Szczepienia – profilaktyka chorób zakaźnych

Materiały edukacyjne

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Główny Inspektorat Sanitarny

Szczepienia – profilaktyka chorób zakaźnych

Materiały edukacyjne

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Warszawa 2021

Opracowanie
Wydział Wychowania i Profilaktyki Ośrodka Rozwoju Edukacji
Główny Inspektorat Sanitarny

Redakcja językowa i korekta
Karolina Strugińska

Redakcja techniczna i skład
Wojciech Romerowicz

Projekt okładki, layout
Wojciech Romerowicz

Fotografia na okładce: © irinkavasilinka/Bank zdjęć Photogenica

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Warszawa 2021
Wydanie I

ISBN 978-83-66830-27-1

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach licencji
Creative Commons Uznanie Autorstwa – Użycie Niekomercyjne (CC BY-NC)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/pl/

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00
www.ore.edu.pl

Spis treści

I. Historia szczepień – choroby wyeliminowane dzięki szczepieniom 4
II. Rola szczepień ochronnych w zwalczaniu chorób zakaźnych 7
III. Zasady działania szczepionek 8
IV. Rodzaje szczepionek 10
V. Co zawdzięczamy szczepionkom? 12
VI. Choroby zakaźne, przed którymi chronią szczepionki 15
VII. Czym są wirusy i koronawirusy 16
VIII. Szczepienia przeciw COVID-19 20
IX. Czy szczepionki dostępne na rynku i podawane ludziom są skuteczne oraz bezpieczne? 22
X. Korzyści ze szczepień przeciw COVID-19 dla młodzieży 24
XI. Fakty i mity na temat szczepień 28
Bibliografia 39

I. Historia szczepień - choroby wyeliminowane dzięki szczepieniom

Historia szczepień to dzieje jednego z największych sukcesów medycyny. Dzięki szczepieniom całkowicie wykorzeniono bowiem jedną z najcięższych chorób zakaźnych, jaką była ospa prawdziwa. Ostatni znany przypadek zachorowania na nią miał miejsce w Somalii w 1977 r. W 1980 r. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ogłosiła eradykację (czyli całkowite zwalczenie) ospy prawdziwej – dotychczas jedynej choroby zakaźnej człowieka, w przypadku której się to udało. Jest to jeden z najbardziej znaczących sukcesów zdrowia publicznego.

Historia szczepień sięga starożytności. Najstraszniejszą plagą ludzkości była ospa prawdziwa, zwana czarną ospą. Prześladowała ona ludzi przez tysiące lat. Statystyki choroby były przerażające: 1/3 osób zakażonych wirusem ospy prawdziwej umierała (przede wszystkim małe dzieci). Wskaźniki śmiertelności były znacznie wyższe w populacjach poza Europą, gdzie ludzie mieli niewielki kontakt z wirusem, zanim goście przynieśli go do swoich regionów. Historycy szacują, że 90% rdzennej populacji obu Ameryk zmarło z powodu ospy prawdziwej zawleczonej tam przez europejskich odkrywców. Wśród osób, które przeżywały, połowa przechodziła chorobę bez trwałych powikłań, ale u drugiej połowy pozostawały ślady w postaci kalectwa lub oszpecenia. Szczególnie na twarzy widoczne były „dzioby", czyli ślady po głębokich owrzodzeniach, które pozostawiały zniekształcające blizny, pokrywające całą twarz. Częstym powikłaniem okazywała się ślepota. Ocenia się, że jeszcze w XX wieku na ospę prawdziwą zmarło 300 mln osób. Nie wiadomo, kiedy dokładnie ta choroba nawiedziła ludzkość. Znane są pośrednie dowody, np. mumie 3 egipskich faraonów, w tym Ramzesa V, który zmarł jako 30-latek i na jego twarzy widać ślady przebytej ospy.

Ślady krost ospy na twarzy 3000-letniej mumii faraona Ramzesa V

Źródło: G. Elliot Smith, *Głowa mumii Ramzesa V* – http://www.lib.uchicago.edu/cgi-bin/eos/eos_page.pl?DPI=100&callnum=DT57.C2_vol59&object=182 [dostęp: 14.08.2021].

Ciekawostka
W przeszłości popularne było określenie „gładka panna" (znamy je np. z *Trylogii* Henryka Sienkiewicza). Miało ono swoją mroczną genezę związaną właśnie z ospą prawdziwą. Słowo gładka oznaczało bowiem taką dziewczynę, która nie miała na twarzy pozostałości po ospie, a jej gładka cera stanowiła synonim piękna. Film: „Skąd się wzięło powiedzenie gładka panna"? – https://www.youtube.com/watch?v=uZ1lefmdxvs [dostęp: 14.08.2021].

Historia szczepień rozpoczęła się ponad tysiąc lat temu, kiedy w Chinach i Indiach zaczęto mielić, a następnie wdychać wydzieliny z ran powstałych w wyniku ospy lub wprowadzano je igłą pod skórę. Kiedy ludzkość dotknęła ospa prawdziwa, poszukiwano różnych sposobów walki z tą chorobą. Pierwsze udokumentowane wzmianki o nich pochodzą z I w. n. e. z Chin oraz Indii, gdzie próbowano zabezpieczyć się przed wirusem ospy prawdziwej, pobierając wysuszone krosty ospowe od osób, którym udało się przeżyć. Osoby zdrowe wdychały do nosa za pomocą rurki proszek z takich krost, a płyn z pęcherzyków ospowych po wysuszeniu wcierano w delikatnie skaleczone ramię. Taki sposób ochrony nazywano wariolizacją. Stanowiła ona pierwowzór współczesnych szczepionek. Pierwsze próby wariolizacji cechowały się 2–3-procentową śmiertelnością. Jednak w kontekście śmiertelności samej ospy prawdziwej – osiągającej poziom 30% – ludzie decydowali się na wariolizację, ponieważ ryzyko związane z tym zabiegiem było znacznie mniejsze niż w przypadku przechorowania ospy prawdziwej. Metodę wariolizacji propagowano w wielu krajach: Turcji, Persji, Indiach.

Lady Mary Wortley Montagu zastosowała wariolizację w Europie Zachodniej. Jako żona brytyjskiego ambasadora w Imperium Osmańskim miała okazję poznać sposoby ochrony mieszkańców Konstantynopola przed ospą prawdziwą. Osobie, którą chciano uchronić przed zakażeniem, podawano starte na proszek strupy pobrane od chorych z łagodnym przebiegiem ospy. U osoby wariolizowanej (szczepionej) pojawiały się objawy lekkiej choroby, ale nie miała ona ciężkiego przebiegu. Brat lady Montagu zmarł na ospę, ona sama również chorowała, a po chorobie pozostały jej charakterystyczne blizny. W 1718 r. zastosowała wariolizację u swojego czteroletniego syna Edwarda, dzięki czemu uchroniła go przed ospą prawdziwą. Po powrocie do Londynu promowała wariolizację w Anglii, wskutek czego metoda ta stawała się coraz bardziej popularna.

Edward Jenner (1749–1823), lekarz wiejski z Anglii zauważył, że dziewczęta, które zajmują się krowami (dojarki) mają piękne twarze, nienaznaczone zmianami ospowymi. Skojarzył, że dziewczęta te często zakażały się od krów zwierzęcą odmianą choroby, co chroniło je przed ospą prawdziwą. 14 maja 1796 r. Jenner przeprowadził pierwsze szczepienie przeciw ospie prawdziwej. Materiałem zakaźnym pobranym z ręki chorej na krowiankę dojarki Sary Nelmes zaszczepił ośmioletniego chłopca Jamesa Phippsa. Chłopiec przechorował ospę krowiankę (łac. *variola vaccina*), która w odróżnieniu od

ludzkiej ma łagodniejszy przebieg i nie kończy się śmiercią. Następnie Jenner zaszczepił go ponownie, tym razem wykorzystując materiał od osoby chorej na ospę prawdziwą – w efekcie chłopiec ten nigdy nie zachorował na prawdziwą odmianę choroby. Od tego czasu wprowadzono nazwę wakcynacja i wakcyna od łac. słowa *vacca* – krowa. W tym pierwszym procesie wakcynacji stosowano wysuszenie strupów ospowych, co powodowało swego rodzaju osłabienie wirusa ospy, który dzięki temu działał na układ immunologiczny uodparniająco, ale jako osłabiony nie wywoływał objawów choroby.

Podsumowanie:

- Minęło 225 lat od pierwszego szczepienia.
- Dzięki szczepieniom na świecie nie ma już najstraszniejszej plagi ludzkości, jaką była ospa prawdziwa.
- Zainicjowany przez WHO w 1959 r., a zintensyfikowany w 1967 r. program zwalczania ospy prawdziwej przez szczepienia doprowadził do całkowitej eradykacji (usunięcia choroby i wirusa ospy prawdziwej z powierzchni ziemi).
- Szczepienia przeciw ospie prawdziwej wykonywano przez naniesienie szczepionki na ramię, a następnie wykonanie nakłucia igłą lub skaryfikatorem. Po szczepieniu często pozostawał ślad.
- W Polsce szczepiono przeciw ospie prawdziwej w ramach szczepień obowiązkowych do 1979 r.
- 8 maja 1980 r. WHO ogłosiła, że świat jest wolny od ospy prawdziwej.

Ciekawostka:

Francuski lekarz Louis Pasteur w 1879 r. opracował pierwszą szczepionkę wyprodukowaną w laboratorium – to była szczepionka przeciw cholerze kurcząt. W swoim laboratorium jako pierwszy odkrył metodę atenuacji (osłabiania zjadliwych właściwości) bakterii cholery, których użył w szczepionce. Atenuowane szczepy silnie uodparniały, nie dając objawów choroby. Metoda atenuacji wirusów i bakterii jest z powodzeniem stosowana do dzisiaj w wielu szczepionkach, np. w BCG – przeciw gruźlicy, MMR – przeciw odrze, śwince i różyczce, a także w szczepionkach przeciw rotawirusom, żółtej gorączce, czy w donosowej szczepionce przeciw grypie. W metodzie atenuacji wykorzystywane są klasyczne metody pasażowania szczepu w laboratorium (szczepionka BCG), metody fizyko-chemiczne (szczepionka MMR) oraz nowoczesne metody biologii molekularnej (szczepionka przeciw rotawirusom i donosowa przeciw grypie).

Więcej informacji:

- Portal Historia.org – https://historia.org.pl/2020/12/30/historia-szczepien-szczepionki-ktore-zmienily-dzieje-swiata-i-ich-wynalazcy/?fbclid=IwAR3IYfCAWCBeDBI-mfHQQ-cHxjMdMTvUwzX6m1Q696ew9kTOaOOSHy4UOrBc [dostęp: 14.08.2021];
- Portal Szczepienia. info – https://szczepienia.pzh.gov.pl/tytani-polskiej-wakcynologii/ [dostęp: 14.08.2021].

Historia szczepień opisuje jeden z największych triumfów medycyny. Dzięki szczepieniom całkowicie wykorzeniono jedną z najcięższych chorób zakaźnych, jaką była ospa prawdziwa. W 1980 r. WHO ogłosiła jej eradykację. Choć dzięki szczepieniom udało się wyeliminować dopiero jedną chorobę, należy mieć nadzieję, że dzięki masowym akcjom szczepień uda się to także z innymi.

II. Rola szczepień ochronnych w zwalczaniu chorób zakaźnych

Patogen – np. wirus lub bakteria – może wtargnąć do organizmu człowieka wieloma drogami:

- **drogą kropelkową** (jak np. wirus grypy) – poprzez kontakt z osobą chorą, która kaszle, kicha, rozmawia, śpiewa;
- **drogą kropelkowo-powietrzną** (np. wirus odry czy SARS-CoV-2), utrzymując się w powietrzu w drobnych cząsteczkach aerozolu – poprzez bliski kontakt lub przebywanie w jednym pomieszczeniu z osobą chorą (przykładowo krople aerozolu z wirusem odry pozostają do 2 godzin w pomieszczeniu, w którym przebywała osoba chora na odrę);
- **drogą pokarmową** – przez skażone pokarmy, w tym wodę do picia (np. bakterie przecinkowca cholery czy bakterie wywołujące dur brzuszny);
- **poprzez skażone przedmioty, pokarmy, wodę** (np. rotawirusy, bakterie cholery);
- **przez rany lub uszkodzenia skóry** (w ten sposób może dojść do skażenia laseczkami tężca), podczas ukąszenia przez chore zwierzę (tak można zarazić się wścieklizną) czy podczas iniekcji, w tym dożylnego przyjmowania narkotyków (tak rozprzestrzeniają się HIV i wirus zapalenia wątroby);
- **poprzez „wektory"** roznoszące drobnoustroje – tj. zakażone komary, kleszcze, które w trakcie ugryzienia przenoszą chorobę na osoby zdrowe;
- **drogą kontaktów seksualnych** przy bezpośrednim kontakcie śluzówek (np. HPV – ludzki wirus brodawczaka).

Lekarze i epidemiolodzy od dziesiątków lat pracują nad całkowitym wyeliminowaniem zachorowań na kolejne choroby zakaźne. Kandydatami do eliminacji są w pierwszym rzędzie *poliomyelitis*, odra i różyczka. Ponadto gremia naukowców pracują nad utrzymaniem pod kontrolą – dzięki szczepieniom – wielu innych groźnych chorób, takich jak: krztusiec, błonica, świnka, zakażenie pałeczką hemofilną typu b (Hib), wirusowe zapalenie wątroby typu B (WZW B), zakażenie ludzkim wirusem brodawczaka (HPV), który jest przyczyną raka szyjki macicy oraz innych nowotworów, a przeciw, któremu istnieje już skuteczna szczepionka.

Szczepienia chronią nie tylko ludzi, ale są również szeroko stosowane do zwalczania wielu chorób zakaźnych zwierząt. Masowe akcje szczepień lisów szczepionką rozrzucaną w pokarmie doprowadziły do radykalnego zmniejszenia zagrożenia zachorowaniem na wściekliznę u ludzi. Przez lata miliony sztuk bydła ginęły z powodu księgosuszu, śmiertelnej dla przeżuwaczy choroby wirusowej. Ta choroba jest jedyną chorobą zwierzęcą, która została dzięki szczepieniom całkowicie wyeliminowana.

III. Zasady działania szczepionek

Szczepionka to preparat biologiczny złożony z całego wirusa czy całej bakterii lub z ich fragmentów, które nie mają możliwości wywoływania choroby zakaźnej. W założeniu szczepionka imituje naturalną infekcję, prowadzi do wytworzenia odporności analogicznej do tej, którą uzyskuje organizm w czasie naturalnego kontaktu z patogenem (bakterią lub wirusem). Więcej szczegółów na ten temat znaleźć można na portalu Szczepienia.info – *Co to jest szczepionka?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/co-to-jest-szczepionka/ [dostęp: 15.08.2021].

Mechanizmy działania szczepionek wykorzystują poznane sposoby reagowania organizmu na kontakt z obcym patogenem (wirusem lub bakterią). Każdy drobnoustrój wywołuje unikalną reakcję w układzie odpornościowym, z udziałem określonej grupy komórek obecnych we krwi, w szpiku kostnym i w całym organizmie – zwanych limfocytami T i limfocytami B.

Szczepionka pobudza naturalną reakcję układu odpornościowego i „uczy" organizm, jak uniknąć choroby przy kolejnym kontakcie z danym wirusem lub bakterią, tworząc „pamięć" organizmu dla danej choroby, a jednocześnie nie wywołując jej. Większość szczepionek zawiera bardzo osłabioną lub inaktywowaną (zabitą) formę mikroba albo małą jego część, a w tej postaci nie jest on w stanie wywołać pełnoobjawowej choroby. Tego typu cząstki to **antygeny**. Słowo antygen utworzono w taki sposób, by zobrazowało reakcję organizmu na kontakt z nim – czyli wytwarzanie przeciwciał (ang. *anti* – od *antibody* oznacza przeciwciało; *gen* – od *generator* to czynnik powodujący wytwarzanie).

Po podaniu szczepionki układ odpornościowy człowieka rozpoznaje antygeny jako obce cząstki. W ten sposób aktywowane są komórki układu odpornościowego, tak by zabijały chorobotwórcze wirusy lub bakterie i wytwarzały ciała skierowane przeciwko nim. **Przeciwciała** to specjalne białka unieszkodliwiające (neutralizujące) wirusa lub bakterię. W przyszłości, gdy dana osoba zetknie się z prawdziwymi, mogącymi zakażać, wirusami lub bakteriami, układ odpornościowy będzie je „pamiętać". Wówczas szybko wytworzy odpowiednie przeciwciała i uaktywni właściwe **komórki odpornościowe**

do zabicia wirusa lub bakterii – chroniąc w ten sposób zaszczepioną osobę przed chorobą i jej powikłaniami. Odporność po szczepieniu utrzymuje się wiele lat, a czasem nawet przez całe życie. Różni się w zależności od choroby i rodzaju szczepionki.

Podsumowanie:

1. Po podaniu szczepionki organizm reaguje tak, jakby został zakażony drobnoustrojem chorobotwórczym, ale u zaszczepionego nie dochodzi do wystąpienia objawów choroby. Dzięki temu szczepienie to swego rodzaju „trening odporności".
2. Szczepienie umożliwia kontakt z antygenami, a układ odpornościowy rozpoznaje składniki szczepionki jako infekcję – zaczyna wytwarzać przeciwciała i komórki odpornościowe.
3. To zdarzenie pozostaje w pamięci immunologicznej organizmu.
4. W rezultacie organizm jest w stanie po pewnym czasie od zaszczepienia rozpoznać prawdziwe drobnoustroje (bakterie lub wirusy) atakujące człowieka i szybko podjąć obronę przed nimi. Dzięki temu osoba szczepiona nabywa w sposób kontrolowany odporności przeciw konkretnym drobnoustrojom, unikając ryzyka powikłań i zagrożenia z ich strony.

Więcej informacji:

- *Jak działają szczepionki?* – materiał na Europejskim Portalu Informacji o Szczepieniach – https://vaccination-info.eu/pl/informacje-o-szczepionkach/jak-dzialaja-szczepionki [dostęp: 15.08.2021].

Szczepionki a odporność populacyjna (zbiorowiskowa)

Pojedyncze szczepienie zapewnia odporność indywidualną, czyli chroni osobę zaszczepioną. Jeżeli jednak zaszczepionych zostaje więcej osób lub prowadzone są programy szczepień, istnieje szansa na uzyskanie odporności zbiorowej.

Zbiorowa odporność:

- chroni osoby, które nie mogą być szczepione ze względu na wiek (np. niemowlęta w pierwszych tygodniach życia) oraz osoby z przeciwwskazaniami medycznymi; w każdym środowisku znajdują się osoby, które nie mogą zostać zaszczepione z powodu swojego stanu zdrowia, np. zbyt małe dzieci (noworodki), osoby z zaburzeniami odporności lub z ciężką alergią na składniki szczepionki – w takiej sytuacji zaszczepienie jak największej liczby osób, dzięki temu, że zabezpiecza przed rozprzestrzenianiem się zakażenia, stanowi barierę ochronną również dla tych osób, których nie powinno się szczepić;
- ogranicza transmisję patogenu (wirusa lub bakterii), a więc również ryzyko szerzenia się chorób wśród członków rodziny, rówieśników, kolegów szkolnych, współpracowników, przyjaciół, sąsiadów i innych osób wchodzących w skład danej społeczności.

Więcej informacji:

- *Co to jest odporność zbiorowiskowa?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/co-to-jest-odpornosc-zbiorowiskowa/ [dostęp: 15.08.2021];
- *Jak bardzo zaraźliwe są poszczególne choroby?* – https://vaccination-info.eu/pl/szczepienia [dostęp: 15.08.2021].

Filmy o odporności zbiorowiskowej:

- *Na czym polega odporność zbiorowiskowa* – https://www.youtube.com/watch?v=4QDQkiNrHFk&t=6s [dostęp: 15.08.2021];
- *Vaccinations* – https://www.nhs.uk [dostęp: 15.08.2021].

IV. Rodzaje szczepionek

Szczepionki zawierają antygeny, czyli substancje pobudzające układ odpornościowy do wytworzenia skutecznej ochrony przeciw wirusom i bakteriom odpowiedzialnym za poszczególne choroby.

W ciągu ponad 200 lat historii szczepień opracowano wiele różnych rodzajów szczepionek:

- szczepionki żywe, czyli zawierające atenuowane (osłabione) całe drobnoustroje (wirusy lub bakterie), pozbawione możliwości zakażenia człowieka;
- szczepionki inaktywowane zawierające zabite drobnoustroje lub ich fragmenty, tj. toksoidy (unieczynnione toksyny bakteryjne):
  - podjednostkowe,
  - polisacharydowe,
  - wirosomalne,
  - rekombinowane,
  - skoniugowane,
  - białkowe – opracowane metodą odwrotnej wakcynologii;
- szczepionki najnowszej generacji – oparte na materiale genetycznym:
  - mRNA,
  - wektorowe.

„Szczepionki żywe" zawierają bakterię lub wirusa, które są pozbawione właściwości chorobotwórczych dzięki atenuacji czyli osłabieniu, ale bardzo silnie pobudzają układ odpornościowy. Do tej grupy należą np.: szczepionka przeciw gruźlicy, przeciw odrze, śwince, różyczce, szczepionka przeciw ospie wietrznej, szczepionka przeciw rotawirusom, donosowa szczepionka przeciw grypie, szczepionka podróżujących, przeciw żółtej gorączce).

„Szczepionki zabite" zawierają drobnoustroje inaktywowane za pomocą temperatury, związków chemicznych lub promieniowania. Należą tu np.: szczepionka przeciw błonicy, tężcowi

i krztuścowi, przeciw kleszczowemu zapaleniu mózgu oraz szczepionka przeciw durowi brzusznemu. Szczepionki rekombinowane powstają w wyniku wbudowania fragmentu materiału genetycznego danego drobnoustroju do komórek ssaka, komórek drożdży lub owadów. Zmienione genetycznie (rekombinowane) komórki zaczynają produkcję nowego białka, które po wyizolowaniu i oczyszczeniu pełni rolę antygenu szczepionkowego. W ten sposób powstaje np. szczepionka HPV przeciw ludzkiemu wirusowi brodawczaka.

Szczepionki mogą chronić przeciw konkretnej chorobie lub mogą być wieloskładnikowe. Szczepionki jednoskładnikowe (monowalentne) uodparniają na jedną chorobę zakaźną – jak np. szczepionka przeciw ospie wietrznej. Szczepionki wieloskładnikowe (poliwalentne) zawierają kilka typów tego samego drobnoustroju (np. szczepionka przeciw *poliomyelitis*) lub antygeny pochodzące z kilku typów drobnoustroju (np. szczepionka przeciw pneumokokom). Natomiast szczepionki skojarzone uodparniają organizm jednocześnie przeciw kilku chorobom zakaźnym. Zawierają kilka różnych drobnoustrojów lub antygenów pochodzących od kilku typów drobnoustrojów, np. szczepionka DTP przeciw błonicy, tężcowi i krztuścowi czy szczepionka MMR przeciw odrze, śwince i różyczce.

Pod koniec XX wieku udało się opracować szczepionki wysokoskojarzone, np. szczepionkę pięciowalentną (5 w 1) uodparniającą jednocześnie na błonicę, tężec, krztusiec, *poliomyelitis*, *haemophilus influenzae* typu b oraz szczepionkę sześciowalentną (6 w 1) działającą przeciw błonicy, tężcowi, krztuścowi, *poliomyelitis*, *haemophilus influenzae* typu b i wirusowemu zapaleniu wątroby typu B. Szczepionki wysokoskojarzone pozwalają zredukować liczbę wykonywanych wstrzyknięć, co wpływa na zmniejszenie bólu i stresu szczepionego dziecka oraz jego rodziców, a także zmniejszyć liczbę lekarskich wizyt szczepiennych.

Szczepionki najczęściej podawane są we wstrzyknięciu (domięśniowo, podskórnie, śródskórnie), ale znamy również szczepionki doustne i donosowe.

Warto podkreślić, że wszystkie znane szczepionki, w tym szczepionki przeciw COVID-19, opierają się na podobnym mechanizmie podnoszenia odporności – dostarczają antygen (lub antygeny), aby pobudzić układ odpornościowy osoby zaszczepionej do działania.

Różnica pomiędzy wcześniej znanymi szczepionkami (żywymi i zabitymi), a nowoczesnymi szczepionkami (mRNA czy wektorowymi) – np. przeciw COVID-19 – polega generalnie na sposobie i miejscu wytwarzania antygenu:

- szczepionki żywe (atenuowane) oraz zabite (inaktywowane), w swoim składzie zawierają gotowy, wyprodukowany wcześniej w fabryce wytwórcy antygen/antygeny;
- szczepionki mRNA i szczepionki wektorowe zawierają materiał genetyczny będący „informacją" służącą do wytworzenia antygenu, co ma miejsce w organizmie osoby szczepionej.

Kolejne etapy działania układu odpornościowego w odpowiedzi na antygen są już podobne.

Więcej informacji:

- *Jakie są rodzaje szczepionek?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jakie-sa-rodzaje-szczepionek-2/ [dostęp: 15.08.2021].

W szczepionkach poza antygenami znajdziemy również substancje pomocnicze. Należą do nich:

- **adiuwanty**, które wzmacniają działanie szczepionki (np. wodorotlenek glinu, fosforan glinu);
- **stabilizatory**, które zapewniają stabilność szczepionki (np. cukry, białka, aminokwasy);
- **środki konserwujące** chroniące szczepionkę przed zanieczyszczeniami, drobnoustrojami (np. tiomersal);
- **śladowe pozostałości z procesu wytwarzania szczepionki,** (np. formaldehyd, białka jaja kurzego, białka drożdży, antybiotyki);
- **woda.**

Wszystkie substancje pomocnicze w szczepionkach zostały dokładnie zbadane i występują w bezpiecznej ilości zaakceptowanej przez instytucje zajmujące się dopuszczeniem szczepionek do obrotu. Niektóre substancje pomocnicze mogą wywoływać reakcje alergiczne, co należy uwzględnić w czasie kwalifikacji danej osoby do szczepienia (np. uczulenie na białko jaja kurzego, żelatynę, tiomersal, neomycynę, lateks, polietylenoglikol).

Więcej informacji:

- *Jakie substancje pomocnicze wchodzą w skład szczepionek?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jakie-substancje-pomocnicze-wchodza-w-sklad-szczepionek/ [dostęp: 15.08.2021].

V. Co zawdzięczamy szczepionkom?

Szczepienia chronią ludzi przed:

- poważnymi, zagrażającymi zdrowiu i życiu chorobami zakaźnymi, takimi jak: wirusowe zapalenie wątroby typu B, błonica, tężec, krztusiec, odra, świnka, różyczka, grypa, *poliomyelitis*, zakażenia *haemophilus influenzae* typu b, zakażenia pneumokokowe, zakażenia meningokokowe;
- groźnymi powikłaniami ww. chorób.

Każdego roku na całym świecie szczepienia chronią 2,7 mln ludzi przed zachorowaniem na odrę, 1 mln przed krztuścem i zapobiegają wystąpieniu tężca u 2 mln niemowląt.

W przeszłości wielu ludzi umierało na choroby, którym obecnie możemy zapobiegać dzięki szczepieniom. Częściej występowały też powikłania po chorobach, takie jak: ślepota po odrze, wrodzona głuchota, zaćma czy niepełnosprawność intelektualna u dzieci, których matki chorowały na różyczkę podczas ciąży. Wiele osób urodzonych przed 1960 r. pamięta, że *poliomyelitis* – nagminne porażenie dziecięce, zwane inaczej chorobą Heinego-Medina – było główną przyczyną zgonów, paraliżu i trwałej niepełnosprawności na świecie. Przed laty powszechnie występowały zachorowania na błonicę – ciężką chorobę, która budziła ogromny lęk ponieważ pociągała za sobą śmierć tysięcy dzieci i nazywana była „duszącym aniołem". Jej metaforyczna nazwa wskazuje na jedną z przyczyn zgonu, którą jest uduszenie na skutek zamknięcia światła dróg oddechowych przez narastające w gardle martwicze pseudobłony (o wyglądzie „skrzydeł anioła") oraz obrzęk szyi wynikający ze znacznego powiększenia węzłów chłonnych szyjnych. W latach 50-tych XX wieku nawet do 3000 dzieci umierało każdego roku z powodu błonicy w Polsce. Po wprowadzeniu szczepień przeciw błonicy dla wszystkich dzieci w 1954 r. stopniowo obserwowano zmniejszenie liczby zachorowań i zgonów. Od 2001 roku w Polsce nie odnotowano żadnego przypadku błonicy.

Więcej informacji:

- *Szczepionka przeciw błonicy* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/szczepionki/blonica/ [dostęp: 15.08.2021].

Jednym z najbardziej znanych przykładów ilustrujących możliwe konsekwencje braku szczepień jest zdjęcie z 1901 roku.

Nieszczepiony chłopiec z ciężkimi objawami ospy prawdziwej i zaszczepiony chłopiec z łagodnymi objawami choroby

Źródło: domena publiczna

Szczepienia ochronne pomagają również w walce z chorobami nowotworowymi. Szczepionka przeciw wirusowemu zapaleniu wątroby tupu B (WZW B) chroni przed pierwotnym rakiem wątroby, a szczepionka przeciw HPV – ludzkiemu wirusowi brodawczaka – przed rakiem szyjki macicy oraz innymi nowotworami HPV-zależnymi.

Szczepionki są rozwiązaniem dla osób z różnych grup wiekowych – chronią najmłodszych m.in. przed krztuścem, błonicą, odrą, rotawirusami, *poliomyelitis*, nastolatki przed zakażeniem wirusem brodawczaka ludzkiego (HPV) czy meningokokami, kobiety w ciąży przed krztuścem i grypą, a starszych przed grypą i pneumokokami.

Każdy posiadacz psa, wie, że weterynarz często podaje szczepionki również domowym pupilom, dzięki czemu mogą uniknąć tak groźnych chorób jak nosówka, parwowiroza, adenowiroza i wiele innych.

Szczepienia są jednym z największych osiągnięć medycyny oraz całego społeczeństwa wspierającego ich wykonywanie. Dzięki nim z powierzchni ziemi zniknęła ospa prawdziwa i istnieje szansa, że niedługo to samo stanie się z chorobą *poliomyelitis*, odrą i różyczką. Wiele groźnych chorób, jak błonica, gruźlica, tężec noworodków, różyczka wrodzona, wirusowe zapalenie wątroby typu B, odra, a nawet niektóre nowotwory udaje się dzięki szczepieniom utrzymać w ryzach.

Dzięki szczepieniom dzieci zyskują bezpieczne dzieciństwo, a dorośli szansę na dłuższe życie!

Szczepiąc dzieci i dorosłych, można zapewnić im najskuteczniejszą ochronę przed ciężkimi chorobami zakaźnymi, zadbać o wspólne bezpieczeństwo. Takie zachowanie należy porównać do zapinania pasów w czasie podróży samochodem, zakładania kasku do jazdy rowerem lub motocyklem czy przeciwsłonecznej ochrony skóry w upalny dzień. Szczepionki są kolejnym sposobem ochrony bliskich przez całe ich życie. Szczepienia „uczą" system immunologiczny, jak rozpoznawać i walczyć z bakteriami i wirusami. Zabezpieczają także te osoby, które z różnych powodów nie mogą być zaszczepione.

Dla niektórych jedyną tarczą i szansą uniknięcia choroby jest to, że inni zostali zaszczepieni!

VI. Choroby zakaźne, przed którymi chronią szczepionki

Opracowane dotychczas szczepionki chronią przed 28 różnymi chorobami zakaźnymi, takimi jak:

- gruźlica;
- błonica;
- tężec;
- krztusiec;
- *poliomyelitis*;
- różyczka;
- odra;
- świnka;
- ospa wietrzna;
- zakażenia pneumokokowe;
- zakażenia meningokokowe;
- wirusowe zapalenie wątroby typu B (WZW B);
- wirusowe zapalenie wątroby typu A (WZW A);
- zakażenia *haemophilus influenzae* typu B (HIB);
- biegunka rotawirusowa;
- grypa;
- brodawczak ludzki (HPV);
- kleszczowe zapalenie mózgu (KZM);
- dur brzuszny;
- cholera;
- japońskie zapalenie mózgu;
- wścieklizna;
- żółta gorączka;
- COVID-19;
- półpasiec*;
- gorączka Ebola*;
- dendga*;
- wąglik*.

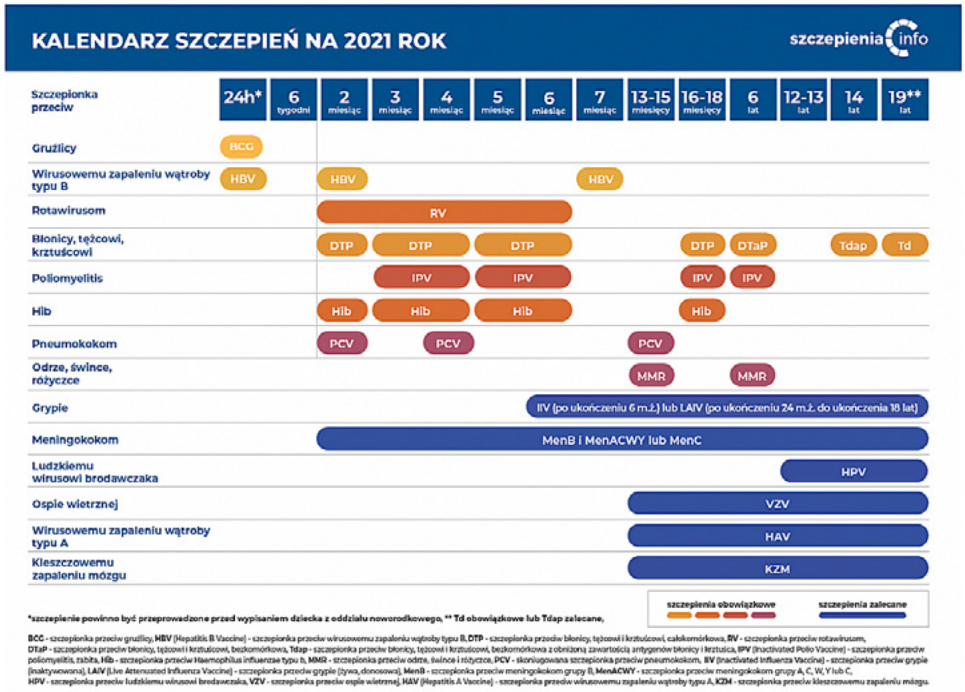
W powyższym wykazie oznaczono * szczepionki niedostępne w Polsce.

Podsumowanie:

- W czasach naszych dziadków poważnym zagrożeniem były takie choroby zakaźne jak: odra, *poliomyelitis*, błonica, różyczka, krztusiec, gruźlica, WZW typu B. Szczepionki pomogły kontrolować te choroby, a nawet je wyeliminować.
- Kolejne pokolenia mają już wybór: szczepienie i życie bez ryzyka ciężkich objawów choroby lub zachorowanie oraz powikłania w przebiegu danej choroby.
- Decyzja o zaszczepieniu to wybór oparty na nauce i osiągnięciach medycyny.

- Zdecydowanie lepiej się zaszczepić niż chorować – żeby uniknąć objawów choroby i niebezpiecznych powikłań.

Aktualny kalendarz szczepień na 2021 rok dla dzieci i młodzieży



Źródło: obraz z portalu Szczepienia.info – https://szczepienia.pzh.gov.pl/kalendarz-szczepien-2021/?fbclid=IwAR3Jcx74fyPCEc1F6xdM5h--7AKnLQVg0OOOZbMt6B0XC5L-SXeC_DBjpr9g [dostęp: 14.08.2021].

Warto pamiętać, że szczepionki są dla każdego. Poza ochroną dzieci i młodzieży (zob. kalendarz szczepień na 2021 r.) coraz popularniejsze są szczepienia dla kobiet w ciąży chroniące przed krztuścem i grypą czy dla starszych przeciw grypie i pneumokokom. Prawdziwą rewolucję stanowią szczepienia przeciw COVID-19, które można obecnie podawać nastolatkom od 12 r.ż., dorosłym i starszym.

VII. Czym są wirusy i koronawirusy

Wirusy (łac. *virus* – trucizna, jad) to niewielkie cząstki zakaźne, niezdolne do namnażania się poza komórką gospodarza. Zbudowane są z kwasu nukleinowego (DNA lub RNA) stanowiącego ich genom, czyli informację potrzebną do wytworzenia cząstek potomnych, oraz z płaszcza białkowego zwanego kapsydem. Wirusy są całkowicie zależne od żywych komórek pełniących rolę ich gospodarza.

Co to jest COVID-19?

COVID-19 jest ostrą chorobą zakaźną wywoływaną przez wirus SARS-CoV-2. Wirus ten należy do wirusów RNA i jest spokrewniony z innymi koronawirusami występującymi szeroko w świecie zwierzęcym. Od początku XXI wieku znane są dwa przypadki, w których koronawirusy przeszły ze świata zwierzęcego na ludzi, wywołując zagrożenie zdrowia publicznego. W 2002 r. wybuchła epidemia zespołu ostrej niewydolności oddechowej SARS w południowo-wschodniej Azji, która szybko rozprzestrzeniała się na inne kontynenty, ale wygasła w 2004 r. z nieznanych powodów. W 2012 r. w Arabii Saudyjskiej wykryto nowy typ koronawirusa powodującego bliskowschodni zespół niewydolności oddechowej MERS, występujący głównie w krajach Bliskiego Wschodu wśród osób mających kontakt z wielbłądami. Oba ww. koronawirusy wywoływały ciężkie objawy, często kończące się śmiercią zakażonych. Wirus SARS-CoV-2 pojawił się w pod koniec 2019 r. w populacji ludzkiej całkowicie podatnej na zakażenie i idealnie dostosował się do organizmu ludzkiego, wywołując błyskawicznie szerzącą się pandemię.

Po przedostaniu się do organizmu człowieka wirus SARS-CoV-2 zakaża komórki posiadające receptory białka ACE2, czyli enzymu konwertującego angiotensynę typu II. Receptory te są „przepustką" wirusa do ludzkiego ciała, dzięki którym może on wniknąć do komórek i zmuszać je do produkcji milionów swoich kopii, a w efekcie lawinowego zakażania kolejnych komórek. Receptory ACE2 występują w nabłonku dróg oddechowych, w płucach, sercu, naczyniach krwionośnych, nerkach, wątrobie oraz w nabłonku przewodu pokarmowego.

Wirus SARS-CoV-2 przenosi się:

- drogą kropelkową razem z wydzieliną z dróg oddechowych: podczas kaszlu, wydmuchiwania nosa, mówienia;
- drogą powietrzną wraz z aerozolem wydychanym przez chorego lub podczas procedur medycznych, np. intubacji, kichania, śpiewania;
- przez kontakt bezpośredni, podanie dłoni, uścisk itp.;
- pośrednio, przez kontakt z powierzchnią skażoną wydzieliną chorego.

Osoba zakażona może zakażać innych, zanim jeszcze pojawią się u niej objawy choroby, tj.:

- dorosły chory może być źródłem zakażenia dla innych na 1–3 dni przed wystąpieniem objawów choroby;
- chory z łagodnymi objawami może zakażać innych do 3 tygodni od wystąpienia objawów;
- chory z ciężkimi objawami może zakażać innych znacznie dłużej niż 3 tygodnie od wystąpienia objawów;
- zakażony z bezobjawowym przebiegiem choroby może zakażać przez okres 1–2 tygodni po zakażeniu.

Jeden chory na COVID-19 zaraża średnio 2–3 osoby z bliskiego otoczenia, a w przypadku nowych wariantów koronawirusa, np. wariantu Delta, nawet 4–5 osób.

Jakie są objawy COVID-19?

Objawy COVID-19 są zbliżone do innych infekcji układu oddechowego i postawienie diagnozy wymaga wykonania badań laboratoryjnych. Najczęściej u zakażonych pacjentów obserwuje się:

- gorączkę,
- suchy kaszel,
- uczucie zmęczenia lub osłabienia.

Rzadziej występują:

- bóle mięśniowe,
- ból gardła,
- biegunka,
- zapalenie spojówek,
- ból głowy,
- utrata węchu lub smaku,
- wysypka lub odbarwienia na palcach rąk lub stóp.

W ciężkim przebiegu COVID-19 mogą wystąpić:

- duszność,
- ból lub uczucie ucisku w klatce piersiowej,
- zaburzenia mowy (afazja),
- zaburzenia ruchowe.

Jak poważne mogą być objawy COVID-19?

COVID-19 jest nową chorobą i wiedza dotycząca szczególnie długoterminowych skutków zakażenia nią jest nadal niepełna. Większość zakażonych przechodzi chorobę łagodnie, aczkolwiek są opisywane długoterminowe powikłania nawet u osób, które łagodnie przeszły infekcję. U ok. 5% z nich objawy (m.in. zmęczenie, bóle głowy, duszność lub zaburzenia węchu) mogą się utrzymywać ponad 8 tygodni po wystąpieniu objawów.

U osób starszych oraz osób z chorobami towarzyszącymi istnieje podwyższone ryzyko ciężkiego przebiegu oraz wystąpienia powikłań w przebiegu COVID-19. Wiele z tych powikłań może wiązać się ze zjawiskiem zwanym „burzą cytokinową", mającym miejsce wówczas, kiedy infekcja wirusowa stymuluje układ odpornościowy do wywołania ogólnoustrojowego stanu zapalnego, niszczącego narządy wewnętrzne, co często prowadzi do zgonu.

Dotąd opisano następujące powikłania COVID-19:

- zapalenie płuc często prowadzące do ostrej niewydolności oddechowej występującej, kiedy płuca zalane płynem w wyniku procesu zapalnego nie są w stanie dostarczać do organizmu tlenu i odprowadzać z niego dwutlenku węgla (uszkodzenia mogą być trwałe);
- trwałe uszkodzenie mięśnia sercowego, które może zwiększać ryzyko wystąpienia niewydolności serca lub innych powikłań sercowych – m.in. zapalenia mięśnia sercowego;
- uszkodzenie nerek;
- wysypka, wypadanie włosów;
- powikłania neurologiczne – udar, drgawki, zespół Guillaina-Barrégo, zwiększone ryzyko rozwoju choroby Parkinsona i choroby Alzheimera; problemy ze snem, zaburzenia poznawcze (np. obniżona koncentracja, problemy z pamięcią);
- incydenty zakrzepowo-zatorowe, takie jak zator tętnicy płucnej, zawał serca, udar;
- problemy psychiczne – zespół stresu pourazowego, depresja i zaburzenia lękowe.

Większość dzieci przechodzi zakażenie SARS-CoV-2 bezobjawowo lub łagodnie, ale dzieci w każdym wieku są podatne na zakażenie i potencjalnie zagrożone ciężkim przebiegiem COVID-19. Wśród czynników ryzyka ciężkiego przebiegu COVID-19 i rozwoju powikłań u dzieci wymienia się wcześniactwo, przewlekłe choroby współistniejące, w tym zaburzenia odporności oraz otyłość. Wiadomo także, że na wystąpienie rzadkiego powikłania – wieloukładowego zespołu zapalnego związanego z COVID-19 (PIMS lub inaczej MIS-C) narażone są ogólnie zdrowe dzieci, a zespół ten wiąże się z ryzykiem niewydolności serca, rozwoju wstrząsu i koniecznością hospitalizacji.

Więcej informacji o przebiegu COVID-19:

- *Szczepionka przeciw COVID-19* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/szczepionki/covid-19-2/ [dostęp: 15.08.2021].

Gdzie i jak często COVID-19 występuje na świecie?

Zakażenia wirusem SARS-CoV-2 zostały po raz pierwszy zidentyfikowane u ludzi w listopadzie 2019 roku. Kilka czynników spowodowało, że nowy wirus wywołał pandemię i sytuację kryzysową we wszystkich krajach świata. Po pierwsze, nowy wirus idealnie dostosował się do ludzkiego organizmu, dzięki czemu z łatwością szerzy się drogą kropelkową, kontaktową i w mniejszym stopniu – powietrzną. Po drugie, stosunkowo łagodne, często bezobjawowe zakażenia wraz z bardzo długim okresem zakaźności utrudniają wykrywanie ognisk zakażeń oraz śledzenie kontaktów. Po trzecie, bezprecedensowa globalizacja, natężenie ruchu lotniczego oraz zagęszczenie ludności w wielu regionach świata, stworzyły dogodne warunki do błyskawicznego rozprzestrzeniania się zakażeń nowym koronawirusem na całym świecie.

Do dnia 1.08.2021 roku Światowa Organizacja Zdrowia zarejestrowała ponad 200 milionów potwierdzonych zachorowań oraz 4 miliony 200 tysięcy zgonów z powodu COVID-19. Należy pamiętać, że nadal ogromna część ludzi nie zetknęła się z wirusem i jest podatna na zakażenie. Pandemia będzie trwała, dopóki 80–85% społeczeństwa nie uodporni się drogą naturalną (przez przechorowanie) lub sztuczną (poprzez zaszczepienie). Po przekroczeniu tego progu odporności zbiorowiskowej COVID-19 może stać się jedną z sezonowych chorób, z którą służby sanitarne będą walczyć jak z dziesiątkami innych chorób zakaźnych ludzi.

Jak często wirus SARS-CoV-2 podlega mutacjom?

Koronawirusy należą do wirusów RNA, które podlegają mutacjom. Jednak sam wirus SARS-CoV-2 nie należy do wirusów, które szybko mutują. Wiadomo, że podlega mutacjom istotnie wolniej niż np. wirus grypy. Mutacje to losowe, skokowe zmiany, które zachodzą w kodzie genetycznym wirusa i są najczęściej wynikiem pomyłek w czasie replikacji (podziałów) wirusa. Zdecydowana większość jest neutralna. Mogą się jednak zdarzyć takie, które zmieniają funkcję wirusa. Mogą się również zdarzyć takie, które powodują jego większą zaraźliwość. Z kolei warianty wirusa SARS-CoV-2 to utrwalone wersje wirusa z różnymi skumulowanymi mutacjami.

Żeby znacząco zmienić szczep wirusa SARS-CoV-2, muszą pojawić się mutacje, które nawarstwią się w jego genomie i będą wpływały na jego funkcje. Takich zmian jeszcze się nie obserwuje. Cały czas znane dotąd szczepionki przeciw COVID-19 są skuteczne wobec znanych wariantów wirusa SARS-CoV-2. Jednak im częściej wirus podlega replikacji (podziałom), tym większa jest szansa jego mutacji, toteż jeżeli transmisja wirusa nie zostanie szybko ograniczona, prędzej czy później można spodziewać się, że powstanie wariant, na który szczepionki nie będą już działały. Obecnie znanych jest 5 wariantów budzących obawy: Alfa, Beta, Gamma, Delta. Istnieją również dowody, że wariant Delta popularnie zwany „indyjskim", rozprzestrzenia się 40–60% łatwiej w porównaniu z wyjściowym wariantem wirusa wywołującego chorobę COVID-19 i może być związany z wyższym ryzykiem hospitalizacji. Opierając się na prognozach modelowania, badacze oceniają, że wariant Delta jest bardziej zakaźny niż inne krążące warianty wirusa SARS-CoV-2 i stanie się wariantem dominującym w Europie.

VIII. Szczepienia przeciw COVID-19

Dlaczego powinniśmy się szczepić przeciw COVID-19?

Szerząca się pandemia COVID-19 i sukces pierwszych szczepień w jej zwalczaniu stworzyły wielkie zapotrzebowanie na szczepionki przeciw tej chorobie. W wielu miejscach na świecie badacze intensywnie pracują nad ich opracowaniem, próbując dołączyć

do tych, którzy już odnieśli w tej dziedzinie sukces. Rygorystyczne wymagania Europejskiej Agencji Leków (*European Medicines Agency*) dopuściły dotychczas do stosowania w Unii Europejskiej cztery preparaty.

Obecnie – po podaniu ponad czterech miliardów dawek różnych szczepionek przeciw COVID-19 – wiadomo, że należą one do preparatów, co do których zgromadzono ogromną, nieporównywalną w odniesieniu do innych szczepionek, wiedzę na temat ich bezpieczeństwa, skuteczności i efektywności działania. Obserwowane po podaniu niektórych szczepionek stosowanych w UE ciężkie działania niepożądane, w postaci nietypowych zdarzeń zakrzepowo-zatorowych czy zapalenia mięśnia sercowego lub osierdzia, są niesłychanie rzadkie i w opiniach niezależnych ekspertów z WHO czy Europejskiej Agencji Leków nie zmieniają korzystnego bilansu korzyści i ryzyka szczepionek.

W badaniach klinicznych szczepionki przeciw COVID-19 wykazują ochronę przed objawami COVID-19 w zakresie 70–95% w odniesieniu do wyjściowych wariantów SARS CoV-2 i – co najważniejsze – jeszcze wyższą ochronę przed ciężkim przebiegiem COVID-19, hospitalizacją i zgonem z powodu COVID-19. Szerzący się ostatnio wariant Delta koronawirusa powoduje, że zdarzają się tzw. infekcje przełamujące u zaszczepionych (tj. łagodne zachorowania u osób, które przyjęły szczepionkę), ale mimo tego obserwowana jest wysoka skuteczność szczepień w zakresie ochrony przed hospitalizacją i zgonem z powodu COVID-19. W krajach o wysokim stanie zaszczepienia, jak Wielka Brytania i niektóre stany USA, zachorowania na COVID-19 dotyczą praktycznie tylko osób niezaszczepionych. Co więcej, zaszczepieni chorujący na COVID-19 przechodzą infekcję tak lekko, że tylko w wyjątkowych przypadkach trafiają do szpitala.

W Polsce liczba osób nieuodpornionych, czyli takich, które ani nie chorowały na COVID-19, ani nie zostały zaszczepione, jest wciąż znacząca. To im właśnie grozi teraz zachorowanie oraz wśród nich mogą wystąpić zgony. Te osoby stanowić będą źródło zachorowań podczas kolejnych fali pandemii.

Więcej informacji:

- *Szczepionka przeciw COVID-19* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/szczepionki/covid-19-2/ [dostęp: 16.08.2021];
- *Fakty na temat COVID-19* – https://vaccination-info.eu/pl/covid-19/fakty-nt-covid-19 [dostęp: 16.08.2021].

IX. Czy szczepionki dostępne na rynku i podawane ludziom są skuteczne oraz bezpieczne?

Przed dopuszczeniem danej szczepionki do obrotu rynkowego wymagane jest przeprowadzenie bardzo skrupulatnych badań, na które składają się trzy podstawowe etapy:

1) **Badania w laboratorium**, gdzie przygotowywana jest szczepionka i oceniane są:
   - jej składniki,
   - warunki przechowywania (inaczej stabilność szczepionki).

2) **Badania przedkliniczne na zwierzętach**
   Szczepionki, podobnie jak wszystkie leki, przechodzą badania przedkliniczne lub laboratoryjne, zanim zostaną przebadane na ludziach. Badania te pokazują, czy szczepionka może powodować problemy z bezpieczeństwem, w skrajnych przypadkach obejmujące wpływ na reprodukcję lub rozwój.

   Ważnym uzupełnieniem tych badań są:
   - badania immunogenności, dotyczące rodzajów odpowiedzi immunologicznych, jakie wywołuje szczepionka – mogą one obejmować ocenę wytwarzania przeciwciał lub aktywowania pamięci immunologicznej;
   - badania na zwierzętach, w trakcie których sprawdza się, czy zwierzęta, którym podano szczepionkę (np. przeciw COVID-19), są chronione przed konkretną chorobą po zakażeniu wywołującym ją drobnoustrojem (np. SARS-CoV-2);
   - badania biodystrybucji na zwierzętach, które pokazują, w jaki sposób szczepionka dociera do tkanek i narządów w organizmie.

   Na podstawie wyników badań przedklinicznych można już wysnuć wstępne wnioski dotyczące bezpieczeństwa szczepionki. Te wnioski nie wystarczą, aby móc uznać preparat za bezpieczny dla ludzi, ale dają podstawę do podjęcia ostrożnych prób wykonywanych na ludziach.

3) **Badania kliniczne na ludziach**
   Wiążą się ze szczególnymi wymaganiami etycznymi. W związku z tym sposób wykonania tych badań wymaga dużej troski o bezpieczeństwo i dlatego pozostają one pod skrupulatnym nadzorem. Istotnym aspektem w ostrożnym podejściu do badań klinicznych na ludziach jest podział procedury na kolejne fazy. Eksperymenty w obrębie pierwszej z nich są wykonywane jedynie na małej grupie osób podlegających bardzo pilnej obserwacji. Dopiero w przypadku niestwierdzenia w tej fazie poważnych zagrożeń dla zdrowia uczestników, badania prowadzone w następnych fazach obejmują większe grupy osób. Oczywistym wymogiem

uczestnictwa w badaniach klinicznych jest pisemna zgoda uczestnika na udział w badaniu po szczegółowym poinformowaniu go o celu badania i potencjalnych zagrożeniach związanych z udziałem.

Faza I badań klinicznych obejmuje próby, które mają na celu sprawdzenie nowej szczepionki pod kątem działania farmakologicznego, wielkości dawki i występowania działań niepożądanych. Prowadzone są na małych grupach zdrowych osób, liczących zwykle od kilkunastu do kilkudziesięciu uczestników. W tej fazie nie stosuje się grupy kontrolnej i badany preparat podaje się jawnie. Ocenia się m.in. wzrost miana przeciwciał lub innych wskaźników odporności po szczepieniu.

Faza II badań klinicznych stanowi rozszerzenie fazy I. Prowadzona jest ocena bezpieczeństwa i immunogenności. Badania tej fazy wymagają większych, zwykle kilkusetosobowych grup. Wymagana jest randomizacja (dobór losowy) uczestników w grupie badanej i kontrolnej. Kontrolowana jest immunogenność (poziom przeciwciał) podczas podawania różnych dawek preparatu oraz jego bezpieczeństwo. Sprawdzane są też różne schematy szczepienia.

Faza III obejmuje badanie prowadzone z udziałem dużych grup ochotników, zwykle kilkudziesięciu tysięcy osób. Wymaga randomizacji (doboru losowego) uczestników w grupie badanej i kontrolnej. Uczestnik ani badacz prowadzący badanie nie wiedzą, czy pacjent dostaje szczepionkę (grupa badana) czy należy do grupy kontrolnej i przyjmuje *placebo* (czyli obojętny preparat – tj. sól fizjologiczną). Badanie prowadzone jest pod nadzorem komisji bioetycznej oraz wyspecjalizowanej firmy monitorującej eksperymenty kliniczne. Dokonywana jest ocena bezpieczeństwa (częstości i rodzaju niepożądanych odczynów poszczepiennych) oraz skuteczności szczepionki (porównanie liczby zachorowań w grupie badanej i grupie kontrolnej).

Faza IV obejmuje badania prowadzone już po dopuszczeniu szczepionki do obrotu. Polegają one głównie na ocenie bezpieczeństwa szczepionki poprzez raportowanie wszystkich niepożądanych odczynów poszczepiennych, a także na porównywaniu efektów szczepień w rzeczywistych warunkach prowadzonego programu szczepień.

Każda szczepionka dostępna na rynku musiała wcześniej zostać dopuszczona do obrotu, a więc pozytywnie oceniono wyniki związanych nią badań nieklinicznych (na zwierzętach) i klinicznych (na ludziach). Tylko pod takim warunkiem szczepionki mogą być podawane w programach szczepień.

Więcej informacji:

- *Jak się bada bezpieczeństwo szczepionek?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jak-sie-bada-bezpieczenstwo-szczepionek/ [dostęp: 16.08.2021];

- *Jak się bada skuteczność szczepionek?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jak-sie-bada-skutecznosc-szczepionek/ [dostęp: 16.08.2021].

Ciekawostka:
Dlaczego rodzice 12-letnich bliźniaczek zdecydowali się na uczestnictwo w badaniu klinicznym szczepionk przeciw COVID-19? – https://szczepienia.pzh.gov.pl/dlaczego-rodzice-12-letnich-blizniaczek-zdecydowali-sie-na-uczestnictwo-w-badaniu-klinicznym-szczepionek-przeciw-covid-19/?wersja=dla-pacjentow [dostęp: 16.08.2021].

X. Korzyści ze szczepień przeciw COVID-19 dla młodzieży

Jeżeli szczepionka jest dostępna na rynku, to znaczy, że korzyści z jej podawania przeważają nad ryzykiem. Czuwa nad tym Europejska Agencja Leków oraz jej odpowiedniki w poszczególnych krajach (w Polsce taką funkcję pełni Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych). Warto zorientować się, jakie szczepionki przeciw COVID-19 dostępne są w krajach Unii Europejskiej: https://szczepienia.pzh.gov.pl/faq/jakie-szczepionki-przeciw-covid-19-sa-dopuszczone-do-obrotu/ [dostęp: 16.08.2021].

Bilans korzyści i ryzyka w przypadku szczepionek to złożone zagadnienie
Korzyści obejmują nie tylko samych zaszczepionych, ale także inne osoby, natomiast ryzyko zdarzeń niepożądanych można odczuwać szczególnie dotkliwie, ponieważ szczepieniu poddajemy się, gdy jesteśmy zdrowi, w ramach działań profilaktycznych. Korzyści ze szczepienia obejmują ochronę przed chorobą oraz jej długofalowymi następstwami – nie tylko osoby zaszczepionej, ale także innych osób, z którymi się ona kontaktuje (szczepienie zmniejsza ryzyko zakażenia osób z kontaktu).

Korzyści ze szczepienia zmieniają się zależnie od tego:
- na ile dana osoba będzie miała kontakt z patogenem (co zależy od częstości zakażeń w obrębie populacji w danym rejonie w aktualnym czasie, a także od narażenia zawodowego na zakażenie);
- czy dana osoba narażona jest na ciężkie powikłania lub zgon (co zależy głównie od wieku, ale także od stanu zdrowia oraz chorób towarzyszących);
- że korzyści akumulują się także każdego dnia po szczepieniu (w okresie narażenia na zakażenie patogenem).

Korzyści ze szczepienia nastolatków przeciw COVID-19 dotyczą dwóch obszarów:
- zmniejszenia obciążenia chorobą i skutkami COVID-19 (ochrona bezpośrednia);
- zmniejszenia krążenia wirusa SARS-CoV-2 w populacji (ochrona pośrednia).

Więcej informacji:

- Portal Szczepienia.info: https://szczepienia.pzh.gov.pl/faq/jakie-sa-korzysci-ze--szczepienia-przeciw-covid-19-nastolatkow/?wersja=dla-pacjentow [dostęp: 16.08.2021].

W krajach, w których obserwuje się narastanie kolejnej fali zakażeń wirusem SARS-CoV-2, dzieci i młodzież stanowią grupę cechującą się największym wzrostem liczby zakażeń. Większość przechodzi zakażenie SARS-CoV-2 bezobjawowo lub łagodnie, jednak dzieci i młodzież ze wszystkich grup wiekowych, niezależnie od miejsca zamieszkania, są podatne na zakażenie i potencjalnie zagrożone ciężkim przebiegiem COVID-19.

Trzeba podkreślić, że wśród osób poniżej 18. roku życia są i takie, które mogą przechodzić COVID-19 bardzo ciężko – szczepienie ratuje zatem ich życie i zdrowie. Do tej grupy należą m.in. dzieci z cukrzycą, przewlekłymi chorobami układu oddechowego, otyłością czy z nadciśnieniem tętniczym. Drugą grupą bardzo istotną z punktu widzenia epidemiologii są dzieci mające częsty kontakt z osobami w wieku podeszłym, szczególnie tymi z wielochorobowością – mieszkające w rodzinach wielopokoleniowych, będące pod opieką dziadków czy odwiedzające ich.

Wiadomo także, że na wystąpienie rzadkiego powikłania – wieloukładowego zespołu zapalnego związanego z COVID-19 (PIMS lub inaczej MIS-C) – narażone są dzieci ogólnie zdrowe, a zespół ten wiąże się z ryzykiem niewydolności serca, rozwoju wstrząsu i koniecznością hospitalizacji. Szacuje się, że u 1/1000 dzieci, które zachorują na COVID-19, rozwinie się powikłanie w postaci MIS-C. Trzeba także pamiętać, że dzieci i młodzież odgrywają istotną rolę w transmisji zakażenia SARS-CoV-2.

Eksperci Europejskiego Centrum Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC) podkreślają w najnowszym raporcie, że powinniśmy być przygotowani na to, że zakażenie nowym wariantem Delta wirusa SARS-CoV-2 będzie rozprzestrzeniać się najsilniej właśnie w grupie dzieci i młodzieży. Ten wariant rozprzestrzenia się 40–60% łatwiej w porównaniu do wyjściowego wariantu wirusa wywołującego COVID-19 i może być związany z wyższym ryzykiem hospitalizacji. Dlatego właśnie warto wykorzystać szansę ochrony, jaką daje szczepienie. W przypadku, gdy dziecko nie może zostać zaszczepione (np. z powodu przeciwwskazań medycznych), należy stworzyć wokół niego bufor bezpieczeństwa, stosując „szczepienie pierścieniowe" – zaszczepić powinni się rodzice oraz osoby, z którymi dziecko się spotyka na co dzień.

W krajach UE dzieciom, które ukończyły 12 r.ż. i starszym można podawać dwie szczepionki mRNA przeciw COVID-19:

- szczepionkę Comirnaty (Pfizer-BioNTech) – 2 dawki w odstępie 3 tygodni,
- szczepionkę Spikevax (Moderna) – 2 dawki w odstępie 4 tygodni.

Więcej informacji:

- *Kolejna szczepionka mRNA przeciw COVID-19 może być podawana nastolatkom* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/kolejna-szczepionka-mrna-przeciw-covid-19-moze-byc-podawana-nastolatkom/ [dostęp: 16.08.2021].

Prowadzone są także badania kliniczne dotyczące szczepionek mRNA przeciw COVID-19 dla małych dzieci – do 11. roku życia. Wyników oraz decyzji o możliwości podawania szczepionek również u najmłodszych można się spodziewać się pod koniec 2021 r. W przypadku dorosłych do uzyskania odporności przeciw wirusowi potrzebne są dwie dawki szczepionki Comirnaty (Pfizer-BioNTech), Spikevax (Moderna) lub Vaxzevria (AstraZeneca) zapewniające wysoką ochronę także przed wariantem Delta i jego skutkami. W przypadku szczepionki Janssen (Johnson & Johnson) podawana jest tylko jedna dawka.

W badaniach klinicznych potwierdzono wysoką skuteczność szczepionek w zakresie ochrony przed objawami COVID-19. Dane uzyskane już w czasie oceny efektywności szczepionek podawanych w programie szczepień wskazują, że dostępne szczepionki zapewniają przynajmniej częściową ochronę przed zachorowaniem na chorobę COVID-19 wywołaną nowymi wariantami, np. wariantem Delta, i łagodzą jej przebieg.

Szczepienie przeciw COVID-19 z wysoką skutecznością chroni przed ciężkim przebiegiem choroby wymagającym hospitalizacji oraz zgonem z powodu COVID-19 – również w przypadku zakażenia nowymi wariantami wirusa!

Dla uzyskania maksymalnej możliwej ochrony przed objawami choroby, w tym wywołanej przez wariant Delta wirusa SARS-CoV-2, ważne jest podanie 2 dawek szczepionki w odpowiednych odstępach czasowych. Tylko pełne szczepienie zapewnia maksymalną możliwą ochronę przed zachorowaniami wywołanymi nowymi wariantami. Osoby, które otrzymały tylko pierwszą dawkę z dwudawkowego cyklu szczepienia przeciw COVID-19, są gorzej chronione przed zakażeniem wirusem SARS-CoV-2 wywołanym wariantem Delta, niż przed innymi wariantami.

W przypadku szczepionek dopuszczonych do podawania osobom, które ukończyły 12. r. ż, efekt pełnej ochrony osiąga się po 2 tygodniach od otrzymania drugiej dawki. Dlatego ważne jest, aby szczepienia tej grupy wiekowej rozpocząć tak szybko, jak to możliwe. Masowe szczepienia sprawią, że szkoła stanie się znacznie bezpieczniejsza i będzie mogła funkcjonować normalnie.

Pożytek z powszechnych szczepień nastolatków:

- Szczepienia nastolatków przyczynią się do wytworzenia odporności populacyjnej (zgodnie z danymi GUS w Polsce osoby do 17. roku życia włącznie stanowią około 7 mln osób, tj. ponad 18% całej populacji).

- Dzięki temu, że ograniczą transmisję wirusa, zmniejszą również ryzyko powstawania nowych wariantów wirusa SARS-CoV-2.

Żeby znacząco zmienił się szczep wirusa SARS-CoV-2, muszą pojawić się mutacje, które nawarstwią się w jego genomie i będą wpływały na jego funkcje – nie zaobserwowano dotychczas takich zmian, dzięki czemu używane obecnie szczepionki przeciw COVID-19 są skuteczne wobec znanych wariantów wirusa SARS-CoV-2. Jednak im częściej wirus podlega namnażaniu, tym większa jest szansa jego mutacji. Jeżeli zatem transmisja wirusa nie zostanie szybko ograniczona, prawdopodobnie pojawi się jego wariant odporny na szczepionki. Dlatego właśnie program szczepień przeciw COVID-19 to walka z czasem: więcej osób zaszczepionych oznacza ograniczanie transmisji wirusa i ograniczenie możliwości pojawiania się nowych wariantów. Im więcej osób zostanie zaszczepionych, tym trudniej jakiemukolwiek wariantowi wirusa będzie zakażać.

Każdy, kto leciał samolotem pasażerskim, zna regułę postępowania w sytuacji niebezpieczeństwa, gdy opadają maski tlenowe. Osoba siedząca obok dziecka zakłada maskę tlenową najpierw sobie, a potem dziecku. W sytuacji pandemii wielu opiekunów dzieci już się zaszczepiło, oddalając od swoich podopiecznych groźbę utraty opiekuna. Teraz pora na zaszczepienie dzieci – istnieje już taka możliwość w przypadku dzieci od 12. roku życia, a badania kliniczne prowadzące do oceny bezpieczeństwa i skuteczności szczepionek przeciw COVID-19 u dzieci w grupie wiekowej od 6 miesięcy do 11 lat są obecnie w toku. Jest zatem szansa, że dla tych grup wiekowych szczepionki będą dostępne do końca 2021 roku.

Warto szczepić uczennice i uczniów oraz personel szkolny, a także postępować w szkołach zgodnie z zasadami pandemicznego bezpieczeństwa. Tylko w ten sposób może się udać uniknąć nauczania zdalnego w roku szkolnym 2021/2022 oraz ochronić dzieci i młodzież przed jego długoterminowymi, niekorzystnymi konsekwencjami. Ważne, by za rok nie okazało się konieczne po raz trzeci rozważanie, jak zapewnić dzieciom i młodzieży bezpieczną szkołę.

Na temat organizacji nauczania w trakcie pandemii warto przeczytać: *Stanowisko 17. zespołu ds. COVID-19 przy prezesie PAN: Apel w sprawie zbliżającego się roku szkolnego 2021/2022* – https://informacje.pan.pl/index.php/informacje/materialy-dla-prasy/3396-stanowisko-17-zespolu-ds-covid-19-przy-prezesie-pan-apel-w-sprawie-zblizajacego-sie-roku-szkolnego-2021-2022 [dostęp: 16.08.2021].

Więcej informacji:

- *Po co szczepimy nastolatków?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/po-co-szczepimy-nastolatkow/ [dostęp: 16.08.2021].

Szczepimy się dla:

- **zysku osobistego** – chronimy nas samych przed chorobą i jej powikłaniami (rezygnacja ze szczepienia wiąże się z ryzykiem zachorowania na COVID-19, hospitalizacją i rozwojem powikłań, a nawet zgonem);
- **zysku rodzinnego** – chronimy naszych najbliższych (rezygnacja ze szczepienia wiąże się z ryzykiem przeniesienia zakażenia np. na babcię, która jest starsza i schorowana, lub wujka, który choruje na cukrzycę lub nadciśnienie);
- **zysku społecznego** – dzieci i młodzież mogą uczyć się w szkole, spędzać z rówieśnikami wolny czas, a dorośli pracować, w czasie wakacji podróżować z najbliższymi po Polsce i zagranicę, (rezygnacja ze szczepienia oznacza wydłużenie okresu obostrzeń pandemicznych); w wymiarze społecznym i solidarnościowym szczepienie pomaga ograniczyć transmitowanie wirusa, a tym samym zmniejsza ryzyko zakażenia innych osób;
- **zysku ekonomicznego** – szczepiąc się, dbamy o przedsiębiorców, restauratorów, hotelarzy, handlowców, których chronimy przed efektami *lockdownu*;
- **zysku gospodarczego** – szczepienia powinny być wyrazem naszego lokalnego patriotyzmu, szczepiąc się możemy zadbać o gospodarkę, możemy wykazać się prospołeczną postawą, pokazać, że zależy nam na eliminacji negatywnych skutków ekonomicznych pandemii.

Odporność nabyta poprzez szczepienia pozwoli uniknąć wysokiej czwartej fali wirusa SARS-CoV-2 i ponownego zamykania szkół, sklepów, restauracji, hoteli, teatrów, muzeów, kin. Szczepienie łagodzi niekorzystny wpływ COVID-19 na funkcjonowanie i kontakty społeczne. Należy pamiętać, że spowodowane pandemią COVID-19 zamknięcie szkół zaburzyło i przerwało ciągłość nauczania oraz uniemożliwiło prowadzenie ważnych dla dzieci zajęć pozalekcyjnych. Szczepienia dzieci prawdopodobnie są konieczne do uzyskania ochrony populacyjnej, zwłaszcza że ze względu na zachowania społeczne typowe dla młodzieży (częste spotkania i kontakty w grupach rówieśniczych) to właśnie nastolatki pełnią istotną rolę w transmisji zakażenia SARS-CoV-2 w społecznościach lokalnych.

XI. Fakty i mity na temat szczepień

W XXI w. ogromnym wyzwaniem pozostaje budowanie zaufania do bezpiecznej i skutecznej metody zapobiegania chorobom zakaźnym, jaką stanowią szczepienia. Wynika to z możliwości łatwego rozpowszechniania w internecie zarówno prawdziwych, jak i niezgodnych z wiedzą naukową informacji na temat szczepień. Temat ten wzbudza duże emocje, co skutkuje przekazywaniem niepotwierdzonych informacji przez przypadkowe osoby niezwiązane z medycyną. Pomocne w tej sytuacji mogą okazać się te miejsca w sieci internetowej, w których możemy znaleźć rzetelne i wiarygodne informacje.

Przykładem takiego źródła jest portal Szczepienia.info (http://szczepienia.pzh.gov.pl/), który stanowi jedną z największych internetowych baz wiedzy na temat szczepień w języku polskim. Portal należy do sieci Vaccine Safety Network (VSN), podlegającej ocenie Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). Warto również polecić Europejski Portal Informacji o Szczepieniach (jego wersja w języku polskim dostępna jest pod adresem: https://vaccination-info.eu/pl?fbclid=IwAR04VBI7NzIFAHRppffRIVtC1WyX1vr9a-bJ-9-QfVkjyxEoI9xUwc9G9J_k). Strony te tworzą łatwo dostępny, komfortowy dla odbiorców zasób wiedzy na temat szczepień. Mamy nadzieję, że okażą się również doskonałym źródłem opartych na faktach informacji z tego zakresu dla nauczycieli profesjonalnie przygotowujących lekcje, a także dla uczestniczących w tych zajęciach uczniów.

Wiarygodne informacje o szczepieniach w internecie:

- *Szczepienia* na stronie Ministerstwa Zdrowia – https://www.gov.pl/web/zdrowie/szczepienia [dostęp: 09.08.2021];
- *Szczepienia przeciwko COVID-19* na rządowej stronie Szczepimy się – https://www.gov.pl/web/szczepimysie/szczepienie-przeciwko-covid-19 [dostęp: 09.08.2021];
- *Szczepienia* na stronie Głównego Inspektoratu Sanitarnego – https://www.gov.pl/web/gis/szczepienia4 [dostęp: 12.08.2021];
- Szczepienia.info – portal prowadzony przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH-PIB – https://szczepienia.pzh.gov.pl/ [dostęp: 09.08.2021];
- *Koronawirus: szczepienia i ważne informacje* na stronie Głównego Inspektoratu Sanitarnego – https://www.gov.pl/web/gis/szczepienia4 [dostęp: 09.08.2021];
- Strona Polskiego Towarzystwa Wakcynologii – http://ptwakc.org.pl/ [dostęp: 09.08.2021];
- Portal Zaszczep się wiedzą – https://zaszczepsiewiedza.pl/ [dostęp: 09.08.2021];
- Medycyna praktyczna – portal dla lekarzy – https://www.mp.pl/szczepienia/ [dostęp: 09.08.2021].

Nie dajmy się nabierać na *fake newsy* i nieprawdziwe informacje na temat szczepień, które krążą w mediach społecznościowych!

Media społecznościowe, takie jak Facebook, Twitter, Reddit i YouTube, stały się głównym źródłem informacji o zdrowiu dla ludzi na całym świecie. Jeden z raportów z 2020 r. dotyczący dezinformacji w sytuacji pandemii podaje, że mniej więcej co trzecia osoba była eksponowana na fałszywe informacje o COVID-19 za pośrednictwem mediów społecznościowych i potraktowała te dane poważnie. Badania cytowane w tym raporcie świadczą również o tym, że szerzenie dezinformacji jest znacznie częstsze niż przekazywanie informacji o chorobie pochodzących z wiarygodnych źródeł, takich jak WHO i Europejskie Centrum Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC). Dlatego walka z dezinformacją, czyli intencjonalnym szerzeniem fałszywych informacji w celu wprowadzenia

odbiorcy w błąd, została uznana przez ekspertów Komisji Europejskiej i WHO za jedno z najważniejszych zadań w przeciwdziałaniu pandemii.

Źródła:

- Bruine de Bruin W., Bostrom A., (2013), *Assessing what to address in science communication*, „Proceedings of the National Academy of Sciences", 110 (Supplement 3).
- Cinelli M., Quattrociocchi W., Galeazzi A. et al., (2020), *The COVID-19 social media infodemic*, „Scientific Reports", 10 (1).

Jak odróżnić wiarygodne informacje o szczepieniach od niewiarygodnych?

W związku z powszechnością udostępniania nieprawdziwych danych pojawia się szereg pytań o to, co zrobić, by nie natknąć się na tego typu materiały: Jak sprawdzić, czy przedstawiane nam informacje są rzetelne? Jak rozpoznać wartościowe publikacje naukowe? Jak rozpoznać wiarygodne strony internetowe? Gdzie w internecie należy poszukiwać prawdziwych informacji na temat szczepień? Odpowiedzi na te pytania można znaleźć na stronie Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego PZH Państwowego Instytutu Badawczego: https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jak-odroznic-wiarygodne-informacje-o-szczepieniach-od-niewiarygodnych/?fbclid=IwAR16fL6byoUQhTmUX6mkNWYtB5XU1Tcvf18DBBDJY79Cleow-NkFHEN8Y6U [dostęp: 09.08.2021].

Ciekawostka

Efekt Dunninga-Krugera – tak w psychologii określa się pewien rodzaj błędu poznawczego, polegającego na tym, że osoby nie posiadające wiedzy i umiejętności w danej dziedzinie mają tendencję do przeceniania swoich kwalifikacji. Natomiast w miarę zdobywania coraz większej wiedzy, osoby wykwalifikowane zdają sobie coraz bardziej sprawę z tego, jak wiele jeszcze nie wiedzą. Nie dotyczy to oczywiście każdego. Są na pewno wśród nas osoby, które cechują się wrodzoną skromnością. Efekt Dunninga-Krugera obserwujemy również w czasie dyskusji na temat szczepień. Jeżeli sami wydajemy jakieś opinie na temat szczepień lub słuchamy wywodów innych osób – niezwiązanych z medycyną – warto się zastanowić, czy posiadają one wystarczające kwalifikacje, aby podważać wartość naukową tysięcy opublikowanych badań, oceniać dane epidemiologiczne i statystyczne, omawiać procesy patofizjologiczne oraz immunologiczne zachodzące w organizmie ludzkim. Czy nie lepiej byłoby jednak zaufać ekspertom poświęcającym całe swoje życie zgłębianiu specjalistycznych dziedzin medycyny?

Więcej informacji o efekcie Dunninga-Krugera znaleźć można w publikacji elektronicznej Instytutu Problemów Współczesnej Cywilizacji im. Marka Dietricha: *Ewolucja cywilizacyjnej roli i społecznego odbioru nauki*, Warszawa: Wydawnictwo SGGW, s. 64, online – https://repo.pw.edu.pl/docstore/download/@WUT455384f518f34158abe6ce44b8c8cc1a/IPWC-LXXIV.pdf [dostęp: 09.08.2021].

Najczęstsze *fake newsy* i nieprawdziwe informacje na temat szczepień

MIT: Szczepionki, w tym głównie szczepionka MMR (przeciw odrze, śwince i różyczce), mogą wywoływać autyzm.

FAKT: Szczepionka MMR nie wywołuje autyzmu.

To szkodliwy mit, mający źródło w sfałszowanych badaniach jednego z badaczy (Andrew Wakefielda), opublikowanych w magazynie „Lancet" w 1995 roku. Ich autor został pozbawiony prawa do wykonywania zawodu lekarza. W toku śledztwa okazało się, że za sfałszowanie wyników badań nad szczepionką MMR otrzymał ogromną gratyfikację finansową. Równocześnie niezależne od siebie badania prowadzone na całym świecie nie wykazały związku szczepionki MMR z autyzmem.

Więcej informacji:

- *Jak się bada bezpieczeństwo szczepionek?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jak-sie-bada-bezpieczenstwo-szczepionek/?strona=7#skad-wiadomo,-ze-to-nie-szczepionki-sa-przyczyna-zaburzen-ze-spektrum-autyzmu [dostęp: 14.08.2021];
- *Gdzie można znaleźć dowody na brak związku przyczynowego pomiędzy autyzmem a szczepieniami?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/jak-sie-bada-bezpieczenstwo-szczepionek/?strona=8#gdzie-mozna-znalezc-dowody-na-brak-zwiazku-przyczynowego-pomiedzy-autyzmem-a-szczepieniami [dostęp: 14.08.2021];
- *Najczęstsze mity na temat szczepień* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/popularne-mity-temat-szczepien/?strona=2#czy-szczepienia-sa-przyczyna-autyzmu [dostęp: 14.08.2021].

MIT: Szczepionki są niebezpieczne i powodują groźne powikłania.

FAKT: Szczepionki są najdokładniej kontrolowanymi produktami leczniczymi obecnymi na rynku.

Wszystkie dostępne szczepionki zostały poddane testom i badaniom klinicznym, wykonywanym przez niezależne instytucje wskazywane przez organy państwowe. Bardzo rzadko w odpowiedzi na podaną szczepionkę może wystąpić niepożądany odczyn poszczepienny (NOP) – podobnie jak mogą występować skutki uboczne podczas przyjmowania innych farmaceutyków. Aby się o tym dowiedzieć, wystarczy przeczytać ulotkę jakiegokolwiek leku, a nawet suplementu diety. Jednak ryzyko wynikające z zagrożenia określoną chorobą zakaźną jest znacznie wyższe niż możliwość wystąpienia ewentualnych niepożądanych odczynów poszczepiennych.

MIT: Powikłania po szczepieniach występują często i są śmiertelne.

FAKT: Szczepionki dopuszczone do stosowania w Polsce są bezpieczne i skuteczne.

Zazwyczaj osoby poddawane szczepieniu czują się dobrze. Przypadki pojawienia się niepożądanego odczynu poszczepiennego są rzadkie i najczęściej mają charakter reakcji miejscowych, takich jak ból lub zaczerwienienie skóry w miejscu podania szczepionki (ustępujące po kilku dniach), lub reakcji uogólnionych – jak np. gorączka. Ciężkie powikłania po szczepieniach zdarzają się bardzo rzadko. Większość niepożądanych objawów przypisywanych szczepieniom pozostaje z nimi jedynie w związku czasowym. W ostatnim dziesięcioleciu na miliony szczepień podanych w Polsce wystąpiło kilka zgonów osób zaszczepionych. W szczegółowych badaniach stwierdzono inne czynniki, które mogły stać się przyczyną śmierci tych pacjentów. Nie potwierdzono natomiast związku przyczynowego pomiędzy szczepieniem a zgonem.

MIT: Podawanie małym dzieciom zbyt wielu antygenów w szczepionkach przeciąża ich układ odpornościowy.

FAKT: Organizm dziecka od urodzenia uczy się walczyć z zagrożeniami z zewnątrz, a szczególnie z drobnoustrojami – i tylko dzięki temu może funkcjonować prawidłowo.

Układ odpornościowy można porównać do przemysłu zbrojeniowego. Ponieważ nie wiadomo, jakie drobnoustroje zaatakują, ludzki organizm ma przygotowane tysiące różnych matryc (limfocytów, komórek układu immunologicznego) zdolnych do wyprodukowania różnych nabojów (przeciwciał) dopasowanych do określonego przeciwnika (zarazka). W ciągu życia człowiek wykorzystuje maksymalnie 1% tego arsenału. Dziecko rodzi się ze wszystkimi rodzajami matryc, czyli limfocytów. Układ immunologiczny posiada miliony różnych limfocytów, a więc może zareagować na miliony antygenów w tym samym czasie. W szczepionce podawanych jest ich od kilku do maksymalnie 3000 – w zależności od jej rodzaju. To nie stanowi nawet promila możliwości układu odpornościowego dziecka – szczepionka angażuje zatem tylko maleńki fragment tego mechanizmu.

Źródło: *Czy szczepienia mogą „przeciążyć" układ immunologiczny małego dziecka?* – https://www.mp.pl/szczepienia/ekspert/zagadnienia_rozne_ekspert/110264,czy-szczepienia-moga-przeciazyc-uklad-immunologiczny-malego-dziecka [dostęp: 09.08.2021].

Więcej informacji:

- *Najczęstrze mity na temat szczepień* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/popularne-mity-temat-szczepien/ [dostęp: 14.08.2021].

MIT: Nie powinno się szczepić wcześniaków, ponieważ mają niedojrzały układ odpornościowy.

FAKT: Wcześniaki najbardziej potrzebują szczepień właśnie z powodu nie w pełni ukształtowanego układu odpornościowego.

Więcej informacji:

- *Najczęstsze mity na temat szczepień* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/popularne-mity-temat-szczepien/ [dostęp: 14.08.2021].

MIT: Dzieci po podaniu szczepionek przeciw odrze, śwince, różyczce lub ospie wietrznej mogą zakażać inne osoby.

FAKT: Osoba zaszczepiona nie może zarażać chorobą, przeciwko której została zaszczepiona.

Więcej informacji:

- Portal Szczepienia.info – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wp-content/uploads/2017/08/5.png [dostęp: 14.08.2021].

MIT: Szczepionka przeciw grypie może wywołać grypę.

FAKT: Szczepionka przeciw grypie podawana we wstrzyknięciu nie może wywołać choroby.

Zastrzyk zawiera najczęściej zabite cząstki wirusów lub jego wybrane fragmenty (białka). Szczepionki przeciw grypie podawane donosowo zawierają osłabione niezjadliwe wirusy grypy. A przecież, aby wywołać chorobę, wirus musi mieć możliwość, by się replikować. Fragment wirusa lub zabity wirus nie może się dzielić. Po szczepieniu przeciw grypie, tak jak po innych szczepieniach, osoba szczepiona produkuje wystarczającą ilość przeciwciał ochronnych po upływie około dwóch tygodni. Jeżeli zatem dana osoba zetknie się z wirusem grypy w okresie bliskim szczepienia, może po prostu zarazić się i zachorować, ale nie jest to na pewno wina samego szczepienia.

MIT: Nie trzeba szczepić się na grypę, ponieważ to niegroźna choroba.

FAKT: Zachorowanie na grypę może mieć poważne skutki dla zdrowia oraz być przyczyną poważnych powikłań oraz hospitalizacji.

Źródło: *Po co szczepić się na grypę, skoro to niegroźna choroba?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/wszystko-o-szczepieniach/popularne-mity-temat-szczepien/?strona=3#po-co-szczepic-sie-na-grype-skoro-to-niegrozna-choroba [dostęp: 14.08.2021].

Zainteresowani mogą przeczytać o innych mitach związanych ze szczepieniami oraz naukowych faktach, które rozwiewają wątpliwości: Kozela M., Zabdyr-Jamróz M., (2018), *6 mitów na temat szczepionek* – https://izp.wnz.cm.uj.edu.pl/pl/blog/6-mitow-na-temat-szczepionek/ [dostęp: 14.08.2021].

Najczęstsze mity na temat szczepionek przeciw COVID-19

MIT: Szczepionki przeciw COVID-19 są eksperymentem medycznym.

FAKT: Szczepionki przeciw COVID-19 nie są eksperymentem medycznym, ponieważ przeszły wszystkie wymagane etapy badań, podobnie jak pozostałe szczepionki dostępne na rynku.

Szczepionki bez żadnych wyjątków podlegają restrykcyjnym procesom oceny wyników badań nieklinicznych (na zwierzętach) i wymaganym 3 etapom badań klinicznych (na ludziach). Kryteria oceny szczepionek są bardziej szczegółowe niż te, którym podlegają leki. Jeżeli szczepionka została dopuszczona do obrotu, to znaczy, że spełniła wszystkie wymagania oceny jej jakości, bezpieczeństwa i skuteczności.

Za proces oceny szczepionek odpowiada Europejska Agencja Leków zrzeszająca najlepszych specjalistów, którzy przygotowują naukową ocenę i rekomendują Komisji Europejskiej preparat, uwzględniając, czy jest on bezpieczny, skuteczny oraz czy spełnia kryteria jakości. Jeżeli produkt leczniczy jest dostępny na rynku, to znaczy, że korzyść z jego stosowania zdecydowanie przewyższa ryzyko. Dotyczy to również procedury warunkowego dopuszczenia do obrotu szczepionek przeciw COVID-19.

Cały proces oceny szczepionki musi być zgodny z prawem, tj. konkretną dyrektywą. Proces akceptacji szczepionki przeciw COVID-19 jest zgodny z art. 14(7) *Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 726/2004 z dnia 31 marca 2004 roku*. Przepisy dotyczące przyznawania warunkowego pozwolenia na dopuszczenie do obrotu zostały szczegółowo omówione w *Rozporządzeniu nr 507/2006*. Nie ma tutaj miejsca na jakąkolwiek dowolność, niedomówienie, niepewność.

MIT: Szczepionki mRNA przeciw COVID-19 zmieniają genom człowieka.

FAKT: Szczepionki mRNA nie integrują się z genomem człowieka, a więc nie mogą zmieniać jego materiału genetycznego.

Wiele osób myli określenia DNA i RNA. Oba rodzaje kwasu nukleinowego odnoszą się do materiału genetycznego, jednak DNA i RNA to nie to samo. Plan naszego organizmu zapisany jest w DNA. W przypadku niektórych wirusów, takich jak SARS-CoV-2, materiał

genetyczny składa się z RNA. Celem szczepienia jest wywołanie odpowiedzi odpornościowej jako reakcji na podany antygen. W szczepionkach typu mRNA do komórek blisko miejsca wkłucia dostaje się jedynie niewielki fragment wirusa: część mRNA, która jest „instrukcją" do wytworzenia białka kolca SARS-CoV-2 pełniącego funkcję antygenu. Po tym szczepieniu wytworzone w komórkach białko (antygen) pobudza układ odpornościowy do pracy (podobnie jak w przypadku innych szczepionek). RNA ze szczepionki nie ma dostępu do jądra komórkowego w komórkach zaszczepionego, gdzie znajduje się DNA. Nie może więc zbliżyć się do naszego materiału genetycznego i się z nim zmieszać. Gdy tylko mRNA ze szczepionki spełni swoją rolę w wytworzeniu białka (antygenu), ulega zniszczeniu w krótkim czasie (w ciągu maksymalnie kilkudziesięciu godzin). Nie krąży dowolnie w organizmie zaszczepionej osoby.

MIT: Szczepionki przeciw COVID-19 opracowano w pośpiechu i za mało o nich wiemy.

FAKT: Szczepionki przeciw COVID-19 opracowano w rekordowo krótkim czasie w porównaniu z innymi szczepionkami przygotowanymi w przeszłości. Można to traktować jako jedno z największych osiągnięć medycyny.

Udało się to dzięki ścisłej międzynarodowej współpracy naukowej, środkom finansowym przeznaczonym na opracowanie szczepionek oraz wysiłkowi badaczy, którzy dosłownie dzień i noc pracowali nad ich stworzeniem. Wcześniej badacze przez wiele lat pracowali nad technologiami szczepionek mRNA czy wektorowych. Dzięki temu, gdy pojawiła się taka potrzeba, możliwe było szybkie opracowanie i wyprodukowanie ratujących życie szczepionek przeciw COVID-19. Niespotykane wcześniej środki finansowe przeznaczone na te badania dały możliwość bardzo intensywnego prowadzenia prac, dzięki czemu np. wiele etapów badań na zwierzętach oraz badań klinicznych na ludziach przeprowadzono równolegle – nie czekano, jak to było wcześniej, aż zakończy się jeden etap prac, aby rozpocząć kolejny. Jednak nie pominięto żadnego wymaganego etapu badań ani kontroli. Wszystkie badania laboratoryjne – na zwierzętach, a także badania kliniczne – na ludziach zostały przeprowadzone zgodnie z najbardziej rygorystycznymi zasadami, standardami medycznymi i kryteriami etycznymi. Bardzo szybko udało się również przeprowadzić samą procedurę oceny szczepionek przez ekspertów w Europejskiej Agencji Leków. Podsumowując: przyspieszone procedury nie oznaczają mniejszej ostrożności, ale to, że w obliczu globalnej epidemii opracowanie szczepionki przeciw COVID-19 było absolutnym priorytetem, co spowodowało działanie na zasadzie: „wszystkie ręce na pokład".

MIT: COVID-19 wcale nie jest niebezpieczny, więc jego przebycie jest lepszym sposobem na zdobycie odporności niż szczepienie.

FAKT: COVID-19 to niebezpieczna zagrażająca życiu choroba zakaźna, która zmieniła funkcjonowanie całego świata.

W ciągu roku pandemii na świecie wystąpiło ponad 200 milionów potwierdzonych przypadków zachorowań na COVID-19 oraz 4 mln 200 tys. zgonów. U większości osób zakażonych wirusem SARS-COV-2 choroba ma łagodny przebieg lub w ogóle brak u nich objawów choroby COVID-19, jednak u znacznego odsetka choroba przebiega ciężko, a nawet krytycznie. Ryzyko ciężkiego przebiegu COVID-19 i niebezpiecznych powikłań jest najwyższe wśród ludzi starszych oraz osób z chorobami towarzyszącymi. Jednak nawet osoby prowadzące zdrowy tryb życia nie mogą mieć pewności, że choroba je ominie. Zdarza się bowiem, że młodzi i zdrowi ludzie poważnie chorują, a nawet umierają. Ciężkie przypadki COVID-19 odnotowywane są również u nastolatków i małych dzieci. Lekarze informują o coraz większej liczbie i różnorodności powikłań po przebyciu COVID-19, nawet w przypadku choroby o łagodnym przebiegu. U chorych przez wiele miesięcy utrzymują się zmęczenie, obniżenie koncentracji, osłabienie motywacji do działań. Duża liczba osób, które przechorowały COVID-19, nie może wrócić do stanu sprzed choroby. Wielu pacjentów doświadczonych powikłaniami COVID-19 żałuje, że wcześniej nie było możliwości szczepień, co uchroniłoby przed objawami choroby.

Więcej informacji:

- *Jak poważne mogą być objawy COVID-19?* – https://szczepienia.pzh.gov.pl/szczepionki/covid-19-2/?strona=4#jak-powazne-moga-byc-objawy-covid-19 [dostęp: 09.08.2021].

Wiadomo już, że układ odpornościowy silniej reaguje na szczepionkę niż na kontakt z wirusem w postaci zakażenia lub przechorowanie. Wyniki badań wskazują, że po szczepieniu wykształca się więcej przeciwciał, są one lepszej jakości i dłużej się utrzymują w organizmie. Dlatego nawet osobom, które były zakażone SARS-CoV-2 i chorowały – tzw. ozdrowieńcom – zaleca się szczepienia przeciw COVID-19.

Źródło: Greaney A.J. i wsp., (2021), *Antibodies elicited by mRNA-1273 vaccination bind more broadly to the receptor binding domain than those from SARS-CoV-2 infection*, „Science Translational Medicine", 30 czerwca 2021.

MIT: W szczepionkach przeciw COVID-19 wstrzykiwane są czipy.

FAKT: Szczepionki przeciw COVID-19 nie zawierają chipów. To szkodliwy *fake news* rozsiewany w internecie.

MIT: Nic nie wiemy o bezpieczeństwie szczepionek przeciw COVID-19 podawanych nastolatkom.

FAKT: Jest wręcz odwrotnie. Mamy ogromną wiedzę, która potwierdza bezpieczeństwo stosowania szczepionek przeciw COVID-19, również u nastolatków.

Po pierwsze wyniki badań klinicznych potwierdzają profil bezpieczeństwa szczepionki podawanej nastolatkom w wieku 12 lat i starszym. Cały czas monitorowane są dane dotyczące rodzajów i częstości występowania niepożądanych odczynów poszczepiennych po podaniu szczepionek przeciw COVID-19 w poszczególnych krajach na świecie. Dotychczas podano ponad 4 miliardy dawek różnych szczepionek przeciw COVID-19 dla dorosłych, co daje ogromną wiedzę o bezpieczeństwie tych szczepionek. Wiadomo, jakie rodzaje NOP i jak często występują u dorosłych oraz nastolatków. Zdecydowana większość dotyczy odczynów łagodnych lub umiarkowanych, co jest zgodne z wynikami badań klinicznych przeprowadzonych w procesie dopuszczenia szczepionki do obrotu. NOP obserwowano częściej po drugiej dawce szczepionki. Przypadki zapalenia mięśnia sercowego występowały bardzo rzadko. Odnotowano znaczną liczbę zgłoszeń pod postacią omdlenia, które obserwuje się również po podaniu innych szczepionek w tej grupie wiekowej.

MIT: U wszystkich zaszczepionych występują niebezpieczne niepożądane odczyny poszczepienne (NOP).

FAKT: Dostępna jest dokładna wiedza o rodzaju i częstości niepożądanych odczynów poszczepiennych występujących u młodzieży po podaniu szczepionki przeciw COVID-19.

Wśród pojawiających się NOP 85% to odczyny łagodne polegające na występowaniu: bolesności, zaczerwienienia, lekkiego obrzęku ramienia w miejscu podania szczepionki, stanów podgorączkowych lub gorączki (ok. 38°C) trwającej od 1 do 3 dni po szczepieniu bądź przemijających objawów przeziębienia. Bardzo rzadko występują ciężkie działania niepożądane w postaci zapalenia mięśnia sercowego.

MIT: Szczepionki przeciw COVID-19 powodują niepłodność.

FAKT: Szczepionki przeciw COVID-19 nie powodują niepłodności.

Szczepionki nie zawierają wirusa zdolnego do podziału, a więc nie powodują ryzyka niepożądanych zdarzeń u płodu lub zaszczepionej przyszłej matki. Również wyniki badań na zwierzętach nie wykazały zagrożenia dla płodu. Wiadomo, że kilka kobiet biorących udział w badaniach klinicznych szczepionek faktycznie zaszło w ciążę wkrótce

po szczepieniu – co oznacza, że szczepionka nie spowodowała ich bezpłodności. Nie wykazano, aby szczepienie przeciw COVID-19 w czasie ciąży miało negatywne skutki. Przeciwnie, stwierdzono, że szczepienie chroni kobietę w ciąży przed chorobą COVID-19, zmniejsza ryzyko poronienia i przedwczesnego porodu. A więc twierdzenie, że szczepionka przeciw COVID-19 doprowadzi do problemów z płodnością, ma na celu straszenie ludzi.

MIT: Jeżeli miałeś COVID-19, nie musisz się szczepić.

FAKT: Każdy powinien się zaszczepić – również osoba, która przechorowała COVID-19 (tzw. ozdrowieniec).

Odporność po szczepieniu jest silniejsza i utrzymuje się dłużej niż odporność po przechorowaniu COVID-19. Możliwe są ponowne zachorowania na COVID-19. To rzadkie sytuacje, ale się zdarzają. Odporność naturalna po przechorowaniu różni się w zależności od osoby. U istotnej grupy ozdrowieńców naturalna odporność jest słaba, a szczepienie może skutecznie wzmocnić ochronę przed ponownym zachorowaniem. Ponadto chorobę COVID-19 mogą wywołać różne warianty koronawirusa. Choroba uodparnia na konkretny wariant wirusa, podczas gdy szczepionka może zmniejszać ryzyko zachorowań wywołanych przez różne jego warianty.

Bibliografia

- Baden L.R. i wsp., (2021), *Efficacy and safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 vaccine*, „The New England Journal of Medicine", 384, s. 403–416, online: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa2035389 [dostęp: 09.08.2021].

- Kostrzewski W., Magdzik W., Naruszewicz-Lesiuk D. (red.), (2001), *Choroby zakaźne i ich zwalczanie na ziemiach polskich w XX wieku*, Warszawa: PZWL.

- *COVID-19 in children and the role of school settings in transmission - second update* – informacja na stronie European Centre for Disease Prevention and Control z 8 lipca 2021: https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/children-and-school-settings-covid-19-transmission [dostęp: 09.08.2021].

- *COVID-19 vaccines: authorized* – materiał na stronie European Medicines Agency: https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/public-health-threats/coronavirus-disease-covid-19/treatments-vaccines/vaccines-covid-19/covid-19-vaccines-authorised [dostęp: 09.08.2021].

- *COVID-19 Vaccine Tracker* – informacja na stronie European Centre for Disease Prevention and Control: https://vaccinetracker.ecdc.europa.eu/public/extensions/COVID-19/vaccine-tracker.html#uptake-tab [dostęp: 09.08.2021].

- Europejski Portal Informacji o Szczepieniach: https://vaccination-info.eu/pl [dostęp: 09.08.2021].

- Feldstein L.R. i wsp., (2020), *Multisystem inflammatory syndrome in U.S. children and adolescents*, „The New England Journal of Medicine", 383 s. 334–346.

- Kamidani S. i wsp., (2021), *COVID-19 vaccine development: a pediatric perspective*, „Current Opinion in Pediatrics", 33 (1), s. 144–151.

- Kim L. i wsp., (2020), *Hospitalization rates and characteristics of children aged <18 years hospitalized with laboratory-confirmed COVID-19: COVID-NET*, „Morbidity and Mortality Weekly Report", 69, 1 marca – 25 lipca, s. 1081–1088.

- Lopez Bernal J. i wsp., (2021), *Effectiveness of COVID-19 vaccines against the B.1.617.2 variant*: www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.05.22.21257658v1 [dostęp: 09.08.2021].

- Okarska-Napierała M. i wsp., (2020), *Pediatric Inflammatory Multisystem Syndrome (PIMS) Did Occur in Poland during Months with Low COVID-19 Prevalence, Preliminary Results of a Nationwide Register*, „Journal of Clinical Medicine", 9 (11), s. 3386.

- Polack F.P. i wsp., (2020), *Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine*, „The New England Journal of Medicine", 383, s. 2603–2615, online: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa2034577 [dostęp: 09.08.2021].

- Gustyn J., Lisiak E., Morytz-Balska E., Wilczyńska U., (2020), *Polska w liczbach 2020*, Warszawa: Główny Urząd Statystyczny – https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5501/14/13/1/polska_w_liczbach_2020_pl.pdf [dostęp: 09.08.2021].

- Sadoff J. i wsp., (2021), *Safety and Efficacy of Single-Dose Ad26.COV2.S Vaccine against Covid-19*, „The New England Journal of Medicine" z 21 kwietnia 2021 – https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2101544 [dostęp: 09.08.2021].

- Stowe J., Andrews N., Gower C. i wsp. (2021), *Effectiveness of COVID-19 vaccines against hospital admission with the Delta (B.1.617.2) variant* – https://khub.net/web/phe-national/public-library/-/document_library/v2WsRK3ZlEig/view_file/479607329 [dostęp: 09.08.2021].

- *Threat Assessment Brief: Implications for the EU/EEA on the spread of the SARS-CoV-2 Delta (B.1.617.2) variant of concern* – https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/threat-assessment-emergence-and-impact-sars-cov-2-delta-variant?fbclid=IwAR07CvmB1kBPI7iiWQtt5YEIZ-CCE2KdbHDzjcvGdLBL2Ob8-d3yLgN0qko [dostęp: 09.08.2021].

- Children's Hospital of Philadelphia, *Vaccine Education Center* – https://www.chop.edu/centers-programs/vaccine-education-center [dostęp: 09.08.2021].

- WHO, *Vaccine Safety Net. Vaccine Safety Communications* – https://www.vsc-library.org/ [dostęp: 09.08.2021].

- Plotkin S., Orenstein W., Offit P., Edwards K.M. (red.), (2018), *Plotkin's Vaccines*, wyd. 7, Amsterdam: Elsevier.

- Voysey M. i wsp., (2020), *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*, „The Lancet", 397, s. 99–111, online: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33306989/ [dostęp: 09.08.2021].

- Voysey M. i wsp., (2021), *Single dose administration, and the influence of the timing of the booster dose on immunogenicity and efficacy of ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) vaccine*,„The Lancet", 397, s. 881–891, online: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00432-3/fulltext [dostęp: 09.08.2021].

- Wallace M., Oliver S., (2021), *COVID-19 mRNA vaccines in adolescents and young adults: benefit-risk discussion*, online: www.cdc.gov/vaccines/acip/meetings/downloads/slides-2021-06/05-COVID-Wallace-508.pdf [dostęp: 09.08.2021].

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00
www.ore.edu.pl