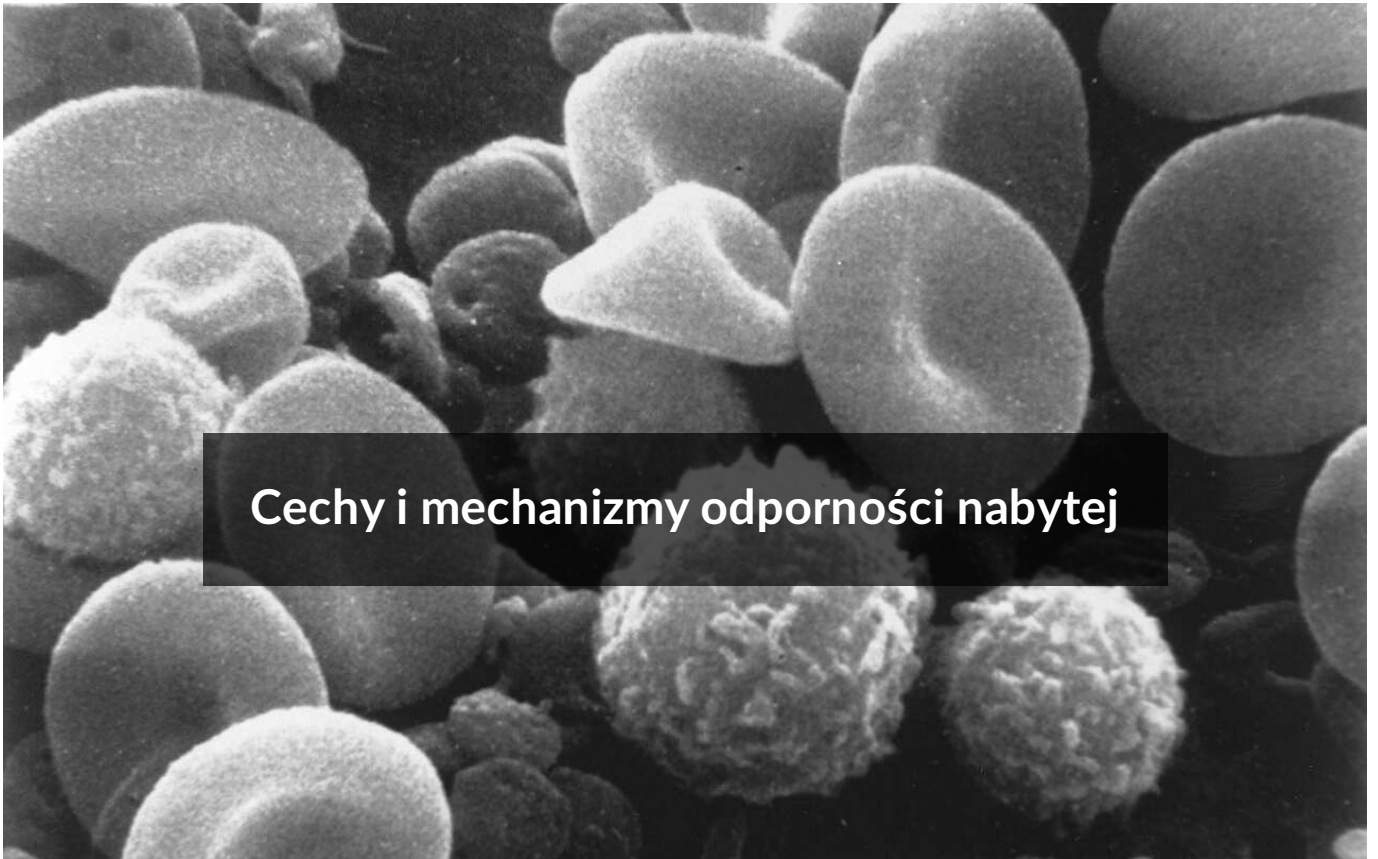


Cechy i mechanizmy odporności nabytej

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



Cechy i mechanizmy odporności nabytej

Limfocyty – komórki układu odpornościowego – występują we krwi człowieka. Tu obserwowane wraz z erytrocytami pod skaningowym mikroskopem elektronowym. Powiększenie 2000×.

Źródło: Bruce Wetzel , Harry Schaefer, National Cancer Institute, visualsonline.cancer.gov, domena publiczna.

Odporność organizmu to stan jego niepodatności na działanie drobnoustrojów chorobotwórczych. Może być ona wrodzona (nieswoista) lub nabyta (swoista). Odporność wrodzona to taka, którą osobnik dysponuje w chwili urodzenia. Jest ona pierwszą linią obrony przed wnikaniem do organizmu wszelkich patogenów (stąd określenie „nieswoista”) i obejmuje wszystkie naturalne bariery ochronne organizmu. Odporność nabyta to odporność swoista, skierowana przeciwko konkretnemu patogenowi i wykształcona dopiero po kontakcie z nim. Odporność swoistą możemy nabyć dwiema drogami – w sposób bierny lub czynny.

Twoje cele

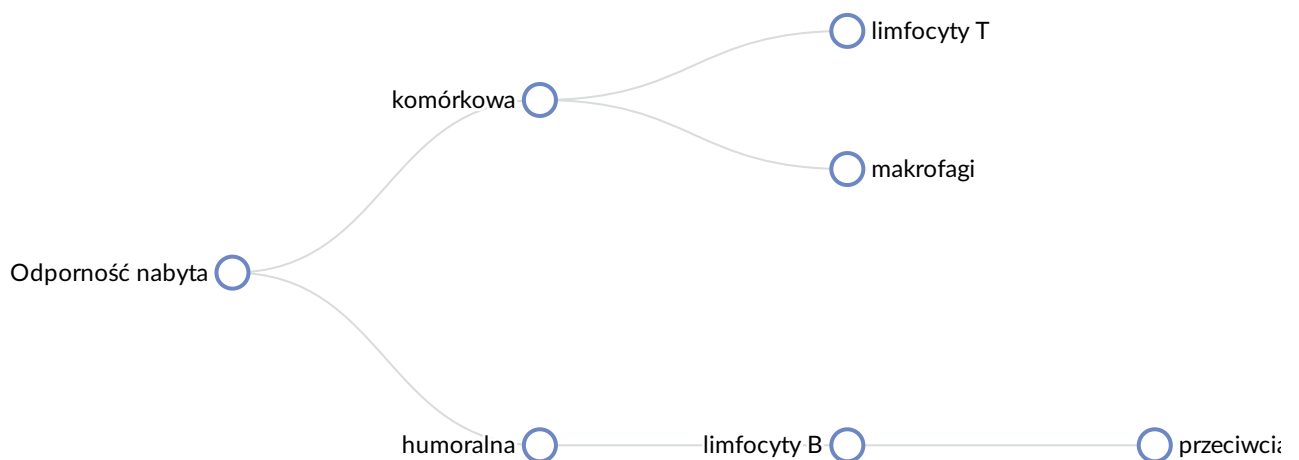
- Wyjaśnisz, czym jest odporność nabyta.
- Przedstawisz cechy i mechanizmy odporności nabytej.
- Rozróżnisz odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,

Przeczytaj

Mechanizmy odporności nabytej (swoistej)

W wyniku kontaktu z **antygenem** zostaje uruchomiony szereg reakcji obronnych (odpowiedź immunologiczna). W trakcie ich przebiegu organizm rozpoznaje antygeny ciała obcego, odróżniając je od antygenów własnych komórek i tkanek, oraz uruchamia mechanizmy zwalczające te antygeny.

Na odporność swoistą składają się dwa dość złożone mechanizmy: odpowiedź komórkowa, związana z działalnością **limfocytów T**, oraz odpowiedź humoralna, realizowana przez przeciwciała produkowane przez **limfocyty B**.



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

Odporność komórkowa

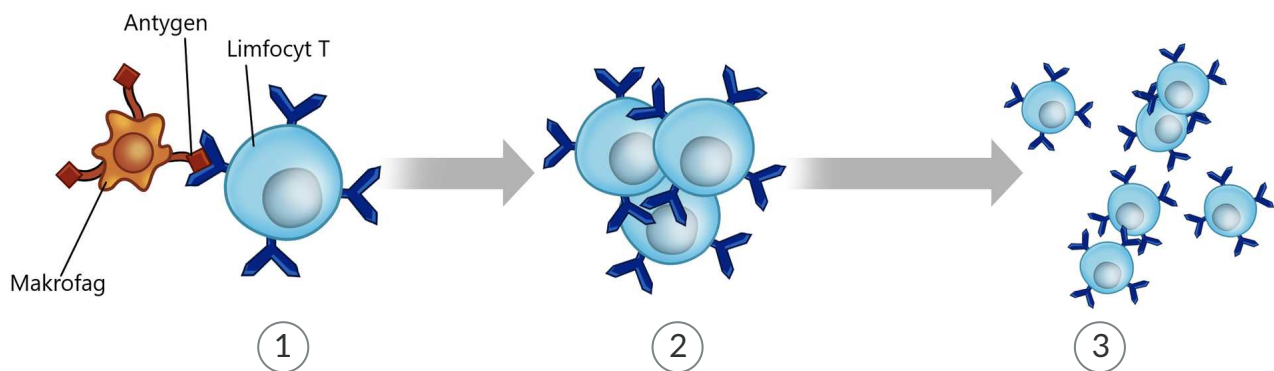
Odporność immunologiczna oparta na wytwarzaniu różnych rodzajów limfocytów T nosi nazwę odporności komórkowej.

Limfocyty T powstają w szpiku kostnym, a następnie przechodzą do **grasicy** (stąd ich druga nazwa, limfocyty grasiczozależne). Tam stopniowo dojrzewają i stają się zdolne do rozpoznawania ciał obcych (patogenów) na podstawie obecnych na ich powierzchni antygenów – są to wówczas tzw. **komórki immunokompetentne**. Te z limfocytów T, które nie potrafią rozpoznawać antygenów, ulegają zniszczeniu.

Limfocyty grasiczozależne krążą nieustannie między krwią, limfą i naczyniami chłonnymi. Żyją przeciętnie ok. pięciu lat, ale są i takie, które dożywają dziesięciu.

W zainicjowaniu odporności swoistej uczestniczą makrofagi (przekształcone monocyty o dużych zdolnościach do fagocytozy). Zachowują się one jak zwiadowcy i pochłaniając komórkę wroga, eksponują na swojej powierzchni jej fragment z antygenami. Dają w ten sposób znać limfocytom, jak wygląda „wizytówka obcego”. Limfocyty zaczynają dzielić się (proliferować) i w ten sposób powstaje cały klon identycznych limfocytów potomnych specyficznych dla danego antygeny, który pobudził je do podziału.

Limfocyty T mogą zachowywać się jak „snajperzy” i zabijać zainfekowane komórki – takie limfocyty nazywamy limfocytami cytotoksycznymi Tc. Mogą też stać się limfocytami pomocniczymi Th i rozsyłać po całym polu walki informacje, kim jest „wróg” (antygen). Informacje te mają postać polipeptydów zwanych **cytokinami**.



1

Makrofag, który „pożarł” intruza, prezentuje jego antygen na swojej powierzchni limfocytowi T, który do tej pory nie zetknął się z tym antygenem.

2

Następuje pobudzenie limfocytów do namnażania się.

Limfocyty T są gotowe do niszczenia zainfekowanych komórek.

Reakcja odpornościowa w ciągu kilku dni od infekcji: limfocyty T współpracują z tzw. komórkami dodatkowymi, którymi są m.in. komórki żerne – makrofagi.

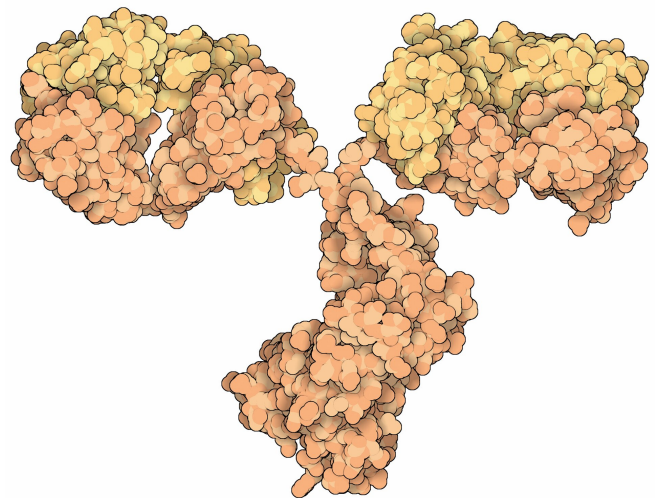
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Limfocyty T niszczą komórki zaatakowane przez bakterie lub wirusy oraz komórki nowotworowe.

Odporność humoralna

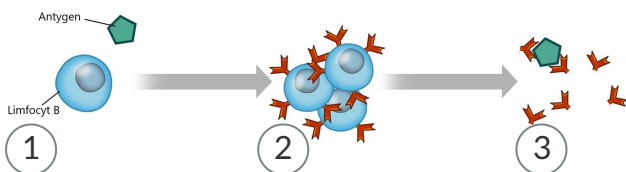
Odporność związana z działalnością przeciwciał, wytwarzanych przez limfocyty B, nosi nazwę odporności humoralnej.

Limfocyty B (szpikozależne) dojrzewają w szpiku kostnym. Żyją krótko: od 5 do 10 dni. Występują w śledzionie i środkowej części węzłów chłonnych. Swoiście przekształcone limfocyty B produkują i przekazują do osocza białka z grupy immunoglobulin zwane przeciwciałami, które mają zdolność do wiązania się z antygenami i ich niszczenia. W ciągu 1 sekundy jeden limfocyt jest w stanie wyrzucić do osocza 2 tys. jednakowych przeciwciał.



Limfocyty B wytwarzają przeciwciała.

Źródło: David S. Goodsell, RCSB Protein Data Bank, Wellcome Collection, licencja: CC BY 4.0.



1

Limfocyt B napotyka nieznaną antygen.

2

W odpowiedzi na antygen czynnika chorobotwórczego limfocyty B namnażają się i produkują odpowiednie przeciwciała.

3

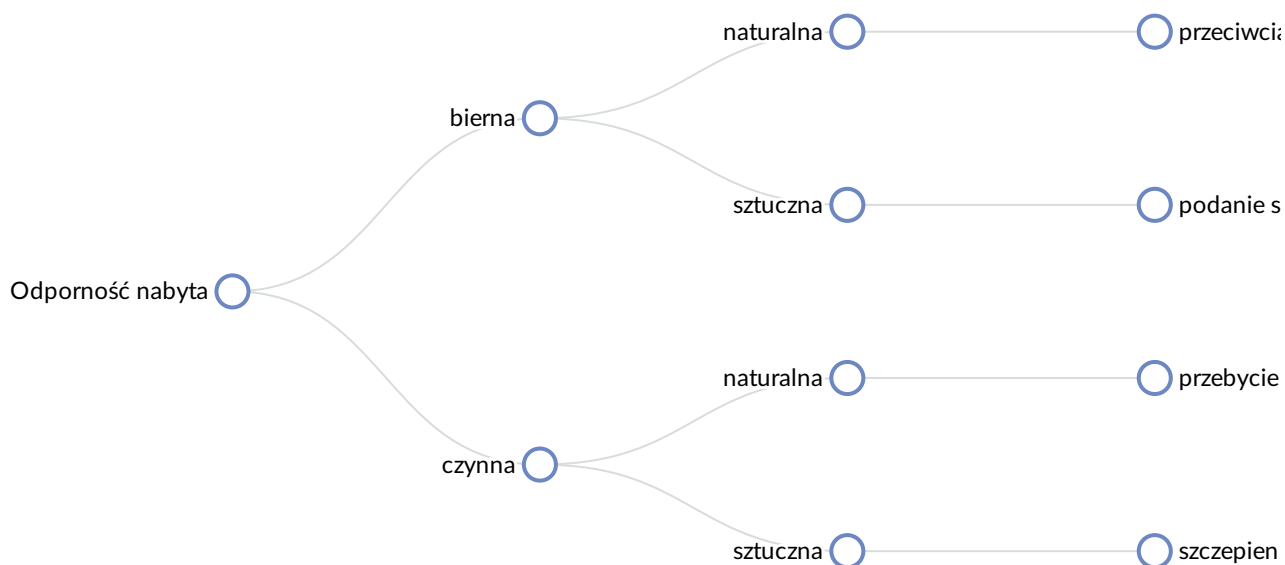
Przeciwciała unieszkodliwiają antygeny czynnika chorobotwórczego.

Reakcja odpornościowa w ciągu kilku dni od infekcji. Wiązanie się przeciwciał z antygenem jest reakcją swoistą. Każdy antygen powoduje uwolnienie specyficznego, charakterystycznego tylko dla niego przeciwciała (np. przeciwciała ospy nie zwalczają antygenów wywołujących odrę).

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

Limfocyty B zwalczają bakterie i wirusy znajdujące się poza komórką. Odpowiedź humoralna jest powiązana z odpowiedzią komórkową, ponieważ jednym z efektów działania cytokin wytwarzanych przez limfocyty Th jest pobudzenie limfocytów B do podziałów i różnicowania się. W ten sposób powstaje duża liczba komórek odpornościowych zdolnych do produkcji przeciwciał. Więcej na ten temat przeczytasz [tutaj](#).

Podział odporności nabytej (swoistej)



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

Niewielką liczbę przeciwciał lub ich całkowity brak stwierdza się u płodów i noworodków, które trafiając do nowego środowiska, narażone są na wiele czynników chorobotwórczych. Dlatego też otrzymują one gotowe przeciwciała krążące we krwi matki, za pośrednictwem łożyska lub z pierwszym mlekiem (tzw. siarą) podczas karmienia piersią. W ten sposób organizmy nabywają **odporność bierną naturalną**.

Podawanie gotowych przeciwciał np. osobie, która została ukąszona przez żmiję, stanowi **odporność bierną sztuczną**.

W celu wywołania **odporności czynnej sztucznej** osobom zdrowym podaje się szczepionki, czyli swoiste substancje zawierające osłabione lub zabite drobnoustroje chorobotwórcze bądź uwalniane przez nie osłabione toksyny. Szczepionka zwiększa liczbę **komórek pamięci immunologicznej** i powoduje produkcję przeciwciał, tym samym mobilizując układ odpornościowy i przygotowując go do następnego kontaktu z tym samym drobnoustrojem chorobotwórczym.

Natomiast przejście choroby wywołanej danym **antygenem**, np. ospy wietrznej, prowadzi do wykształcenia **odporności czynnej naturalnej**.

Słownik

antygeny

białka lub glikolipidy znajdujące się na powierzchni drobnoustrojów chorobotwórczych lub produkty ich metabolizmu wywołujące w organizmie, do którego wniknęły, odpowiedź immunologiczną

cytokiny

peptydy lub białka, najczęściej glikoproteiny, regulujące wiele procesów zachodzących w komórkach organizmu; wytwarzane są przez różne komórki i tkanki, głównie układu odpornościowego, limfocyty i makrofagi; większość cytokin wykazuje działanie plejotropowe (wielokierunkowe), wpływając na różne komórki o różnorodnych funkcjach; do cytokin należą m.in.: interferony, interleukiny i czynniki wzrostu

epitop

fragment struktury antygeny determinujący swoistość w procesie rozpoznawania immunologicznego

grasica

narząd układu limfatycznego i dokrewnego, w którym dojrzewają limfocyty T

interleukiny

zaliczane do cytokin białka (glikoproteiny) o charakterze cząsteczek sygnałowych (hormonów tkankowych), wytwarzane i wydzielane przez różne typy komórek kręgowców; działają na inne komórki i regulują ich wzrost i różnicowanie oraz

uczestniczą w odpowiedziach immunologicznych związanych z infekcjami bakteryjnymi, stanami zapalnymi lub uszkodzeniami tkanek; działają poprzez specyficzne receptory błonowe

komórka immunokompetentna

komórka układu odpornościowego swoście rozpoznająca antygen

komórki APC

(ang. *antigen presenting cells*); komórki prezentacji antygenów, głównie monocyty i makrofagi, które „pokazują” limfocytom, jakie zmiany w strukturze własnych antygenów zgodności tkankowej, rozpoznawanych przez wszystkie limfocyty T, nastąpiły pod wpływem „dodatkowo” prezentowanego antygeny – w ten sposób z wielozadaniowej populacji limfocytów T są rekrutowane limfocyty swoście rozpoznające prezentowany antygen

komórki pamięci

komórki limfocytarne mające swoiste receptory dla danego antygeny, na który organizm reagował; po przebyciu zakażenia komórki pamięci są przygotowane do wytworzenia wielu przeciwciał w krótkim czasie, jeśli w organizmie ponownie pojawi się ten sam rodzaj chorobotwórczego drobnoustroju

komórki plazmatyczne

plazmocyty; komórki tkanki łącznej stanowiące końcowy etap różnicowania się limfocytów B; wytwarzają i wydzielają globuliny γ (immunoglobuliny); występują licznie w błonie śluzowej przewodu pokarmowego i narządach limfatycznych

limfocyty B (szpikozależne)

komórki układu odpornościowego; dojrzewają w szpiku kostnym, wytwarzają przeciwciała

limfocyty T (grasiczozależne)

komórki układu odpornościowego; dojrzewają w grasicy; są zdolne do rozpoznawania ciał obcych i niszczenia zainfekowanych komórek; wyróżnia się 2 odrębne subpopulacje limfocytów T: limfocyty Th (limfocyty T pomocnicze), z ang. *helper*, pełniące funkcję komórek regulujących odpowiedź immunologiczną i limfocyty Tc (limfocyty T cytotoksyczne) z ang. *cytotoxic*, które są odpowiedzialne za niszczenie antygenów na drodze cytotoxyczności komórkowej

makrofagi

przekształcone w tkankach monocyty; zdolne do pełzakowatego ruchu i o dużych zdolnościach do fagocytozy

odporność bierna naturalna

rodzaj odporności swoistej uzyskiwanej dzięki otrzymaniu gotowych przeciwciał od matki, za pośrednictwem łożyska lub z mlekiem w okresie karmienia piersią
odporność bierna sztuczna

rodzaj odporności swoistej powstałej po otrzymaniu surowicy (osocza krwi pozbawionego fibrynogenu) z gotowymi przeciwciałami
odporność czynna naturalna

wytworzenie przeciwciał w wyniku kontaktu z antygenem na skutek przebycia choroby
odporność czynna sztuczna

wytworzenie przeciwciał w wyniku kontaktu z antygenami osłabionych lub zabitych drobnoustrojów chorobotwórczych podanych w formie szczepionki
paratop

fragment przeciwciała, który wiąże się bezpośrednio z **epitopem** na danym antygenie
przeciwciała

białka należące do gamma-globulin produkowane przez limfocyty B w odpowiedzi na wniknięcie antygeny do organizmu; wyróżniane są klasy przeciwciał: IgA (chronią przed kolonizacją patogenów w błonach śluzowych), IgG (chronią przed patogenami w tkankach i we krwi), IgM (uwalniane jako pierwsze w reakcji odpornościowej), IgD (pełnią rolę receptorów na powierzchni limfocytów B) oraz IgE (odpowiedzialne za zwalczanie pasożytów i reakcje alergiczne)

Film

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DDAPFKPIs>

Cechy i mechanizmy odporności nabytej

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

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie wyjaśnij, czym jest odporność swoista.

Polecenie 2

Wymień rodzaje przeciwciał i opisz ich funkcję.

Polecenie 3

Po obejrzeniu filmu zaproponuj schemat obrazujący przebieg odpowiedzi immunologicznej swoistej. Przedyskutuj zaproponowany schemat z kolegą/koleżanką.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Limfocyty T...

- powstają i dojrzewają w grasicy.
- powstają w szpiku kostnym, a dojrzewają w grasicy.
- powstają i dojrzewają w szpiku kostnym.
- powstają w grasicy, a dojrzewają w szpiku kostnym.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdanie.

Odporność powstaje dzięki otrzymaniu gotowych od matki za pośrednictwem łożyska.

czynna naturalna

antygenów

bierna naturalna

czynna sztuczna

przeciwciał

bierna sztuczna

Ćwiczenie 3



Podane przykłady przyporządkuj do odpowiedniego rodzaju odporności.

Odporność wrodzona

surowica przeciwtężcowa

zachorowanie na świnkę

przeciwciała anti-WZW typu B w mleku matki

Odporność nabyta czynna naturalna

kichanie, łzawienie

budowa skóry

Odporność nabyta czynna sztuczna

szczepienie przeciwko grypie

Odporność nabyta bierna naturalna

Odporność nabyta bierna sztuczna

Ćwiczenie 4



Które z poniżej wymienionych komórek pełnią funkcje komórek prezentujących antygen?
Zaznacz wszystkie poprawne odpowiedzi.

limfocyty NK

limfocyty T

makrofagi

erytrocyty

komórki dendrytyczne

limfocyty B

Ćwiczenie 5



Zaznacz stwierdzenie, które dotyczy reakcji odporności komórkowej.

niszczenie komórek zaatakowanych przez bakterie

wytwarzanie przeciwciał rozpuszczonych w płynach ciała

Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, dlaczego odporność nabyta czynna jest długotrwała, a odporność nabyta bierna – krótkotrwała.

Informacja do ćwiczeń 7 i 8

W 1890 r. Emil von Behring wspólnie z Kitasato Shibasaburo opublikowali pracę, w której po raz pierwszy opisano terapię przeciwko tężcowi i błonicy. Prowadzili oni badania na świnkach morskich, kozach i koniach, którym podawali toksyny – błoniczą i tężcową. Po wykształceniu przez te zwierzęta odporności pobierali ich surowicę, która leczyła i chroniła przed chorobą nieimmunizowane zwierzęta.

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego podanie surowicy immunizowanego zwierzęcia leczyło zwierzęta zakażone tężcem lub błonicą.

Ćwiczenie 8



Źródło: wikipedia.org, domena publiczna.

Korzystając z informacji zawartych w tekście i na schemacie oraz własnej wiedzy, opisz sposób działania przeciwciał.

Dla nauczyciela

Autor: Zuzanna Szewczyk

Przedmiot: biologia

Temat: Cechy i mechanizmy odporności nabytej

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

3. Odporność. Uczeń:

- 1) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną;
- 2) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny);

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

2) Odporność. Uczeń:

- a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,
- b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny),

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wyjaśnisz, czym jest odporność nabyta.
- Przedstawisz cechy i mechanizmy odporności nabytej.
- Rozróżnisz odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- dyskusja;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- prezentacja;
- analiza tekstu źródłowego.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- 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.

Przed lekcją:

1. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat układu odpornościowego człowieka oraz podziału odporności.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel, odwołując się do wiedzy uczniów zdobytej na wcześniejszych zajęciach, pyta, jakie elementy tworzą układ odpornościowy człowieka i jaka jest ich rola. Następnie zadaje uczniom pytanie, czy pamiętają, według jakich kryteriów dokonuje się klasyfikacji odporności. Nauczyciel uzupełnia wypowiedzi uczniów, koryguje ewentualne błędy.
2. Nauczyciel prosi wybranego ucznia o odczytanie tematu i wprowadzenia do e-materiału, a następnie stawia tezę: „Odporność nabyta czynna jest długotrwała, a odporność nabyta bierna – krótkotrwała”. Prosi uczniów o znalezienie w toku lekcji argumentów za lub przeciw tej tezie.
3. Nauczyciel przedstawia cele lekcji i określa kryteria sukcesu.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią z sekcji „Przeczytaj” i zapisują w zeszyte minimum pięć pytań do tekstu – każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”.
2. Nauczyciel wyświetla film pt. „Cechy i mechanizmy odporności nabytej”. Następnie prosi uczniów, aby rozwiązali polecenie nr 1 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, czym jest odporność swoista) i polecenie nr 2 (w którym mają za zadanie wymienić rodzaje przeciwciał i opisać ich funkcję) oraz spróbowali odpowiedzieć na utworzone przez siebie pytania.
3. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda z nich – na podstawie e-materiału i dostępnych źródeł internetowych – przygotowuje prezentację na jeden z następujących tematów:
 - grupa I – rola limfocytów w odpowiedzi odpornościowej nabytej;
 - grupa II – przebieg odpowiedzi komórkowej;
 - grupa III – przebieg odpowiedzi humoralnej;
 - grupa IV – podział odporności nabytej.
4. Grupy prezentują wyniki swojej pracy, nauczyciel uzupełnia brakujące informacje, koryguje ewentualne błędy.
5. Nauczyciel prosi uczniów o ustosunkowanie się do tezy postawionej na początku lekcji: „Odporność nabyta czynna jest długotrwała, a odporność nabyta bierna – krótkotrwała”. Uzasadniają swoją odpowiedź (ćwiczenie nr 6 w sekcji „Sprawdź się”).
6. Uczniowie tworzą niewielkie, 3- lub 4-osobowe zespoły i wykonują ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego podanie surowicy immunizowanego zwierzęcia leczyło zwierzęta zakażone tężcem lub błonicą) oraz ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie opisać sposób działania przeciwciał), odnoszące się do tekstu źródłowego. Następnie wskazany zespół prezentuje przygotowane odpowiedzi. Klasa ocenia ich poprawność. Nauczyciel wyjaśnia ewentualne wątpliwości.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane na początku lekcji.
2. Nauczyciel ocenia pracę uczniów na lekcji.

Praca domowa:

Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 5.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., *Biologia Campbella*, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- *Encyklopedia szkolna. Biologia*, red. M. Stęplewska, R. Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu:

Film może być wykorzystany także na lekcji traktującej ogólnie o odporności człowieka.