



Szczepienia przeciw  
**COVID-19**. Innowacyjne  
technologie i efektywność

**Autorzy publikacji:**

Dr n. farm. Leszek Borkowski  
Prof. Marcin Dług  
Prof. Andrzej M. Fal  
Prof. Robert Flisiak  
Prof. Jacek Jemielity  
Dr Jacek Krajewski  
Dr hab. n. med. Agnieszka Mastalerz-Migas  
Prof. Andrzej Matyja  
Prof. Krzysztof Pyrc  
Dr hab. n. med. Piotr Rzymki  
Dr n. med. Michał Sutkowski  
Prof. Krzysztof Simon  
Prof. Jacek Wysocki  
Prof. Joanna Zajkowska

**Więcej informacji na stronie:** [naukaprzeciwpandemii.pl](http://naukaprzeciwpandemii.pl)

**E-mail:** [naukaprzeciwpandemii@ptzp.org](mailto:naukaprzeciwpandemii@ptzp.org)

Warszawa, 2 lutego 2021 r.

Wersja II

Autorzy pragną podziękować firmie Proper Medical Writing za pomoc redakcyjną w przygotowaniu niniejszej pracy.

## Spis treści

<b>Wstęp</b>	4
<b>Podsumowanie</b>	5
<b>ROZDZIAŁ I</b>	
<b>Medyczne uzasadnienie szczepień</b>	6
Przykładowe pandemie wirusowe w historii i zastosowanie szczepionek z sukcesem	6
Dlaczego szczepionka jest najlepszym wsparciem w zwalczaniu chorób wirusowych?	6
Skala obecnej pandemii, w tym liczba ofiar, podejmowane próby walki, brak skutecznych leków	7
Jak długo będziemy prawdopodobnie czekać na efekt szczepienia na SARS-CoV-2, jak trwały jest ten efekt i jaki wpływ na te kwestie ma masowość szczepień (odsetek wyszczepienia w populacji)?	7
<b>ROZDZIAŁ II</b>	
<b>Podstawowe technologie w szczepionkach przeciw COVID-19</b>	9
Zasady działania odporności swoistej – czynnej i biernej	9
Typy szczepionek	10
Technologia mRNA i jej zastosowanie w szczepieniach	11
Technologia szczepionek wektorowych	13
<b>ROZDZIAŁ III</b>	
<b>SARS-CoV-2 jako przyczyna globalnej pandemii</b>	15
Czym są koronawirusy?	15
SARS-CoV-2	16
<b>ROZDZIAŁ IV</b>	
<b>Rejestracja i dopuszczenie do obrotu produktów leczniczych w odniesieniu do szczepionek na SARS-CoV-2</b>	18
Rejestracja produktu leczniczego (dopuszczenie do obrotu produktu leczniczego)	18
Organy kompetentne	19
Rejestracja warunkowa	19
Wskazania do stosowania produktu leczniczego	19
Nowy produkt leczniczy	19
Badania kliniczne	19
Wstrzymanie oraz wycofanie produktu leczniczego	19
Zbieranie wiadomości o działaniach niepożądanych, w tym niepożądanych odczynach poszczepiennych	20
<b>ROZDZIAŁ V</b>	
<b>Plan szczepień i znaczenie lekarzy i pielęgniarek podstawowej opieki zdrowotnej</b>	21
Strategia promocji szczepień przeciw COVID-19. Rola lekarzy POZ, służb medycznych, w tym pielęgniarek w edukacji pacjentów i działaniach na rzecz wysokiej wyszczepialności	24
Rekomendacje odnośnie do edukacji personelu medycznego i pacjentów	25
<b>Słowniczek</b>	27
<b>Źródła</b>	28



## Wprowadzenie

Szanowni Państwo,

globalna pandemia COVID-19, spowodowana rozprzestrzenieniem się wirusa SARS-CoV-2, zmusiła nas do zmian w każdej właściwie płaszczyźnie życia codziennego, od pracy czy nauki, po spędzanie czasu wolnego i życie rodzinne. Wiele osób zmarło w następstwie tej pandemii, w wyniku zachorowania na COVID-19 lub z powodu przeciążenia systemów opieki zdrowotnej.

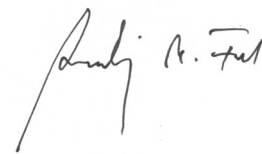
Dziś, dzięki pojawieniu się szczepień, mamy szansę uzyskania kontroli nad wirusem SARS-CoV-2 i stopniowego powrotu do sposobu życia sprzed pandemii. Pozytywne efekty zależą jednak w ogromnej mierze od masowości szczepień – osiągnięcia odpowiedniego poziomu wyszczepialności ogółu społeczeństwa – a więc od rozsądku, wiedzy i decyzji każdego z nas.

W historii rozwoju medycyny szczepienia ochronne są jednym z największych osiągnięć, odkryciem, które uratowało życie milionom ludzi. Przyczyniło się to do eradykacji śmiertelnych i inwalidyzujących chorób. Zdrowie publiczne, rozumiane jako holistyczne podejście do medycyny i opieki zdrowotnej w walce z chorobami zakaźnymi, nigdy nie dysponowało skuteczniejszą bronią.

Wielu Polaków w niezwykle sceptyczny, nawet nieprzyjazny sposób podchodzi do szczepień. Środowisko naukowe jest świadome tego, że tylko przełamanie obaw społecznych i działania oparte na merytorycznej, rzetelnej i sprawdzonej wiedzy mogą pomóc w zmianie postaw Polaków względem szczepień i tym samym przyczynić się do wysokiej wyszczepialności i zatrzymania pandemii. Dlatego zaprosiłem grono kilkunastu uznanych ekspertów z różnych dziedzin od lat działających na rzecz zdrowia publicznego: chorób zakaźnych, wakcynologii, wirusologii, chemii i biochemii, medycyny rodzinnej, do zjednoczenia się w ramach inicjatywy „Nauka przeciw pandemii” i przygotowania białej książki pod tytułem „Szczepienia przeciw COVID-19. Innowacyjne technologie i efektywność” będącej kompendium wiedzy o szczepieniach, ich technologii oraz zasadności w walce z pandemią.

Zawarte w książce treści stanowią wsparcie dla środowiska lekarskiego i służb medycznych, którzy mają codzienny kontakt z pacjentami i są dla nich najczęściej pierwszym źródłem wiedzy. To także źródło wiedzy dla mediów oraz ogółu społeczeństwa, wszystkich, którzy potrzebują popartej nauką wiedzy na temat szczepień przeciw COVID-19, typów szczepionek i zasad ich działania.

W dobie natłoku informacji, często sprzecznych lub niewiarygodnych, jako grono autorów mamy nadzieję, że biała książka rozwieje chociaż część wątpliwości dotyczących globalnej pandemii COVID-19, szczególnie jeśli chodzi o technologię szczepień mRNA, które są intensywnie rozwijane w odniesieniu do tej choroby, a które są w tej chwili jedynym posiadanym przez nas istotnym orężem w walce z SARS-CoV-2.



Andrzej M. Fal,

Prezes Polskiego Towarzystwa Zdrowia Publicznego,  
Przewodniczący Rady naukowej „Nauka przeciw pandemii”

Warszawa, grudzień 2020 r.



## Podsumowanie

Koronawirusy są dużą rodziną wirusów RNA, do której należą gatunki zakażające ludzi i zwierzęta. W latach 60. XX w. odkryto, że niektóre gatunki zwierzęcych koronawirusów mogą zarażać również ludzi. W 2019 roku kolejny zwierzęcy koronawirus (później nazwany SARS-CoV-2) uzyskał zdolność do przenoszenia i rozprzestrzeniania się u ludzi, a w Chinach pojawiły się pierwsze ogniska zachorowań na wywołaną nim chorobę COVID-19. 11 marca 2020 roku WHO ogłosiła pandemię, której epicentrum szybko zaczęło się przenosić z Azji do Europy i Ameryki Północnej. W Polsce na początku grudnia 2020 roku całkowita liczba zidentyfikowanych przypadków COVID-19 przekroczyła milion. COVID-19 może stanowić zagrożenie dla życia, szczególnie wśród osób z grup wysokiego ryzyka, a epidemiczne rozprzestrzenianie się tej choroby, przy tak wysokim odsetku pacjentów wymagających hospitalizacji, bardzo szybko prowadzi do przeciążenia systemu opieki zdrowotnej.

Niestety, przechorowanie COVID-19 nie jest jednoznaczne z wytworzeniem się trwałej odporności na tę chorobę. Stoimy więc przed prostym wyborem zaszczepienia się przeciw COVID-19 lub brania udziału w trudno przewidywalnej loterii związanej z zachorowaniem i dalszym pogłębianiem się kryzysu zdrowotnego i gospodarczego. Skala pandemii COVID-19 i łatwość przemieszczania się ludzi powodują jednak, że tylko działania globalne, w tym podjęcie masowych szczepień, pozwolą na przerwanie krążenia wirusa. Szczepienia są najbezpieczniejszą drogą nabywania odporności przeciw COVID-19. W przypadku szczepionek przeciw wirusowi SARS-CoV-2 obecnie najintensywniej rozwijane są szczepionki mRNA. Badania nad tą technologią prowadzone są od ok. 20 lat i ma ona duży potencjał nie tylko dla opracowywania szczepionek, ale też w leczeniu np. nowotworów. Szczepionki mRNA uważane są za bardzo bezpieczne ze względu na: brak możliwości modyfikowania DNA pacjenta, brak możliwości zaistnienia infekcji, szybką degradację mRNA ze szczepionki do nieszkodliwych składników i jego podobieństwo do mRNA naturalnie występującego w komórkach, oraz bardzo niewielką dawkę konieczną do wywołania efektu terapeutycznego. Co ważne, wysokie miana przeciwciał neutralizujących SARS-CoV-2 uzyskano w 7 dni po drugim szczepieniu u 90% osób.

Warto też zaznaczyć, że szczepionki przeciw COVID-19, tak jak inne szczepionki dostępne na unijnym rynku farmaceutycznym, przechodzą rygorystyczne procedury związane z badaniami klinicznymi i dopuszczeniem do obrotu. Po dopuszczeniu szczepionek przeciw COVID-19 do obrotu ich bezpieczeństwo będzie nadal ściśle monitorowane zgodnie z normami prawnymi. Ponadto, uzyskane przez nie dopuszczenie warunkowe, ważne na rok, oznacza, że Europejska Agencja Leków będzie musiała wkrótce przeanalizować dane z użycia tych szczepień w praktyce klinicznej.

Przy przedsięwzięciu prowadzonym na taką skalę, jak dystrybucja szczepień przeciw COVID-19, istotną rolę odgrywa logistyka. Dlatego też Komisja Europejska wydała komunikat dla państw członkowskich zawierający zalecenia, jak powinna wyglądać wspólna strategia szczepień, szczególnie w odniesieniu do dystrybucji szczepionek. 8 grudnia 2020 roku przyjęto Narodowy Program Szczepień uwzględniający powyższe zalecenia Komisji Europejskiej. Ze względu na masowość, procedurę wytwarzania i dystrybucję szczepionek akcja szczepień będzie przebiegać etapowo. Ustalono kolejności grup priorytetowych, według których przebiegać będą szczepienia. Personel medyczny będzie mógł zaszczepić się w pierwszej kolejności, będąc jednocześnie przykładem i głównym źródłem wiedzy dla pacjentów. W tym kontekście bardzo ważna jest edukacja pacjentów – uświadomienie, jak ważne są szczepienia ochronne, ich rola w zapobieganiu COVID-19, a przez to w przywróceniu jakości życia rodzinnego, społecznego i gospodarczego.



# Medyczne uzasadnienie szczepień

## Przykładowe pandemie wirusowe w historii i zastosowanie szczepionek z sukcesem

Szczepienia ochronne zmieniły historię świata. Jedną z chorób wyeliminowanych dzięki szczepieniom jest ospa prawdziwa, która była jednym z największych zagrożeń zdrowia człowieka i towarzyszyła ludziom od blisko 3 000 lat. Choroba ta miała bardzo ciężki przebieg – przeciętnie śmiertelność wynosiła 30%, a spośród tych, którzy przeżyli, wielu ludzi miało uszkodzenia wzroku i szpecące blizny. Tylko w XX wieku ospa prawdziwa zabiła na świecie około 300 milionów ludzi. Pierwsza skuteczna szczepionka przeciw tej chorobie pojawiła się w 1796 roku dzięki angielskiemu lekarzowi Edwardowi Jennerowi, ale brak zmasowanych i powszechnych szczepień na świecie nie przerwał krążenia wirusa. Dopiero dzięki wprowadzeniu w 1967 roku opartego na powszechnych szczepieniach w każdym zakątku świata Światowego Programu Eradykacji (czyli wykorzenia) Ospy Prawdziwej Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization, WHO) mogła 8 maja 1980 roku wydać długo oczekiwany komunikat – świat jest wolny od ospy prawdziwej. *Poliomyelitis*, czyli nagminne porażenie dziecięce, stanowiło jedno z największych zagrożeń dla dzieci i młodych osób na całym świecie w XX wieku. Choroba łatwo przenosiła się z człowieka na człowieka i choć tylko u około 1% zakażonych rozwijały się objawy porażenia kończyn, a niekiedy porażenia mięśni oddechowych prowadzącego do śmierci, to masowość zachorowań powodowała, że w roku 1988 każdego dnia na świecie 1 000 dzieci ulegało niedowładom i porażeniom. Zła sytuacja epidemiczna w zakresie nagminnego porażenia dziecięcego na świecie była powodem ogłoszenia w roku 1988 Światowej Inicjatywy na Rzecz Wykorzenia *Poliomyelitis*. Od tego czasu na świecie, przy pomocy 20 milionów wolontariuszy, zaszczepiono 2,5 miliarda dzieci w ponad 200 krajach. Dzięki temu w 2020 roku tylko w dwóch krajach nadal występują zachorowania na *poliomyelitis*. Do 9 grudnia 2020 roku zanotowano 56 przypadków w Afganistanie i 82 w Pakistanie. W ciągu ponad 30 lat zredukowano liczbę zachorowań na *poliomyelitis* na świecie o 99%, ale nadal nie osiągnięto ostatecznego celu – wykorzenia choroby. Czego nauczyła nas historia walki z ospą prawdziwą i *poliomyelitis*? Oba przykłady pokazują, że wyprodukowanie skutecznej szczepionki to dopiero początek drogi do podniesienia odporności populacyjnej i to właśnie podjęcie masowych szczepień jest jedynym sposobem, aby móc

przerwać krążenie wirusa i zapobiec dalszemu zakażaniu kolejnych setek tysięcy ludzi. We współczesnym świecie, dzięki nowoczesnej komunikacji i łatwości przemieszczania się z jednego zakątka świata do innego, trudno o sukces programów o skali lokalnej. Dlatego jedynie działania na skalę globalną pozwolą na wykorzenie wirusa i zakończenie historii danej choroby. Przykład *poliomyelitis* pokazuje, że jeśli zakażenia występują w jednym, nawet oddalonym od nas regionie, to nadal stanowią zagrożenie dla reszty świata, powodując konieczność kontynuowania masowego uodparniania.

## Dlaczego szczepionka jest najlepszym wsparciem w zwalczaniu chorób wirusowych?

Wirusy, które mają zdolność wywoływania choroby u człowieka, to te, które znajdując sposób wejścia do komórki przez receptor, namnażają się wewnątrz niej, wykorzystując jej zasoby. Cykl replikacyjny wirusa jest ściśle związany z metabolizmem komórki zakażonego ustroju. Dotychczas niewiele jest leków, które działałyby skutecznie przeciw wirusom wewnątrz naszych komórek. Te, które powstały, skierowane są przeciwko konkretnym wirusom (np. herpes, HCV, HIV) i działają na ich specyficzne enzymy. Stosowane dotychczas w leczeniu COVID-19 leki są skuteczne tylko w pierwszej fazie infekcji, hamując replikację wirusa, która jest najintensywniejsza przed pojawieniem się objawów. Jak dotąd brak jednak leku o bardzo dobrej skuteczności, który wykazywałby działanie po pierwszym tygodniu choroby. Przed zakażeniem chorobotwórczymi wirusami może nas skutecznie ochronić układ immunologiczny, ale tylko wtedy, gdy nabył tę właściwość poprzez wcześniejszy kontakt z wirusem lub jego fragmentem. Szczepienia są najbezpieczniejszą drogą nabycia w sposób kontrolowany odporności na zakażenie. Szczepionka to preparat biologiczny, wprowadzający antygeny, przeciwko którym ma być wygenerowana odporność. Prezentuje układowi immunologicznemu elementy wirusa, które mają zostać przez niego rozpoznane. Ponowny kontakt z wirusem nie jest już zaskoczeniem dla organizmu, a wytworzone dzięki szczepieniu przeciwciała i uczulone limfocyty cytotoksyczne chronią osobę zaszczepioną przed zakażeniem. Wiele wirusów wywołujących choroby u ludzi przenosi się drogą kropelkową, powietrzną lub poprzez bezpośredni kontakt osoby zakażonej z osobą wrażliwą. Wśród osób wrażliwych powstają ogniska zachorowań, epidemie, a nawet pandemie. Osoba zakażona, jeśli pojawi się wśród osób uodpornionych, nie spowoduje ich zakażenia. Masowe uodpornienie większości społeczeństwa prowadzi do wytworzenia odporności populacyjnej, określanej również jako zbiorowiskowa czy stadna. W takiej społeczności czynnik zakaźny, nie mogąc znaleźć organizmów wrażliwych, w których mógłby się namnażać, traci możliwość transmisji między osobami. Odporność populacyjna zapewnia zatem ochronę osobom, które z różnych powodów nie mogą być zaszczepione lub u których szczepionka jest nieskuteczna.



Przebieg epidemii zależy od wzajemnych proporcji osób zakażających, podatnych i ozdowieńców. Przy braku szczepień ochronnych do zmniejszenia liczby zachorowań dochodzi, gdy zmniejsza się liczba osób podatnych, a wzrasta liczba ozdowieńców, którzy nabyli odporność w sposób naturalny.

*Zastosowanie szczepień przyspiesza wzrost liczby osób odpornych (osoby zaszczepione, podobnie jak ozdowieńcy, nabywają odporność), zmniejszając jednocześnie liczbę osób podatnych. Przez to epidemia traci warunki do dalszego rozprzestrzeniania się.*

## Skala obecnej pandemii, w tym liczba ofiar, podejmowane próby walki, brak skutecznych leków

W grudniu 2019 roku w Wuhan w Chinach pojawiły się szybko rozprzestrzeniające się ogniska zachorowań na nieokreślone wirusowe zapalenia płuc o ciężkim przebiegu. Czynnikiem etiologicznym tych zachorowań okazał się nowy koronawirus, którego transmisji w populacji ludzkiej dotychczas nie stwierdzano. Światowa Organizacja Zdrowia nazwała go SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus-2), a wywoływaną przez niego chorobę COVID-19 (Corona Virus Disease-2019). Już 11 marca 2020 roku WHO ogłosiła pandemię COVID-19. Wkrótce jej epicentrum przeniosło się z Azji do Europy i Ameryki Północnej. W okresie wiosenno-letnim 2020 roku najwięcej zachorowań poza USA notowano we Włoszech, Hiszpanii, Francji i Wielkiej Brytanii. W tym czasie Polska należała do krajów o jednej z najniższych dziennych liczb wykrywanych wyników dodatnich, co próbowano tłumaczyć hipotezami o wpływie wcześniejszych szczepień przeciw gruźlicy lub czynnikami genetycznymi. Z perspektywy czasu wiadomo, że zadecydowały wcześnie wprowadzone ograniczenia obejmujące przede wszystkim zamknięcie szkół i innych miejsc zwiększających ryzyko transmisji zakażenia. Do września dzienna liczba zidentyfikowanych zakażeń nie przekraczała tysiąca. Jednak wraz początkiem roku szkolnego nastąpił gwałtowny wzrost liczby zakażeń, który 7 listopada osiągnął blisko 28 tysięcy zidentyfikowanych dodatnich wyników badań w kierunku SARS-CoV-2, a na początku grudnia całkowita liczba zidentyfikowanych w Polsce przypadków przekroczyła milion. Jednak według szacunków faktyczna liczba osób, które miały kontakt z koronawirusem i nabyły przynajmniej czasową odporność, jest 5-10 razy wyższa. Nie wystarczy to jednak, żeby w 2021 roku osiągnąć próg zapewniający odporność populacyjną. Nie można przy tym zapomnieć, że proces nabywania odporności przez dalsze rozprzestrzenianie się SARS-CoV-2 w społeczeństwie będzie okupiony śmiercią wielu ludzi. Szacuje się, że w samym listopadzie

z powodu COVID-19 zmarło około 20 tys. osób, a przynajmniej drugie tyle z powodu spowodowanych przez pandemię utrudnień w dostępie do opieki zdrowotnej. Według analizy hospitalizowanych pacjentów zarejestrowanych w bazie SARSTer śmiertelność związana z COVID-19 wynosiła 6,2%, a po uwzględnieniu wyłącznie populacji dorosłych 7,3%. Jednak śmiertelność wyraźnie wzrasta po 60. roku życia, umiera co piąta wymagająca leczenia szpitalnego osoba powyżej 80. roku życia, a wśród pacjentów wymagających wentylacji mechanicznej (podłączenia do respiratorów) śmiertelność sięga aż 67%. Dlatego też przerwanie rozpowszechniania się pandemii i związanych z nią zgonów wymaga przyspieszenia wytworzenia odporności populacyjnej poprzez masowe szczepienia. W trakcie trwania pandemii, głównie w oparciu o doświadczenia kliniczne, proponowano stosowanie wielu leków, spośród których żadnym wątpliwości co do skuteczności i bezpieczeństwa nie wzbudza stosowanie tlenoterapii i heparyny drobnocząsteczkowej u chorych wymagających hospitalizacji, ale jest to leczenie wspomagające.

*Brak optymalnej, przyczynowej terapii COVID-19 jest dodatkowym, potężnym argumentem za koniecznością nasilenia działań profilaktycznych, ze szczególnym uwzględnieniem szczepień.*

## Jak długo będziemy prawdopodobnie czekać na efekt szczepienia na SARS-CoV-2, jak trwały jest ten efekt i jaki wpływ na te kwestie ma masowość szczepień (odsetek wyszczepienia w populacji)?

Pandemiczny i trudny do przewidzenia przebieg COVID-19, ponad 7% śmiertelność w grupie wiekowej 60-80 lat i blisko 20% w grupie powyżej 80 lat, trudna do zrozumienia i złożona patogeneza zakażenia, brak skutecznych leków i negowanie przez pewne środowiska istnienia wirusa SARS-CoV-2 stanowią podstawę i cel dla wszelkich aktywności koniecznych do zahamowania szerzenia się zakażeń. Celem podstawowym jest osiągnięcie odporności populacyjnej, którą gwarantują pacjenci, u których z nieznanymi, być może genetycznie uwarunkowanymi, powodów nigdy nie dojdzie do zakażenia, pacjenci, którzy przechorowali COVID-19 i pacjenci poddani szczepieniom ochronnym. Jak już wyżej wspomniano, niewątpliwie najgorszą metodą osiągnięcia odporności populacyjnej jest przyzwolenie na swobodne szerzenie się zakażenia w populacji. Prowadzi to do dużych strat ludzkich i jest ogromnym obciążeniem służby zdrowia i ekonomii danego państwa. Nie ma też gwarancji, że u wszystkich zakażonych pojawi się odporność, ani pewności jak długo będzie ona trwała.



W dalszym ciągu dane o charakterze, stopniu i czasie trwania odporności humoralnej i komórkowej i jej zależności od przebiegu czy współistnienia innych chorób, innych szczepień ochronnych, wieku, rasy, płci, cech genetycznych czy nawet zwyczajów żywieniowych są niepełne, a czasem wręcz sprzeczne. Potwierdzono znaczne zróżnicowanie czasowe, jakościowe i ilościowe odpowiedzi immunologicznej na zakażenie SARS-CoV-2 pomiędzy poszczególnymi pacjentami. Ta heterogenność jest specyficzną cechą zakażenia tym wirusem. Wiadomo, że przeciwciała neutralizujące przeciw SARS-CoV-2 utrzymują się przez przynajmniej 6 miesięcy. Historycznie wiemy, że u chorych po zakażeniu SARS-CoV-1 wysokie miano przeciwciał neutralizujących klasy IgG utrzymywało się przez 5 miesięcy, a potem w ciągu 2-3 lat obniżało się do wartości nieoznaczalnych. Natomiast u pacjentów po zakażeniu innym koronawirusem – MERS, obecność przeciwciał neutralizujących obserwowano jeszcze 34 miesiące po przebiegu choroby. Należy jednak pamiętać, że wykrycie przeciwciał neutralizujących

w klasie IgG nie jest równoznaczne z trwałością odpowiedzi immunologicznej, podobnie jak nieobecność tych przeciwciał nie jest równoznaczna z brakiem trwałej odpowiedzi immunologicznej. Wynika to z istnienia, poza odpornością humoralną warunkowaną przez przeciwciała, również odporności komórkowej związanej z aktywnością limfocytów T. Wiążące dane co do trwałości odpowiedzi immunologicznej po zakażeniu SARS-CoV-2, a także po szczepieniach, uzyskamy za 2-3 lata.

Jeśli chodzi o czas potrzebny na uzyskanie odporności po szczepieniu, to u osób szczepionych przeciw SARS-CoV-2 szczepionką opartą o mRNA wysokie miano przeciwciał neutralizujących uzyskano dopiero w 7. dniu po drugim szczepieniu. Ważne jednak jest, że dotyczyło to ponad 90% osób.





# Podstawowe technologie w szczepionkach przeciw COVID-19

## Zasady działania odporności swoistej – czynnej i biernej

Układ odpornościowy posługuje się wieloma mechanizmami zabezpieczającymi organizm przed drobnoustrojami. Mechanizmy te dzielimy na nieswoiste (wrodzone) oraz swoiste (nabyte). Mechanizmy nieswoiste są w pełni wykształcone i praktycznie niezmiennie przez całe życie człowieka (wiele z nich jest już aktywnych przed narodzinami), są zatem w pełni gotowe do działania, zanim dojdzie do wniknięcia drobnoustrojów do organizmu człowieka. Niestety, tego typu odporność niekiedy nie wystarcza do powstrzymania drobnoustrojów i nie pozostaje po niej trwała pamięć immunologiczna. Odporność swoista rozwija się dopiero przez 10–14 dni po wniknięciu drobnoustrojów, ale jest bardzo skuteczna i precyzyjna – w odróżnieniu od odpowiedzi nieswoistej, której aktywacja wiąże się z uszkodzeniem tkanek – działa niemal z chirurgiczną precyzją, skutecznie eliminując jedynie drobnoustroje i zakażone przez nie komórki. W odporności swoistej uczestniczą dwa rodzaje limfocytów – limfocyty T i B. Dla uproszczenia w dalszej części tekstu opisane zostaną jedynie mechanizmy, w których uczestniczą limfocyty B. Na powierzchni tych komórek znajdują się receptory (zwane immunoglobulinami lub przeciwciałami powierzchniowymi), które są w stanie rozpoznawać (wiązać) określone fragmenty drobnoustrojów (tak zwane antygeny) w niesłychanie specyficzny sposób. W pewnym uproszczeniu oznacza to, że dany receptor limfocytu B może się silnie wiązać z zaledwie jednym antygenem. Każdy limfocyt B ma w błonie dziesiątki tysięcy takich receptorów, ale wszystkie są identyczne, czyli zdolne do rozpoznania tylko jednego antygeny. Każdego dnia w szpiku powstają setki milionów limfocytów B, z których każdy może mieć zupełnie odmienne przeciwciała powierzchniowe, czyli każda z tych komórek może rozpoznawać odmienne antygeny. W chwili pierwszego kontaktu z drobnoustrojem w organizmie człowieka jest zaledwie garstka limfocytów B, które mogłyby rozpoznać antygeny tego drobnoustroju. Dopiero w trakcie infekcji w narządach limfatycznych dochodzi do aktywacji tych nielicznych limfocytów B, co rozpoczyna wieloetapowy proces przekształcenia się tych komórek w komórki plazmatyczne, uwalniające rozpuszczalne (wydzielane poza komórkę) przeciwciała. Pierwszym etapem tego procesu są intensywne podziały limfocytów, które

z niewielkim powinowactwem rozpoznały antygen. W trakcie tych podziałów dochodzi do powstawania zmian w budowie przeciwciał, wpływających na ich specyficzność, czyli zdolność do swoistego rozpoznawania antygeny. Zmiany te są przypadkowe i prowadzą do wytworzenia milionów różnorodnych limfocytów B mających zdolność do wytwarzania przeciwciał o odmiennej specyficzności. Tylko nieliczne z tych komórek mogą wytworzyć takie przeciwciała, które będą specyficznie rozpoznawać antygen drobnoustroju i to do ich namnażania się i przekształcania w komórki plazmatyczne dochodzi w wyniku dalszych procesów selekcji. Liczba tych komórek zwiększa się do wielu milionów, a wytwarzane przez nie rozpuszczalne przeciwciała wiążą się z powierzchnią drobnoustrojów i eliminują je z organizmu (najczęściej nie bezpośrednio, ale przy udziale mechanizmów nieswoistych, np. w procesie fagocytozy, w wyniku aktywacji układu dopełniacza). W odróżnieniu od limfocytów B, które uwalniają przeciwciała, limfocyty T przekształcają się w wyniku aktywacji w komórki zdolne do bezpośredniego zabijania zakażonych przez drobnoustroje komórek. Po wyeliminowaniu drobnoustroju większość limfocytów umiera, a pozostają nieliczne limfocyty pamięci (mogące przetrwać w organizmie kilkadziesiąt lat). Te komórki mają już wykształcone przeciwciała rozpoznające z dużym powinowactwem antygeny drobnoustroju i mogą się błyskawicznie włączyć do obrony organizmu przy powtórny kontakt z tym samym patogenem.

*Dokładnie takie same mechanizmy, jak te potrzebne do rozwinięcia odporności czynnej w sposób naturalny, zachodzą w organizmie po podaniu szczepionki – również dochodzi do aktywacji limfocytów B, zmian mających na celu „doprecyzowanie” przeciwciał i wykształcenia się komórek plazmatycznych. Różnica jest taka, że do nabycia odporności w przypadku przyjęcia szczepionki nie trzeba przeżyć infekcji (niektóre ciężkie infekcje mogą doprowadzić do trwałego kalectwa, zanim rozwinię się odporność, lub nawet do śmierci).*

Odporność wytworzona w wyniku szczepienia nosi nazwę sztucznej odporności czynnej. Istnieje jeszcze inna odmiana odporności – bierna, która polega na podaniu przeciwciał wyizolowanych np. od ozdrowieńca osobie chorej lub narażonej na infekcję. W odróżnieniu od odporności czynnej odporność bierna jest krótkotrwała i utrzymuje się maksymalnie przez kilka miesięcy.



## Typy szczepionek

*Szczepionka to preparat biologiczny, którego zadaniem jest imitowanie zakażenia drobnoustrojem, a tym samym uzyskanie odporności takiej jak w przypadku przejścia prawdziwej choroby, ale w sposób dużo bezpieczniejszy. Szczepionka może zawierać żywy, osłabiony lub martwy drobnoustrój, bądź jego fragmenty (np. szczepionka mRNA). Szczepionki zawierające fragmenty wirusa uważane są za bardzo bezpieczne, a technologia ich produkcji jest rozwijana od około 20 lat. W przypadku wirusa SARS-CoV-2, powodującego COVID-19, to właśnie ten typ szczepionek jest najintensywniej rozwijany.*

### Szczepionki mRNA

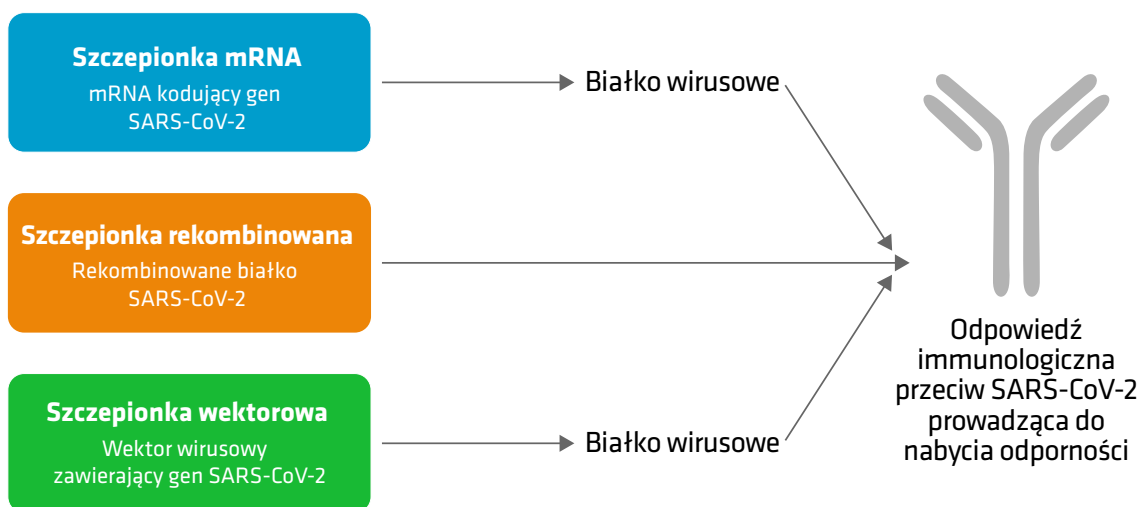
W takiej szczepionce wykorzystuje się kwas rybonukleinowy (RNA) jako matrycę do produkcji białek wirusowych, które mają wywołać produkcję przeciwciał. Samo RNA podane w szczepionce nie jest stabilne i szybko degradowuje (dlatego do jej przechowywania wymagane są niskie temperatury). W przypadku szczepionki mRNA materiał genetyczny wirusa nigdy nie wbudowuje się do ludzkiego genomu. Przykłady takich szczepionek to te otrzymane przeciw SARS-CoV-2 przez firmy Pfizer/BioNTech i Moderna.

### Szczepionki rekombinowane

Szczepionki rekombinowane powstają poprzez wbudowanie materiału genetycznego drobnoustroju do komórek ssaków lub komórek drożdży. Powstałe w ten sposób rekombinowane białka izoluje się i oczyszcza, a następnie podaje pacjentowi w celu wywołania produkcji przeciwciał. Są to klasyczne szczepionki rozwijane przez wiele firm wobec SARS-CoV-2, niemniej żadna z nich nie została jeszcze dopuszczona do obrotu.

### Szczepionki wektorowe

W szczepionkach wektorowych aktywne wirusy zmodyfikowano tak, aby w maksymalny sposób zminimalizować ryzyko zakażenia. Najczęściej jest to wirus, którego bezpieczeństwo oraz możliwość stosowania w szczepionkach potwierdzono w przeszłości, bądź wirusy niewystępujące u człowieka. Wirusy te są tak zmodyfikowane, by po podaniu jako szczepionka wywołać produkcję białka drobnoustroju, wobec którego ma być zbudowana odporność. Przykłady takich szczepionek to te otrzymane wobec SARS-CoV-2 przez firmy AstraZeneca i Johnson&Johnson.



Szczepionki mRNA i wektorowe zawierają materiał genetyczny wirusa SARS-CoV-2, z którego w organizmie powstaje białko wirusowe, rozpoznawane jako antygen i prowadzące do nabycia odporności przeciw wirusowi. Szczepionka rekombinowana bezpośrednio zawiera białko wirusa, nie ma zatem etapu jego produkcji przez organizm.

Rysunek 1. Typy szczepionek



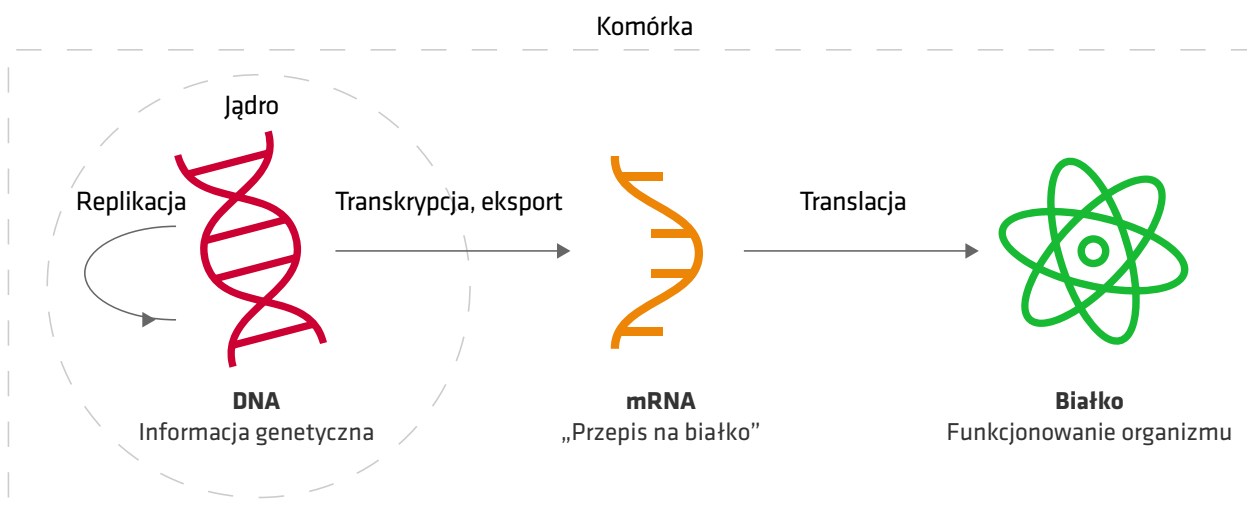
## Technologia mRNA i jej zastosowanie w szczepieniach

### Ekspresja materiału genetycznego.

#### mRNA – rola biologiczna

W komórkach eukariotycznych (czyli m.in. wszystkich ludzi, zwierząt i roślin) informacja genetyczna o białkach zakodowana jest w olbrzymich cząsteczkach DNA, zwanych chromosomami. Aby dane białko powstało w komórce, odpowiedni fragment chromosomu zwany genem musi zostać przepisany na sekwencje mRNA, które stanowi swoisty, komórkowy „przepis na białko”. Ten „przepis” transportowany jest z jądra komórkowego do cytoplazmy, gdzie zachodzi proces translacji, czyli tłumaczenia kodu genetycznego zapisanego w postaci sekwencji RNA na

sekwencję aminokwasową białek. Na bazie jednej cząsteczki mRNA może powstać bardzo wiele cząsteczek danego białka – dokładnie tak, jak w kuchni z jednego przepisu można przygotować daną potrawę wielokrotnie. Tak, w dużym uproszczeniu, za pomocą mRNA w naszych komórkach powstają białka, które zaangażowane są niemal we wszystkie procesy zachodzące w naszych organizmach. RNA jest nietrwałe. Kiedy spełni swoją rolę i białko zostanie wytworzone, RNA ulega enzymatycznej degradacji w komórkach przez enzymy zwane rybonukleazami, a powstałe w wyniku tego procesu nukleotydy są wykorzystywane przez komórkę. Można więc powiedzieć, że po zdegradowanym mRNA nie pozostaje ślad, z wyjątkiem białka, które kodował.



Rysunek 2. Ekspresja informacji genetycznej od DNA, poprzez mRNA, do białek

### Rozwój terapii genowej

Większość tradycyjnych leków to małowcząsteczkowe związki chemiczne, które oddziałują z różnymi białkami, wpływając na ich aktywność. Jednak wiele chorób bardzo trudno leczyć tradycyjnymi lekami (np. nowotwory, choroby genetyczne, niektóre choroby wirusowe). Dlatego też już w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku powstała koncepcja terapii genowej, w której informacja o terapeutycznym białku dostarczana jest do komórek w postaci przepisu genetycznego.

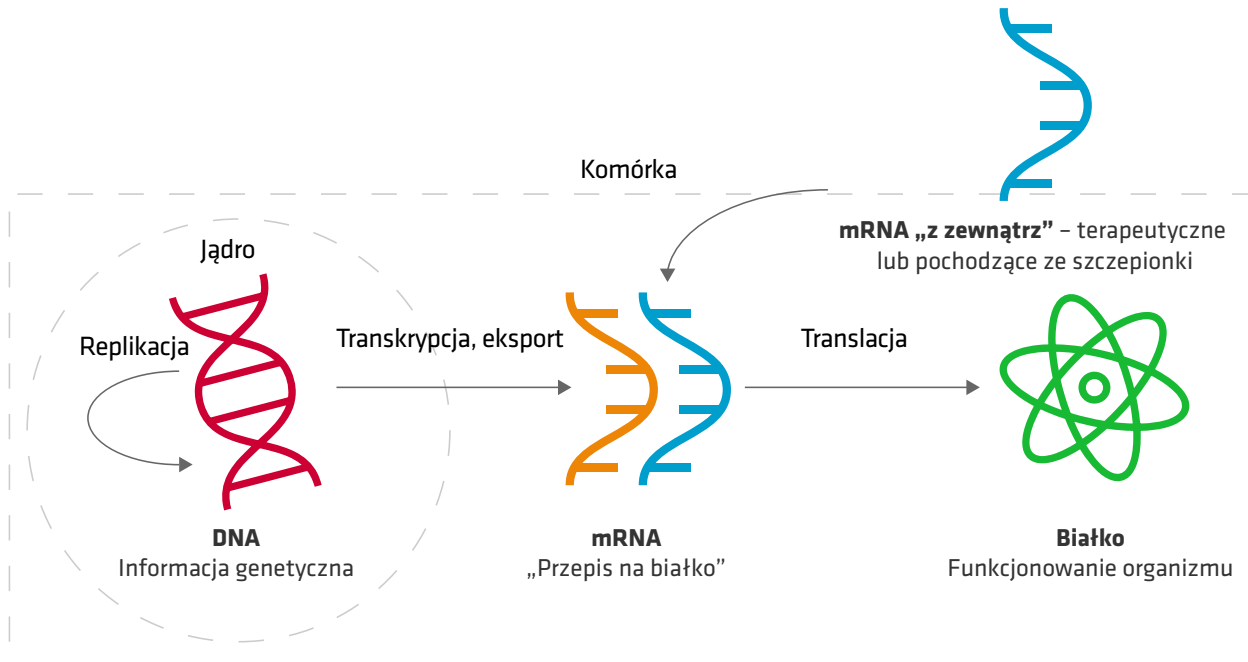
Terapię genową można realizować na dwa sposoby: dostarczając DNA lub mRNA kodujące dane białko. Początkowo naukowcy skłaniali się ku użyciu DNA, aby jednak nastąpiła ekspresja materiału genetycznego w postaci DNA (czyli wywarzenie na jego podstawie mRNA, a potem białka, patrz Rys. 2), musi on zostać zintegrowany z materiałem genetycznym pacjenta, a to nawet obecnie proces mało efektywny i trudny do kontrolowania.

Zupełnie inaczej jest z mRNA, którego ekspresja zachodzi w cytoplazmie, nigdy nie trafia on do jądra komórki, efekt jest przejściowy, a samo mRNA jest cząsteczką szybko ulegającą degradacji.

*Najważniejsze jednak jest to, że w komórkach człowieka nie ma mechanizmu pozwalającego na przepisanie sekwencji z mRNA na DNA i włączenie takiego DNA do genomu. To oznacza, że włączenie materiału genetycznego wirusa ze szczepionki mRNA do ludzkiego genomu i wywarzenie nań wpływu jest absolutnie niemożliwe, dzięki czemu terapia mRNA jest pod tym względem całkowicie bezpieczna.*

Ostatnie 20 lat to intensywne prace nad rozwojem terapeutycznych mRNA i szereg odkryć, które umożliwiły wykorzystanie mRNA w terapii. Główne osiągnięcia na tym polu to zwiększenie trwałości mRNA, zmniejszenie ich immunogenności (czyli zdolności do wywoływania odpowiedzi ze strony układu odpornościowego), czy rozwiązanie problemu dostarczania mRNA do wnętrza komórek. Wszystko po to, aby z jak najmniejszej ilości mRNA powstało wystarczająco dużo białka, żeby wywołać efekt terapeutyczny.





Rysunek 3. Białko terapeutyczne z mRNA dostarczonego z zewnątrz powstaje w naturalnie zachodzącym w komórce procesie translacji

### Terapeutyczne mRNA

Terapia mRNA polega na dostarczeniu do komórek pacjenta mRNA kodującego terapeutyczne białko. Może to być białko, które u danego pacjenta nie działa prawidłowo lub powstaje w zbyt małej ilości z powodu choroby. Może to też być białko charakterystyczne dla jakiegoś patogenu, którego zadaniem jest aktywacja układu immunologicznego przeciwko temu patogenowi. Ten ostatni przypadek wykorzystywany jest do opracowania szczepionki mRNA.

Jedną z olbrzymich zalet tej technologii jest to, że zmieniając wyłącznie sekwencję nukleotydową w raz opracowanym terapeutycznym mRNA, możemy otrzymać niemal dowolne białko, ponieważ sposób otrzymywania i oczyszczania mRNA o dowolnej sekwencji jest taki sam. mRNA otrzymuje się w probówce na drodze reakcji biochemicznej i łatwo można zwiększać skalę jego produkcji. Opracowanie terapeutyku przeciwko jednej chorobie sprawia, że opracowanie kolejnych, przeciwko innym chorobom, jest znacznie prostsze, tańsze i, co istotne w sytuacji pandemii, szybsze. W wielu firmach od ponad 10 lat trwają badania kliniczne nad szczepionkami mRNA przeciw nowotworom i innym niż SARS-CoV-2 wirusom, a także nad mRNA leczącym rzadkie choroby genetyczne. To wszystko tłumaczy, dlaczego tak szybko doczekaliśmy się pierwszych szczepionek przeciwko SARS-CoV-2 i dlaczego to szczepionki mRNA wygrywają ten wyścig, ale daje też nadzieję, że spowodowane pandemią przyspieszenie prac nad tą technologią przełoży się w najbliższym czasie na postępy w leczeniu chorób innych niż COVID-19.

### Dlaczego szczepionka mRNA jest bezpieczna

- nie ma możliwości modyfikowania DNA pacjenta przez materiał genetyczny wirusa zawarty w szczepionce
- dostarczany jest przepis na tylko jedno białko wirusa (spośród kilkudziesięciu białek wirusowych oraz materiału genetycznego wirusa niezbędnych dla jego istnienia), dzięki czemu absolutnie nie ma możliwości zaistnienia infekcji
- mRNA jest naturalnym składnikiem naszych komórek
- mRNA trwa w komórkach krótko (godziny), po czym ulega degradacji do nieszkodliwych, naturalnych składników
- bardzo niewielka dawka szczepionki wystarczy do wwołania efektu terapeutycznego, np. w szczepionce Pfizer/BioNTech jest to 30 mikrogramów, czyli ponad 100 tysięcy razy mniej niż cukru na łyżeczce do herbaty
- terapeutyczne mRNA, jego skuteczność i bezpieczeństwo są badane na pacjentach w kontekście różnych chorób już od wielu lat (pierwsze badania kliniczne z wykorzystaniem mRNA<sup>1</sup>: rok 2001; bezpośrednie podanie mRNA pacjentowi<sup>2</sup>: rok 2009)

1) Badania kliniczne rozpoczęte w 2001 – pierwsze dostarczenie mRNA do komórek dendrytycznych i wprowadzenie tych komórek do organizmu pacjenta opisane w Heiser, A. et al. Autologous dendritic cells transfected with prostate-specific antigen RNA stimulate CTL responses against metastatic prostate tumors. *J. Clin. Invest.* 109, 409–417 (2002).

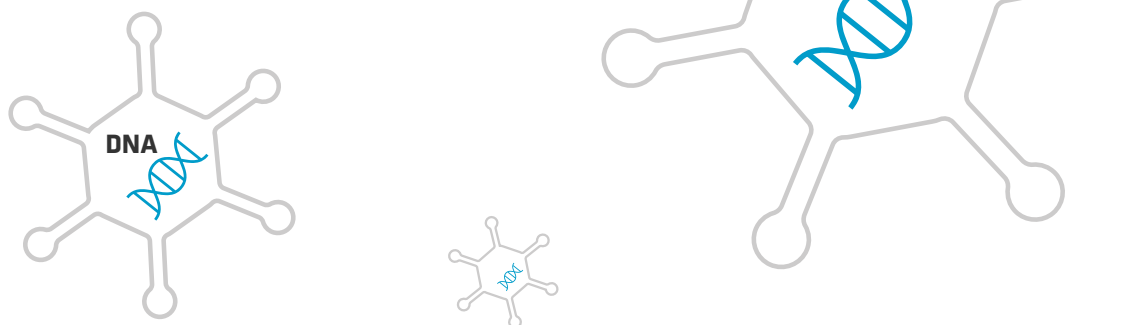
2) Badania kliniczne rozpoczęte w 2009 – pierwsze bezpośrednie wstrzyknięcie mRNA do organizmu pacjenta opisane w Weide, B. et al. Direct injection of protamine protected mRNA: results of a phase 1/2 vaccination trial in metastatic melanoma patients. *J. Immunother.* 32, 498–507 (2009).



## Technologia szczepionek wektorowych

Szczepionki wektorowe opierają się o naturalne wirusy, które nie są groźne dla człowieka. W tym celu wykorzystuje się wirusy, które nie wywołują u człowieka choroby, a ich bezpieczeństwo i możliwość stosowania w szczepionkach została potwierdzona, lub wirusy, które nie są w stanie replikować w komórkach ludzkich. Istnieją w związku z tym dwa główne typy szczepionek wektorowych: replikujące i niereplikujące. W tak stworzonych szczepionkach, te bezpieczne wirusy służą jako nośnik, na którym umieszcza się instrukcję dla komórki jak wyprodukować określony antygen – białko drobnoustroju, wobec którego ma zostać uzyskana odporność.

Wszystkie liczące się na chwilę obecną szczepionki tej grupy przeciwko COVID-19 opierają się o niezdolne do replikacji adenowirusy. W najbardziej zaawansowanej fazie jest szczepionka firmy AstraZeneca (adenowirus zwierzęcy), jednak również szczepionki Sputnik (adenowirus 26 oraz 5), CanSino (adenowirus 5) i Johnson & Johnson (adenowirus 26) są w końcowej fazie rozwoju lub wręcz zostały zaakceptowane w niektórych krajach.



Rysunek 4. Uproszczona budowa adenowirusa

### Jak działa szczepionka wektorowa?

Liczące się na chwilę obecną szczepionki wektorowe przeciwko COVID-19 wykorzystują adenowirusy, które nie są zdolne do replikacji, czyli nie mogą też zmutować w naszym organizmie i odzyskać zdolności do namnażania i rozprzestrzeniania się – bez replikacji nie ma mutacji. W czasie naturalnego zakażenia oraz w czasie transdukcji materiał genetyczny wirusa jest wprowadzany do jądra komórkowego. Nie ulega on jednak integracji z naszym genomem, ale utrzymuje się w jądrze w postaci odrębnej, episomalnej cząsteczki. Wektory te klasyfikowane są m.in. przez Europejską Agencję Leków jako nieintegrujące.

Zastosowanie takiego wektora eliminuje ryzyko samoistnego namnażania się wirusa w ludzkich komórkach, ale też gwarantuje, że osoby szczepione nie będą miały przeciwciał rozpoznających tego wirusa w efekcie wcześniejszych infek-

### Czym są adenowirusy?

Adenowirusy są wirusami DNA, których niewielki genom (26–48 tys. par zasad) znajduje się w sferycznym kapsydie pozbawionym osłonki lipidowej (Rys. 4). Wirusy te zakażają ludzi i wiele gatunków zwierząt, a obecnie znanych jest kilkadziesiąt ich typów. Powodują różne choroby, w tym zakażenia górnych i dolnych dróg oddechowych, ucha, układu pokarmowego, pęcherza moczowego, czy oka. Adenowirusy ze względu na stosunkowo niewielki genom już jakiś czas temu zostały uznane za wygodne narzędzie do transferu informacji do komórki, szczególnie, że możliwe jest opracowanie ich wariantów niezdolnych do namnażania się lub wręcz wykorzystanie wirusów, które naturalnie nie zakażają człowieka, nie są w stanie replikować w komórkach ludzkich i nie wywołują choroby.

cji. Taka wcześniejsza odporność spowodowałaby, że zanim wektor dostanie się do komórki zostanie usunięty przez nasz układ immunologiczny i szczepionka nie zadziała.

Schemat działania szczepionek wektorowych przedstawia Rys. 5. Do genomu adenowirusa wstawiony zostaje fragment DNA, który koduje białko S koronawirusa. Wirus po wejściu do komórki wprowadza swoje DNA do jądra komórkowego, gdzie ulega ono naturalnej transkrypcji, czyli przepisaniu na cząsteczkę mRNA. Powstała cząsteczka mRNA z jądra komórkowego jest transportowana do cytoplazmy. W cytoplazmie, powstałe mRNA służy jako matryca dla naszych rybosomów, co pozwala na produkcję białka S. Powstałe białko jest odpowiednio obrabiane wewnątrz komórki, a następnie prezentowane na jej powierzchni przez białka głównego układu zgodności tkankowej. Umożliwia to komórkom układu odporności rozpoznanie nowego ele-



mentu – białka S koronawirusa – a następnie uruchomienie dalszych procesów tworzenia się odpowiedzi immunologicznej, zarówno komórkowej, jak i związanej z produkcją przeciwciał. Dzięki temu, w przypadku późniejszego kontaktu z SARS-CoV-2 układ odporności zaszczepionej osoby jest w stanie rozpoznać wirusa lub zakażoną komórkę i zablokować replikację i w efekcie chorobę.

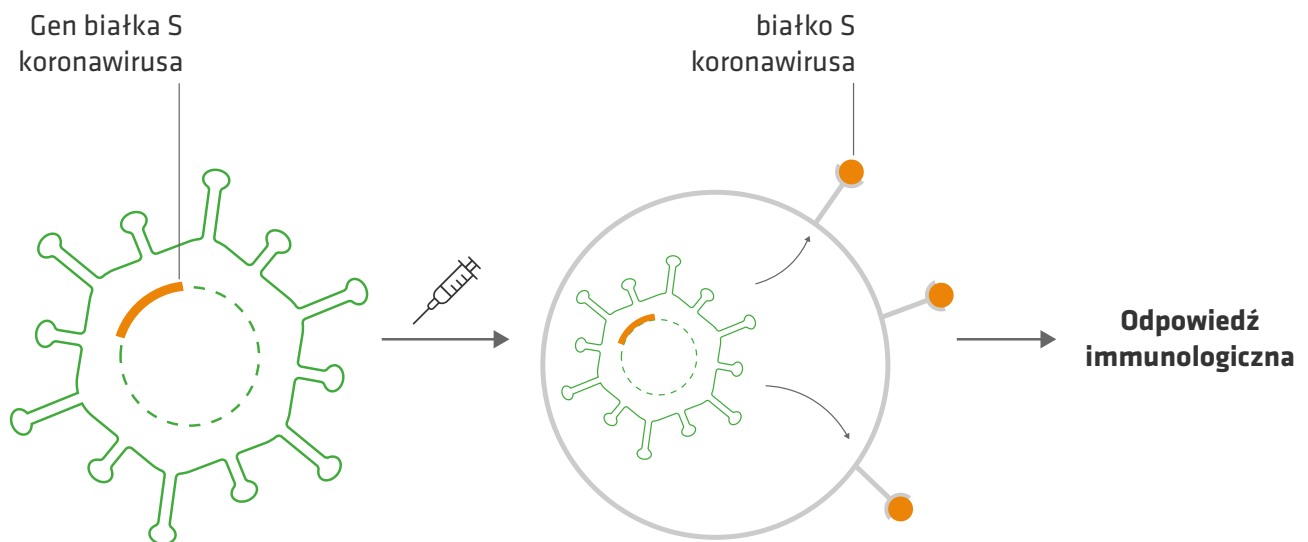
#### Czym różni się szczepionka wektorowa od szczepionki RNA?

Podstawowa różnica polega na sposobie w jaki dostarczana jest instrukcja dla ludzkich komórek: jak wyprodukować białko S koronawirusa. W przypadku szczepionek RNA stanowi ją cząsteczka informacyjnego RNA (mRNA), natomiast w szczepionce wektorowej informacja jest transportowana w postaci DNA i dopiero w komórce jest przepisywana na mRNA. Dalsze kroki są identyczne dla obu rodzajów szczepionek.

Istotną różnicą pomiędzy szczepionkami opartymi o mRNA a wektorowymi są warunki, w których muszą być one przechowywane. Podczas, gdy te pierwsze wymagają bardzo niskich temperatur, te drugie nie są mrożone i mogą być długotrwale przechowywane w lodówce (2–8°C).

Różnica dotyczy również skuteczności ocenionej w ramach badań trzeciej fazy. Podczas gdy dla autoryzowanych do tej pory szczepionek mRNA wynosi ona ok. 95%, raportowana skuteczność szczepionek wektorowych jest niższa. Należy pamiętać, że skuteczność oznacza ochronę przed wystąpieniem objawowego zakażenia. Z przeprowadzonych badań wynika natomiast, że przeprowadzenie całego cyklu szczepienia preparatem wektorowym chroni przed wystąpieniem ciężkiej postaci choroby i potrzebą hospitalizacji.

#### Adenowirus



Rysunek 5. Schemat działania szczepionki wektorowej

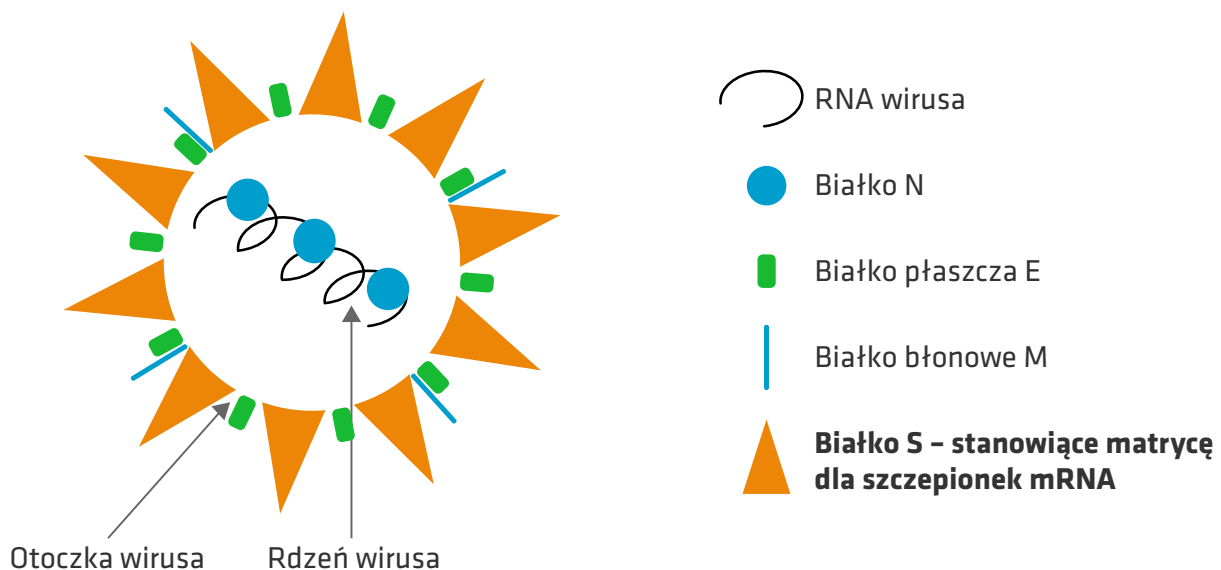


# SARS-CoV-2 jako przyczyna globalnej pandemii

## Czym są koronawirusy?

Koronawirusy to duża rodzina wirusów RNA, do której należy wiele gatunków zakażających ludzi i zwierzęta. Koronawirusy składają się z dużej (ok. 30 tys. nukleotydów) cząsteczki jednoniciowego RNA ściśle związanego z białkiem N, które tworzy rdzeń chroniący i stabilizujący tę wrażliwą cząsteczkę. Ów rdzeń jest otoczony błoną, w której zatopione są białka strukturalne wirusa – białko płaszczka E, białko błonowe M, oraz to najważniejsze – białko S (ang. spike), odpowiadające za rozpoznanie komórki gospodarza oraz inicjujące proces zakażenia (Rys.6). Chociaż koronawirusy charakteryzują się wyższą zmiennością od wirusów DNA, czy tym bardziej organizmów wyższych, daleko im pod tym względem do innych wirusów RNA, takich jak wirus grypy. W przeciwieństwie do nich mają bowiem system korekty błędów powstających w procesie replikacji materiału genetycznego – w rezultacie zmieniają się istotnie wolniej. Pierwsze gatunki koronawirusów odkryto w latach czterdziestych XX wieku w próbkach pobranych od chorych zwierząt. Dalsze badania wykazały, że wirusy te mogą być patogenne, powodując u zwierząt m.in. choroby układu oddechowego i pokarmowego, wirusowe zapalenie wątroby czy zakażne zapalenie otrzewnej. Poszczególne gatunki tych wirusów różnią się jednak zjadliwością – podczas gdy infekcja niektórymi nie prowadzi do poważnych stanów

klinicznych, zakażenie innymi nieodmiennie prowadzi do śmierci. W latach sześćdziesiątych XX wieku odkryto, że niektórzy przedstawiciele rodziny koronawirusów mogą zakażać również ludzi. Dwa gatunki – HCoV-229E i HCoV-OC43 – powiązano z przeziębieniem oraz chorobami górnych i – rzadziej – dolnych dróg oddechowych. Przez wiele lat koronawirusy nie były przedmiotem szczegółowych badań, ponieważ ich znaczenie kliniczne było niewielkie. Jednak pod koniec 2002 roku jeden z wirusów zwierzęcych, należący do betakoronawirusów SARS-CoV, uzyskał zdolność zakażenia ludzi. W sezonie 2002–2003 zakażył on ok. 8 tys. osób, wywołując ciężki, ostry zespół oddechowy (ang. severe acute respiratory syndrome, SARS), charakteryzujący się wysoką śmiertelnością na poziomie około 10%. Szczęśliwie, zdolność wirusa do przenoszenia się na drodze człowiek–człowiek drastycznie spadła wraz z nadejściem wyższych temperatur, a zorganizowane działania zaradcze, takie jak śledzenie kontaktów oraz ich izolacja, pozwoliły na skuteczne przecięcie dróg szerzenia się zakażenia. W efekcie epidemia SARS całkowicie wygasła. Pojawienie się SARS-CoV zelektryzowało świat nauki i medycyny, ponieważ dowiodło, że niektóre koronawirusy cechują się dużą zdolnością do przenoszenia się ze zwierząt na ludzi i mogą stanowić realne zagrożenie epidemiczne i medyczne. Rozszerzone badania zaowocowały identyfikacją dwóch kolejnych „ludzkich” koronawirusów – HCoV-NL63 oraz HCoV-HKU1 – które w przeważającej większości przypadków powodują stosunkowo łagodną chorobę układu oddechowego. Również wtedy zainicjowano pierwsze badania nad opracowaniem skutecznych metod zapobiegania infekcjom koronawirusowym i ich terapii – szczepionek i substancji czynnych. W dużej mierze zostały one jednak zaniechane na etapie przedklinicznym, ponieważ wirus SARS-CoV zniknął.



Rysunek 6. Uproszczony schemat budowy SARS-CoV-2



Kolejne istotne zdarzenie epidemiczne związane z koronawirusami miało miejsce w 2012 roku, kiedy na Półwyspie Arabskim wykryto zakażenia wśród ludzi wysoce patogenym gatunkiem MERS-CoV. Zakażenie tym wirusem prowadzi do tzw. bliskowschodniego zespołu oddechowego (ang. Middle-East respiratory syndrome, MERS), który charakteryzuje się wysoką śmiertelnością na poziomie 35%. Choć na skutek częstych podróży przypadki zakażenia MERS-CoV stwierdzono w różnych krajach azjatyckich, a także w Europie i Afryce, wirus ten stosunkowo trudno przenosi się między ludźmi. Do większości zakażeń dochodzi w wyniku kontaktu człowieka z wielbłądami, które są głównym rezerwuarem MERS-CoV. W związku z tym, choć MERS-CoV jest z nami do dzisiaj, jego występowanie jest w dużym stopniu ograniczone do Półwyspu Arabskiego. Podobnie jak w przypadku SARS-CoV, po pojawieniu się wirusa MERS również rozpoczęto prace nad skutecznymi metodami zapobiegania i leczenia wywołanej przez niego choroby. Jednocześnie coraz częściej zaczęły pojawiać się głosy sugerujące, że odzwierzęce koronawirusy mogą stanowić duże zagrożenie w nadchodzących latach. Analizy próbek pochodzących od dzikich zwierząt pokazały, że prawdziwym rezerwuarem koronawirusów są nietoperze. W ich organizmach można znaleźć tysiące odmian należących do tej rodziny wirusów, które cały czas dopasowują się do efektywnego systemu odpornościowego zwierząt, podlegając stałej ewolucji. Biorąc pod uwagę wysokie ryzyko przeniesienia się tych wirusów na człowieka oraz zwiększającą się ingerencję człowieka w środowisko naturalne, zagrożenie to stało się bardzo realne.

## SARS-CoV-2

W 2019 roku kolejny zwierzęcy koronawirus uzyskał zdolność przenoszenia się na ludzi, a także dalszego rozprzestrzeniania się na drodze człowiek-człowiek. Dokładnie 31 grudnia 2019 r. pojawił się pierwszy raport o przypadkach zapalenia płuc o nieznannej etiologii w prowincji Hubei. Dzieśnięć dni później chińscy naukowcy opublikowali sekwencję całego genomu czynnika sprawczego – betakoronawirusa. Międzynarodowy Komitet Taksonomii Wirusów nazwał go SARS-CoV-2 i sklasyfikował do podrodzaju *Sarbecovirus*, tego samego, do którego należy wcześniej omawiany SARS-CoV. Pokrewieństwo genetyczne między tymi wirusami wskazuje, że o ile oba wirusy wywodzą się z jednej linii ewolucyjnej, to SARS-CoV nie jest bezpośrednim przodkiem SARS-CoV-2. Należy jednak pamiętać, że pokrewieństwo wśród wirusów jest znacznie bardziej odległe niż w przypadku innych organizmów żywych. Na poziomie genetycznym są one do siebie mniej podobne niż człowiek do myszy. Pojawienie się wirusa SARS-CoV-2 w Chinach początkowo wzbudziło w Polsce ograniczone emocje. Nie zakładano bowiem, że może dotrzeć do naszego kraju, a tym bardziej, że wpłynie na nasze życie. Stało się jednak inaczej. Po początkowej fali zakażeń w Azji Południowo-Wschodniej do Europy doszedł sztorm, który w niektórych krajach

poczynił straszliwe spustoszenia. Do gwałtownego rozprzestrzeniania się SARS-CoV-2 przyczyniła się nie tylko globalizacja i związany z nią transport międzynarodowy, ale również cechy charakterystyczne samego wirusa. Warto tutaj wspomnieć o tych najważniejszych: wirus przenosi się drogą kropelkową bez konieczności bliskiego kontaktu, długi okres wylegania się choroby pozwala na transmisję na duże odległości, zarażony człowiek staje się zakaźny przed pojawieniem się objawów, a relatywnie wysoki odsetek osób przechodzi zakażenie z łagodnymi objawami lub wręcz bezobjawowo, co ułatwia roznoszenie wirusa. Dlaczego jednak wirus SARS-CoV-2 zatrzymał świat? Oczywiście, stanowi on poważne zagrożenie dla życia, szczególnie wśród osób z grup wysokiego ryzyka. Należy zaliczyć do nich osoby starsze, osoby z chorobami układu sercowo-naczyniowego, osoby z otyłością, pacjentów nowotworowych, osoby z cukrzycą typu drugiego, przewlekłą chorobą nerek oraz chronicznymi chorobami układu oddechowego. Drugim problemem jest epidemiczne rozprzestrzenianie się choroby. Przy tak wysokim odsetku pacjentów wymagających hospitalizacji bardzo szybko dochodzi do przeciążenia systemu opieki zdrowotnej. Umierają chorzy na COVID-19, którzy nie otrzymują pomocy, ale i osoby wymagające pomocy z innych przyczyn. Sytuację pogarsza jeszcze skomplikowany obraz kliniczny COVID-19. Choć wirus przenosi się przez układ oddechowy, SARS-CoV-2 może zakażać wiele innych narządów. Można go znaleźć w układzie nerwowym, mięśni sercowym, naczyniach, trzustce, jelitach i w wielu innych częściach naszego organizmu. Ponadto, w wielu przypadkach tragicznie kończy się modulacja układu odpornościowego przez wirusa, a nasz własny system odpornościowy staje się dla nas śmiertelnym zagrożeniem. Należy również zaznaczyć, że rekonwalescencja po przebytych zakażeniach SARS-CoV-2 jest w niektórych przypadkach długotrwała, a u części osób niepokojące zmiany pozostają nawet po łagodnej chorobie. Wciąż nie wiemy, czy ślady zakażenia u części ozdrowieńców będą trwałe. W Polsce wczesna i zdecydowana reakcja na początku pandemii, polegająca na wprowadzeniu tzw. lockdownu, pozwoliła na istotne ograniczenie wiosennej liczby przypadków COVID-19. Brak gwałtownych przyrostów liczby przypadków oraz ofiar choroby, obserwowany również w okresie letnim, przy jednoczesnym powrocie do normalności sprawiły pozorne wrażenie, że zagrożenie minęło. Nadejście okresu jesiennego zaczęło natomiast sprzyjać transmisji wirusa, m.in. z powodu częstszego przebywania w przestrzeniach zamkniętych oraz charakterystyki samego patogenu, a także mylenia objawów COVID-19 z sezonowymi infekcjami układu oddechowego. W efekcie odnotowany został bardzo dynamiczny wzrost liczby przypadków, prowadzący do kryzysu służby zdrowia i zmuszający do powrotu obostrzeń. Choć obecnie liczba przypadków jest mniejsza niż w połowie pory jesiennej, utrzymuje się wciąż na wysokim poziomie, a liczba ofiar śmiertelnych pozostaje szokująca.





Złożony charakter COVID-19 sprawia, że świadome dążenie do tzw. odporności populacyjnej można uznać za niebezpieczny błąd, który prowadzi do dużej liczby zgonów, niewydolności systemu opieki zdrowotnej i katastrofalnych skutków ekonomicznych. Należy zaznaczyć, że dostępne dane sugerują, że przechorowanie COVID-19 nie wiąże się z wytworzeniem trwałej odpowiedzi układu odpornościowego na SARS-CoV-2, a raporty o reinfekcjach nie napawają pod tym względem optymizmem.

*Stoimy dziś przed prostym wyborem zaszczepienia się na COVID-19 lub brania udziału w trudno przewidywalnej loterii związanej z zachorowaniem oraz dalszym pogłębianiem się kryzysu gospodarczego i zdrowotnego.*

Wybór ten jest możliwy wyłącznie dzięki międzynarodowym wysiłkom, które umożliwiły przeprowadzenie badań nad szczepionkami w bezprecedensowym tempie, jednak z zachowaniem oceny opartej o trzy najważniejsze filary: bezpieczeństwo, immunogenność i skuteczność preparatów. Jeśli porównamy wielopłaszczyznowe konsekwencje choroby i potencjalne skutki uboczne zaszczepienia się, które nie różnią się od tych obserwowanych po innych szczepieniach przeciwko chorobom wirusowym, wybór powinien wydawać się prosty.



# Rejestracja i dopuszczenie do obrotu produktów leczniczych w odniesieniu do szczepionek na SARS-CoV-2

Zgodnie z obowiązującą nomenklaturą, szczepionki są grupą produktów leczniczych (w odróżnieniu od wyrobów medycznych i produktów biobójczych). Mimo iż nie leczą, spełniają prawną definicję produktu leczniczego, bo chronią osoby zaszczepione przed infekcjami wirusowymi i bakteryjnymi. Nawet w sytuacjach, gdy osoba zaszczepiona zachoruje z powodu słabszej odpowiedzi własnego układu odpornościowego, przebieg choroby będzie znacznie lżejszy.

## Rejestracja produktu leczniczego (dopuszczenie do obrotu produktu leczniczego)

Zgodnie z wymogami prawa farmaceutycznego, rejestracja produktu leczniczego nazywana jest dopuszczeniem do obrotu. Dopuszczenie do obrotu produktu leczniczego polega na stwierdzeniu przez organ kompetentny, na podstawie dokumentacji złożonej przez wnioskodawcę, że produkt jest bezpieczny, skuteczny i dobrej jakości. Pozytywna ocena produktu leczniczego dotyczy wiedzy dostęp-

nej w chwili wydawania decyzji. Podmiot odpowiedzialny (czyli firma, która wnioskuje o dopuszczenie produktu leczniczego do obrotu, zwykle jego producent) ma prawny obowiązek obserwowania będącego już na rynku produktu leczniczego i reagowania na wszystkie nowe, istotne z punktu widzenia terapii, informacje. W następstwie tak zebranych danych, produkt leczniczy pozostaje na rynku lub zostaje z niego wycofany.

W Unii Europejskiej istnieją trzy drogi pozwalające na uzyskanie pozwolenia na dopuszczenie do obrotu w kilku państwach unijnych naraz, które różnią się procesem, ale wymagana dokumentacja pozostaje taka sama. Istnieje też możliwość uzyskania pozwolenia na dopuszczenie do obrotu na poziomie krajowym (wtedy dotyczy ono tylko kraju, w którym zostało wydane). W Polsce organem decyzyjnym w tej sprawie jest Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (URPL). Większość szczepionek przeciw SARS-CoV-2 będzie poddawana ocenie przez Europejską Agencję Leków w ramach procedury centralnej, a w przypadku jej pozytywnej rekomendacji uzyska pozwolenie na dopuszczenie do obrotu od Komisji Europejskiej (Rys. 7). Oznacza to, że szczepionki te zostaną dopuszczone do obrotu jednocześnie we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Więcej informacji na temat tej procedury można znaleźć na stronie Europejskiej Agencji Leków, do której odnośniki znajdują się w załączniku „Zweryfikowane źródła wiedzy”. W sytuacji bezpłatnego dostępu społeczeństwa do produktu leczniczego (np. do szczepionki przeciw SARS-CoV-2) musi się wypowiedzieć Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji, która ponownie oceni skuteczność i bezpieczeństwo w zdefiniowanym wskaźniku do refundacji, czyli odpowie na pytanie, czy warto wydać pieniądze budżetowe na bezpłatne szczepienia Polek i Polaków przeciw SARS-CoV-2.



Rysunek 7. Proces oceny produktu leczniczego przed dopuszczeniem do obrotu i po nim



## Organy kompetentne

Urzędy zajmujące się rejestracją leków nazywane są organami kompetentnymi. Każdy kraj ma Agencję Rejestracji lub Departament w ministerstwie zajmującym się zdrowiem. W Polsce jest to wspomniany już wcześniej URPL. Ponadto w Unii Europejskiej znajduje się również wspomniana Europejska Agencja Leków (European Medicines Agency, EMA) zrzeszająca organy kompetentne 27 krajów członkowskich. Pozostałe Agencje świata wpływające na rejestrację leków to m.in. Food and Drug Administration (FDA) w USA, Agencja Kanadyjska, Agencja Australijska, Agencja Japońska. Spośród nich to FDA ma największy zasięg i stanowi wyznacznik i wzorzec legislacyjny dla postępowania rejestracyjnego prowadzonego w krajach obu Ameryk, Azji, Afryki.

## Rejestracja warunkowa

Istotną koncepcją w przypadku szczepień na SARS-CoV-2 jest rejestracja warunkowa. Zezwala ona na stosowanie w codziennej praktyce klinicznej produktu leczniczego na podstawie mniej kompleksowych badań niż te niezbędne do uzyskania standardowego pozwolenia na dopuszczenie do obrotu. Procedura warunkowa stosowana jest w odniesieniu do produktów leczniczych, które na etapie badań I i II fazy wykazały skuteczność w leczeniu lub zapobieganiu sytuacjom klinicznym, w których dotychczas nie było sposobu leczenia o udokumentowanej skuteczności, a chorzy znajdują się w stanie bezpośredniego zagrożenia życia lub zdrowia. Podsumowując, ten sposób rejestracji produktu leczniczego dotyczy sytuacji, gdy nie ma możliwości porównania produktu leczniczego z innymi, bo takie nie istnieją w danym wskazaniu. W literaturze taką sytuację określa się jako niezaspokojoną potrzebę medyczną (ang. unmet medical need). Powodem takiej decyzji jest aspekt etyczny. Warto też zaznaczyć, że procedura rejestracji warunkowej nie jest nowa i nie została stworzona w celu walki z pandemią SARS-CoV-2. Procedura ta funkcjonuje od 2006 roku i w ciągu 10 pierwszych lat jej stosowania żadne z 30 wydanych pozwoleń warunkowych na dopuszczenie do obrotu nie musiało zostać cofnięte ani zawieszane.

## Wskazania do stosowania produktu leczniczego

Produkt leczniczy możemy stosować w praktyce klinicznej zgodnie ze wskazaniami do stosowania opisanymi w charakterystyce produktu leczniczego. Wskazania te bazują na badaniach klinicznych przeprowadzonych nad produktem. Czasami lekarz prowadzący decyduje się, na własne ryzyko, na stosowanie danego produktu poza wskazaniami do stosowania zawartymi w charakterystyce produktu leczniczego. Jest to użycie poza wskazaniem (off label use), które wnosi potencjalne dodatkowe ryzyko stosowania ze względu na brak wcześniejszych kompleksowych badań klinicznych. Jest jednak mało prawdopodobne, że kwestie off-label use będą dotyczyły szczepień na SARS-CoV-2.

## Nowy produkt leczniczy

Produkt leczniczy dopiero dopuszczony do obrotu jest, co prawda, nowym produktem na rynku, ale ma za sobą długie testy w ramach badań klinicznych. Pozytywne wyniki z dużych badań III fazy z odpowiednio dobraną grupą kontrolną wystarczą do ubiegania się o dopuszczenie do obrotu, ale nie są wcale końcem drogi dla produktu leczniczego. Wręcz przeciwnie, produkt już dopuszczony do obrotu jest obserwowany w codziennym użyciu (tzw. real-world experience), a jego bezpieczeństwo jest ściśle monitorowane zgodnie z obowiązującymi polskimi i europejskimi normami prawnymi. Nierzadko też produkty już dopuszczone do obrotu poddawane są badaniom klinicznym IV fazy, których celem jest zebranie dodatkowych informacji o długofalowym bezpieczeństwie i skuteczności produktu. Takie badanie może być narzucone przez organ kompetentny, który wydał pozwolenie na dopuszczenie do obrotu, lub podjęte z inicjatywy podmiotu odpowiedzialnego.

## Badania kliniczne

**I fazy** – określa się bezpieczeństwo produktu leczniczego i ustala optymalne sposoby dawkowania.

**II fazy** – określa się skuteczność terapeutyczną i bezpieczeństwo produktu leczniczego.

**III fazy** – potwierdza skuteczność, bezpieczeństwo i schematy dawkowania.

**IV fazy** – to wspomniane już wyżej badania kliniczne porejestracyjne, są one badaniami terapeutycznymi w warunkach praktyki medycznej, potrzebne w sytuacji dokonywania zmian w zakresie wskazań, dawkowania, rodzaju opakowań, zmian postaci farmaceutycznej. Badań klinicznych na kobietach w ciąży się nie prowadzi, ale bezpieczeństwo stosowania produktów już dopuszczonych do obrotu u kobiet w ciąży jest monitorowane. Badania kliniczne prowadzone na dzieciach, tzw. badania kliniczne pediatryczne, opierają się na oddzielnych regulacjach.

## Wstrzymanie oraz wycofanie produktu leczniczego

Wstrzymanie lub wycofanie produktu leczniczego z rynku farmaceutycznego może dokonać:

- Główny Inspektor Farmaceutyczny – z powodu wad jakościowych
- Prezes URPL – jeśli pojawią się dane o niewystarczającym bezpieczeństwie stosowania lub skuteczności terapeutycznej. Obie instytucje merytorycznie nadzoruje Minister Zdrowia, a Prezes URPL podlega formalnie pod premiera polskiego rządu.



## Zbieranie wiadomości o działaniach niepożądanych, w tym niepożądanych odczynach poszczepiennych

W sytuacji wystąpienia działań niepożądanych produktów leczniczych, w tym odczynów poszczepiennych szczepionek, istotna jest częstość występowania oraz ich nasilenie. Informacje o działaniach niepożądanych oraz niepożądanych odczynach poszczepiennych zbierają w Polsce:

- Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Dane teleadresowe Urzędu Rejestracji: fax 22-49-21-309 lub e-mail: ndl@urpl.gov.pl. Z urzędem można się też skontaktować, używając mobilnej aplikacji Mobit Skaner lub pocztą tradycyjną.
- Podmioty odpowiedzialne (wg przytoczonej wcześniej definicji; nazwę podmiotu odpowiedzialnego dla danego produktu można znaleźć w charakterystyce produktu leczniczego).
- Państwowy Zakład Higieny – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – tylko odczyny poszczepienne.
- Organy:
  - Państwowej Inspekcji Sanitarnej – tylko odczyny poszczepienne.
  - Państwowej Inspekcji Sanitarnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych – tylko odczyny poszczepienne.
  - Wojskowej Inspekcji Sanitarnej – tylko odczyny poszczepienne.

*Działania niepożądane produktów leczniczych, w tym szczepionek, zgłaszają obowiązkowo lekarze, farmaceuci, pielęgniarki, położne i ratownicy medyczni. Jednakże pacjenci i ich przedstawiciele ustawowi lub opiekunowie faktyczni również mają możliwość zgłoszenia działania niepożądanego do wyżej wymienionych organów. Ciężkie działania niepożądane produktów leczniczych powinny być zgłoszone przez osoby wykonujące zawód medyczny w terminie 15 dni, licząc od dnia powzięcia informacji o ich wystąpieniu. Ustawa o chorobach zakaźnych wymaga jednak zgłaszania niepożądanego odczynu poszczepiennego (NOP w ciągu 24 h). Ustawa z 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi, Dz. U. 2008 Nr 234 poz. 1570 stanowi, że: Art. 21. 1. Lekarz lub felczer, który podejrzewa lub rozpoznaje wystąpienie niepożądanego odczynu poszczepiennego, ma obowiązek, w ciągu 24 godzin od powzięcia podejrzenia jego wystąpienia, zgłoszenia takiego przypadku do państwowego powiatowego inspektora sanitarnego właściwego dla miejsca powzięcia podejrzenia jego wystąpienia.*

Z prawnego punktu widzenia, zgłoszenie musi zawierać:

- nazwę produktu leczniczego,
- opis reakcji niepożądananej (co najmniej jeden z objawów),
- dane chorego (inicjały, płeć lub inne dane identyfikujące chorego),
- dane osoby zgłaszającej (imię, nazwisko, adres, tel., e-mail).

Powyższe wymagania są jednak zbyt skąpe, żeby powziąć optymalne działania i dlatego zachęca się do podawania dodatkowo:

- powodu podania produktu leczniczego,
- serii,
- daty ważności,
- postaci farmaceutycznej,
- drogi stosowania,
- rodzaju dawkowania,
- innych leków stosowanych w tej chorobie lub chorobach współistniejących,
- wieku, wagi, wzrostu i rasy pacjenta.

## Piśmiennictwo

- Prawo farmaceutyczne Dz.U. 2001 Nr. 126 poz. 1381 ze zmianami do 2020 r.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2 października 2018 r. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej poz. 1994
- Ustawa z 6 listopada 2008 r. o prawach pacjenta i Rzeczniku Praw Pacjenta / Dz.U. z 2012 r. poz. 159 i 742/
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2005/28/EC – od 29 stycznia 2006 r.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady /UE/ nr 536/2014 z 16 kwietnia 2014 r.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/84/UE z 15 grudnia 2010, Rozporządzenie 1235/2010 r., Rozporządzenie 530/2012 r.
- Raport Europejskiej Agencji leków dotyczący warunkowego pozwolenia na dopuszczenie do obrotu „Conditional marketing authorisation. Report on ten years of experience at the European Medicines Agency” 2017 r.



# Plan szczepień i znaczenie lekarzy i pielęgniarek podstawowej opieki zdrowotnej

Logistyka i dystrybucja szczepień przeciw COVID-19 jest przedsięwzięciem na wielką skalę, taki zakres działań nie był do tej pory podejmowany nie tylko w naszym kraju, lecz także na świecie. W podstawowy zakres tego przedsięwzięcia wchodzi m.in. takie działania, jak:

1. Zapewnienie łatwego dostępu do szczepionek,
2. Wprowadzenie szczepionek o różnych właściwościach,
3. Wskazanie grup i osób najbardziej narażonych lub podatnych na zakażenie,
4. Zdefiniowanie i zrealizowanie potrzeb w zakresie przechowywania i transportu, w szczególności pod względem zimnego łańcucha, transportu chłodniczego i możliwości przechowywania.

W ciągu ostatnich lat mieliśmy na świecie do czynienia z kilkoma epidemiami. Doświadczenia związane z ich zwalczaniem mogą przydać się także obecnie, w obliczu pandemii spowodowanej wirusem SARS-CoV-2. W Stanach Zjednoczonych przeanalizowano wnioski z poprzednich masowych szczepień w USA i na całym świecie, w tym z kampanii szczepień przeciw grypie H1N1 w 2009 r. oraz ze szczepień w latach 2013–2016 podczas wybuchu epidemii wirusa Ebola w Afryce Zachodniej. Określono także etyczne zasady i strategię ustalania priorytetów w zakresie alokacji zasobów. Kilka z tych zasad i strategii zostało niedawno opracowanych w celu dystrybucji rzadkich leków szpitalnych na COVID-19.

Na podstawie kilku kluczowych wniosków dotyczących dystrybucji, logistyki i komunikacji wyciągniętych z poprzednich kampanii masowych szczepień, wskazano m.in. na konieczność opracowania skutecznych systemów śledzenia dystrybucji; zapewnienie terminowej i odpowiedniej dystrybucji dostaw pomocniczych; ryzyko „niespełnionych i zawyżonych obietnic” w planowaniu i działaniach komunikacyjnych; zapewnienie aktualnych informacji na temat produkcji szczepionek, ich zapasów i prognoz dzięki silniejszej i bardziej formalnej współpracy między podmiotami centralnymi a producentami szczepionek; zaplanowanie szeregu scenariuszy podawania szczepionek; rozważenie wykorzystywania infrastruktury programu szczepień dla dzieci jako podstawy programów dystrybucji szczepień interwencyjnych dla dorosłych; wdrażanie ograniczonych

dostaw szczepionek w sprawiedliwy i przejrzysty sposób, stosując wcześniej ustalone, oparte na dowodach kryteria ustalania priorytetów przydziału; korzystanie ze wspólnej, pełnej szacunku i dokładnej komunikacji, aby zdobyć, zabezpieczyć i utrzymać zaufanie. (2)

Wiele krajów przygotowuje się na te wyzwania i traktuje je bardzo poważnie. Komisja Europejska (KE) 15 października 2020 r. przedstawiła Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie gotowości w obszarze strategii szczepień i wprowadzania szczepionek przeciw COVID-19. W treści komunikatu zamieszczono zalecenia dla państw członkowskich, które powinny przystąpić do opracowania wspólnego programu szczepień z myślą o dystrybucji szczepionek. Państwa członkowskie powinny zapewnić m.in.:

- zdolność służb odpowiedzialnych za szczepienia w zakresie dostarczenia szczepionki przeciw COVID-19, z uwzględnieniem zabezpieczenia wykwalifikowanego personelu oraz sprzętu medycznego i ochronnego;
- łatwy i niedrogi dostęp do szczepionek dla grup docelowych;
- dystrybucję szczepionek, mając na uwadze różne potrzeby w zakresie przechowywania i transportu, w szczególności łańcuch chłodniczy, transport produktów w niskiej temperaturze i zdolność magazynowania;
- jasne informacje na temat korzyści, zagrożeń i znaczenia szczepionki przeciw COVID-19, tak aby zbudować zaufanie społeczne. (3)

19 stycznia 2021 r. ukazał się kolejny Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej i Rady pod tytułem „Wspólny front do walki z COVID-19”. Określa on m.in. najnowsze zasady działania Unii Europejskiej (UE) w celu przyspieszenia szczepień i dostaw szczepionek. KE zabezpieczyła 2,3 mld dawek szczepionek oraz wskazała kluczowe kierunki swojej aktywności:

- Państwa członkowskie powinny ustalić cele, aby do marca 2021 r. zaszczepić co najmniej 80% pracowników opieki zdrowotnej i opieki społecznej oraz osób powyżej 80. roku życia, a do lata co najmniej 70% całkowitej dorosłej populacji.
- Komisja, państwa członkowskie i Europejska Agencja Leków (*European Medicines Agency, EMA*) będą współpracować z producentami szczepionek, aby zmaksymalizować zdolności produkcyjne szczepionki.
- Na podstawie danych przekazywanych przez państwa członkowskie, Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób (*European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC*) będzie dwa razy w tygodniu publikować aktualne informacje dotyczące dostarczonych i podanych dawek szczepionki.
- Komisja będzie współpracować z producentami szczepionek, aby publikować i uaktualniać harmonogramy dostaw.
- Do końca stycznia 2021 r. należy zharmonizować świadectwa szczepienia, aby umożliwić szybkie wykorzystywanie świadectw z poszczególnych państw członkowskich w systemach ochrony zdrowia w całej UE i poza nią.



- Komisja ma przeprowadzić wielkoskalowe badania, obejmujące całą populację UE, dotyczące bezpieczeństwa i skuteczności szczepionki przeciw COVID-19.
- ECDC ma opracować zestaw porad w zakresie warunków logistycznych szczepionek do użytku państw członkowskich. (4)

8 grudnia 2020 r. ukazał się Narodowy Program Szczepień przygotowany przez Ministerstwo Zdrowia. Polska zdecydowała się na przystąpienie do pięciu umów dotyczących zakupu szczepionek: AstraZeneca (16 mln dawek), Janssen Pharmaceutica NV / Johnson&Johnson (16,98 mln), CureVac (5,72 mln), Moderna (6,69 mln), Pfizer/BioNTech (16,74 mln) – w sumie 62,13 mln dawek. 29 grudnia 2020 r. oraz 6 stycznia 2021 r. zawarto dodatkowe umowy z firmami Pfizer/BioNTech na dostarczenie szczepionek w II i III kwartale tego roku. Polska od tego producenta otrzyma razem 42,9 mln dawek szczepionki.

Zawarte obecnie umowy zapewnią polskim pacjentom łącznie 88,22 mln szczepionek (5). Za poprawność i efektywność dystrybucji odpowiada Agencja Rezerw Materiałowych, która koordynuje cały proces. Zabezpieczone zostały zdolności magazynowe umożliwiające przechowywanie dostaw szczepionek w warunkach zimnego łańcucha (2–8°C), jak i ultraniskich temperatur (-75°C). Wybrano centra logistyczne, które stanowią zaplecze magazynowe i dystrybucyjne. Transport odbywa się przy użyciu specjalistycznej floty pojazdów z instalacją chłodniczą lub w specjalnych urządzeniach transportowych utrzymujących wymaganą niską temperaturę. Cały proces opiera się na dobrze funkcjonujących sieciach dystrybucji dwóch hurtowni farmaceutycznych.

Rozsiane po całym kraju punkty szczepień składają zamówienia w dedykowanym systemie informatycznym umożliwiającym monitoring zamówień i stanu realizacji dostaw. Zapewnione zostało wymagane przez producentów szczepionek wyposażenie dodatkowe w postaci strzykawek, igieł, rękawiczek, masek chirurgicznych, wacików oraz wymagany roztwór soli fizjologicznej. Ich dystrybucja jest skorelowana z dostawami szczepionek.

Transze szczepionek od poszczególnych producentów zostaną podzielone w taki sposób, aby zapewnić podanie obu wymaganych dawek szczepionki z tej samej dostawy. Dzięki temu ponowne szczepienie pacjenta po upływie 3 lub 4 tygodni, zgodnie z wytycznymi producentów, będzie przebiegać płynnie i bez zakłóceń. (7)

W Polsce postawiono głównie na istniejącą już sieć punktów szczepień funkcjonujących przede wszystkim w ramach podstawowej opieki zdrowotnej (POZ). Tu zatrudniony jest personel medyczny z wieloletnim doświadczeniem w zakresie szczepień, w szczególności dzieci, zgodnie z obowiązującym kalendarzem szczepień oraz spełniający wszelkie wymogi prawne w zakresie kompetencji i warunków koniecznych dla funkcjonowania takich placówek. Uzupełnieniem dla POZ są stacjonarne punkty szczepień

w ramach ambulatoryjnej opieki specjalistycznej i inne placówki medyczne. Dodatkowo powstaną mobilne zespoły szczepiące, które będą wykonywały szczepienia w miejscu zamieszkania lub przebywania pacjenta oraz centra szczepienne w szpitalach rezerwowych.

Procedura szczepień jest przeprowadzona dwutorowo: indywidualnie i grupowo. W punktach szczepień wykonywane są procedury indywidualne, natomiast grupowe pomyślane są m.in. dla pracowników ochrony zdrowia, służb mundurowych, pensjonariuszy Domów Pomocy Społecznej, Zakładów Opiekuńczo-Lecznicznych, Zakładów Pielęgnacyjno-Opiekuńczych. W zależności od możliwości logistycznych i wskazań producenta, szczepienia grupowe są wykonane w szpitalach podzielonych na: szpitale węzłowe szczepiące personel podmiotów leczniczych i aptek, szpitale pediatryczne i onkologiczne szczepiące wyłącznie swój personel i Zakłady Opiekuńczo-Leczniczne szczepiące podopiecznych i własny personel.

Akcja szczepień, ze względu na swoją skalę, procedurę wytwarzania i dystrybucji szczepionek przebiega w 5 etapach. Kolejność grup priorytetowych, które zostaną zaszczepione w poszczególnych etapach, ustalono na podstawie 4 kryteriów: ryzyko narażenia na zakażenie, ryzyko poważnego zachorowania i zgonu, warunki społeczno-ekonomiczne oraz łatwość transmisji. Na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów z 22 stycznia 2021 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie ustanowienia określonych ograniczeń, nakazów i zakazów w związku z wystąpieniem stanu epidemii, w ramach dwóch pierwszych grup, od 23 stycznia 2021 r., w stosunku do pierwotnie określonych, dodano nowe grupy uprawnionych osób.

#### • **Etap 0** obejmuje następujące grupy:

1. osoby zatrudnione w podmiocie leczniczym wykonujące zawód medyczny (w tym lekarz, lekarz dentysta, pielęgniarka, położna, ratownik medyczny, fizjoterapeuta);
2. osoby zatrudnione w podmiocie leczniczym, których praca pozostaje w bezpośrednim związku z udzielaniem świadczeń opieki zdrowotnej w tym podmiocie;
3. lekarze, lekarze dentyści, pielęgniarki, położne i fizjoterapeuci prowadzący własne praktyki zawodowe;
4. osoby zatrudnione przez ww. praktykę lekarską, pielęgniarską itd., których praca pozostaje w bezpośrednim związku z udzielaniem świadczeń opieki zdrowotnej w tej praktyce;
5. przedstawiciele ustawowi dzieci urodzonych przed ukończeniem 37. tygodnia ciąży, przy czym od razu wskazano na dodatkowe wymogi, które muszą być łącznie spełnione:

- w dniu podania przedstawicielom ustawowym pierwszej dawki szczepionki przeciw COVID-19 dziecko musi być hospitalizowane w podmiocie leczniczym;



- przewidywany okres hospitalizacji dziecka powinien być dłuższy od (bliżej nieokreślonego) czasu wymagane- go dla osoby poddanej szczepieniu do uzyskania opty- malnej odporności na zakażenie wirusem SARS-CoV-2;

**6.** inne osoby zatrudnione w podmiocie leczniczym lub ww. praktyce zawodowej lekarza, pielęgniarki itd.;

**7.** farmaceuci i technicy farmaceutyczni zatrudnieni w apte- ce ogólnodostępnej;

**8.** nauczyciele akademicy zatrudnieni w uczelni medycznej;

**9.** doktoranci i studenci uczelni medycznej biorący udział w zajęciach z udziałem pacjentów lub w trakcie których następuje kontakt z biologicznym materiałem zakaźnym (jeżeli tak stanowi program studiów);

**10.** osoby zatrudnione w jednostce organizacyjnej pomocy społecznej – dodano: osoby zatrudnione w placówce za- pewniającej całodobową opiekę osobom niepełnosprawnym, przewlekle chorym lub osobom w podeszłym wieku.

- **Etap 1** obejmuje następujące grupy:

**1.** pacjenci zakładu opiekuńczo-leczniczego, zakładu pielę- gnacyjno-opiekuńczego, hospicjum stacjonarnego, oddzia- łu medycyny paliatywnej – dodano: pacjentów hospicjum domowego / osoby przebywające w domu pomocy społecz- nej / osoby przebywające w placówce zapewniającej cało- dobową opiekę osobom niepełnosprawnym, przewlekle chorym lub osobom w podeszłym wieku;

**2.** osoby przebywające w domu pomocy społecznej;

**3.** osoby urodzone w latach 1941-1961; dodano osobny punkt: osoby urodzone po 1961 r. z następującymi stanami zwiększającymi ryzyko ciężkiego przebiegu COVID-19:

a. dializowane,

b. z chorobą nowotworową w trakcie leczenia do roku (licząc od dnia ostatniej hospitalizacji do dnia podania pierwszej dawki szczepionki przeciw COVID-19),

c. w trakcie przewlekłej wentylacji mechanicznej,

d. osoby po przeszczepieniu komórek, tkanek i narządów;

**4.** nauczyciele, wychowawcy i inni pracownicy pedagogicz- ni (oraz osoby niebędące nauczycielami zatrudnione do prowadzenia zajęć w przedszkolu publicznym / szkole pu- blicznej posiadające przygotowanie uznane przez dyrektora przedszkola / szkoły za odpowiednie do prowadzenia da- nych zajęć) – zatrudnieni w przedszkolu, innej formie wy- chowania przedszkolnego, szkole lub placówce działającej w systemie oświaty, osoby pracujące z dziećmi w placówce opiekuńczo-wychowawczej oraz w ramach form opieki nad dziećmi w wieku do lat 3 – dodano: osoby zatrudnione w re- gionalnej placówce opiekuńczo-terapeutycznej, w inter- wencyjnym ośrodku preadopcyjnym;

**5.** nauczyciele akademicy zatrudnieni w uczelni innej niż uczelnia medyczna;

**6.** inne osoby prowadzące w uczelni zajęcia ze studenta- mi lub doktorantami (zgodnie z programem odpowiednio studiów albo kształcenia);

**7.** funkcjonariusze m.in. Policji, Straży Granicznej, Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Służby Więziennej, Służ- by Ochrony Państwa, Agencji Wywiadu, Centralnego Biura Antykorupcyjnego, Służby Wywiadu Wojskowego, Służby Kontrwywiadu Wojskowego, Służby Celno-Skarbowej;

**8.** funkcjonariusze albo żołnierze Sił Zbrojnych RP;

**9.** funkcjonariusze Państwowej Straży Pożarnej, Inspek- cji Transportu Drogowego, straży ochrony kolei – dodano: strażników straży gminnej (miejskiej);

**10.** prokuratorzy i asesory prokuratury;

**11.** członkowie ochotniczych straży pożarnych, ratownicy górscy i wodni wykonujący działania ratownicze.

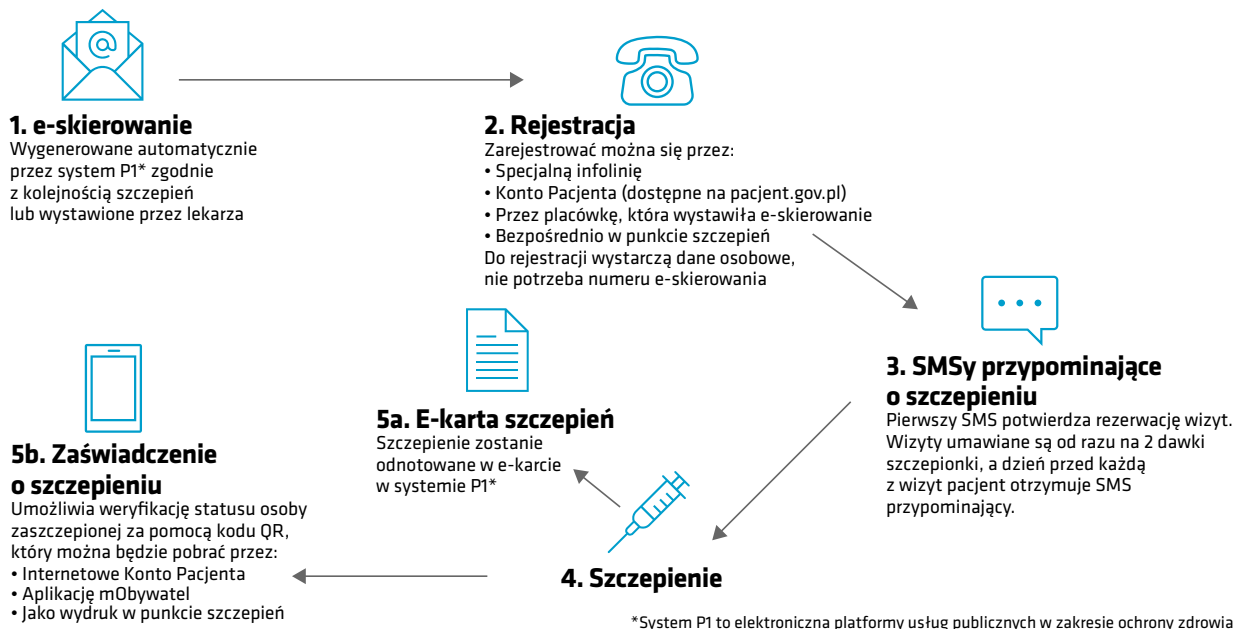
- **Etap 2** obejmuje kluczowe grupy zawodowe: pracow- ników sektorów infrastruktury krytycznej, transportu publicznego, urzędników bezpośrednio zaangażowanych w zwalczanie epidemii (np. pracowników stacji epidemio- logiczno-sanitarnych);

- **Etap 3** obejmuje przedsiębiorców i pracowników sek- torów zamkniętych na mocy rozporządzeń w sprawie ustanowienia określonych ograniczeń, nakazów i zaka- zów w związku z wystąpieniem stanu epidemii, oraz po- wszechnie szczepienia pozostałej części populacji dorosłej.

- **Etap 4** obejmie osoby powyżej 18. roku życia, które nie mają żadnych podstawowych schorzeń i nie należą do żadnej z powyższych grup.

W przypadku grupy szczepienia indywidualnego pacjent otrzymuje zaproszenia w postaci e-skierowania na szcze- pienie, które są generowane automatycznie w systemie P1 (elektronicznej platformie usług publicznych w zakre- sie ochrony zdrowia) w transzach zgodnych z kolejnością szczepień (dla określonych grup wiekowych, zawodowych itd.). Lekarze mogą także, w określonych przypadkach, wystawić dla pacjenta indywidualne e-skierowanie. Pro- ces umówienia na szczepienie jest oparty o centralny sys- tem e-rejestracji, integrujący indywidualne grafiki przyjęć poszczególnych punktów szczepień. W celu umówienia wizyty pacjent może skorzystać: ze specjalnej infolinii, umówić się elektronicznie poprzez swoje Internetowe Konto Pacjenta (dostępne na pacjent.gov.pl), za pomocą SMS-a wysłanego na numer 664 908 556, za pośrednic- twem placówki, w której wystawiono mu e-skierowanie lub bezpośrednio w punkcie szczepień. Potwierdzenie i przypomnienie o pierwszej i drugiej wizycie pacjent otrzymuje SMS-em. Pacjent otrzymuje też zaświadczenie o szczepieniu umożliwiające korzystanie z ułatwień. (7)





Rysunek 8. Przebieg szczepienia z punktu widzenia pacjenta

## Piśmiennictwo

- Wyzwania logistyczne i transportowe związane z dystrybucją szczepionki przeciw COVID-19 Pytanie wymagające odpowiedzi ustnej O-000079/2020 do Komisji Art. 136 Regulaminu José Ramón Bauzá Díaz, Vlad Gheorghe w imieniu grupy Renew
- FRAMEWORK FOR EQUITABLE ALLOCATION OF COVID-19 VACCINE (2020), The National Academies of sciences engineering medicine Consensus study report. Chapter II, Chapter III
- COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL Preparedness for COVID-19 vaccination strategies and vaccine deployment. Brussels 15.10. 2020 COM(2020) 680 final
- KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY EUROPEJSKIEJ I RADY Wspólny front do walki z Covid-19. IMMC.COM%282021%2935%20final.POL.xhtml.1\_PL\_ACT\_part1\_v2.docx (europa.eu) 19.01.2021
- Sprawdź, ile dawek szczepionki trafi do Polski – Szczepienie przeciw COVID-19 – Portal Gov.pl (www.gov.pl)
- Puls Medycyny: <https://pulsmedycyny.pl/zmiana-w-kolejnosci-szczepien-przeciw-covid-19-nowe-grupy-osob-w-etapie-0-i-i-1106380>
- Narodowy Program Szczepień przeciw COVID-19. Grudzień 2020

## Strategia promocji szczepień przeciw COVID-19. Rola lekarzy POZ, służb medycznych, w tym pielęgniarek w edukacji pacjentów i działaniach na rzecz wysokiej wyszczepialności

W polityce zdrowotnej społeczeństw europejskich szczepienia ochronne stanowią najskuteczniejszą formę profilaktyki chorób zakaźnych. Prawidłowa realizacja immunoprofilaktyki zależy w dużej mierze od edukacji osób podlegających szczepieniu, która powinna być przeprowadzana przez pracowników medycznych różnych specjalności, w tym także pielęgniarek wykonujących szczepienia. Niezwykle ważna jest również edukacja personelu medycznego oraz dostarczenie medykom niezbędnych narzędzi tak, by mogli oni z kolei skutecznie edukować pacjentów.

Celem tych działań jest przede wszystkim przekonanie pacjentów do przystąpienia do programu szczepień przeciw COVID-19 w oparciu o rzetelną i wiarygodną informację. Tym samym stały rozwój programu szczepień przeciw COVID-19 w Polsce, zgodnie z trendami wielu państw europejskich, uzasadnia konieczność stałej edukacji. Wymaga to od personelu medycznego – lekarza i pielęgniarki – uaktualnianej wiedzy na temat szczepień, umiejętności komunikowania się oraz budowania klimatu zaufania w relacjach z podopiecznymi. Podstawowym założeniem edukacji powinno być realizowanie jej jako procesu działania zorganizowanego, którego wynikiem jest uzyskanie kompetencji edukowanego do podejmowania skutecznych decyzji w zakresie realizacji szczepień.

Założeniami tego programu są:

1. Edukacja personelu medycznego w zakresie szczepień (np. procedury szczepień, instrukcje o możliwych powikłaniach).





**2.** Edukacyjna działalność personelu medycznego ma decydujący wpływ na zmianę postaw pacjentów oraz przełamywanie barier związanych z brakiem akceptacji szczepień.

**3.** Skuteczne realizowanie edukacji przez personel medyczny wymaga stałego doskonalenia zawodowego i rozwoju osobowego (szkolenia, webinaria, handouty, dedykowana platforma dla medyków, aplikacje mobilne).

**4.** Interdyscyplinarny charakter edukacji może stanowić pożądaną kierunek w rozwoju programu szczepień.

Realizując program edukacyjny, można używać szeregu narzędzi i materiałów. Komunikaty dla pacjentów powinny podkreślać, że szczepienia ochronne wiążą się z wieloma korzyściami jednostkowymi i społecznymi. Przede wszystkim zapobiegają zachorowaniu na COVID-19 oraz często śmiertelnym powikłaniom. Wpływają na wytworzenie odporności populacyjnej i generują oszczędności z tytułu świadczeń socjalno-zdrowotnych oraz dla systemu opieki zdrowotnej, poprzez redukcję liczby wizyt lekarskich i zmniejszenie nakładów poniesionych na hospitalizację. Tym samym podnoszą jakość życia rodzinnego i społecznego, zapobiegając wykluczeniu z powodu choroby oraz jej następstw.

Komunikaty i materiały dla lekarzy i pielęgniarek mogłyby zawierać wiadomości dla personelu medycznego na temat szczepionek przeciw COVID-19, oparte na aktualnych wynikach badań klinicznych oraz raportach. Ponadto, przydatne byłyby materiały edukacyjne dla personelu placówek, jak postępować z pacjentami odnoszącymi się negatywnie do szczepień oraz informacje dla pacjentów, np. filmy o szczepionkach, a także przewodnik po szczepieniach przeciw COVID-19 (w wersji elektronicznej i drukowanej), zawierający opis poszczególnych szczepionek oraz odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania przez pacjentów na temat szczepień.

Wykorzystanie nowych technologii w ramach programu edukacyjnego może objąć social media (dedykowany profil na Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, TikTok), chatboty dla personelu medycznego oraz pacjentów, a także stworzenie aplikacji dla pacjentów informujących ich o najnowszych doniesieniach na temat szczepień, która również będzie spełniała funkcje motywacyjne, np. pokazywała wskaźnik zaszczepialności na obszarze przebywania użytkownika (podobna aplikacja: ProteGO safe).

Wydaje się, że model promocji szczepień przeciw COVID-19 powinien się opierać na skutecznych i długofalowych działaniach prowadzonych przez instytucje rządowe przy wsparciu organizacji pozarządowych i towarzystw nauko-

## Rekomendacje

### Edukacja personelu medycznego

Jedną z grup o największym znaczeniu dla powodzenia akcji edukacyjnych dotyczących promowania szczepień przeciw COVID-19, jest personel medyczny. Z jednej strony lekarze

oraz pielęgniarki są głównym źródłem wiedzy dla pacjentów na temat szczepień, a większość pacjentów podejmuje decyzję o szczepieniu po uzyskaniu rekomendacji lekarskiej lub pielęgniarskiej. Z drugiej strony, koronawirus jako choroba zakaźna przenoszona głównie drogą kropelkową, może stanowić poważny problem epidemiologiczny i organizacyjny w zakładach opieki zdrowotnej (ZOZ).

Wzrost liczby zachorowań na COVID-19 wśród personelu medycznego nie tylko potęguje transmisję choroby (zarówno wśród pracowników, jak i wśród pacjentów), lecz także może być źródłem problemów organizacyjnych, związanych z koniecznością zmagania się z brakami kadrowymi. Jedynie wykonanie szczepienia zapewnia w pełni skuteczną ochronę przed zachorowaniem na COVID-19 (zarówno dla personelu, jak i dla pacjentów), natomiast stosowanie środków ochrony osobistej, przestrzeganie procedur sanitarno-higienicznych, choć niewątpliwie istotne, okazuje się być niewystarczające. Nadrzędnym celem zapobiegania rozprzestrzeniania się COVID-19 jest więc redukcja zachorowań w grupach dużego ryzyka powikłań. Szczepienie personelu placówek opieki zdrowotnej przeciw koronawirusowi jest jedną z metod ochrony tych najbardziej narażonych grup pacjentów.

Ze względu na kontakt z chorymi lub z zakaźnym materiałem biologicznym personel placówek opieki zdrowotnej jest w wysokim stopniu narażony na zachorowanie na COVID-19, któremu można zapobiegać dzięki szczepieniom. Personel może również stanowić źródło zakażenia dla pacjentów (w dużej części pacjentów z grup wysokiego ryzyka powikłań) i współpracowników, a epidemie chorób zakaźnych, w tym ogniska zachorowań na koronawirusa w zakładach opieki zdrowotnej, mogą mieć poważne konsekwencje finansowe (koszt opanowania ogniska epidemicznego wśród pacjentów, w tym czasowego zawieszenia działalności usługowej, absencja w pracy, braki kadrowe, konieczność organizacji zastępstw), wizerunkowe (utrata zaufania pacjentów) i prawne (pozwy o odszkodowania).

Promocja szczepień przeciw COVID-19 wśród pracowników medycznych powinna w szczególności obejmować kampanie edukacyjne na temat szczepień przeciw COVID-19 (wykłady, broszury, newslettery dystrybuowane e-mailowo, jak i w sposób tradycyjny, plakaty) przedstawiające ryzyko zachorowania i powikłań wśród personelu oraz pacjentów, oraz opisujące same szczepionki przeciw COVID-19 (skuteczność, bezpieczeństwo, różnice pomiędzy dostępnymi preparatami).

Innym ważnym elementem promocji szczepień wśród pracowników medycznych jest ułatwienie dostępu do szczepień w miejscu pracy, w tym bezpłatne szczepionki dla personelu, rekomendowanie szczepienia przeciw COVID-19 wszystkim osobom pracującym w zakładach opieki medycznej (zarówno mających bezpośredni kontakt z pacjentem, jak i pracownikom technicznym i administracyjnym),



szczepienia w dogodnym dla pracowników miejscu i czasie oraz łatwo dostępna informacja na ten temat szczepień. Pomocne może też okazać się motywowanie do poddania się szczepieniu poprzez przykładowe szczepienie ordynatorów i/lub innych lokalnych liderów opinii, wymóg administracyjny poddania się szczepieniu przy zatrudnieniu na określonym stanowisku, lub zachęty finansowe.

Poziom wyszczepialności przeciw grypie wśród personelu medycznego zależy od wielu czynników, takich jak zawód (częściej szczepią się lekarze niż pielęgniarki), specjalizacja (najczęściej szczepienia wykonują u siebie pediatrzy i lekarze rodzinni, najrzadziej – chirurdzy), staż pracy (częściej szczepienia wykonują pracownicy w wieku powyżej 60 lat), oraz miejsce pracy (częściej szczepienia wykonują pracownicy opieki szpitalnej niż ambulatoryjnej). Czynniki te pokazują, że akcję promocji szczepień należy w pierwszej kolejności skierować do najbardziej septycznych grup personelu medycznego.

### Podsumowanie

Wymienić można co najmniej trzy powody, dla których edukacja wśród personelu medycznego jest szczególnie istotna. Po pierwsze, ze względu na kontakt z chorymi oraz potencjalnie zakaźnym materiałem biologicznym personel medyczny jest szczególnie narażony na choroby zakaźne, w tym COVID-19. Po drugie, personel medyczny może stanowić źródło zakażenia dla pacjentów i współpracowników. Po trzecie, szczepienia personelu medycznego są korzystne dla pracodawców, wpływając na zmniejszenie liczby dni absencji chorobowej.

### Edukacja pacjentów

Wydają się być zasadne rekomendacje i zaproponowane działania w Narodowym Programie Szczepień, który zakłada:

**1. Stworzenie bazy wiedzy dla pacjentów** – dla realizacji odpowiedzialnej polityki informacyjnej potrzebne jest stworzenie wiarygodnej i szeroko dostępnej platformy wiedzy, gdzie obywatele znajdą wszystkie niezbędne informacje dotyczące szczepień przeciw COVID-19 – zarówno te teoretyczne, jak i praktyczne.

**2. Stworzenie FAQ** – sekcji najczęściej zadawanych pytań. Formuła pytań i odpowiedzi pozwoli przekazywać informacje w sposób jak najbliższy doświadczeniu ludzi, a procedury i instrukcje przełożyć na codzienne sytuacje.

**3. Automatyzację procesu informacyjnego dla pacjentów.** W bardziej indywidualnych sprawach obywatele będą mogli skontaktować się z infolinią prowadzoną przez specjalistów z Narodowego Funduszu Zdrowia.

**4. Kluczowy udział ekspertów** – ważną rolę w kształtowaniu polityki informacyjnej będą mieli eksperci (naukowcy, medycy, epidemiolodzy). Są oni cennym źródłem wiedzy i analiz, które pozwalają podejmować rządzącym odpowiedzialne decyzje, ale również pełnią niezwykle ważną rolę w zakresie edukacji społecznej.

### 5. Kampanię informacyjną w mediach oraz w internecie.

Dodatkowo, warto rozważyć wykorzystanie nowych technologii (aplikacje mobilne, roboty zbierające aktualne informacje i przekazujące je do obywateli).

### 6. Zachęty motywacyjne i ułatwienia dla osób zaszczepionych, np.:

- osoba zaszczepiona będzie mogła liczyć na szybszą obsługę w placówkach służby zdrowia, powinna być traktowana tak, jakby zrobiła test na koronawirusa i wyszedł on negatywnie;
- zwolnienie z reżimu sanitarnego;
- częściowe zwolnienie z kwarantanny. Jeżeli osoba, z którą mieszkamy: rodzic, małżonek czy dziecko zakazi się koronawirusem, to mieszkające z nią zaszczepione osoby nie będą poddawać się kwarantannie;
- gdy na terenie kraju będą obowiązywać obostrzenia dotyczące kwarantanny po powrocie zza granicy, to osoby zaszczepione będą z tego obowiązku zwolnione.



## Słowniczek

**Amantadyna:** lek przeciwwirusowy, który hamuje namnażanie się wirusa (głównie grypy)

**Czynnik etiologiczny:** powoduje powstawanie choroby

**DNA:** kwas dezoksyrybonukleinowy, w którym zapisana jest informacja genetyczna człowieka taka jak np. kolor oczu czy włosów. Przechowywany jest w jądrze każdej komórki

**Drobnoustroje:** zbiorowa nazwa organizmów, które można obserwować pod mikroskopem

**Episom:** niewielki fragment DNA który pozostaje niezależny od DNA genomowego

**Epidemia:** zwiększone występowanie choroby zakaźnej na danym obszarze

**Genom:** całość materiału genetycznego organizmu

**Heparyna drobnocząsteczkowa:** substancja hamująca krzepnięcie krwi, stosowana w leczeniu w celach przeciwzakrzepowych

**Heterogenność:** niejednorodność, różnorodność

**Immunogenność:** cecha substancji pozwalająca jej na wywołanie odpowiedzi odpornościowej przeciw sobie

**Izolacja:** odosobnienie osoby lub grupy osób chorych lub podejrzanych o chorobę zakaźną. Stosowana w celu zapobiegania przenoszenia chorób z pacjenta na innych

**Kazuistyczny:** bazujący na przypadkach czy przykładach

**Lek:** substancja hamująca objawy i rozwój choroby poprzez modyfikację procesów fizjologicznych

**Limfocyty:** komórki układu immunologicznego, zapewniające precyzyjną odpowiedź na infekcję

**mRNA:** messenger RNA: kwas rybonukleinowy (RNA) służący jako matryca do tworzenia białek przez komórki

**Nukleotydy:** organiczne związki chemiczne, będące podstawową jednostką budulcową kwasów nukleinowych (DNA i RNA)

**Osocze:** podstawowy płynny składnik krwi, stanowiący środowisko dla krwinek i innych elementów krwi

**Pandemia:** epidemia choroby zakaźnej o większej skali, która rozprzestrzeniła się na wiele kontynentów, a nawet na cały świat.

**Patogenność:** zdolność do zapoczątkowania choroby

**Produkt leczniczy:** substancja lub mieszanina substancji, posiadająca właściwości zapobiegania lub leczenia chorób występujących u ludzi lub zwierząt

**Przeciwciała (immunoglobuliny):** białka rozpoznające i wiążące elementy obce dla organizmu (np. bakterie), co umożliwia ich likwidację przez układ odpornościowy. Najbardziej liczny typ przeciwciał to IgG

**Remdesiwir:** lek przeciwwirusowy hamujący namnażanie wirusów, których materiałem genetycznym jest RNA

**RNA:** kwas rybonukleinowy, drugi po DNA rodzaj kwasu nukleinowego, również niosący informację genetyczną. U ludzi pełni rolę „pomocniczą” dla DNA, ale jest jedynym materiałem genetycznym niektórych wirusów.

**SARSTer:** projekt badający skuteczność różnych rodzajów terapii na COVID-19 stosowanych w Polsce, realizowany przez Polskie Towarzystwo Epidemiologów i Lekarzy Chorób Zakaźnych

**Szczepienie ochronne:** podanie szczepionki przeciw chorobie zakaźnej w celu sztucznego uodpornienia przeciwko tej chorobie

**Tlenoterapia:** metoda terapii, polegająca na zwiększeniu stężenia tlenu w powietrzu wdychanym

**Transdukcja:** wprowadzenie przez wirusa zewnętrznego materiału genetycznego do komórki

**Układ immunologiczny (układ odpornościowy):** odpowiada za funkcjonowanie mechanizmów odporności w organizmie

**Wirus (łac. Virus, trucizna):** cząstki zawierające tylko jeden rodzaj kwasu nukleinowego DNA lub RNA, namnażające się poprzez infekcje żywych komórek

**Zimny łańcuch:** całością działań służący utrzymaniu oraz monitorowaniu warunków przechowywania, transportu i dystrybucji w celu zachowania trwałości i skuteczności produktu



## Źródła:

### Medyczne uzasadnienie szczepień:

1. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego-Państwowy Zakład Higieny. Wszystko o szczepieniach: <https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/>
2. Szczepienie przeciw COVID-19: <https://www.gov.pl/web/szczepimysie>
3. Stanowisko Zespołu ds. COVID-19 Polskiej Akademii Nauk: <https://www.gov.pl/web/nauka/szczepienie-jest-jedynym-racjonalnym-wyborem-dzieki-ktoremu-bedziemy-mogli-szybciej-wyjsc-z-pandemii--stanowisko-zespołu-ds-covid-19>
4. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19): Vaccines. [https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-\(covid-19\)-vaccines](https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-(covid-19)-vaccines)

### Technologia mRNA i jej zastosowanie w szczepieniach:

1. Centers for Disease Control and Prevention. Understanding mRNA COVID-19 vaccines: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/mrna.html>
2. Pardi N, Hogan MJ, Porter FW, Weissman D. mRNA Vaccines – a New Era in Vaccinology. Nature Reviews. Drug Discovery. 2018;17(4):261–279.
3. Maruggi G, Zhang C, Li J, Ulmer JB, Yu D. mRNA as a Transformative Technology for Vaccine Development to Control Infectious Diseases. Molecular Therapy. 2019;27(4):757–72.
4. Jackson NAC, Kester KE, Casimiro D, Gurunathan S, DeRosa F. The Promise of mRNA Vaccines: A Biotech and Industrial Perspective. Npj Vaccines. 2020;5(1):1–6.

### SARS-CoV-2 jako przyczyna globalnej pandemii:

1. Raport zakażeń koronawirusem (SARS-CoV-2): <https://www.gov.pl/web/koronawirus/mapa-zarazen-koronawirusem-sars-cov-2-powiaty>
2. World Health Organization. Coronavirus: [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1)
3. Cascella M, Rajnik M, Cuomo A, Dulebohn SC, Di Napoli R. Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Oct 4.

### Rejestracja i dopuszczenie do obrotu produktów leczniczych w odniesieniu do szczepionek na SARS-CoV-2:

1. European Medicines Agency. Treatments and vaccines for COVID-19. <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/public-health-threats/coronavirus-disease-covid-19/treatments-vaccines-covid-19>
2. European Medicines Agency. COVID-19 vaccines: key facts. <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/public-health-threats/coronavirus-disease-covid-19/treatments-vaccines/covid-19-vaccines-key-facts>
3. European Council. COVID-19 vaccines: Why so fast? <https://newsroom.consilium.europa.eu/events/20201210-european-council-december-2020-day-1/129127-covid-19-vaccines-why-so-fast-20201209>
4. Ustawa z 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi, Dz. U. 2008 Nr 234 poz. 1570.

### Badania kliniczne szczepionek przeciw SARS-CoV-2:

1. Jackson LA, Anderson EJ, Routhae NG, Roberts PC, Makhene M, et al. An mRNA Vaccine against SARS-CoV-2 - Preliminary Report. N Engl J Med. 2020;383(20):1920-1931.
2. Mulligan MJ, Lyke KE, Kitchin N, Absalon J, Gurtman A, et al. Phase I/II study of COVID-19 RNA vaccine BNT162b1 in adults. Nature. 2020;586(7830):589-593.
3. Polack FP, Thomas SJ, Kitchin N, Absalon J, Gurtman A, et al. Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. N Engl J Med. 2020; doi: 10.1056/NEJMoa2034577.
4. Voysey M, Costa Clemens SA, Madhi SA, Weckx LY, Folegatti PM, et al. Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK. Lancet. 2020; S0140-6736(20):32661-1

### Wybrane dokumenty zagranicznych organów kompetentnych lub organów odpowiedzialnych za zdrowie publiczne, dotyczące szczepionek na SARS-CoV-2:

1. Food and Drug Administration. Vaccines and Related Biological Products Advisory Committee Meeting. FDA Briefing Document. Moderna COVID-19 Vaccine. December 17, 2020. <https://www.fda.gov/media/144434/download>
2. Food and Drug Administration. Vaccines and Related Biological Products Advisory Committee Briefing Document. PFIZER-BIONTECH COVID-19 VACCINE (BNT162, PF-07302048). 10 December 2020. <https://www.fda.gov/media/144246/download>
3. Public Health England. COVID-19: the green book, chapter 14a. December 2020. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/943663/Greenbook\\_chapter\\_14a\\_v3.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/943663/Greenbook_chapter_14a_v3.pdf)

### Plan szczepień i znaczenie lekarzy i pielęgniarzek podstawowej opieki zdrowotnej:

1. Bezpłatna Infolinia Narodowego Programu Szczepień przeciw COVID-19, tel. 989 lub (22) 62 62 989, wideoczat na stronie gov.pl/szczepimysie (od 8 do 16 w dni robocze)
2. Narodowy Program Szczepień przeciw COVID-19. <https://www.gov.pl/web/szczepimysie/narodowy-program-szczepien-przeciw-covid-19>
3. KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY EUROPEJSKIEJ, RADY I EUROPEJSKIEGO BANKU INWESTYCYJNEGO. Strategia UE dotycząca szczepionek przeciw COVID-19. Bruksela, 17.6.2020 r. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0245&from=PL>
4. Komisja Europejska. Strategia szczepień na koronawirusa. [https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/public-health/coronavirus-vaccines-strategy\\_pl](https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/public-health/coronavirus-vaccines-strategy_pl)





[naukaprzeciwpandemii.pl](http://naukaprzeciwpandemii.pl)

POLSKIE TOWARZYSTWO  
**ZDROWIA**  
PUBLICZNEGO