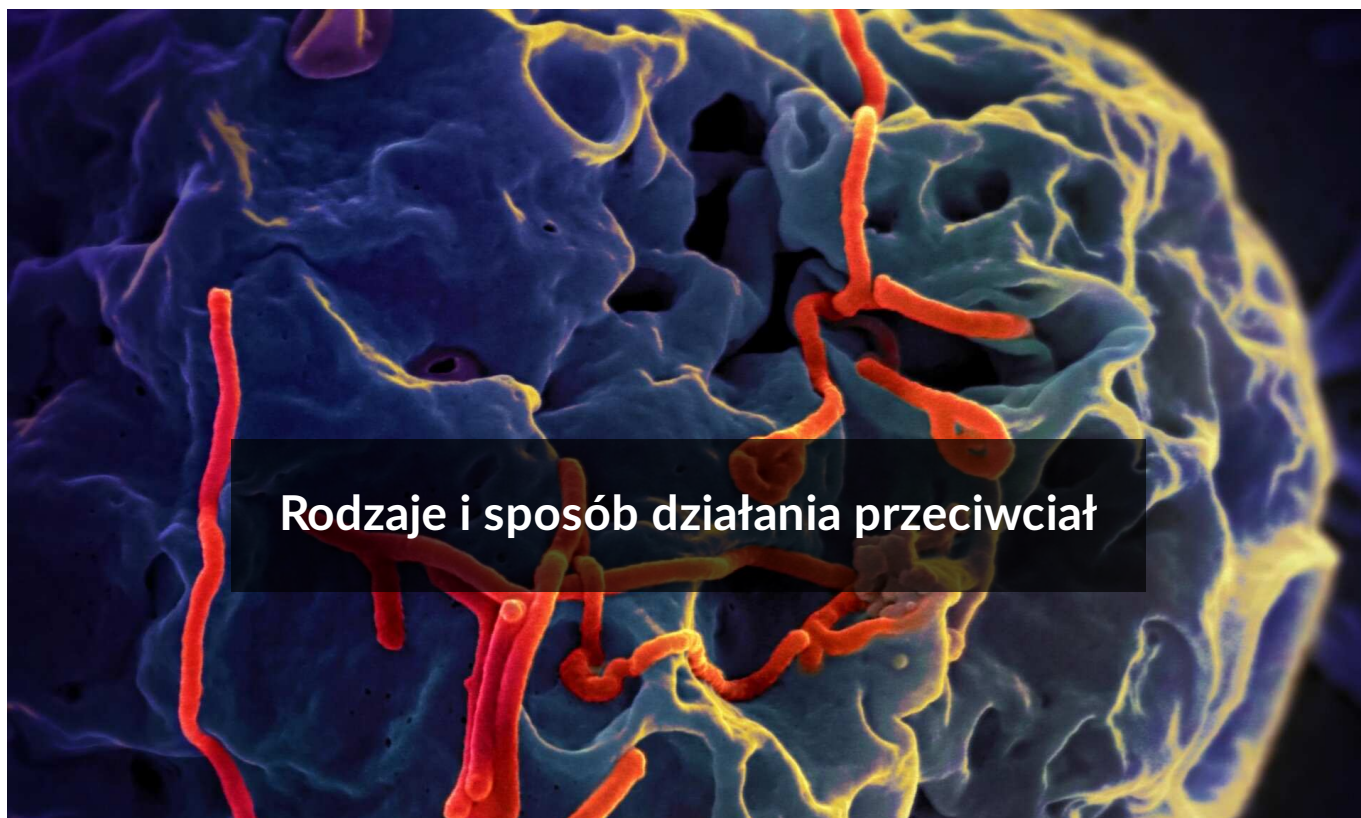


Rodzaje i sposób działania przeciwciał

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Rodzaje i sposób działania przeciwciał

Cyfrowo pokolorowane cząsteczki wirusa Ebola (czerwone) wchłaniane i rozpuszczane przez przeciwciała. Zdjęcie mikroskopowe wykonano w 2014 roku w brytyjskim Uniwersytecie Oksfordzkim, w trakcie przygotowań szczepionki do walki z epidemią Eboli w Kongo, w Afryce.

Źródło: NIH Image Gallery, Flickr, licencja: CC BY 2.0.

Przeciwciała (immunoglobuliny) to białka produkowane przez układ odpornościowy (immunologiczny) organizmu z zadaniem jego obrony przed patogenami. Dzięki przeciwciałom nasz organizm sprawnie eliminuje drobnoustroje chorobotwórcze. Przeciwciała współdziałają z innymi elementami układu immunologicznego, tworząc wyspecjalizowaną obronę przeciw patogenom. W poniższym e-materiale dowiesz się, jakie występują klasy przeciwciał oraz w jaki sposób one działają.

Twoje cele

- Omówisz budowę i sposób działania przeciwciał.
- Scharakteryzujesz poszczególne klasy przeciwciał.
- Ocenisz wpływ działania przeciwciał na inne mechanizmy odpornościowe.

Przeczytaj

Budowa przeciwciał

Przeciwciała, czyli immunoglobuliny, obecne są w płynach ustrojowych kręgowców i stanowią element odporności swoistej. Wydzielane są przez komórki plazmatyczne (czyli pobudzone limfocyty B) w przebiegu swoistej odpowiedzi odpornościowej typu humoralnego. Więcej na temat odporności przeczytasz w e-materiałach nr 378, 379, 380. Przeciwciało swoją budową przypomina literę Y i w taki sposób często oznaczane jest na schematach i ilustracjach.

Immunoglobulina składa się z 4 łańcuchów polipeptydowych: 2 ciężkich (ang. H – *heavy*) i 2 lekkich (ang. L – *light*). Łańcuchy są połączone ze sobą wiązaniami dwusiarczkowymi. Łańcuchy ciężkie mogą mieć różną budowę i na tej podstawie przeciwciała dzieli się na pięć klas:

- **IgA;**
- **IgD;**
- **IgE;**
- **IgG;**
- **IgM.**

Budowa przeciwciał. Ciemnoniebieskie i czerwone fragmenty reprezentują rejony zmienne, a jasnoniebieskie i pomarańczowe fragmenty reprezentują rejony stałe.

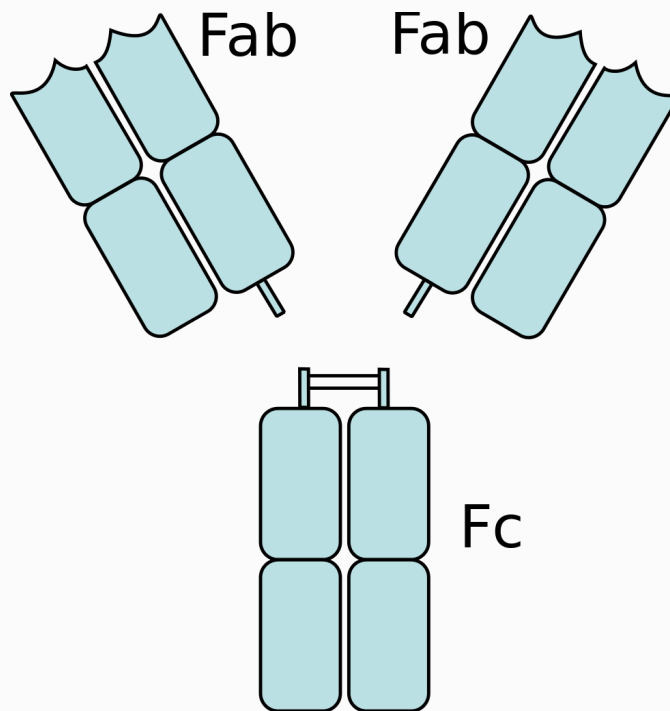
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Opisana budowa dotyczy formy monomerycznej, jednak przeciwciała mogą występować również jako polimery, np. dimery (IgA) lub pentamery (IgM).

Formy, w jakich mogą występować przeciwciała, to monomer, dimer, pentamer. Przeciwciała IgA mogą występować zarówno w formie monomeru, jak i dimeru. Budowa IgM przypomina płatek śniegu. Formy polimeryczne zawierają łańcuch J, który łączy monomery w polimery.

Źródło: Martin Brändli, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.5.

Papaina jest enzymem (otrzymywanym z mlecza zielonych owoców i liści melonowca właściwego, czyli papai), który przecina przeciwciała. W wyniku jej działania przeciwciało IgG rozpada się na 2 identyczne fragmenty nazywane Fab (fragmenty te zawierają miejsce wiążące antygen) oraz na fragment Fc.



W wyniku działania papainy przeciwciało rozpada się na 3 części: 2 ramiona Fab, zawierające fragmenty wiążące antygen, oraz fragment Fc.

Źródło: Vezixig, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Klasy przeciwciał

IgA

IgA to immunoglobuliny, których nasz organizm wytwarza najwięcej. Występują one najczęściej w formie monomerycznej, jednak mogą występować też w postaci polimerów. Dorosły człowiek o masie ok. 70 kg może wytwarzać nawet 9,2 g IgA na dobę. W surowicy IgA jest stosunkowo mało. Przeciwciała te są wytwarzane głównie miejscowo przy danym nabłonku (wydzielnicze IgA), dlatego stanowią one element pierwszych linii obrony organizmu: błon surowiczych i śluzowych. Wydzielnicze IgA obecne są w pocie, łzach i innych wydzielinach człowieka.

IgD

IgE

IgG

Sposób działania

Przeciwciała mają zdolność łączenia się z antygenami: zarówno z drobnoustrojami, jak i z zajętych przez drobnoustroje komórkami czy też komórkami nowotworowymi. Prowadzi to do zniszczenia tych komórek, a także zatrzymania rozwoju infekcji.

Swoistość przeciwciała jest warunkowana przez przestrzenne ułożenie części zmiennych. Są one inne dla każdej klasy immunoglobulin wiążących różne antygeny. W danej grupie przeciwciał mogą wystąpić także różnice w sile wiązania determinanty antygenowej, czyli powinowactwie. Im bardziej dopasowane są miejsce wiążące antygen i **epitop** tym większa siła wiązania. W łączeniu tym występują: siły Van der Waalsa, siły elektrostatyczne, oddziaływania hydrofobowe oraz wiązania wodorowe. Przeciwciała charakteryzują się swoistością, co oznacza zdolność wiązania określonego antygeny.

Słownik

alergia

(gr. *állos* - inny, cudzy, *érgon* - czyn) zjawisko chorobowe, niekorzystne, polegające na zbyt łatwym wytworzeniu przeciwciał i zbyt burzliwej reakcji na ponowny kontakt z alergenem; pojęcie alergia ma dwojakie znaczenie: jako objaw naturalnego lub sztucznego (szczepienia ochronne) kontaktu z alergenem, co jest na ogół związane z odpornością, oraz jako stan chorobowy (np. astma, katar sienny, choroba posurowicza), czasem nawet groźny dla życia (np. wstrząs anafilaktyczny)

bazofile

rodzaj leukocytów występujących u kręgowców; wykazują zdolność endocytozy; zawierają heparynę przeciwdziałającą krzepnięciu krwi, a także serotoninę, histaminę i inne związki, które powodują rozszerzanie naczyń i zwiększanie ich średnicy

cytotoksyczność

jeden z efektów oddziaływania komórek odpornościowych lub ich produktów (przeciwciała, cytokiny) wobec innych komórek własnych lub obcych (m.in. przeszczepy, nowotwory), prowadzący do uszkodzenia i śmierci komórki rozpoznanej i poddanej temu oddziaływaniu

epitop

fragment struktury antygeny determinujący swoistość w procesie rozpoznawania immunologicznego

eozynofile

rodzaj leukocytów zawierających w cytoplazmie ziarnistości; odgrywają zasadniczą rolę w zwalczaniu pasożytów oraz reakcjach alergicznych

histamina

substancja uwalniana m.in. przez bazofile (leukocyty zasadochłonne) w procesie zapalnym i reakcjach alergicznych; powoduje rozszerzenie naczyń krwionośnych i zwiększenie ich przepuszczalności, co objawia się obrzękiem i zaczerwienieniem

trofoblast

(gr. *trophé* – pokarm, *blastós* – kiełek, zarodek) warstwa zewnętrznych komórek kosmówki (błona płodowa) odpowiedzialna za powstawanie łożyska

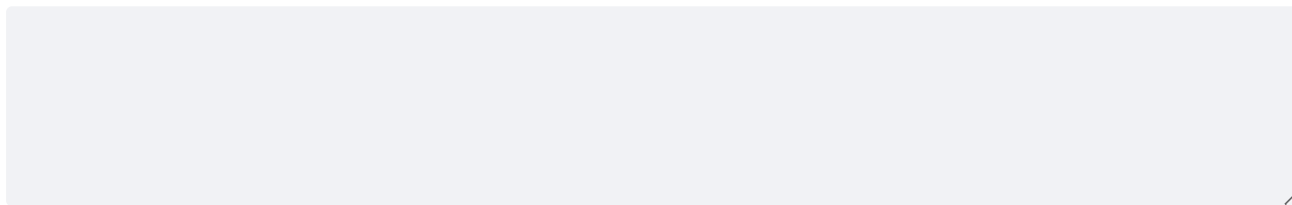
układ dopełniacza

układ około 40 białek zawartych w surowicy krwi kręgowców; element nieswoistej odpowiedzi odpornościowej; efektem jego działania jest liza patogenów

Animacja

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją, a następnie opisz, czym są przeciwciąta.



Trwa wczytywanie danych..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D12ChVNJ8>

Rodzaje i sposób działania przeciwciąt.

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

Film nawiązujący do treści materiału.

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w zdaniach wybierając jedną z możliwości.

Przeciwciała to element swoistychnieswoistych mechanizmów odpornościowych. Swym kształtem przypominają literę XY. Niektóre z nich mogą występować w formie polimerycznej, np. przeciwciało IgM występuje w formie dimerupentameru.

Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



W dolnej połowie ilustracji widoczna jest śluzówka jamy nosowej.

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



Ćwiczenie 4



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Przeciwciała mogą inaktywować toksyny.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funkcję ochronną dla płodu pełnią przeciwciała klasy IgG.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Przeciwciała wytwarzane głównie miejscowo przy danym nabłonku to IgM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 5



Połącz w logiczne pary klasy przeciwciał wraz z ich charakterystyczną cechą.

przeciwciała wytwarzane na wczesnych etapach infekcji i produkowane tylko podczas odpowiedzi immunologicznej pierwotnej, nasz organizm wytwarza ich najwięcej ze wszystkich klas przeciwciał, przeciwciała wytwarzane zarówno w pierwotnej, jak i wtórnej odpowiedzi immunologicznej, obrona organizmu przed pasożytami oraz uczestnictwo w reakcjach nadwrażliwości, czyli alergiach

IgA	
IgE	
IgG	
IgM	

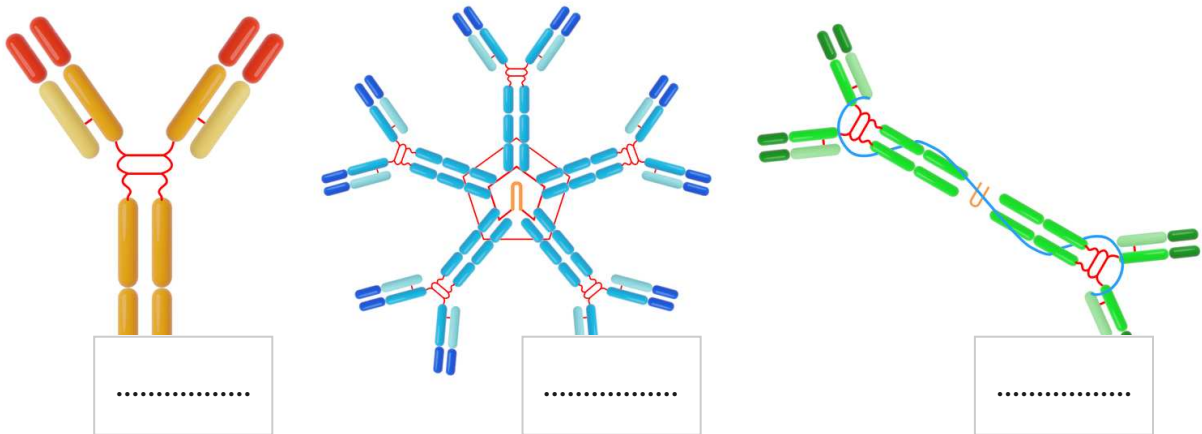
Ćwiczenie 6



Przyporządkuj klasy przeciwciał do odpowiednich schematów.



IgM, IgA, IgG



Ćwiczenie 7



Początek wykorzystania przeciwciał w leczeniu datuje się na późne lata XIX wieku (...). Immunoglobuliny dożylne początkowo stosowano w zakażeniach – jako profilaktykę lub po ekspozycji na patogeny. Później zaczęto je stosować jako terapię zastępczą u pacjentów z zaburzeniami odporności. (...)

Różne preparaty komercyjne, które pochodzą od 5000 – 10 000 dawców krwi, poza IgG zawierają zazwyczaj mniejsze ilości przeciwciał IgA i IgM oraz innych cząsteczek, których działanie może się również składać na efekt działania terapeutycznego leku.

Źródło: *Postępy w badaniach nad mechanizmem działania IVIg, Hans-Peter*

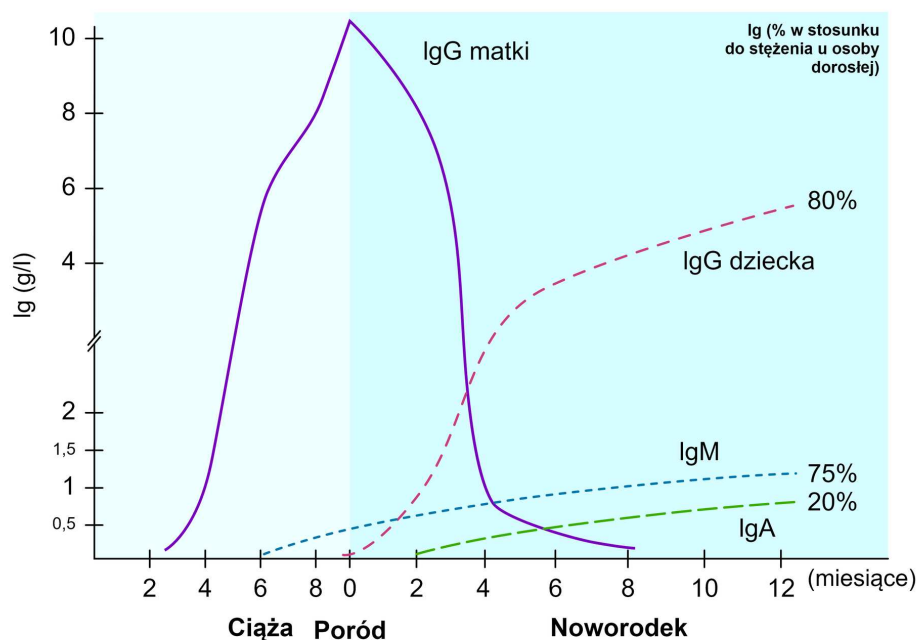
Hartung; https://journals.viamedica.pl/polski_przeglad_neurologiczny/article/view/19949/15652

Ćwiczenie 8



„Odporność bierna przeciwko bakteriom jest zwykle mało skuteczna i krótkotrwała. Tłumaczymy to preferencyjnym przekazywaniem przez łożysko przeciwciał podklas IgG oraz IgG₃, a słabym podklasy IgG₂, która odpowiada za ochronę przed antygenami polisacharydowymi, charakterystycznymi dla bakterii otoczkowych, przez które wywoływany jest m.in. krztusiec. [...] [W przebiegu krztusca] u dzieci starszych występują ciężkie napady kaszlu, z zanoszeniem, które występują głównie w nocy. W czasie napadu kaszlu pojawia się zaczerwienienie twarzy, wysuwanie języka (u niemowląt może dojść do podcięcia wędzidełka), duszność, bezdechy z zasinieniem twarzy lub bez niego, mimowolne oddanie moczu lub stolca. [...] Krztusiec u niemowląt i małych dzieci przebiega ciężiej niż u dzieci starszych. U dzieci najmłodszych kaszel może nie występować. Zamiast kaszlu może się pojawić: kichanie, łzawienie, napady utrudnionego oddechu (duszności), bezdechy. [...] Powikłania, nawet zgony występują częściej u niemowląt. Najczęściej obserwowane powikłania to zapalenie płuc, oskrzeli, uszu środkowych, drgawki, bezdechy, zapalenie mózgu, krwawienia do ośrodkowego układu nerwowego.”

Źródło: www.mp.pl



Zawartość procentowa poszczególnych klas przeciwciał u matki oraz płodu (dziecka) w trakcie ciąży, porodu i po narodzinach.

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

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Rodzaje i sposób działania przeciwciał

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):

- Omówisz budowę i sposób działania przeciwciał.
- Scharakteryzujesz poszczególne klasy przeciwciał.
- Ocenisz wpływ działania przeciwciał na inne mechanizmy odpornościowe.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;

- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- mapa myśli;
- gra dydaktyczna.

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;
- 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. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Co wiecie na temat przeciwciała?”. Prosi wybranego ucznia o zapisywanie odpowiedzi na tablicy.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium.** Uczniowie czytają polecenia do multimedium w sekcji „Animacja”. Następnie nauczyciel wyświetla animację na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika. Po zapoznaniu się z animacją uczniowie rozwiązują indywidualnie polecenie 1 (w którym mają za zadanie opisać, czym są przeciwciała) oraz nr 2 (w którym mają za zadanie porównać klasy przeciwciała), i porównują swoje rozwiązanie z innymi osobami.

2. Mapa myśli. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy i prosi ich, by na podstawie e-materiału opracowali mapę myśli dotyczącą przydzielonych zagadnień:

- grupa I i II – budowa i sposób działania przeciwciał;
- grupa III i IV – charakterystyka poszczególnych klas przeciwciał.

Grupy otrzymują po dwa arkusze papieru A2 i na jednym z nich sporządzają mapę myśli. Następnie wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali otrzymane zagadnienia. Eksperci zamieniają się grupami (I z III, II z IV) i przekazują zdobytą wiedzę. Uczniowie z drugiej grupy robią na drugim arkuszu notatki w formie mapy myśli, porządkując informacje przekazywane przez eksperta. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup. Grupy prezentują wyniki swojej pracy, nauczyciel uzupełnia brakujące informacje, koryguje ewentualne błędy.

3. Utrwalanie wiedzy i umiejętności. Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 (w którym mają za zadanie – na podstawie przedstawionego fragmentu oraz własnej wiedzy – określić, jaka klasa przeciwciał odpowiada za główny efekt terapeutycznego działania preparatów immunoglobulin) oraz nr 8 (w którym mają za zadanie – na podstawie wykresu – określić, czy kobiety ciężarne powinny szczepić się przeciw krztuścowi) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 4 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia 5 i 6 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Animacja” na lekcjach poświęconych odporności nabytej (np. „Mechanizm odporności nabytej humoralnej”).