



Szczepionki nowej generacji

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Organizm zaszczepionej osoby rozpoznaje obce antygeny i wyzwała reakcję odpornościową, w wyniku której dochodzi do powstania przeciwciał i komórek pamięci. Podanie szczepionki naśladuje naturalny kontakt organizmu człowieka ze zjadliwą formą patogenu i stymuluje jego układ odpornościowy.

Źródło: James Gathany, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Gdy na danym obszarze pojawiają się przypadki określonej choroby zakaźnej w liczbie znacznie większej niż oczekiwana, ogłaszany jest stan epidemii. Natomiast stan, w którym choroba zakaźna się rozprzestrzenia i swoim zasięgiem obejmuje różne kontynenty, określa się jako pandemię. W marcu 2020 r. Światowa Organizacja Zdrowia ogłosiła pandemię związaną z rozprzestrzenianiem się nowego wirusa SARS-CoV-2, wywołującego chorobę nazwaną COVID-19.

Ludzkość od starożytności zmagала się z epidemiami, powodującymi wysoką śmiertelność. Zahamowanie lub wyeliminowanie wielu chorób zakaźnych stało się możliwe dzięki wprowadzeniu szczepień ochronnych. Pierwszą na świecie szczepionkę – na ospę – opracował w 1796 r. brytyjski lekarz Edward Jenner. Współcześnie, wraz z rozwojem nowoczesnej biotechnologii i postępem w opracowywaniu metod i technik inżynierii genetycznej, uzyskuje się **szczepionki nowej generacji**. Ich formuła jest bezpieczniejsza i skuteczniejsza niż szczepionek uzyskiwanych konwencjonalnymi metodami mikrobiologicznymi.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym są szczepionki nowej generacji.
- Wskażesz rodzaje szczepionek nowej generacji i je scharakteryzujesz.

- Określisz zalety szczepionek nowej generacji w porównaniu ze szczepionkami konwencjonalnymi.

Układ odpornościowy

Układ odpornościowy chroni organizm przed rozwojem chorób wywołanych obecnością **patogenów**. Mechanizmy odporności wrodzonej, takie jak wydzieliny ciała, kwaśny odczyn potu i soku żołądkowego czy ciągłość budowy naskórka, uniemożliwiają wniknięcie z zewnątrz chorobotwórczych drobnoustrojów. W przypadku gdy mechanizmy te zostają pokonane i dochodzi do zakażenia, organizm człowieka uruchamia mechanizmy odporności nabytej. W reakcji odpornościowej tego typu uczestniczą komórki układu immunologicznego. Rozpoznają one patogen na podstawie obcych antygenów, swoistych dla danego drobnoustroju. Następuje aktywacja **limfocytów T**, które pobudzają właściwości żerne makrofagów, oraz zachodzą podziały komórkowe **limfocytów B**. Powstają dwie linie komórek: komórki plazmatyczne, produkujące **przeciwciała**, oraz komórki pamięci, zapamiętujące rodzaj przeciwciała, które należy wytworzyć przy ponownym kontakcie z danym patogenem.

Ciekawostka

Mechanizm odpowiedzi nabytej został zauważony już w roku 430 p.n.e. w Atenach, kiedy wybuchła epidemia określana jako zaraza ateńska. Grecki historyk Tukidydes dostrzegł wówczas pewną zależność: osoby które przeżyły infekcję, drugi raz nie chorowały.

Profilaktyka chorób wywoływanych zakażeniami wirusowymi i bakteryjnymi opiera się na wykorzystaniu mechanizmów **odporności nabytej**. W celu stymulacji układu odpornościowego przeciwko określonemu patogenowi stosuje się szczepionki. Pobudzają one układ immunologiczny w sposób analogiczny do reakcji, jaka następuje podczas pierwszego kontaktu z patogenem.

Rodzaje szczepionek

Szczepionki są biologicznymi preparatami zawierającymi **antygeny** drobnoustrojów chorobotwórczych. Ze względu na skład wyróżnia się szczepionki o słabo zdefiniowanym składzie, zawierające osłabione bądź **inaktywowane** patogeny, oraz o zdefiniowanym składzie, będące szczepionkami nowej generacji. Preparaty nowego typu pozbawione są wielu wad szczepionek otrzymywanych konwencjonalnymi metodami mikrobiologicznymi – m.in. nie występuje w ich przypadku ryzyko rewersji patogenności, czyli nabycia przez patogen ponownej zdolności do wywoływania chorób.

Do produkcji szczepionek nowej generacji wykorzystywane są metody biologii molekularnej oraz inżynierii genetycznej. Z ich pomocą konstruuje się szczepionki oparte na antygenach pozyskanych od zrekombinowanych mikroorganizmów – z tego powodu nazywane są **szczepionkami rekombinowanymi**. Wśród nich wyróżnia się: szczepionki podjednostkowe inaktywowane, szczepionki delecyjne, szczepionki znakowane, szczepionki wektorowe oraz szczepionki DNA.

Nie wszystkie stosowane aktualnie szczepionki to szczepionki rekombinowane, ale wyparły one np. szczepionki starszej generacji przeciw WZW typu B (niegdyś wytwarzane z osocza osób zakażonych). Współcześnie stosowane szczepionki przeciw WZW typu B zawierają oczyszczony antygen wirusa, otrzymywany z hodowli genetycznie zmodyfikowanych drożdży. Szczepionkami rekombinowanymi są też niektóre szczepionki przeciw COVID-19, zawierające charakterystyczną dla wirusa glikoproteinę wytwarzaną w genetycznie zmodyfikowanych komórkach ludzkich nerki.

Szczepionki podjednostkowe inaktywowane

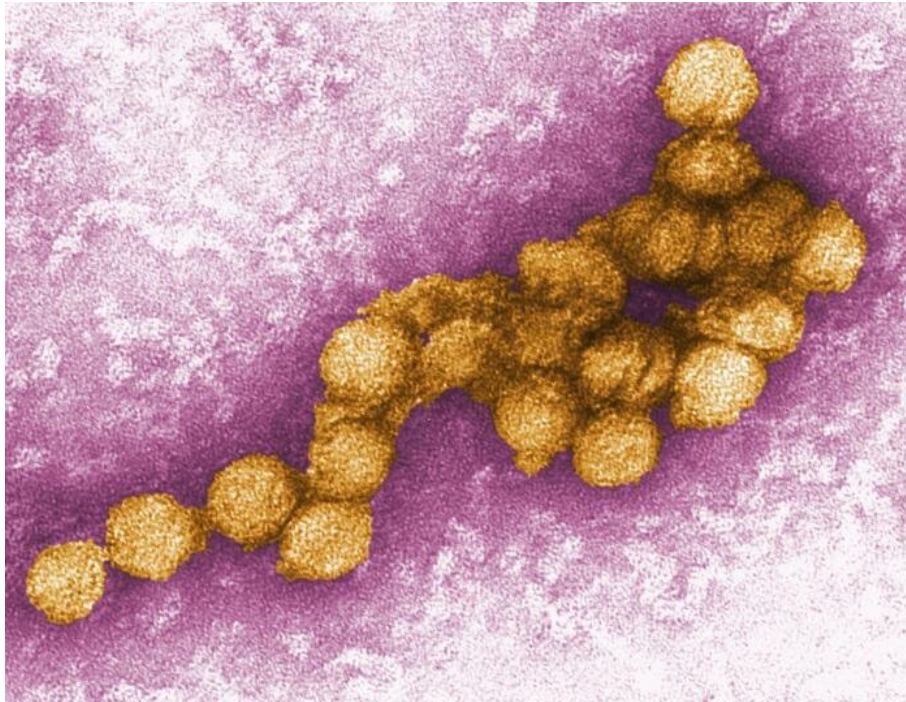
Szczepionki podjednostkowe inaktywowane zawierają obce antygeny, czyli fragmenty chorobotwórczych wirusów bądź bakterii. Są to cukry, białka lub glikoproteiny, wywołujące reakcję odpornościową zainfekowanego organizmu. Obce antygeny pozyskuje się na dwa sposoby:

- na drodze izolacji antygenów od innych składników chorobotwórczych wirusów i bakterii za pomocą metod fizykochemicznych – wymagają oczyszczenia;
- na drodze wytwarzania antygenów w **organizmach transgenicznych**, najczęściej w komórkach bakterii lub drożdży – nie wymagają oczyszczenia.

Wykorzystanie w szczepionce obcych antygenów umożliwia otrzymanie przeciwciał skierowanych przeciwko konkretnemu patogenowi, którego elementem strukturalnym jest pozyskany antygen. W przypadku podjednostkowych szczepionek inaktywowanych nie ma ryzyka wystąpienia po ich podaniu objawów chorobowych.

Pierwszą rekombinowaną szczepionką podjednostkową była opracowana w 1982 r. szczepionka przeciwko wirusowi zapalenia wątroby typu B (WZW B).

Do szczepionek zawierających inaktywowane wirusy zalicza się między innymi szczepionki przeciwko kleszczowemu zapaleniu mózgu, wściekliznie, polio i wirusowemu zapaleniu wątroby typu A, natomiast do szczepionek, zawierających inaktywowane bakterie, należą między innymi: pełnokomórkowa szczepionka przeciwko durowi brzuszemu oraz pełnokomórkowa szczepionka przeciwko krztuścowi.



Cząstki wirusa Zachodniego Nilu (WNV, ang. *West Nile virus*), wywołującego chorobę zwaną gorączką Zachodniego Nilu. Szczepionka dla koni przeciwko tej chorobie (opracowana w 2009 r.) jest przykładem szczepionki podjednostkowej inaktywowanej. Wirus infekuje głównie ptaki, jednak występuje także u ssaków. Odnotowywane są również przypadki wystąpienia choroby u ludzi. Wektorem wirusa są komary, meszki i kleszcze.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

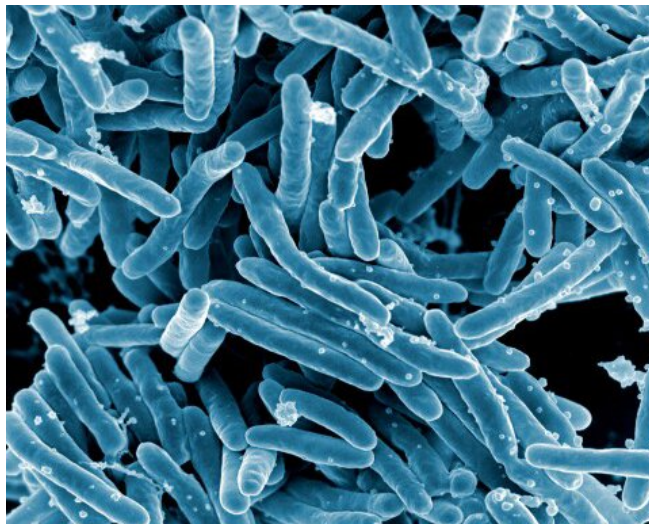
Szczepionki delecyjne

Szczepionki delecyjne zawierają żywe bakterie i aktywne cząstki wirusa, które są **atenuowane**, czyli pozbawione zdolności do wywołania choroby. Za pomocą technik inżynierii genetycznej z genomu chorobotwórczych drobnoustrojów usuwa się na drodze **delecji** geny odpowiedzialne za zjadliwość patogenu. Jednak atenuowane

drobnoustroje zawierają antygeny, których obecność wywołuje reakcję odpornościową.

Zastosowanie szczepionki delecyjnej skutkuje wytworzeniem przeciwciał i w konsekwencji – wykształceniem odporności.

Do szczepionek delecyjnych zalicza się szczepionki przeciwko chorobie Aujeszkiego, pryszczycy, chorobie niebieskiego języka, klasycznemu pomorowi świń oraz grypie ptaków.



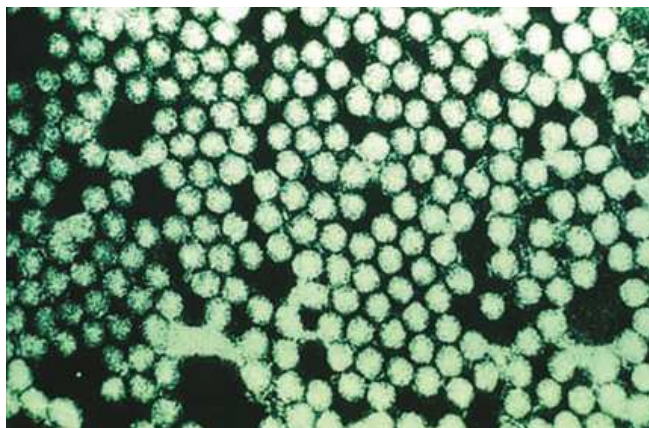
Prątek gruźlicy (*Mycobacterium tuberculosis*), bakteria wywołująca u ludzi groźną chorobę zakaźną – gruźlicę. Przykładem szczepionki delecyjnej jest stosowana u ludzi szczepionka przeciwko tej chorobie – BCG (Bacillus Calmette–Guérin). Zawiera ona atenuowany żywy szczep *Mycobacterium bovis* – gatunku pokrewnego, wywołującego gruźlicę u bydła.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.0.

Szczepionki znakowane

Szczepionki znakowane zawierają żywe bakterie lub aktywne cząstki wirusa, których genom został pozbawiony niektórych genów kodujących antygeny. Ze względu na zubożenie genomu charakterystycznego dla szczepów chorobotwórczych są one uznawane za **rodzaj szczepionek delecyjnych**.

Obecnie preparaty te wykorzystywane są w weterynarii do odróżnienia zwierząt wcześniej szczepionych i niezakażonych wirusem pryszczycy od nieszczepionych i zakażonych.

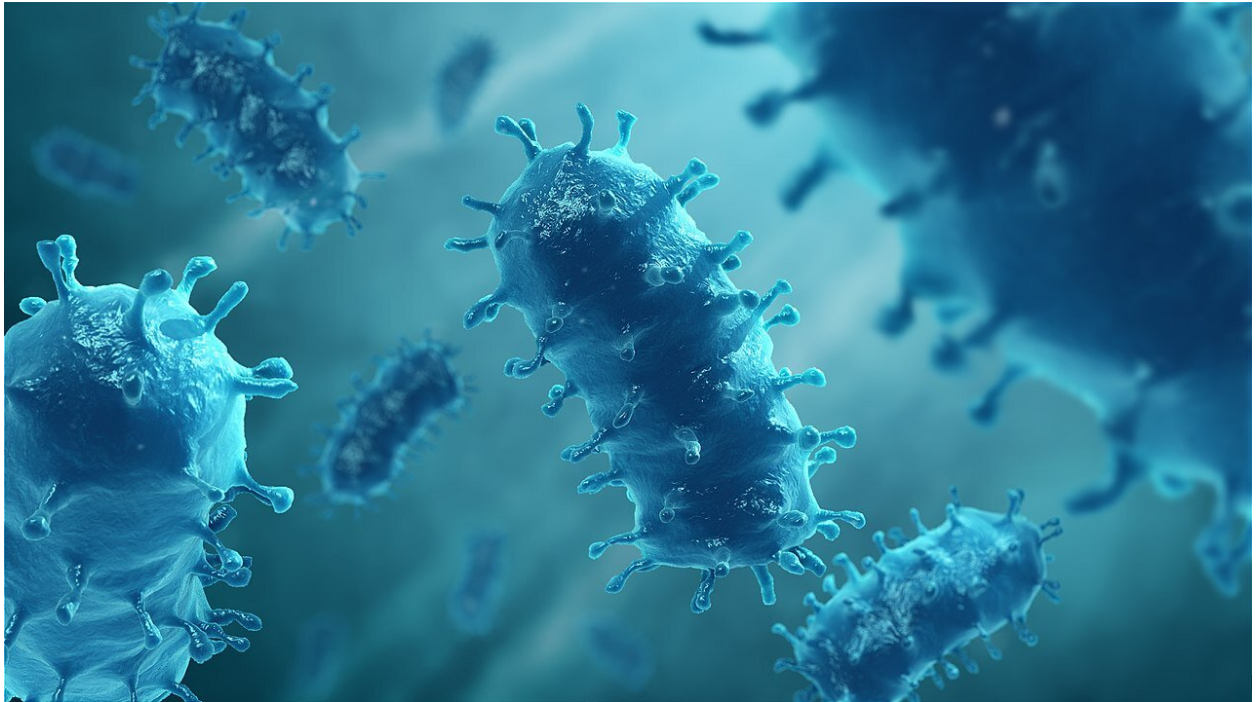


Wirus pryszczycy (*Picornavirus aphtae*), wywołujący u zwierząt racicowych hodowlanych i dzikich groźną chorobę zakaźną – pryszczycę.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Szczepionki wektorowe

Szczepionki wektorowe zawierają **wektory**, czyli nośniki materiału genetycznego chorobotwórczego drobnoustroju. Wektorami są żywe bakterie lub aktywne cząstki wirusa, którym za pomocą technik inżynierii genetycznej wprowadzono do genomu obcy gen, kodujący antygen patogenu. Spośród bakterii jako wektory wykorzystuje się najczęściej Gram-ujemne pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*) i Gram-dodatnie *Listeria monocytogenes*. Spośród wirusów jako wektory wykorzystuje się szczepy wirusa krowianki (*Variola vaccinia*) lub wirusa ospy ptasiej.



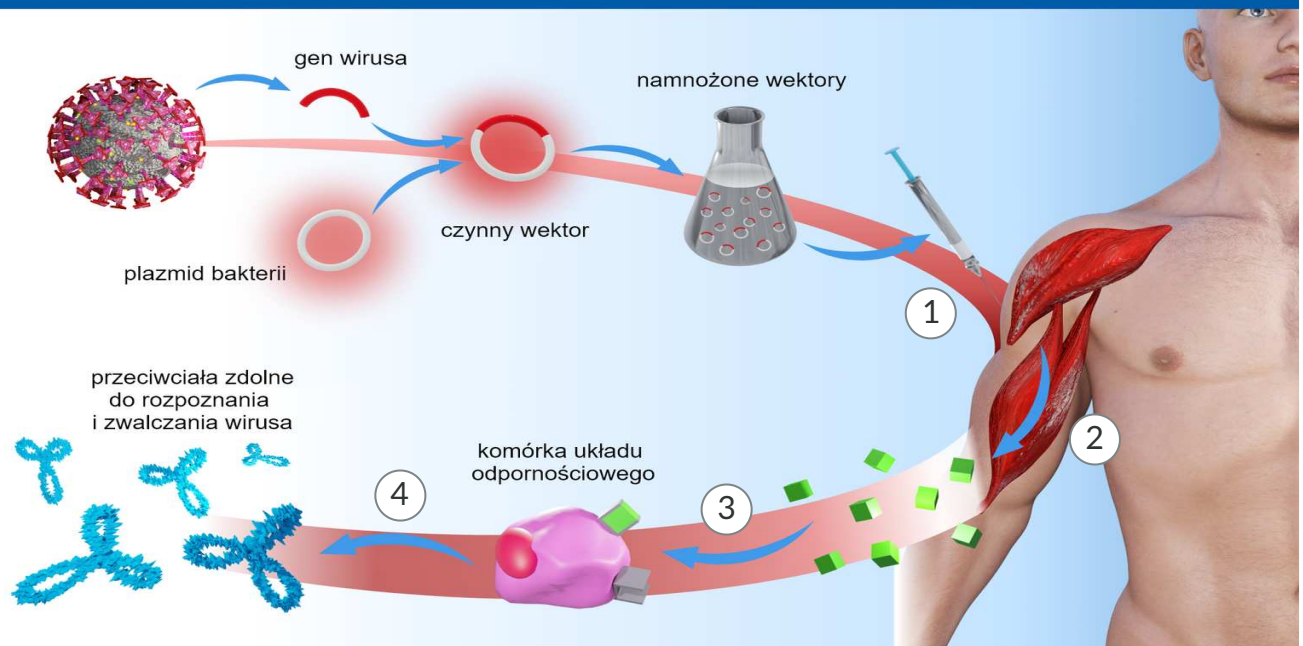
Wirus wścieklizny (*Rabies lyssavirus*) wywołuje u zwierząt, głównie ssaków, groźną chorobę zakaźną – wściekliznę. Przykładem szczepionki wektorowej jest szczepionka przeciwko tej chorobie, stosowana u zwierząt, a także u ludzi w przypadku pogryzienia. Wektorem antygeny wirusa wścieklizny jest wirus krowianki.

Źródło: Scientific Animations, licencja: CC BY-SA 4.0.

Szczepionki DNA

Szczepionki DNA zawierają plazmidowe DNA bakterii z dołączonym odcinkiem cDNA, kodującym obcy antygen chorobotwórczego drobnoustroju. Wprowadzone do organizmu człowieka zrekombinowane plazmidy ulegają ekspresji, w wyniku czego zaszczepiony organizm sam produkuje antygeny chorobotwórczego drobnoustroju. Układ immunologiczny rozpoznaje je i rozpoczyna reakcję odpornościową.

SZCZEPIONKA DNA



1

Wszczepienie wektorów domięśniowo

2

Produkcja białka wirusowego przez komórki mięśniowe

3

Rozpoznanie obcego antygeny

4

Reakcja odpornościowa i wytwarzanie przeciwciał

Mechanizm działania szczepionki DNA.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Do wektora można wprowadzić geny kilku różnych chorobotwórczych drobnoustrojów, dzięki czemu organizm rozwinie odporność przeciwko kilku chorobom przy jednokrotnym podaniu szczepionki. Szczepionki DNA nie są szkodliwe dla zdrowia, m.in. dlatego, że w swoim składzie nie zawierają substancji dodatkowych, np. konserwantów. Współczesna medycyna wiąże spore nadzieje ze szczepionkami DNA, które mogą zostać wykorzystane

nie tylko w profilaktyce chorób zakaźnych, ale także w terapii chorób autoimmunologicznych i nowotworowych.

Do tej pory żadna szczepionka DNA nie została zatwierdzona do stosowania u ludzi. Prowadzone są badania nad szczepionkami DNA, które miałyby zapobiegać zakażeniom m.in. HIV, wirusami opryszczki, wirusowego zapalenia wątroby typu B i malarii.

Słownik

antygen

białko lub glikoproteina obecne na powierzchni komórek; układ immunologiczny odróżnia antygeny własne, obecne na powierzchni komórek własnych ustroju, od obcych antygenów, obecnych na powierzchni komórek bakterii, pasożytów i cząstek wirusa; obcy antygen wywołuje reakcję odpornościową

delecja

mutacja genowa polegająca na usunięciu z sekwencji DNA jednej lub kilku par nukleotydów; w technologii przygotowania szczepionki nowej generacji – proces usunięcia z genomu drobnoustroju genów odpowiedzialnych za właściwości chorobotwórcze

inaktywacja

w mikrobiologii – utrata aktywności lub określonych właściwości odpowiedzialnych za zdolności chorobotwórcze drobnoustrojów

limfocyty B

jeden z rodzajów leukocytów, zaliczanych do grupy agranulocytów; komórki układu odpornościowego powstające i dojrzewające w czerwonym szpiku kostnym; ich funkcją jest produkcja przeciwciał, rozpoznanie i prezentacja antygeny oraz regulacja aktywności limfocytów T

limfocyty T

jeden z rodzajów leukocytów, zaliczanych do grupy agranulocytów; komórki układu odpornościowego powstające w czerwonym szpiku kostnym i dojrzewające w grasicy; ich funkcją jest rozpoznanie antygeny, regulacja aktywności makrofagów i limfocytów B oraz pobudzanie limfocytów B do podziałów komórkowych

organizm transgeniczny

organizm, którego genom został zmieniony za pomocą metod inżynierii genetycznej w celu uzyskania pożądaných cech; organizm modyfikowany genetycznie, który w genomie oprócz własnych genów zawiera obcy gen (transgen), pochodzący od innego organizmu

patogen

czynnik biologiczny wywołujący chorobę, np. wirusy, bakterie, grzyby, pasożyty
przeciwciała

immunoglobuliny produkowane przez komórki plazmatyczne, powstające na drodze podziałów i różnicowania limfocytów B; białka zdolne do specyficznego wiązania się z antygenem, w wyniku czego następuje neutralizacja patogenów przez układ dopełniacza

Polecenie 1

Zapoznaj się z nagraniem, a następnie wyjaśnij, czym jest szczepionka nowej generacji.

W odpowiedzi uwzględnij dwa typy szczepionek nowej generacji.

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/PvCHrIQVh>

SZCZEPIONKI NOWEJ GENERACJI

W medycynie powszechnie stosuje się szczepionki w celu wywołania reakcji układu immunologicznego, wzbudzenia pamięci immunologicznej i wyprodukowania przeciwciał przeciwko konkretnym patogenom. Tradycyjne szczepionki mogą zawierać żywe, ale pozbawione zjadliwości drobnoustroje, martwe komórki bakterii lub fragmenty otoczki wirusów bądź też wyizolowane antygeny drobnoustrojów. Obecnie jednak coraz częściej firmy farmaceutyczne sięgają po nowoczesne techniki inżynierii genetycznej i produkują szczepionki nowej generacji.

Co to jest szczepionka nowej generacji? Czym się różni od szczepionki klasycznej? Pojęcie szczepionki nowej generacji, zwanej też genetyczną, dotyczy dwóch rodzajów preparatów. Pierwszy z nich zawiera fragmenty zrekombinowanego kwasu nukleinowego kodującego immunogenne białko, umieszczone na nośniku w postaci plazmidu. Są to tak zwane szczepionki DNA. Geny umieszczone w plazmidzie kodują antygeny ochronne i w wyniku ich podania organizm staje się swego rodzaju producentem na własne potrzeby określonej szczepionki. Preparaty te mogą również zawierać wybrane geny chorobotwórcze mikroorganizmu. Ich ekspresja w naszych komórkach powoduje wyprodukowanie białek patogenu, a to pobudza system immunologiczny do jego zwalczania i wytworzenia pamięci immunologicznej. Naukowcy pracują również nad stworzeniem takich szczepionek przeciwko kilku drobnoustrojom naraz, czyli na jednym plazmidzie umieszczane są geny kilku różnych mikroorganizmów chorobotwórczych. Dzięki temu po zastosowaniu takiej szczepionki organizm nabierze odporności na wszystkie te patogeny. Ważną zaletą szczepionek DNA jest również brak w składzie pirogenów i związków chemicznych, stosowanych w tradycyjnych szczepionkach inaktywowanych. Większość tych szczepionek jest jeszcze w fazie badań klinicznych, stosowane są w terapiach eksperymentalnych.

Przykładem szczepionek nowej generacji są te skierowane przeciwko komórkom nowotworowym. Nowoczesne metody immunoterapii nowotworów opierają się między innymi na zastosowaniu spersonalizowanych szczepionek przeciwnowotworowych, zwanych też terapeutycznymi. Obecnie bardzo wiele badań poświęca się wytworzeniu tego typu szczepionek. Komórki nowotworowe powstają w naszym ciele każdego dnia, pod wpływem wielu czynników indukujących mutacje DNA. Właściwa praca naszego układu immunologicznego zapobiega ich rozwojowi. Ucieczka komórek nowotworowych spod nadzoru układu odpornościowego to główny mechanizm umożliwiający rozwój nowotworów. Dlatego istotne jest opracowanie metod wzmacniających przeciwnowotworowe działanie układu immunologicznego. Naukowcy intensywnie pracują nad stworzeniem szczepionek przeciwko różnym typom nowotworów. Można do tego celu zastosować szczepionki DNA. W tym przypadku do komórek nowotworowych pacjenta wprowadza się zrekombinowane plazmidy. Zawierają one geny kodujące enzymy, które przekształcają specjalne leki w toksyny. Enzymy te produkowane są tylko w komórkach nowotworowych. Po wprowadzeniu leku do organizmu pacjenta w komórkach nowotworowych następuje przekształcenie go w toksynę, niszczącą te komórki. Jednocześnie taki lek nie szkodzi komórkom zdrowym, ponieważ nie produkują tego enzymu.

Następny rodzaj szczepionek nowej generacji obejmuje szczepionki rekombinowane. Jakie nadzieje z nimi wiążemy? Jakie są wady, a jakie zalety takich szczepionek? W tym przypadku preparat nie zawiera fragmentów DNA, ale białka patogenu. Do produkcji tych białek wykorzystuje się organizmy transgeniczne, głównie zrekombinowane bakterie lub drożdże. Z materiału genetycznego organizmu chorobotwórczego izoluje się geny kodujące białka powierzchniowe, a następnie wprowadza się te geny do wektora, najczęściej w postaci plazmidu, umieszczanego w komórce organizmu transgenicznego. W takim organizmie zachodzi ekspresja genów i produkowane są przy okazji białka patogenu.

Na kolejnym etapie są one izolowane, oczyszczane i używane do produkcji szczepionek. Podanie ich pacjentowi wywołuje odpowiedź immunologiczną. Limfocyty uczą się rozpoznawać białka patogenu i w momencie ponownego kontaktu szybko reagują, produkując odpowiednie przeciwciała.

W immunoterapii przeciwnowotworowej stosuje się również szczepionki rekombinowane, zawierające antygeny komórek nowotworowych lub ich fragmenty. Szczepionki takie stymulują limfocyty do wzbudzenia pamięci immunologicznej i wywołania reakcji przeciwnowotworowej. Są one bardzo stabilne i bezpieczne dla pacjenta. Wiele z tych szczepionek jest w fazie badań klinicznych i terapii eksperymentalnych.

Obecnie naukowcy pracują także nad wyprodukowaniem transgenicznych roślin, które będą zawierać geny kodujące białka powierzchniowe patogenów. Spożywając takie rośliny, działające jak naturalne szczepionki, moglibyśmy nauczyć nasz system autoimmunologiczny walki z drobnoustrojami chorobotwórczymi. Oczywiście opracowanie takich szczepionek jest bardzo długotrwałe. Należy jeszcze rozwiązać problem omijania działania układu pokarmowego na wyprodukowane białka.

Szczepionki nowej generacji mają wiele zalet: są bardzo stabilne i praktycznie nie dają objawów niepożądanych. Nie wywołują choroby swoistej organizmu pacjenta i alergii. Mogą być bardzo łatwo modyfikowane z wykorzystaniem technik inżynierii genetycznej i wywołują doskonałą odporność humoralną i komórkową. Oprócz zalet występują jednak też pewne wady, na przykład problem integracji DNA plazmidowego z DNA gospodarza czy niejednolity poziom ekspresji wprowadzonych genów. Należy również wzmocnić autoimmunogenność szczepionek, która często jest niewystarczająca. Mimo tych wad szczepionki nowej generacji są bardzo obiecującą metodą zapobiegania wielu chorobom, zwłaszcza tym, na które niemożliwe jest opracowanie tradycyjnych szczepionek.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Udowodnij, że szczepionki nowej generacji mogą być wykorzystywane w terapii przeciwnowotworowej. W odpowiedzi uwzględnij sposób działania takich szczepionek.

Polecenie 3

Wymień dwie zalety i dwie wady szczepionek nowej generacji.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

Szczepionki pobudzają...

limfocyty T. ☐

limfocyty B. ☐

wydzielanie czynników chemotaktycznych. ☐

wydzielanie cytokin przez fagocyty. ☐

Ćwiczenie 2



Wskaż rodzaj szczepionki nowej generacji, która zawiera fragmenty bakterii lub wirusów.

☐ Szczepionka wektorowa

☐ Szczepionka znakowana

☐ Szczepionka podjednostkowa inaktywowana

☐ Szczepionka delecyjna

Ćwiczenie 3



Wskaż stwierdzenia zawierające poprawne informacje dotyczące szczepionek DNA.

☐

Po iniekcji szczepionki DNA „prawdziwa szczepionka” produkowana jest w komórkach szczepionego organizmu.

☐

Wprowadzanie DNA zawierającego geny kodujące antygeny patogenu odbywa się za pomocą żywych bakterii.

☐

Szczepionki DNA polegają na wprowadzeniu plazmidowego DNA zawierającego geny kodujące antygeny konkretnego patogenu.

☐

Wadą szczepionek DNA jest konieczność łączenia ich z substancjami wywołującymi gorączkę.

Ćwiczenie 4



Dopasuj rodzaj szczepionki do odpowiedniego opisu.

1. zawierają wektor, do którego genomu wprowadzono geny kodujące antygeny konkretnych patogenów.
2. zawierają wyselekcjonowane antygeny.
3. zawierają żywe bakterie lub aktywne cząstki wirusa, których genom został pozbawiony niektórych genów kodujących antygeny.
4. zawierają żywe bakterie lub aktywne cząstki wirusa, których genom został pozbawiony genów kodujących właściwości chorobotwórcze.

Szczepionki podjednostkowe

Szczepionki znakowane

Szczepionki delecyjne

Szczepionki wektorowe

Ćwiczenie 5



Połącz w pary nazwę choroby z rodzajem szczepionki przeciwko danej jednostce chorobowej.

gruźlica

szczepionki delecyjne

gorączka Zachodniego Nilu

szczepionki znakowane

wścieklizna

szczepionki podjednostkowe
inaktywowane

pryszczycza

szczepionki wektorowe

Ćwiczenie 6



Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące szczepionek nowej generacji są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Szczepionki DNA mogą być wykorzystywane zarówno w profilaktyce chorób, jak i w terapiach nowotworowych.	☐	☐
Wirusy wywołujące u ludzi choroby zakaźne wykorzystywane są jako nośniki genów drobnoustrojów w szczepionkach wektorowych.	☐	☐
Spośród bakterii jako wektory antygenów patogenów wykorzystuje się tylko bakterie Gram-ujemne.	☐	☐
Szczepionki podjednostkowe inaktywowane zawierają żywe, osłabione bakterie.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego w przypadku szczepionek DNA nie istnieje ryzyko rewersji chorobotwórczego drobnoustroju do formy patogennej.

Ćwiczenie 8



Wykaż, że szczepionki znakowane to rodzaj szczepionek delecyjnych.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Szczepionki nowej generacji

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VIII. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

6) przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

6) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych;

7) przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wyjaśnisz, czym są szczepionki nowej generacji.
- Wskażesz rodzaje szczepionek nowej generacji i je scharakteryzujesz.
- Określisz zalety szczepionek nowej generacji w porównaniu ze szczepionkami konwencjonalnymi.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z audiobookiem;
- mapa myśli.
- kula śniegowa;
- debata;

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu;
- arkusze papieru, flamastry.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji**Faza wstępna:**

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.

2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel prosi, by uczniowie w parach opracowali mapy myśli związane z tematem.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Audiobook”).** Uczniowie zapoznają się z audiobookiem, weryfikując jednocześnie informacje zawarte na mapach myśli i w razie potrzeby je uzupełniając.
2. **Kula śniegowa.** Uczniowie wykonują polecenie nr 2 („Udowodnij, że szczepionki molekularne mogą być wykorzystywane w terapii przeciwnowotworowej”) do audiobooka oraz ćwiczenie nr 7 („Wyjaśnij, dlaczego w przypadku szczepionek DNA nie istnieje ryzyko rewersji chorobotwórczego drobnoustroju do formy patogennej”) i ćwiczenie nr 8 („Wykaż, że szczepionki znakowane to rodzaj szczepionek delecyjnych”) z sekcji „Sprawdź się” metodą kuli śniegowej.
Nauczyciel objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:
 - 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;
 - 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
 - 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
 - 4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
 - 5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. **Debata.** Uczniowie dzielą się na grupy. Jednej połowie grup nauczyciel przypisuje nazwę „zwolennicy szczepionek nowej generacji”, a drugiej połowie – „przeciwnicy szczepionek nowej generacji”. W przypadku gdy liczba grup jest nieparzysta, jednej z nich nauczyciel przypisuje nazwę „moderatorzy”. Jeśli liczba grup jest parzysta, uczniowie dwóch grup są moderatorami. Uczniowie przygotowują odpowiednie argumenty według przypisanych nazw (mogą korzystać z informacji wyszukanych w internecie). Po określonym przez nauczyciela czasie wybrani uczniowie (jeden z każdej grupy) uczestniczą w debacie. Pozostałe osoby na podstawie debaty głosują „za lub przeciw”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Wyszukaj w internecie informacje na temat obecnie wykorzystywanych szczepionek nowej generacji w terapii chorób autoimmunologicznych i nowotworowych.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie zapoznają się z multimediami w sekcji „Audiobook” i przygotowują do niego pytania. Następnie zadają je sobie nawzajem, sprawdzając stopień przyswojenia jego treści.