowymi i szerzeniem zachorowań [28].

**Procesy globalizacyjne.** Ludność i towary przemieszczają się na niespotykaną nigdy wcześniej skalę. Jako przykład można podać liczbę turystów w 2019 r., która została oszacowana na poziomie 1,4 mld. Łatwość podróżowania widać m.in. na przykładzie danych statystycznych prezentowanych przez porty i grupy lotnicze. Tylko w 2016 r. europejskie lotniska obsłużyły 2 mld pasażerów i jak wynika z raportu Europejskiej Rady Lotnisk (*ACI Europe*) w ciągu jednego roku liczba podróżujących wzrosła aż o 5,1% [29]. Po okresie zmniejszenia intensywności podróży związanych z restrykcjami pandemicznymi, turystyka międzynarodowa odnotowała wzrost o 182% w okresie styczeń-marzec 2022 r. w porównaniu do roku poprzedniego [30]. Zjawisko to potęgowane jest przez przemieszczanie się, nie tylko między sąsiednimi krajami, ale również kontynentami, tzw. rodzin nomadycznych oraz przez proces delegowania pracowników. W okresie przed pandemią COVID-19 Polska była europejskim liderem w takim delegowaniu. W 2015 r. do pracy za granicą zostało skierowanych 460 tys. osób spośród 2 mln pracowników delegowanych w całej UE [31]. Wspomniane powyżej procesy globalizacyjne –powodują, że ludzie na całym świecie, bez względu na status rozwoju kraju i poziom zasobów, żyją obecnie w obrębie jednego „ekosystemu chorób zakaźnych”.

**Zmiany klimatyczne.** Klimat na Ziemi ulega zmianie. Wyraźne ocieplenie planety powoduje zmiany w środowisku życia ludzi, zwierząt, roślin i mikroorganizmów. Wiele z wczesnych badań nad zmianami klimatycznymi i chorobami zakaźnymi podkreślało możliwość wzrostu ryzyka zachorowania na choroby całkowicie nowe, pojawiające się, oraz stare, ale zapomniane albo zaniedbane. Przewidywano, że rozszerzenie zasięgu lub zmiany w sezonowości występowania chorób zakaźnych doprowadzą do wzrostu ich transmisji. Wyrażano przy tym opinię, że *"cieplejszy świat będzie bardziej chorym światem"* [32]. Ostatnie badania dostarczyły bardziej zniuansowanej perspektywy. Obecnie wskazuje się na dwa współistniejące procesy. Zmiany klimatu mogą stwarzać optymalne warunki dla transmisji chorób w niektórych obszarach, podczas gdy w innych warunki te mogą ulec pogorszeniu [33].

**Działalność sektora medycznego.** Coraz bardziej skuteczne sposoby terapii przyczyniły się do zmniejszenia umieralności i wydłużenia średniego czasu życia. Spowodowało to pojawienie się licznej grupy ludności w starszym wieku, której odporność jest słabsza niż reszty populacji, co powoduje, że osoby te są szczególnie podatne na różnorodne infekcje.

Jednocześnie powszechne stosowanie i nadużywanie antybiotyków i innych środków farmaceutycznych w całej populacji ludzkiej i wśród zwierząt hodowlanych i domowych doprowadziło do narastającej lekooporności drobnoustrojów chorobotwórczych. Od pierwszych oznak oporności *Staphylococcus aureus* na wankomycynę w Japonii w 1977 roku [34] wielokrotnie pojawiały się sygnały ostrzegawcze, które przypominają, że zagrożenia związane z chorobami zakaźnymi są nadal aktualnym problemem. Jednocześnie rozwój możliwości terapeutycznych, jakimi obecnie dysponuje świat medyczny, sprawił, że zwiększyła się liczba pacjentów żyjących z przewlekłym osłabieniem układu odpornościowego wywołanym chorobami, które uprzednio powodowały wczesny zgon chorego (np. chorzy onkologicznie). Narasta również liczba osób, u których w związku z przeprowadzonym leczeniem np. związanym z zapobieganiem odrzuceniu przeszczepionych narządów, dochodzi do długotrwałego tłumienia działalności układu odpornościowego. Pacjenci z wymienionych grup łatwiej zapadają na infekcje, a jednocześnie niesprawność ich układu immunologicznego sprawia, iż zakażające ich drobnoustroje znajdują lepsze warunki do mutacji w ich organizmach, tworząc często złośliwsze niż wcześniej postacie. Przykładem takich sytuacji mogą być obserwacje poczynione podczas pandemii COVID-19. U pacjentów z istniejącą już wcześniej immunosupresją odnotowano cechy przedłużającej się infekcji covidowej, podczas gdy większość ludzi skutecznie usuwała SARS-CoV-2 [35,36,37,38].

W części z tych przypadków znaleziono dowody na ewolucję wirusa wewnątrz gospodarza, która skutkowałą pojawieniem się nowych mutantów SARS-CoV-2 o zwiększonej zjadliwości i zdolności do infekowania nowych gospodarzy [39]. Jednym z przykładów może być przypadek przedłużonej infekcji SARS-CoV-2 i związanym z tym wytworzeniem nowych wariantów wirusa u osoby z zaawansowanym zespołem nabytego niedoboru odporności i niepowodzeniem leczenia przeciwwirusowego [40]. Podobne wnioski wysnuto podczas obserwacji mutacji wirusa u pacjenta z immunosupresją wynikającą z choroby nowotworowej i jej leczenia [41].

Należy w tym miejscu wspomnieć również o zagrożeniu związanym z wykorzystaniem zdobyczy mikrobiologii do celów militarnych. Pomimo, iż głosy przeciw takiej działalności słychać było już w 1925 r., kiedy to został podpisany Protokół Genewski o zakazie stosowania broni bakteriologicznej [42], naiwnością byłoby sądzić, że w związku z tym zaprzestano badań nad niebezpiecznymi bakteriami i wirusami [43]. Wiadomo, że takie doświadczenia w okresie przedwojennym oraz w czasie II Wojny Światowej przeprowadzano między innymi w Japonii, Niemczech, Anglii oraz ZSRR (Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich, którego spadkobiercą jest obecnie Rosja) [44]. W 2020 r. Sekretarz

Generalny ONZ António Guterres, apelując o wzmocnienie konwencji o zakazie broni biologicznej [45] podkreślił, że nadal kilkanaście państw nie przystąpiło do tej konwencji [46]. Można spodziewać się, że pomimo stosowania licznych procedur zabezpieczających przed wydostaniem się wirusów na zewnątrz ośrodków badawczych, wcześniej czy później, w wyniku awarii, błędu ludzkiego lub zamierzonego działania o charakterze terrorystycznym dojdzie do sytuacji, w której jakiś groźny patogen wydostanie się z laboratorium, wywołując chorobę, która pojawi się nagle, obejmie znaczną część populacji i będzie cechowała się wysoką śmiertelnością.

**Brak reakcji świata polityki na pojawiające się ostrzeżenia.** Widoczny jest rozdźwięk pomiędzy ogłaszanymi przez badaczy zagrożeniami epidemicznymi, a reakcją na nie politycznych decydentów. Jako przykład może posłużyć zagrożenie związane z transmisją międzygatunkową wirusów. Jak wynika z badań, których wyniki zostały opublikowane w 2015 r., czyli 4 lata przed pandemią spowodowaną przez SARS-Cov-2, już wtedy ostrzegano przed potencjałem chorobotwórczym wirusa SHC014-CoV, podobnego do SARS, który krążył w chińskich populacjach nietoperzy z rodziny podkowcowatych. Badacze wykazali, że wirusy z tej grupy mogą skutecznie wykorzystywać wiele ortologów receptora SARS i wydajnie replikować się w ludzkich komórkach dróg oddechowych, jak również osiągać miana *in vitro* dorównujące szczepom wywołującym epidemie. Przeprowadzona wtedy ocena dostępnych metod immunoterapeutycznych i profilaktycznych skierowanych przeciwko SARS wykazała ich słabą skuteczność; zarówno przeciwciała monoklonalne, jak i szczepionki nie zneutralizowały i nie chroniły przed zakażeniem SARS-CoV. Badacze zakończyli swoje doniesienie opinią, iż uzyskane przez nich wyniki sugerują ryzyko ponownego pojawienia się u ludzi zakażeń koronawirusowych z patogenów krążących w populacjach nietoperzy [47]. Inne publikacje, które także można uznać za ostrzeżenia, pojawiały się od momentu pojawienia się pierwszej epidemii związanej z koronawirusem ciężkiego ostrego zespołu oddechowego (SARS-CoV) zimą 2002-2003 i późniejszej epidemii bliskowschodniego zespołu niewydolności oddechowej (MERS-CoV) w latach 2012-2013. Wśród kilkunastu badań [48] wymienić należy pracę Yi Fan i współpracowników, której autorzy uznali, że Chiny są bardzo prawdopodobnym miejscem powstania przyszłych epidemii wywołanych koronawirusami i podkreślali jednocześnie znaczenie faktu, iż nietoperze mogą być nosicielami wirusów przez długi czas bez wykazywania klinicznych objawów choroby [49].

Można sądzić, że istnieje wiele przyczyn prowadzących do „zespołu naukowej Kasandry”, czyli braku reakcji decydentów na ostrzeżenia głoszone przez badaczy. Jednym z

najbardziej oczywistych powodów może być nasilająca się powódź publikacji naukowo-badawczych. Około dwudziestu milionów naukowców w rozmaitych ośrodkach globu, publikuje co roku najmniej jeden artykuł. A liczba „hiperplennych autorów” którzy sygnują nawet kilkadziesiąt artykułów rocznie wzrosła od 2001 r. 2,5-krotnie. Przyczynami tego zjawiska jest nie tylko obowiązująca coraz szerzej zasada „publikuj lub giń” (*publish or perish*), ale również bardziej bezpośrednie zachęty finansowe. Polegają one na płaceniu przez niektóre państwa swoim naukowcom dodatkowego wynagrodzenia za publikacje, zwłaszcza we wpływowych czasopismach. Jak podsumował to prof. John Ioannidis: “*It's not just publish or perish; it's publish and flourish*” [50]. W takim literaturowym tsunami wychycenie informacji, które są rzeczywiście ważne, zwłaszcza przy słabo rozwiniętych mechanizmach translacji wiedzy, staje się bardzo trudne.

Niedostrzeganie zagrożeń epidemicznych stało się też udziałem społeczeństw. Mnogość i zróżnicowanie współczesnych źródeł informacji oraz kanałów ich przekazywania powodują trudności w odróżnieniu stwierdzeń wiarygodnych i naukowo uzasadnionych od wiadomości z pozoru wiarygodnych, ale zmanipulowanych [51]. Bez odpowiednich umiejętności selekcji i oceny wiarygodności informacji ludzie stają się podatni na tzw. fake-newsy (np. o skali i skutkach niepożądanych odczynów poszczepiennych) i przyjmują błędne przekonania (np. o całkowitym pokonaniu epidemii HIV/AIDS. Zdolność wyszukania, zrozumienia, oceny wiarygodności i przydatności podstawowych informacji o zdrowiu umożliwiającą dokonywanie właściwych wyborów zdrowotnych określa się mianem kompetencji zdrowotnych (alfabetyzmu zdrowotnego; *health literacy*). Niedostateczny poziom kompetencji może prowadzić do podejmowania zachowań ryzykownych, lekceważenia objawów problemów ze zdrowiem, zaniechania poszukiwania profesjonalnej pomocy medycznej lub wyboru nieskutecznych metod leczenia [52]. W trakcie epidemii COVID-19 zaobserwowano silny związek pomiędzy niskim poziomem kompetencji zdrowotnych a wątpliwościami co do szczepień (*vaccine hesitancy*) przeciwko tej chorobie [53,54,55]. Zjawisko *vaccine hesitancy*, a w szczególności różnice w jego zasięgu i nasileniu, stanowiło jak się wydaje jeden z istotnych czynników moderujących sposób postępowania władz publicznych w poszczególnych państwach.

### **Podsumowanie.**

Przedstawione powyżej informacje zdają się potwierdzać opinię wyrażoną przez S. Jay Olshansky'ego i współpracowników [56], że obserwowane współcześnie rosnące zagrożenie chorobami zakaźnymi może być potraktowane jako zwiastun nowego, piątego

etapu transformacji epidemiologicznej, czyli ponownego pojawienia się etapu pierwszego. Wspomniani badacze podkreślali, że numeracja etapu jest znacznie mniej ważna, niż podwyższone ryzyko występowania chorób zakaźnych oraz powody, dla których te zagrożenia rosną.

W minionych stuleciach epidemie były niespodziewane, ale obecnie możemy i umiemy je przewidywać. Aktualnym problemem staje się przygotowanie do epidemii, opracowanie planów zapobiegania, reagowania i odbudowy. Niestety, prognozy i zalecenia opracowane przez naukowców nie zawsze przekładają się na realne działania. Można obawiać się, że przy braku zdecydowanych działań przygotowawczych w nieodległej przyszłości może dojść do dominacji chorób zakaźnych, co będzie stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. -

## References

1. Cartwright FE, Biddis M. Disease & History. The History Press Ltd. 1980.
2. Beaglehole R, Bonita R, Kjellström T. Podstawy Epidemiologii. Epidemiologia w ujęciu historycznym. Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera. Łódź. 2002:13.
3. Binns C, Lee SW, Low W-Y. Thomas McKeown: A true public health pioneer. Asia Pacific Journal of Public Health, 2002. 24(6): 893–895. <http://www.jstor.org/stable/26724074>
4. Omran AR. The Epidemiologic Transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change. The Milbank Memorial Fund Quarterly, 1971. 49(4): 509–538.
5. Wróblewska W. Teoria przejścia epidemiologicznego oraz fakty na przełomie wieków w Polsce. Studia Demograficzne 1(155) 2009: 110-159. <file:///C:/Users/admin/Downloads/2600-Article%20Text-4525-1-10-20201214.pdf> [dostęp: 03.07.2022].
6. Moos M. The Extraordinary Science of Addictive Junk Food. <https://www.nytimes.com/2013/02/24/magazine/the-extraordinary-science-of-junk-food.html> [dostęp: 03.07.2022].
7. Neiderud CJ. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. Infect Ecol Epidemiol. 2015 Jun 24;5:27060. doi: 10.3402/iee.v5.27060. PMID: 26112265; PMCID: PMC4481042.

8. Kelishadi R. "Environmental Pollution: Health Effects and Operational Implications for Pollutants Removal", *Journal of Environmental and Public Health*, vol. 2012, Article ID 341637, 2 pages, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/341637>
9. Benatar SR, Gill S, Bakker I. Global health and the global economic crisis. *Am J Public Health*. 2011 Apr;101(4):646-53. doi: 10.2105/AJPH.2009.188458. Epub 2011 Feb 17. PMID: 21330597; PMCID: PMC3052329.
10. Salway SM, Payne N, Rimmer M, Buckner S, Jordan H, Adams J, Walters K, Sowden SL, Forrest L, Sharp L, Hidajat M, White M, Ben-Shlomo Y. Identifying inequitable healthcare in older people: systematic review of current research practice. *Int J Equity Health*. 2017 Jul 11;16(1):123. doi: 10.1186/s12939-017-0605-z. PMID: 28697768; PMCID: PMC5505033.
11. Olshansky SJ, Brianault A. The Fourth Stage of the Epidemiologic Transition: The Age of Delayed Degenerative Diseases. *The Milbank Quarterly*, 1986. Vol. 64, No. 3: 355-397.
12. Zieliński A. Co rozumiemy pod pojęciem opracowania ogniska epidemicznego?. *Przeg. Epid.* 1999, 53, 3-4: 257-269.
13. Okada H, Kuhn C, Bach J-F, The 'hygiene hypothesis' for autoimmune and allergic diseases: an update. *Vlin Exp Immunol*. 2010 Apr; 160(1): 1-9.
14. Colisher CH, Childs JE, Field HE, Holmes KV, Schountz T. Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clin. Microbiol. Rev.* 2006: 531–545.
15. Lederberg J. Pandemics as a natural evolutionary phenomenon. *Social Res.* 1988, 55: 343–359.
16. Rowińska-Zakrzewska E. Gruźlica i HIV na świecie, w Europie i w Polsce. *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2013; 81: 499–501.
17. Longdon B, Hadfield JD, Day JP, Smith SCL, McGonigle JE, Cogni R, Cao C, Jiggins FM. The Causes and Consequences of Changes in Virulence following Pathogen Host Shifts. *PLoS Pathog* 2015. 11(3):e1004728. doi:10.1371/journal.ppat.1004728 [dostęp: 03.07.2022].
18. Janik M. Dynamika rozwoju epidemii w zamkniętej populacji dla wybranych patogenów. *Prace Nauk. Akad. J. Długosza w Częstochowie. Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa*. 2016, 4: 225–232. <http://dx.doi.org/10.16926/tiib.2016.04.19>.
19. Gliński Z, Żmuda A. Epidemie i pandemie chorób zakaźnych. *Życie Weterynaryjne*. 2020. 95(9): 554-560.

20. Dobrzańska J, Sawczuk-Chabin J, Warzocha K. Rola wirusów w etiopatogenezie chłoniaków nieziarniczych. *Onkologia w Praktyce Klinicznej*. 2006. Tom 2, nr 2, 64–72.
21. Baker RE, Mahmud AS, Miller IF, Rajeev M, Rasambainarivo F, Rice BL, Takahashi S, Tatem AJ, Wagner CE, Wang LF, Wesolowski A, Metcalf CJE. Infectious disease in an era of global change. *Nat Rev Microbiol*. 2022 Apr;20(4):193-205. doi: 10.1038/s41579-021-00639-z. Epub 2021 Oct 13. PMID: 34646006; PMCID: PMC8513385.
22. Spervovasilis N, Tsiodras S, Poulakou G. Emerging and Re-Emerging Infectious Diseases: Humankind's Companions and Competitors. *Microorganisms* 2022, 10(1), 98; <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010098>. [dostęp: 11.07.2022].
23. McArthur DB. Emerging Infectious Diseases. *Nurs Clin North Am*. 2019 Jun;54(2):297-311. doi: 10.1016/j.cnur.2019.02.006. Epub 2019 Mar 27. PMID: 31027668; PMCID: PMC7096727.
24. World Health Organization. Regional Office for South-East Asia. (2014). A brief guide to emerging infectious diseases and zoonoses. WHO Regional Office for South-East Asia. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204722>.
25. World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization; 2021.
26. WHO Director General's statement following IHR Emergency Committee regarding the multi-country outbreak of monkeypox. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-the-press-conference-following-IHR-emergency-committee-regarding-the-multi-country-outbreak-of-monkeypox--23-july-2022> [dostęp: 05.08.2022].
27. Węclawowicz G. Geografia społeczna miast. Zróżnicowania społeczno-przestrzenne. Wyd. Naukowe. PWN SA. Warszawa. 2003: 163.
28. Skórzyńska A. Przegląd Kulturoznawczy Nr 4 (46) 2020: 339–358 doi:10.4467/20843860PK.20.033.12837.
29. Rekordowa liczba pasażerów na lotniskach w Europie. Jak wypadło Lotnisko Chopina?. *Business Insider Polska*. 20.08.2017. <https://businessinsider.com.pl/lifestyle/podroze/liczba-pasazerow-na-lotniskach-w-europie-w-2016-roku/38e1pgs> [dostęp:11.07.2022]
30. World Tourist Organization. <https://www.unwto.org/news/tourism-recovery-gains-momentum-as-restrictions-ease-and-confidence-returns>. [dostęp: 20.07.2022].



31. Pracownicy delegowani w UE. Ekspert o pominięciu Polski w negocjacjach: Trwa walka o to, dla kogo Polacy będą pracować: dla Polski czy Francji [rozmowa Adrianny Rozwadowskiej z dr. Markiem Benio]. Gazeta Wyborcza. 18.08.2017.<http://wyborcza.pl/7,155287,22236965,dr-marek-benio-rewizja-unijnej-dyrektywy-to-walka-o-to-dla.html> [dostęp: 22.01.2018].
32. Harvell CD, Mitchell CE, Ward JR, Altizer S, Dobson AP, Ostfeld RS, Samuel LD. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*. 2002;296(5576):2158–62.
33. Lafferty, KD, Mordecai EA. The rise and fall of infectious disease in a warmer world. 2016. *F1000Research*, 5.
34. Hiramatsu K, Hanaki H, Ino T, Yabuta K, Oguri T, Tenover FC. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* clinical strain with reduced vancomycin susceptibility. *J Antimicrob Chemother*. 1997 Jul;40(1):135-6. doi: 10.1093/jac/40.1.135. PMID: 9249217.
35. Cevik M, Kuppalli K, Kindrachuk J, Peiris M. Virology, transmission, and pathogenesis of SARS-CoV-2. *BMJ* 2020;371:m3862. DOI: 10.1136/bmj.m3862.
36. Sette A, Crotty S. Adaptive immunity to SARS-CoV-2 and COVID-19. *Cell* 2021;184(4):861-880. DOI: 10.1016/j.cell.2021.01.007.
37. Cevik M, Kuppalli K, Kindrachuk J, Peiris M. Virology, transmission, and pathogenesis of SARS-CoV-2. *BMJ* 2020;371:m3862. DOI: 10.1136/bmj.m3862.
38. Sette A, Crotty S. Adaptive immunity to SARS-CoV-2 and COVID-19. *Cell* 2021;184(4):861-880. DOI: 10.1016/j.cell.2021.01.007.
39. van Cleemput J, van Snippenberg W, Lambrechts L, Dendooven A, D’Onofrio V, Couck L, Trypsteen W, Vanrusselt J, Theuns S, Vereecke N, van den Bosch TPP, Lammens M, Driessen A, Achten R, Bracke KR, van den Broeck W, von der Thüsen J, Nauwynck H, van Dorpe J, Gerlo S, Maes P, Cox J, Vandekerckhove L. Organ-specific genome diversity of replication-competent SARS-CoV-2. *Nature Communications*. 2021. 12:6612 <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26884-7>. [dostęp: 03.07.2022].
40. Karim F, Moosa MYS, Gosnell BI, Cele S, Giandhari J, Pillay S, Tegally H, Wilkinson E, San JE, Msomi N, Mlisana K, Khan K, Bernstein M, Manickchand N, Singh L, Ramphal U, COMMIT-KZN Team, Hanekom W, Lessells RJ, Sigal A, de Oliveira T. Persistent SARS-CoV-2 infection and intra-host evolution in association with advanced HIV infection.

medRxiv 2021.06.03.21258228; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.06.03.21258228>. [dostęp: 01.06.2022].

41. Avanzato VA, Matson MJ, Seifert SN, Pryce R, Williamson BN, Anzick SL, Barbian K, Judson SD, Fischer ER, Martens C, Bowden TA, de Wit E, Riedo FX, Munster VJ. Case Study: Prolonged Infectious SARS-CoV-2 Shedding from an Asymptomatic Immunocompromised Individual with Cancer. *Cell*. 2020 Dec 23;183(7):1901-1912.e9. doi: 10.1016/j.cell.2020.10.049. Epub 2020 Nov 4. PMID: 33248470; PMCID: PMC7640888. [dostęp: 03.07.2022].

42. Mierzejewski J. O utrwalenie historycznej zasługi gen. K. Sosnkowskiego w ustanowieniu międzynarodowego zakazu stosowania broni bakteriologicznej. *Post. Mikrobiol.* 38. 2. 1999: 205-209. <https://www.microbiology.pl/wp-content/uploads/2017/03/Zas%C5%82ugi-gen.-K.-Sosnkowskiego-w-ustanowieniu-zakazu-broni-biologicznej.pdf>. [dostęp: 03.07.2022].

43. Nowicka PM, Kocik J. Zewnętrzne zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego Polski. *Studia BAS*. Nr 4(56) 2018: 103–121.

44. Krajewski A. Rządy i uczeniu uwielbiają zabawy z wirusami. *Gazeta Prawna*. 2020. <https://serwisy.gazetaprawna.pl/zdrowie/artykuly/1452799,koronawirus-laboratorium-chiny-bron-biologiczna.html>. [dostęp: 20.07.2022].

45. Konwencja o zakazie prowadzenia badań, produkcji i gromadzenia zapasów broni bakteriologicznej (biologicznej) i toksycznej oraz o ich zniszczeniu, sporządzona w Moskwie, Londynie i Waszyngtonie dnia 10 kwietnia 1972 r. (Dz.U. z 1976 r., Nr 1, poz. 1).

46. Weaponizing Disease Repugnant, Secretary-General Says, Urging States to Improve Biosecurity on Anniversary of Biological Weapons Convention. <https://www.un.org/press/en/2020/sgsm20023.doc.htm> [dostęp: 20.07.2022].

47. Menachery VD, Yount BL Jr, Debbink K, Agnihothram S, Gralinski LE, Plante JA, Graham RL, Scobey T, Ge XY, Donaldson EF, Randell SH, Lanzavecchia A, Marasco WA, Shi ZL, Baric RS. A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence. *Nat Med*. 2015 Dec;21(12):1508-13. doi: 10.1038/nm.3985. Epub 2015 Nov 9. Erratum in: *Nat Med*. 2016 Apr;22(4):446. Erratum in: *Nat Med*. 2020 Jul;26(7):1146. PMID: 26552008; PMCID: PMC4797993.

48. Mahroum N, Seida I, Esirgün SN, Bragazzi NL. The COVID-19 pandemic - How many times were we warned before? *Eur J Intern Med*. 2022 Jul 18:S0953-6205(22)00258-8. doi: 10.1016/j.ejim.2022.07.009. Epub ahead of print. PMID: 35864073; PMCID: PMC9289047.

49. Fan Y, Zhao K, Shi ZL, Zhou P. Bat coronaviruses in China. *Viruses*, 11.3. 2019: 210.
50. Price M. Some scientists publish more than 70 papers a year. Here's how—and why—they do it. *Science*. 2018. <https://www.science.org/content/article/some-scientists-publish-more-70-papers-year-here-s-how-and-why-they-do-it>.
51. Higgins JW, Begoray D. Exploring the Borderlands between Media and Health: Conceptualizing "Critical Media Health Literacy". *Journal of Media Literacy Education*. 2012. 4(2): 136-148.
52. Andrus, MR, Roth, MT. Health literacy: a review. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*. 2002. 22(3): 282-302.
53. Casigliani V, Arzilli G, Menicagli D, Scardina G, Lopalco PL. Vaccine hesitancy and Health Literacy: we need to change our paradigm, *European Journal of Public Health*, Volume 30, Issue Supplement\_5, September 2020, ckaa165.032, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa165.032>.
54. Magon A, Arrigoni C, Graffigna G, Barelo S, Moia M, Palareti G, Caruso R. The effect of health literacy on vaccine hesitancy among Italian anticoagulated population during COVID-19 pandemic: the moderating role of health engagement. *Hum Vaccin Immunother*. 2021 Dec 2;17(12):5007-5012. doi: 10.1080/21645515.2021.1984123.
55. Montagni I, Ouazzani-Touhami K, Mebarki A, Texier N, Schück S, Tzourio C, Confins Group. Acceptance of a Covid-19 vaccine is associated with ability to detect fake news and health literacy. *Journal of Public Health*. 2021. 43(4), 695-702.
56. Olshansky SJ, Carnes BA, Rogers RG, Smith L. Emerging infectious diseases: the Fifth stage of the epidemiologic transition? <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333141/WHSQ-1998-51-n2-3-4-p207-217-eng.pdf> [dostęp: 20.07.2022].