



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE: AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO, POLSKIEJ AKADEMII UMIEJETNOŚCI

TOM 112
ROK 129

LIPIEC – SIERPIEŃ – WRZESIEŃ 2011

ZESZYT 7–9
2571–2573

SZCZEPIENIA – WSPANIAŁE OSIĄGNIĘCIE NAUKI I MEDYCyny

Ewa Krawczyk (Waszyngton)

Powszechne szczepienia przeciwko chorobom zakaźnym niewątpliwie stanowią jedno z większych i ważniejszych osiągnięć medycyny. Dzięki nim udało się (i udaje się) przez dziesiątki lat uratować bardzo wielu ludzi (naturalnie, także zwierząt) przed ciężkimi chorobami, przed zgonami na skutek tych chorób, a także przed licznymi rodzajami powikłań. Nie znaczy to, że szczepionki są panaceum i stanowią rozwiązanie wszystkich kłopotów trapiących ludzkość. Ale w świecie naukowym jednogłośnie wymieniane są jako jedno z najdonioślejszych osiągnięć myśli człowieka, które zdecydowanie poprawiło jakość bytowania gatunku ludzkiego na Ziemi.

Niestety, od samego początku, już od działalności Edwarda Jennera, próbującego znaleźć metody ochrony dzieci przed ospą prawdziwą, pojawił się sprzeciw wobec masowych szczepień. Podobnie jak dzisiaj, sprzeciw ten zasadał się na różnych argumentach (naukowych, politycznych, religijnych) oraz żerował na ludzkim strachu i niewiedzy. Warto więc przypomnieć i zawsze przypominać, czym są powszechne szczepienia, czym się charakteryzują szczepionki, dlaczego nie należy się ich obawiać i dlaczego ruchy antyszczepionkowe, wbrew swoim deklaracjom, działają na szkodę społeczeństw.

Czym są szczepionki?

Odporność jest terminem określającym zdolność organizmu do obrony przed czynnikami zakaźnymi.

Dzieli się ją na dwa rodzaje: odporność wrodzoną (czyli nieswoistą) oraz nabytą. Odporność wrodzona to zespół czynników działających szybko i utrudniających powstanie i rozwinięcie zakażenia, a stanowią ją chociażby bariery fizyczne (np. nienaruszona skóra), chemiczne (np. kwas solny w żołądku), a także komórki żerne i układ dopełniacza. Odporność nabytą z kolei podzielić można na odporność bierną i czynną. Bierna to ta, którą dziecko otrzymuje od matki w postaci przeciwciał przechodzących przez łożysko, ale jest nią także zastrzyk surowicy wraz z immunoglobulinami. Odporność taka nie trwa jednak długo, zanikając zwykle po tygodniach bądź miesiącach.

Znacznie ważniejsza, oraz trwająca zdecydowanie dłużej, jest odporność nabyta czynna. Odporność czynna wytwarzana jest przez konkretny organizm, zazwyczaj w odpowiedzi na naturalne przechorowanie zakażenia bądź szczepienie. Stanowią ją produkowane na skutek tychże zakażeń lub szczepień przeciwciała we krwi (mówimy wówczas o odpowiedzi humoralnej układu odpornościowego) i powstające wyspecjalizowane komórki układu immunologicznego (odpowiedź komórkowa). Obydwa te komponenty układu odpornościowego są ściśle połączone i odgrywają swą rolę, acz w różnym nasileniu, przy wszystkich zakażeniach. Zadaniem szczepionek jest wywołanie podobnej reakcji układu immunologicznego, jak w przypadku naturalnie przebiegającego zakażenia, a dodatkowo bez ryzyka zachorowania i powikłań związanych z samym zachorowaniem. Wiele szczepionek

wywołuje także, podobnie jak w przypadku naturalnego zakażenia, powstawanie w organizmie tzw. pamięci immunologicznej. Dzięki tej pamięci zaszczipiony organizm jest w stanie szybko rozpoznać atakujący go patogen i w ten sposób zapobiec wystąpieniu zakażenia (ewentualnie osłabić je) także po długim czasie. Pamięć immunologiczna jest obecna nawet w wypadku, kiedy nie daje się już wykryć przeciwciał krążących we krwi.

Warto tu podkreślić, że ta złożona odpowiedź powstająca po szczepieniu nie jest czymś nienaturalnym czy sztucznym. Wprost przeciwnie, jest to najbardziej naturalny sposób radzenia sobie organizmu z obcym czynnikiem zakaźnym – najbardziej naturalny, bo oparty o własne możliwości i siły organizmu.

Istnieją dwa podstawowe rodzaje szczepionek – „żywe” (atenuowane) oraz „zabite” czyli inaktywowane. Różnią się one wieloma cechami i cechy te determinują sposób ich stosowania.

Szczepionki atenuowane produkowane są z funkcjonujących, aktywnych drobnoustrojów (włączając w to wirusy), zmodyfikowanych (osłabionych) tak, aby nie powodowały zakażenia, ale zachowywały zdolność do wywołania odpowiedzi immunologicznej organizmu. Modyfikacja ta często odbywa się poprzez długotrwałą hodowlę mikroorganizmu w laboratorium. Żeby szczepionka mogła wywołać reakcję immunologiczną organizmu, drobnoustroj szczepionkowy musi być zdolny normalnie namnażać się w organizmie ludzkim. Jeśli cokolwiek uniemożliwi to namnażanie, szczepionka znacząco traci na swej skuteczności (a więc na przykład istotne jest odpowiednie przechowywanie preparatu). Mimo tego jednak, że zmodyfikowany patogen może mnożyć się w organizmie, nie powoduje on choroby, a jeśli nawet to nastąpi, schorzenie przebiega znacznie łagodniej, niż naturalna infekcja, i zwykle określane jest jako efekt uboczny działania szczepionki (jak na przykład wysypka po szczepieniu przeciw odrze).

Szczepionki atenuowane działają zgodnie z ważną zasadą – im bardziej mikroorganizm szczepionkowy podobny jest do drobnoustroju w naturalny sposób wywołującego chorobę, tym lepsza jest odpowiedź immunologiczna na szczepienie. Rzeczywiście, ponieważ układ immunologiczny nie jest w stanie odróżnić patogenu szczepionkowego od nieszczepionkowego, jego odpowiedź jest taka sama, jak w przypadku naturalnego zakażenia. Dlatego też szczepionki żywe wywołują silną odpowiedź w organizmie szczepionej osoby już po pierwszej dawce (z wyjątkiem tych, które podawane są doustnie). Zdarza się jednakże, iż część populacji nie wytwarza tej odpowiedzi. Wówczas konieczna jest kolejna dawka,

podawana w celu wytworzenia wysokiego poziomu odporności w całej populacji.

Wadą szczepionek żywych jest to, że mogą powodować silne niekorzystne działania uboczne, ze względu na niekontrolowane namnażanie mikroorganizmu szczepionkowego w organizmie ludzkim, a narażeni na to są szczególnie ludzie z niedoborami odporności (np. chorzy na białaczkę czy zakażeni wirusem HIV). Jest również możliwe, że drobnoustroj szczepionkowy powróci do swojej dawnej, zjadliwej formy i będzie zdolny wywołać chorobę – takie zjawisko zaobserwowano w przypadku doustnej szczepionki przeciwko *poliomyelitis* (choroba Heinego-Medina, porażenie dziecięce).

Przykładami szczepionek atenuowanych są preparaty przeciwko odrze, śwince, różyczce, ospie wietrznej i półpaścowi (czyli przeciwko chorobom wirusowym), a także szczepionka BCG przeciwko gruźlicy.

Szczepionki inaktywowane natomiast to preparaty zawierające „zabite” czyli zinaktywowane (na przykład za pomocą środków chemicznych) drobnoustroje. Drobnoustroje te nie są żywe, nie namnażają się więc w organizmie człowieka, ale powodują powstawanie odpowiedzi immunologicznej. Odpowiedź ta nie przypomina jednak reakcji organizmu po naturalnej infekcji (tak jak to się dzieje w przypadku szczepionek atenuowanych), stanowi ją niemal wyłącznie odpowiedź humoralna, która zresztą zanika po pewnym czasie – dlatego też podawanie szczepionek inaktywowanych wymaga kilku dawek, w tym dawek przypominających, a czasem także adjuwantów (czyli związków wzmagających odpowiedź immunologiczną). Ogromną zaletą szczepionek inaktywowanych jest to, że nie mogą wywołać prawdziwej choroby, nawet u osób z upośledzeniami odporności.

Szczepionki inaktywowane można podzielić na takie, które zawierają całe komórki czy też cząstki drobnoustroju (na przykład inaktywowana szczepionka przeciw *poliomyelitis*) i takie, które zawierają jego oczyszczone fragmenty (te szczepionki określa się mianem podjednostkowych) – tu przykładami mogą być szczepionka przeciwko zapaleniu wątroby typu B czy bezkomórkowa szczepionka przeciwkrztuścowa. Rodzajem szczepionki podjednostkowej są również toksoidy – specjalnie zmodyfikowane toksyny bakteryjne, które zachowują swoje właściwości antygenowe, ale przestają być toksyczne (szczepionka przeciw tężcowa czy przeciw błonicy). Kolejnym rodzajem tego typu preparatów są szczepionki polisacharydowe, składające się z długich łańcuchów powierzchniowych wielocukrów bakteryjnych. Przykładami takich szczepionek są preparaty przeciwko pneumokokom (*Streptococcus pneumoniae*) czy

meningokokom (*Neisseria meningitidis*). Szczepionka zawierać może sam wielocukier, ale należy pamiętać w takim wypadku, że odpowiedź immunologiczna organizmu na taką szczepionkę jest stosunkowo słaba. Jedną z przyczyn jest fakt, że takie preparaty nie wywołują wystarczającej reakcji u dzieci poniżej 2. roku życia, być może ze względu na niedojrzałość układu odpornościowego. Ponadto, w przeciwieństwie do innych szczepionek inaktywowanych, podawanie kolejnych dawek szczepionki polisacharydowej nie powoduje wzrostu poziomu przeciwciał w organizmie. W dodatku przeciwciała powstające przeciwko wielocukrom nie są aż tak aktywne, jak te, które powstają w odpowiedzi na antygeny białkowe. Sposobem na poradzenie sobie z wyżej wymienionymi problemami było skonstruowanie szczepionek skoniugowanych, czyli preparatów zawierających polisacharyd chemicznie połączony z cząsteczką białka.

Coraz ważniejszą grupą szczepionek inaktywowanych są szczepionki rekombinowane, czyli takie, w przypadku których w laboratorium, metodami inżynierii genetycznej, produkuje się pojedyncze białko mikroorganizmu, które następnie stanowi preparat szczepionkowy. Jako przykład wymienić można szczepionkę przeciwko ludzkim wirusom brodawczaka (HPV, ang. *human papillomavirus*), czasem określaną jako szczepionka przeciwko rakowi szyjki macicy. W wielu laboratoriach na świecie trwają również szeroko zakrojone badania, których celem jest uzyskanie nowych, innych i doskonalszych szczepionek.

Podsumowując ten fragment – jak widać, szczepionki stanowią bardzo różnorodną grupę preparatów (tak jak różnią się między sobą drobnoustroje, przed którymi szczepionki mają chronić), charakteryzują się różnymi właściwościami, różnym działaniem, wywołują różne reakcje w organizmie szczepionej osoby. Cechy te były i są badane bardzo dokładnie, na wielu etapach produkcji oraz podawania szczepionek ludziom. Na podstawie tych badań powstają schematy rutynowych szczepień dla dzieci czy osób szczególnie narażonych na zakażenia. Schematy te opracowane są na podstawie wiedzy naukowej o mikroorganizmach, o odpowiedzi immunologicznej i o epidemiologii po to, aby jak najskuteczniej ochronić ludzi przed określonymi chorobami zakaźnymi.

Po co szczepimy?

Podstawowym celem szczepień jest ochrona człowieka – konkretnej zaszczepianej osoby – przed chorobą zakaźną. Ale nie tylko. Istotne jest także to, że osoba taka przestaje być potencjalnym źródłem zakażenia dla innych ludzi ze swojego otoczenia, co

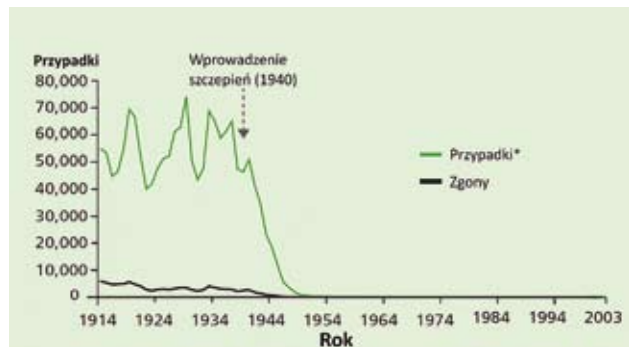
zmniejsza ryzyko zachorowania dla osób, które nie były zaszczepione (wyjątkiem jest tu szczepionka przeciwężcowa, która chroni tylko osobę zaszczepioną, ponieważ tężcem nie można zakazić się od drugiego człowieka). Oznacza to, że nawet ludzie, którzy z jakichś powodów nie podlegają szczepieniom, nadal korzystają z dobrodziejstw programów powszechnych szczepień. Zjawisko to nosi nazwę „odporności grupowej” (ang. *herd immunity*) i bez żadnych wątpliwości jest ogromnie korzystnym skutkiem szczepień. Obejmuje ono na przykład niemowlęta poniżej 2. miesiąca życia. Są one narażone na krztusiec (bardzo niebezpieczną chorobę w ich wieku), a nie mogą być jeszcze zaszczepione. Ochronę zapewniają im szczepienia ich bliskich, rodziców czy starszego rodzeństwa, w ramach rutynowych programów szczepień.

Przy okazji tematu odporności grupowej warto powtórzyć, że szczepionki nie są takie same, i że wartość progowa odporności grupowej (czyli ten procent zaszczepionej populacji, który zapewnia zniknięcie choroby z tej populacji) nie jest taka sama dla wszystkich szczepionek. Oznacza to, że przyjmowane przez odpowiednie służby założenia w zakresie liczby zaszczepionych na danym terenie osób nie są szukanymi czy też spiskami przeciw społeczeństwu, a praktycznym oraz skutecznym wykorzystaniem wiedzy o epidemiologii zakażeń.

Czy szczepionki są skuteczne?

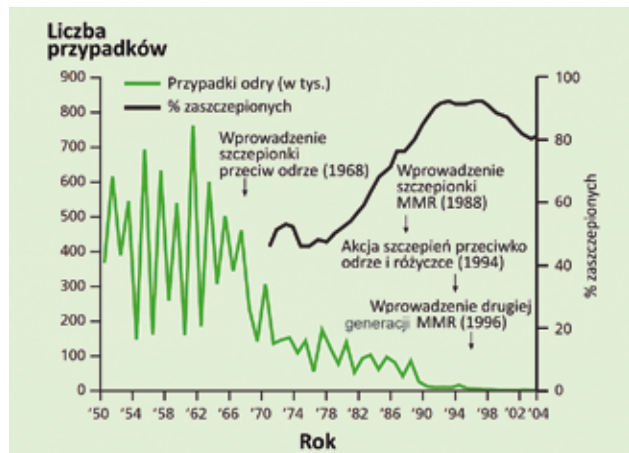
Szczepionki są niewątpliwie najskuteczniejszym sposobem zapobiegania chorobom zakaźnym. Nie znaczy to, że inne czynniki, takie jak poprawa higieny, opieka nad położnicami czy zdrowsza żywność nie mają dobroczynnych skutków. Jednak to właśnie wprowadzenie szczepień w sposób znaczący zmniejszyło zachorowalność i śmiertelność wśród ludzi, spowodowane zakażeniami. Dzięki szczepieniom jedną chorobę dręczącą ludzkość udało się całkowicie wyeliminować z kuli ziemskiej – jest to ospa prawdziwa. *Poliomyelitis* jest niemal zupełnie nieobecne na świecie, z wyjątkiem kilku krajów; eradykacja jest jednak możliwa i zakłada się, że nastąpi w ciągu najbliższych lat. W Stanach Zjednoczonych transmisja *poliomyelitis*, różyczki oraz odry nie istnieje (chyba, że choroby te zostaną zawleczone z innych terenów). W tym samym kraju stwierdzono ponad 92% zmniejszenie liczby zachorowań i ponad 99% zmniejszenie liczby przypadków śmiertelnych dla chorób, przeciw którym szczepienia zalecano już przed 1980 rokiem, czyli dla błonicy, świnki, krztusca, tężca, odry czy różyczki (Ryc. 1. pokazuje skuteczność szczepień

przeciw błonicy w Wielkiej Brytanii). Dla chorób, dla których szczepienia zalecano po roku 1980 (zapalenie wątroby typu A, ostre zapalenie wątroby typu B, za-



Ryc. 1. Skuteczność szczepień przeciw błonicy w Anglii i Walii w latach 1914–2003. Wyraźnie widoczny jest wpływ, jaki szczepionka wywarła na zmniejszenie liczby zachorowań i zgonów. (Wykres pochodzi z publikacji „Immunisation against infectious disease – The Green Book”, wydanej przez brytyjski Department of Health. Zmodyfikowano za zgodą właściciela praw autorskich, według Open Government Licence for public sector information <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/open-government-licence.htm>).

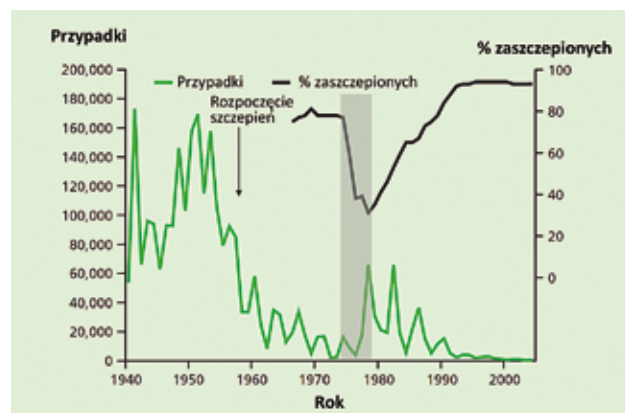
każenie *Haemophilus influenzae* czy ospa wietrzna), zmniejszenie zachorowań i zgonów wynosi ponad 80%). Przy okazji dane te udowadniają, że nie poziom higieny czy poprawa innych warunków miały wpływ na obniżenie liczby chorych – bo te pozostawały takie same – a skutek osiągnięto właśnie dzięki programom szczepień. Pokazują również, a takie wątpliwości często wysuwają działacze ruchów antyszczepionkowych, że zbudowanie odpowiedniego poziomu odporności populacji musi potrwać. Nie jest zjawiskiem natychmiastowym, ale procesem wymagającym odpowiedniej liczby zaszczepionych, a także – w przypadku niektórych chorób – włączenia do programu szczepionki innej, niż ta stosowana na początku (Ryc. 2).



Ryc. 2. Skuteczność szczepień przeciw odrze w latach 1950–2004. (Wykres pochodzi z publikacji „Immunisation against infectious disease – The Green Book”, wydanej przez brytyjski Department of Health. Zmodyfikowano za zgodą właściciela praw autorskich, według Open Government Licence for public sector information).

Obliczono, że dzięki programom szczepień przeciwko odrze, krztuścowi, błonicy i tężcowi unika się od dwóch do trzech milionów zgonów dzieci rocznie. Szacuje się także, iż rocznie zapobiega się śmierci około 600 tysięcy ludzi z różnych grup wiekowych z powodu wirusowego zapalenia wątroby typu B – dzięki szczepieniom. Szczepienia są po prostu najskuteczniejszą profilaktyką chorób zakaźnych.

Że szczepionki są skuteczne pokazuje też, paradoksalnie nieco, działalność ruchów antyszczepionkowych. Wykazano to doskonale na przykładzie krztuśca (Ryc. 3). Analizy liczby przypadków krztuśca w wielu krajach oraz wprowadzonych tam szczepień wyraźnie wykazały, że ilekroć ruchy antyszczepionkowe doprowadziły do zatrzymania bądź zahamowania akcji szczepień, liczba przypadków choroby wzra-

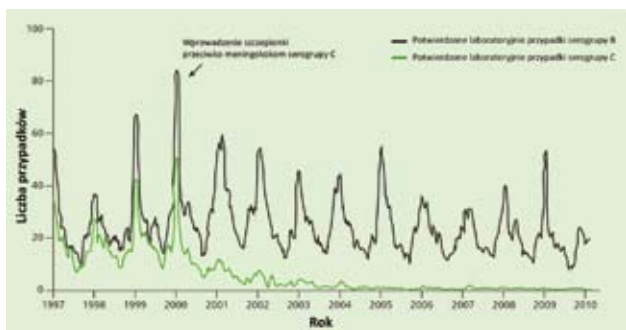


Ryc. 3. Skuteczność szczepień przeciw krztuścowi w Anglii i Walii w latach 1940–2003. Szary prostokąt pokazuje bezpośredni wpływ ruchów antyszczepionkowych na spadek liczby osób zaszczepionych i związany z tym wzrost liczby przypadków choroby. (Wykres pochodzi z publikacji „Immunisation against infectious disease – The Green Book”, wydanej przez brytyjski Department of Health. Zmodyfikowano za zgodą właściciela praw autorskich, według Open Government Licence for public sector information. Informacja o wpływie ruchów antyszczepionkowych pochodzi z artykułu: Gangarosa EJ i in., *Lancet*, 1998).

stała znacząco. Oraz, co także ważne, spadała, kiedy tylko odpowiednie służby medyczne uświadamiały sobie, jaką szkodę wyrządzono społeczeństwu i z powrotem uruchamiały programy szczepień. Takie sytuacje miały miejsce w Japonii czy Wielkiej Brytanii (Ryc 3). Przy okazji tych analiz sprawdzono teorię antyszczepionkowców, jakoby zmiana środowiska (czyli np. warunków higienicznych) mogła mieć wpływ na te zjawiska. Porównywano kraje sąsiednie, kraje o podobnym potencjale ekonomicznym, socjalnym i medycznym, a różniące się poziomem/jakością programów szczepień. Okazało się, że to nie jakiegokolwiek inne czynniki, a właśnie programy powszechnych szczepień miały wpływ na zmniejszenie zachorowań na daną chorobę zakaźną.

Podobny wpływ potwierdzony został w krajach byłego Związku Radzieckiego, kiedy to po jego upadku

nastąpiło pogorszenie funkcjonowania infrastruktury medycznej (w tym zaniechanie kontroli nad programem szczepień), co okazało się być głównym czynnikiem niedostatecznego zabezpieczenia populacji przed błonicą. Skutek – poważna epidemia błonicy w Rosji, na Ukrainie i innych krajach tamtego regionu (ponad 150 tysięcy chorych, około 5000 zgonów) w latach dziewięćdziesiątych XX w., którą w dużym stopniu opanowano przy pomocy szeroko zakrojonej akcji doszczepiania. A w zeszłym roku epidemię krztuśca, z kilkoma zgonami niemowląt, obserwowano w Stanach Zjednoczonych. Przyczyną była także zmniejszająca się liczba ludzi zaszczepionych przeciw tej chorobie, na co wpływ miały niestety ruchy antyszczepionkowe. Warto zwrócić jeszcze uwagę na Ryc. 4, która znakomicie pokazuje, że to rzeczywiście szczepienia mają zasadniczy wpływ na liczbę



Ryc. 4. Wpływ szczepień przeciw *Neisseria meningitidis* grupy C na liczbę przypadków choroby spowodowanej zakażeniem tym drobnoustrojem (zwykle manifestującej się jako zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych i/lub sepsa) w Anglii i Walii w latach 1997–2009. (Wykres pochodzi z publikacji „Immunisation against infectious disease – The Green Book”, wydanej przez brytyjski Department of Health. Zmodyfikowano za zgodą właściciela praw autorskich, według Open Government Licence for public sector information).

zakażeń danym drobnoustrojem. Meningokoki, czyli bakterie *Neisseria meningitidis*, klasyfikowane są w różnych grupach, oznaczonych literami. Dostępna szczepionka istnieje tylko wobec grupy C. Przed wprowadzeniem szczepień drobnoustrój powodował charakterystyczne cykliczne zakażenia. Po wprowadzeniu, kiedy to nie zmieniły się warunki bytowania ludzi czy inne czynniki, znacząco zmniejszyła się liczba przypadków powodowanych właśnie przez tę grupę, przeciwko której istnieje szczepionka, podczas gdy liczba zachorowań wywołanych przez grupę B utrzymuje się na stosunkowo wysokim poziomie.

Oczywiście, żadna szczepionka nie jest stuprocentowo skuteczna. Zjawisko niekutenności szczepionek dzieli się na dwie grupy. Jedna z nich ma miejsce wówczas, kiedy pewien procent osób po prostu nie reaguje na szczepienie. Przykładem może być brak odpowiedzi immunologicznej na pierwszą dawkę szczepionki przeciw odrze u 5–10% dzieci.

Wystarczającą ochronę osiąga się w tych przypadkach przy drugiej dawce. Drugą grupę stanowi zaniechanie odpowiedzi immunologicznej w czasie. Przykładem jest spadek odporności przeciw krztuścowi u dzieci. Aby temu zapobiec, stosuje się podanie dawki przypominającej, najczęściej w okresie przed rozpoczęciem nauki w szkole.

Warto też po raz kolejny zdać sobie sprawę, że szczepionki nie są identyczne, i że skuteczność niektórych z nich rzeczywiście na pierwszy rzut oka może wydawać się słaba. Mogą jednak mieć one inne zalety i być stosowane ze względu na te zalety właśnie, a pomimo niewielkiej skuteczności ogólnej. Znakomitym przykładem jest tu szczepionka przeciwko gruźlicy, skuteczność której w zapobieganiu gruźlicy określa się na ponad 50%. Szczepionka ta jednak stanowi wysoce skuteczną profilaktykę przeciwko dwóm bardzo ciężkim, szczególnie dla małych dzieci, postaciom gruźlicy: gruźlicy tzw. prosówkowej (czyli rozsianej) oraz gruźliczemu zapaleniu opon mózgowo-rdzeniowych. To skuteczne działanie szczepionki jest wystarczającym powodem, żeby włączać ją do kalendarzy szczepień.

Podsumowując – szczepionki są bardzo skuteczne. Do tego stopnia, że osoby związane z ruchami antyszczepionkowymi pytają: po co szczepić, skoro niektórych chorób nie widzimy na co dzień? Przyczyną są następujące – jeśli zaprzestaniemy szczepień, zapomniane choroby mogą wrócić, gdyż tylko szczepionki trzymają je w ryzach. Poza tym warto spojrzeć trochę dalej, niż tylko na własne podwórko. Nawet jeśli w Europie nie notuje się wielu przypadków jakiegoś zakażenia, nie musi być podobnie w Afryce czy Azji. A w dobie globalnej wioski oznacza to, że zagrożenie dla ludzkości istnieje.

Czy szczepionki są bezpieczne?

Szczepionki są jednymi z najbezpieczniejszych medykamentów stosowanych u ludzi. Badane są na każdym etapie produkcji, a także po ich wprowadzeniu na rynek. Analizy dokonywane w wielu laboratoriach na świecie, z zastosowaniem rygorystycznych reguł badań naukowych dowodzą przekonująco, że szczepionki są niezwykle bezpieczne.

Ponad wszelką wątpliwość wykazano, że stosowanie szczepionek nie wiąże się z autyzmem – twórca tej teorii został skompromitowany (wykazano mu nie tylko nierzetelność naukową, ale i nieetyczne postępowanie, co zakończyło się wycofaniem artykułu jego autorstwa z literatury naukowej oraz odebraniem prawa wykonywania zawodu lekarza). Ponadto liczne zespoły badaczy udowodniły, że związku

przyczynowo-skutkowego między szczepionką MMR (przeciwko odrze, śwince i różycze) a autyzmem nie ma. Wiele bardzo dobrze i rygorystycznie zaprojektowanych analiz wykazało także, że nie ma związku między szczepionką przeciwko błonicy-krztuścowi-tężcowi (DTP, zwana niegdyś Di-Per-Te) a encefalopatiami. Nie potwierdzono również obaw, że atenuowana szczepionka przeciwko *poliomyelitis* związana była z zakażeniami wirusem HIV. Korelacji nie wykazano też między wystąpieniem zespołu Guillain-Barré a atenuowaną szczepionką przeciw *poliomyelitis* oraz szczepionką przeciw tężcowi.

Wykazano także, że zawarte w niektórych szczepionkach związki chemiczne (chodziło tutaj głównie o tiomersal) nie są przyczyną autyzmu. Hipoteza ta, podnoszona często przez ruchy antyszczepionkowe, została również zbadana bardzo dokładnie. Stwierdzono, że u dzieci zaszczepionych preparatami z tiomersalem autyzm nie występuje częściej, niż u dzieci szczepionych szczepionkami bez tego związku (na wszelki bowiem wypadek odpowiednie służby zaleciły wycofanie rtęci ze szczepionek). Co więcej, okazuje się, że tam, gdzie wycofano tiomersal ze szczepionek, liczba przypadków autyzmu nie zmniejszyła się, a w niektórych krajach pokazano, że wręcz przeciwnie – wzrosła.

Szczepionki nie stanowią także obciążenia dla układu immunologicznego (jest to często wyrażana przez ruchy antyszczepionkowe obawa). W porównaniu z ogromnymi liczbami antygenów, z którymi każdy człowiek, także małe dziecko, styka się każdego dnia, liczba antygenów zawarta w szczepionkach jest nieporównywalnie mała. Matematyczne modele pokazują, że zdrowy układ odpornościowy zdolny jest do odpowiedzi na miliardy do setek miliardów różnych antygenów. Tymczasem oblicza się, że w kilkunastu obecnie stosowanych szczepionkach znajduje się poniżej 200 antygenów (a w kilku stosowanych w 1980 r. było ich ponad 3000). Nie ma więc możliwości, żeby szczepionki w jakikolwiek sposób obciążały układ immunologiczny. Nie wydaje się więc zasadną obawą, iż szczepionek jest za dużo. Wygląda raczej na to, że te, które istnieją, stanowią znakomitą profilaktykę; cały czas też trwają badania mające na celu otrzymanie szczepionek lepszych, a także nowych, skierowanych przeciw innym drobnoustrojom.

Szczepionki również nie osłabiają układu odpornościowego. Gdyby tak było, szczepione dzieci częściej, niż dzieci nieszczepione zapadałyby na inne poważne choroby zakaźne. Badania dowiodły jednak, że dzieci szczepione nie są bardziej podatne na zakażenia; przeciwnie wręcz – liczba zakażeń u nich jest nawet statystycznie niższa, niż u dzieci niezaszczepionych.

Oczywiście, należy podkreślić, że stosowanie każdej szczepionki wiąże się z wystąpieniem objawów ubocznych. Zwykle dzieli je się na kilka grup. Pierwszą z nich stanowią objawy związane bezpośrednio ze szczepieniem, które bez tego szczepienia na pewno nie miałyby miejsca (np. tzw. *poliomyelitis* związane ze szczepieniem, *vaccine-associated paralytic poliomyelitis*, po szczepieniu szczepionką żywą). Drugą – objawy, które prawdopodobnie i tak wystąpiłyby, ale zastosowanie szczepionki zainicjowało je (np. pierwsze drgawki gorączkowe u podatnych dzieci). Trzecią – objawy związane z nieprawidłowym przygotowaniem czy transportem szczepionki. A czwartą – objawy występujące w czasie zbliżonym do zastosowania szczepionki, ale niezwiązane związkiem przyczynowo-skutkowym. Na przykład niektóre osoby uskarżają się na objawy przeziębienia (które nie są grypą) wkrótce po szczepieniu na grypę. A jest przecież oczywiste, że gdy miliony osób szczepią się przeciw grypie w okresie jesienno-zimowym, część z nich przypadkiem i niezależnie od szczepienia przejdzie zwykle przeziębienie w tym samym czasie.

Jak więc widać, organizacje medyczne zbierające dane o efektach ubocznych szczepionek są niezwykle ostrożne i czujne (wbrew obawom ruchów antyszczepionkowych), bo do efektów ubocznych zaliczają nawet te reakcje, które tak naprawdę nie są skutkiem działania szczepionek. Niewątpliwie zwiększa to liczbę efektów podawanych jako skutki uboczne szczepień. Zwiększa ją także fakt, że do efektów ubocznych zalicza się nawet reakcje bardzo łagodne, nieszkodliwe i niemal oczywiste (jak ból w miejscu wkłucia lub wysypka po szczepieniu przeciw odrze). W istocie, większość częstych efektów ubocznych szczepień to właśnie takie objawy: miejscowe zaczerwienienie czy spuchnięcie w miejscu podania, czy krótkotrwałe ogólnoustrojowe złe samopoczucie z gorączką, nieporównanie mniej groźne czy uciążliwe niż sama choroba. Objawy te nie są przeciwwskazaniem do szczepienia. Znacznie rzadziej zdarzają się objawy poważne, takie jak zaburzenia neurologiczne czy wstrząs anafilaktyczny. Przeciwwskazaniem do zastosowania jakichkolwiek szczepień jest właśnie wstrząs anafilaktyczny po zaszczepieniu poprzednią dawką tej samej szczepionki, bądź też wstrząs anafilaktyczny na skutek jednego ze składników szczepionki (np. antybiotyku, którego ilości śladowe znajdują się w szczepionkach). Czasowym przeciwwskazaniem objęte jest stosowanie szczepionek atenuowanych u kobiet w ciąży oraz u osób z upośledzeniami odporności.

Warto podkreślić, że śledzenie i rejestracja efektów ubocznych stosowania szczepionek już po wprowadzeniu tych preparatów do użycia jest niezwykle

ważna i potrzebna. Wynika to z faktu, że efekty te są naprawdę tak rzadkie, iż niemożliwym jest wykrycie ich jeszcze w badaniach przed wprowadzeniem na rynek; i nawet najszerzej zakrojone testy kliniczne nie są w stanie stwierdzić czy przewidzieć ich istnienia. Dlatego też tak wielką wagę, wbrew osądom antyszczepionkowców, przywiązuje się do zgłaszania tych efektów przez rodziców i lekarzy odpowiednim służbom medycznym. W tym celu w 1990 roku w USA powstał specjalny system zgłaszania efektów ubocznych szczepień (VAERS, *The Vaccine Adverse Event Reporting System*), zarządzany przez CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) i FDA (*Food and Drug Administration*), który rocznie zbiera średnio około 28 tysięcy raportów. Wydaje się to sporą liczbą, tak naprawdę jednak jest ona raczej niewielka, w porównaniu do około 100 milionów dawek szczepionek przeciw chorobom wieku dziecięcego rozproszonych w ostatniej dekadzie, nie mówiąc już o dodatkowych milionach dawek szczepionek podanych osobom dorosłym. Trzeba także pamiętać, że VAERS, na który tak chętnie powołują się antyszczepionkowcy, jest systemem, do którego każdy może wpisać niemal cokolwiek i nie jest to rutynowo weryfikowane. Słynną jest prowokacja, której dokonał pewien lekarz, zgłaszając w VAERS, że szczepionka przeciw grypie zmieniła go w Hulka, ogromnego zielonego bohatera komiksów i filmów (*Incredible Hulk*). Zgłoszenie zostało zaakceptowane.

Podsumowując – stosowanie szczepionek jest, owszem, związane z występowaniem efektów ubocznych. Efekty te są jednak rzadkie i w większości przypadków łagodne. Porównując to z profilaktycznym działaniem szczepionek, które w znaczący sposób zapobiegają wystąpieniu wielu groźnych chorób, a także zmniejszają liczbę powikłań i zgonów, bez żadnych wątpliwości można stwierdzić, że korzyści z ich stosowania zdecydowanie przeważają nad stosunkowo niewielkimi wadami. Przykładowo, „dziki” wirus odry powoduje zapalenie mózgu średnio u jednej na tysiąc zakażonych osób, a zabija średnio 2–3% zakażonych (w niektórych krajach rozwijających się nawet powyżej 30%). Szczepionka MMR nie powoduje zapalenia mózgu, niezwykle rzadko wywołuje wstrząs anafilaktyczny (od kilku do kilkunastu przypadków na milion dawek), ale chroni przed odrą. Rachunek jest prosty.

Kontrowersje etyczne

Wobec szczepień wysuwane są także zarzuty natury etycznej lub religijnej. Parę lat temu katolików zaniepokoiło użycie do produkcji szczepionek komórek

pochodzących z abortowanych płodów ludzkich. Rzeczywiście, niektóre wirusy szczepionkowe namnażane są w laboratoriach na liniach komórkowych, pobranych jeszcze w latach sześćdziesiątych XX wieku z płodów abortowanych na życzenie. Zdanie Watykanu jest jasne w tej materii – komórki te zostały pobrane nieetycznie. Jednak skoro nie ma alternatywy, a szczepionki działają celem chronienia ludzkiego zdrowia, to trzeba je stosować.

Oparta na religijnych przekonaniach niechęć wobec szczepionek jest także głównym powodem niemożności całkowitego wyeliminowania *poliomyelitis* z Nigerii, Pakistanu i Afganistanu. Niektórzy tamtejsi muzułmańscy przywódcy uważają, że szczepionki stanowią spiszek Amerykanów celem wysterylizowania muzułmańskiej populacji; inni ekstremiści są zdania, że stosowanie szczepionek sprzeciwia się woli Allaha (zarzuty, że szczepienia przeciw ospie są „niechrześcijańskie”, bo pochodzą od zwierząt, słyszał już ponoć Jenner). Zdarza się, że aktywiści propagujący szczepienia są porywani i bici. Lekarze działający na tych terenach nawołują przywódców religijnych, aby dla dobra dzieci i całego społeczeństwa wypowiedzieli się po stronie szczepień.

Konflikt sumienia zgłaszają również rodzice, którym rekomenduje się szczepienia dzieci (szczególnie dziewcząt) przeciwko rakowi szyjki macicy. Wirusy brodawczaka powodujące powstawanie raka szyjki są drobnoustrojami przenoszonymi drogą płciową. Ponieważ szczepionka stosowana powinna być stosunkowo wcześniej (w wieku szkolnym), rodzice obawiają się, że zachęcać będzie dzieci do wcześniejszego rozpoczęcia aktywności seksualnej oraz promować promiskuityzm. Rzeczywistość jest jednak taka, że szczepionka ochronić może przed straszną chorobą w przyszłości, a młode kobiety mogą zostać zakażone wirusem w przypadku gwałtu czy innego przestępstwa seksualnego, nie wspominając już o tym, że sporo z nich w istocie wcześniej rozpoczyna współżycie seksualne. Czy szczepionka, a raczej jej brak, powinna spełniać rolę wychowawczą jest tezę tyleż karkołomną, co niestety wymagającą intensywnych dyskusji w wielu krajach.

Podsumowanie

Szczepienia w istocie stanowią wspaniałe osiągnięcie nauki i medycyny. Mimo obaw i pytań, wysuwanych zarówno przez ruchy antyszczepionkowe, rodziców czy przywódców religijnych, naukowcy potwierdzają z całą stanowczością, że szczepionki – preparaty medyczne skuteczne i bezpieczne – odgrywały i odgrywają ogromną i nie do przecenienia

rolę w chronieniu gatunku ludzkiego przez groźnymi dla niego drobnoustrojami. Przez dziesiątki lat znakomicie spełniają swoją rolę, a ludzie zawdzięczają im znaczące zmniejszenie liczby przypadków chorób

zakaźnych, powikłań oraz zgonów. Nie zmienia to jednak faktu, że wiele w tej materii jest jeszcze do zrobienia, i że potrzeba wprowadzania nowych i lepszych szczepionek jest cały czas aktualna.

Ewa Krawczyk – biologka, dr nauk medycznych w zakresie biologii medycznej. Specjalistka w dziedzinie mikrobiologii lekarskiej. Członkini International Society for Infectious Diseases. Obecnie pracuje na Georgetown University w Waszyngtonie, zajmując się badaniem białek wirusowych, które uczestniczą w procesach onkogenezy. Autorka bloga Sporothrix (<http://sporothrix.wordpress.com>), w którym często zamieszcza popularnonaukowe teksty.

PAŁECZKI OKRĘŻNICY – DOKTOR JEKYLL CZY PAN HYDE?

Beata Sobieszkańska (Wrocław)

Pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*; *E. coli*) są jednym z licznych gatunków tzw. pałeczek jelitowych, które kolonizują jelito grube ludzi i zwierząt. Gatunek ten jest o tyle interesujący, że obejmuje szczepy (odmiany) niechorobotwórcze, a więc niezdolne do wywołania choroby u ludzi bądź zwierząt oraz szczepy patogenne, wywołujące rozmaite zakażenia. Nazwa gatunku w przypadku pałeczek *E. coli* może być więc myląca, gdyż nie określa czy szczep *E. coli* jest niepatogenny, czy groźny dla naszego zdrowia.

Niechorobotwórcze (niepatogenne) szczepy *E. coli* występują w jelitach każdego zdrowego człowieka – ich nieobecność świadczy o zaburzeniu składu mikroflory jelita, które może pojawić się po antybiotykoterapii, jest następstwem nieprawidłowej diety lub wynikiem zakażenia przewodu pokarmowego. Niechorobotwórcze pałeczki *E. coli* są ważnym składnikiem mikroflory jelit człowieka, gdyż wiele z nich działa korzystnie na nasz przewód pokarmowy oraz układ immunologiczny. Korzystnie działające na układ immunologiczny gatunki pałeczek *E. coli* należą do organizmów probiotycznych, pobudzających odporność organizmu na zakażenia.

Z drugiej strony, pałeczki *E. coli* obejmują szereg szczepów wywołujących groźne dla zdrowia i życia człowieka zakażenia: jelit, układu moczowego, dróg żółciowych, opon mózgowo-rdzeniowych oraz zakażenia krwi (sepsy).

Wszystkie pałeczki gatunku *Escherichia coli* cechują się ogromną plastycznością genetyczną, co oznacza, że chętnie przyjmują geny od innych bakterii. Wymiana genów między różnymi szczepami *E. coli* lub między szczepami *E. coli* a innymi

pałeczkami jelitowymi zachodzi w środowisku naturalnym, a także w jelitach ludzi i zwierząt. Nabywanie nowych cech genetycznych umożliwia pałeczkom *E. coli* lepsze przystosowanie do środowiska, w którym przebywają, a więc w jelitach ludzi i zwierząt, w glebie, w wodzie, na roślinach. Proces wymiany genów między bakteriami tych samych lub różnych gatunków odpowiada za pojawianie się szczepów o zmienionych cechach, uwarunkowanych uzyskaniem nowych genów. W taki sposób powstały chorobotwórcze szczepy *E. coli*. Niepatogenne szczepy pałeczek *E. coli* dawno temu „otrzymały w prezencie” od chorobotwórczych bakterii np. pałeczek *Shigella*¹, *Yersinia*² lub *Salmonella*³ geny, dzięki którym mogą wytwarzać toksyny, toksyczne enzymy, białka umożliwiające im przyleganie (adhezję) do różnych powierzchni i komórek ludzkiego organizmu (wszystkie te cechy określane są łącznie jako czynniki wirulencji). Opisano wiele grup patogennych pałeczek *E. coli* wywołujących u ludzi zakażenia przewodu pokarmowego. Każda grupa patogennych *E. coli* posiada odmienne czynniki wirulencji i odpowiada za różny przebieg kliniczny zakażeń. Przykładem mogą być szczepy *E. coli* tzw. enteropatogenne (EPEC; ang. enteropathogenic *Escherichia coli*), które wywołują „biegunki letnie” u niemowląt – letnie, bo zwykle występują latem i najczęściej dotyczą niemowląt i małych dzieci. EPEC z reguły nie wytwarzają żadnych toksyn, ale dzięki bardzo specyficznej adhezji do nabłonka jelita uszkodzają komórki, co powoduje rozwój biegunki. Każda komórka eukariotyczna posiada w cytoplazmie cytoszkielet zbudowany m.in. z białka aktyny. Aktynowy cytoszkielet komórki,

¹ pałeczki *Shigella* wywołują u ludzi czerwonkę bakteryjną.

² *Yersinia* to bakterie odpowiedzialne za dżumę oraz poważne zakażenia jelit.

³ *Salmonella* powodują u ludzi dury brzuszne (tyfus) oraz zakażenia jelit, czasem bardzo poważne, jeżeli bakterie z jelit przedostaną się do krwiobiegu – z krwią pałeczki te mogą dostać się do każdego narządu.