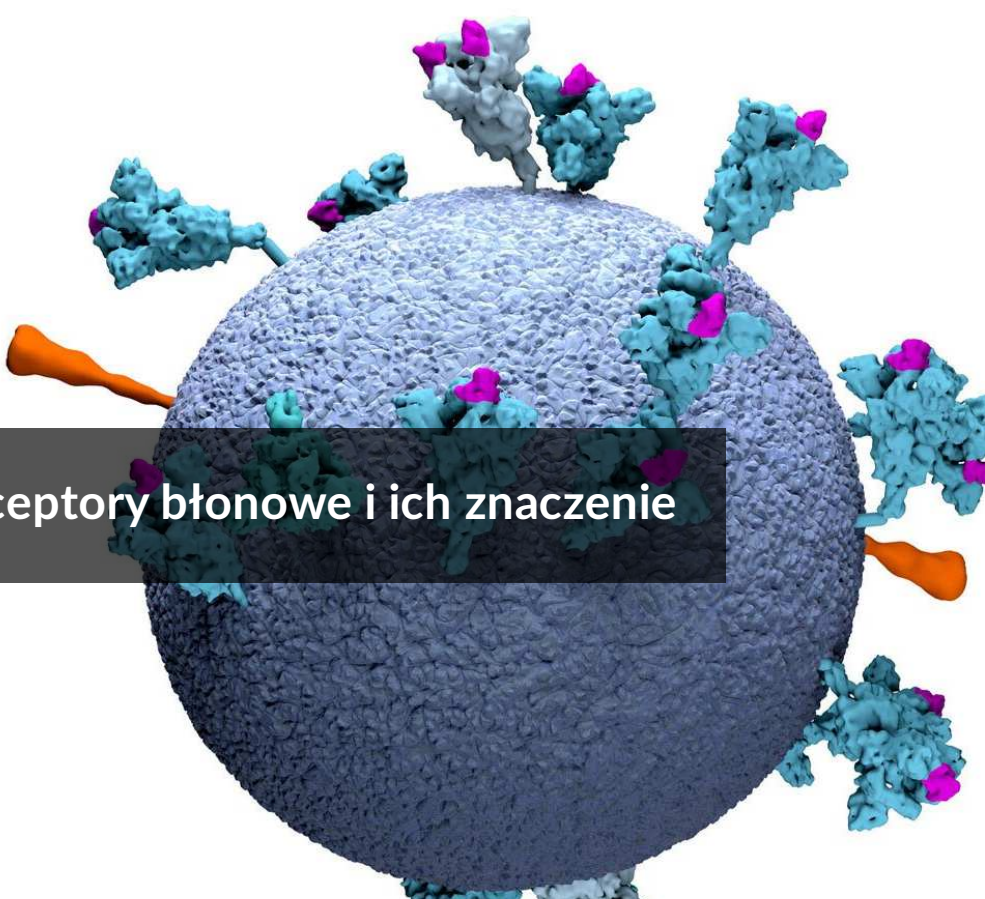


Receptory błonowe i ich znaczenie

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



Receptory błonowe i ich znaczenie

Wizualizacja koronawirusa SARS-Cov-2 z widocznym białkiem S.

Źródło: MRC Laboratory of Molecular Biology, <https://www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/>, licencja: CC BY-NC-ND 4.0.

Komórki, mimo że są oddzielone od środowiska zewnętrznego, rozpoznają, co się wokół nich dzieje. Dotyczy to tak samo organizmów jednokomórkowych, jak i wielokomórkowych, u których komórki muszą dodatkowo sprawnie komunikować się między sobą. Takie odbieranie informacji jest możliwe dzięki obecności odpowiednich receptorów w błonie komórkowej. Po odebraniu swoistego sygnału receptory te umożliwiają przekazanie go do wnętrza komórki, dając jej szansę na adekwatną reakcję.

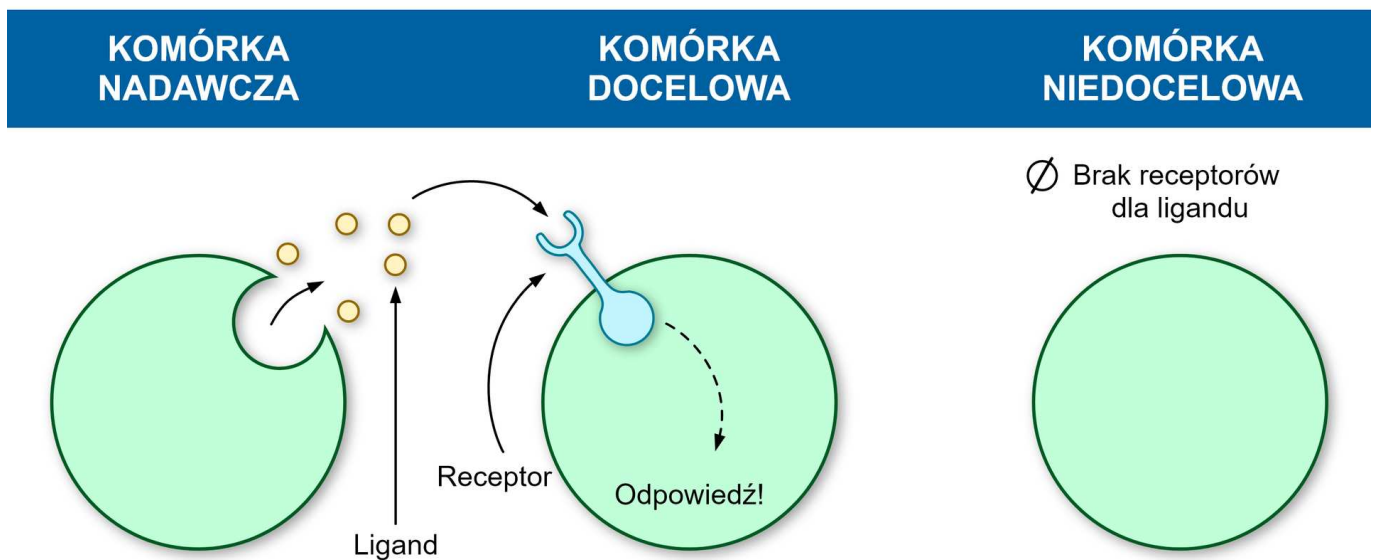
Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega swoistość receptorów.
- Przeanalizujesz, dlaczego cząsteczki sygnałowe działają na komórki o odpowiedniej tożsamości.
- Opiszysz sposób działania różnych rodzajów receptorów błonowych (receptory sprzężone z białkiem G, receptorowe kinazy tyrozynowe oraz kanały jonowe bramkowane ligandem).

Przeczytaj

Jak komunikują się komórki?

Komórki mogą się ze sobą komunikować za pomocą sygnałów chemicznych – białek lub innych substancji. Komórka nadawcza uwalnia te związki chemiczne do przestrzeni międzykomórkowej, skąd mogą się przedostać w pobliże komórki docelowej. Sygnał chemiczny może zostać wysłany zarówno do komórki znajdującej się w sąsiedztwie nadawcy, jak również być transportowany na duże odległości, do komórek w odległych częściach ciała. To, na jaką komórkę zadziała dana cząsteczka sygnałowa, jest zależne od tego, czy ma ona specyficzny dla tej cząsteczki **receptor**. Komórka odpowie na przekazywaną informację tylko wtedy, gdy **ligand** połączy się z receptorem zakotwiczonym w jej błonie. Warto jednak pamiętać, że oprócz receptorów błonowych istnieją także receptory cytoplazmatyczne, w przypadku których specyficzne cząsteczki sygnałowe muszą najpierw przeniknąć przez barierę błony komórkowej.

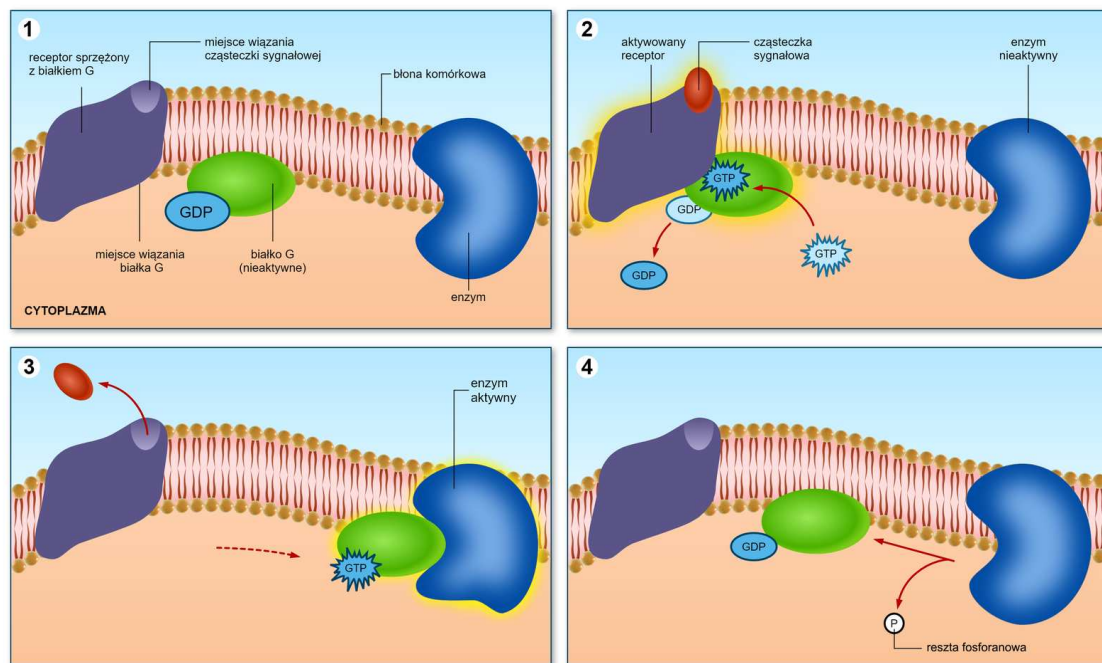


Swoiste działanie cząsteczki sygnałowej. Cząsteczka sygnałowa (ligand), wydzielona przez komórkę nadawczą, łączy się z receptorem znajdującym się na powierzchni komórki docelowej, wywołując w niej odpowiedź. Cząsteczka ta nie wywołuje natomiast efektu w komórce niedocelowej, ponieważ ta nie zawiera specyficznego dla niej receptora.

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

Receptor sprzężony z białkiem G

Receptory sprzężone z **białkiem G** (GPCR) to duża rodzina **receptorów metabotropowych** aktywowanych przez hormony i neurotransmitery, o podobnej budowie oraz mechanizmie działania. Pojedynczy receptor zbudowany jest z jednego łańcucha polipeptydowego, zakotwiczonego w błonie komórki. Na zewnątrz wystaje miejsce wiązania cząsteczki sygnałowej, którą może być hormon czy też neuroprzekaźnik, a od strony wnętrza komórki znajduje się miejsce wiązania białka G. Po związaniu receptora z odpowiednim ligandem dochodzi do aktywacji białka G, które z kolei aktywuje enzym prowadzący do wywołania odpowiedzi komórkowej. Do aktywacji białka G jest niezbędna wiążąca się z nim cząsteczka **GTP**. Receptory sprzężone z białkiem G biorą udział w wielu ważnych procesach fizjologicznych, takich jak odbieranie bodźców zmysłowych, regulacja działania autonomicznego układu nerwowego, neuroprzekaźnictwo, a także reakcje na zażycie substancji psychoaktywnych.



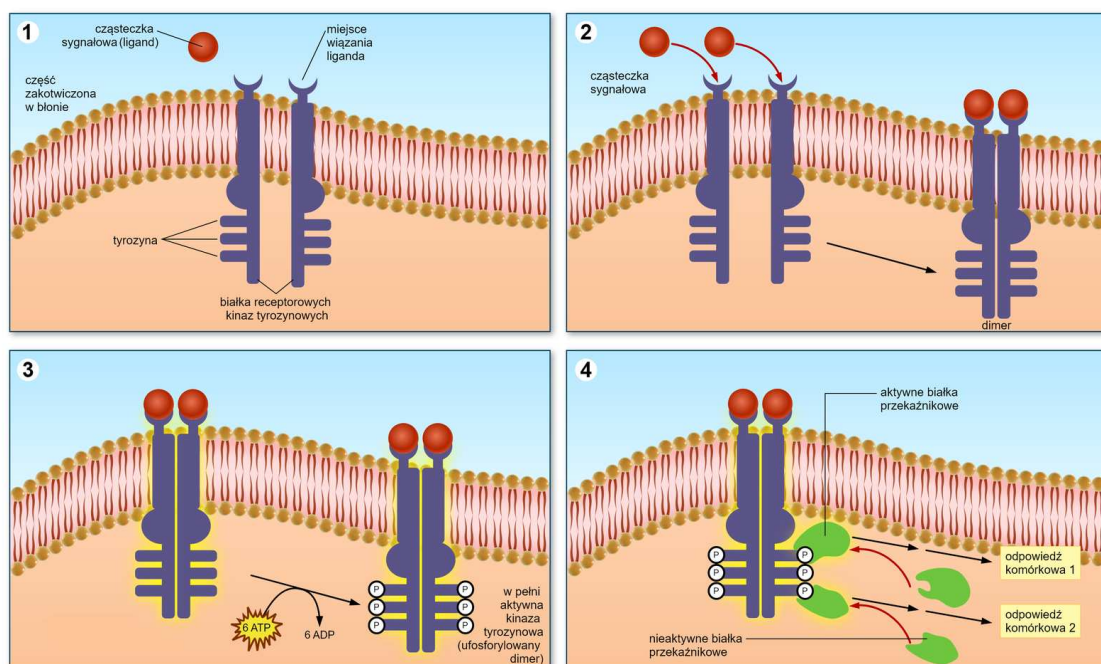
Mechanizm działania receptora sprzężonego z białkiem G.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0. Grafika na podstawie Biologii Campbella s.215.

1. Dopóki receptor nie zwiąże się z ligandem, białko G związane jest z cząsteczką GDP i jest nieaktywne.
2. Po związaniu cząsteczki sygnałowej (liganda) do receptora zmienia on swoją konformację, co umożliwia wiązanie się z nim białka G, które odłącza **GDP**, a w jego miejsce przyłącza się **GTP**. W ten sposób białko G ulega aktywacji.
3. Aktywne białko G łączy się z odpowiednim enzymem, aktywując go, co umożliwia wywołanie odpowiedzi komórkowej.
4. Po odłączeniu się cząsteczki sygnałowej od receptora GTP ulega hydrolizie do GDP, przez co białko G traci swoją aktywność i wraca do stanu wyjściowego.

Receptorowe kinazy tyrozynowe

Receptorowe kinazy tyrozynowe są dużą klasą receptorów katalitycznych o aktywności enzymatycznej **kinaz** – katalizują przenoszenie grup fosforanowych z ATP na cząsteczki tyrozyny białka przekąźnikowego. Budowa receptora obejmuje zewnątrzkomórkowe miejsce wiązania liganda, część zakotwiczoną w błonie oraz wewnątrzkomórkowy ogon, zawierający cząsteczki tyrozyny. Receptor zyskuje swoją aktywność enzymatyczną dopiero po związaniu swoistego liganda, co w konsekwencji skutkuje autofosforylacją, a następnie fosforylacją innych białek (tzw. białek przekąźnikowych), co prowadzi do uruchomienia odpowiedzi komórkowej. Receptorowe kinazy tyrozynowe uczestniczą m.in. w przekazywaniu sygnałów związanych z regulacją cyklu komórkowego, a także procesami nowotworzenia. Mogą się wiązać z **czynnikami wzrostu**, promującymi podziały komórek, gojenie się ran czy utrzymanie neuronów przy życiu.



Mechanizm działania receptorowych kinaz tyrozynowych.

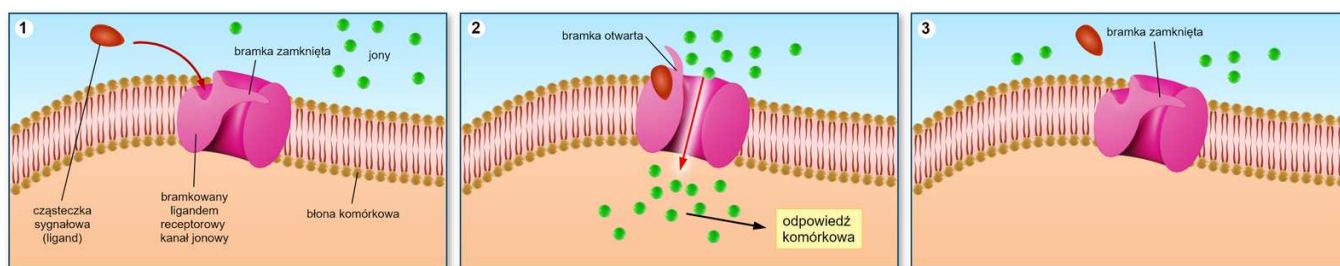
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

1. Dopóki z receptorem nie zwiąże się cząsteczka sygnałowa (ligand), występuje on w formie niezależnych polipeptydów.
2. Przyłączenie cząsteczki sygnałowej skutkuje połączeniem się łańcuchów polipeptydowych z wytworzeniem dimeru.
3. Dimeryzacja aktywuje region kinazy tyrozynowej w obu monomerach, umożliwiając przenoszenie reszt fosforanowych z ATP na tyrozyny drugiego z monomerów. Proces ten nazywa się autofosforylacją.

4. Do ufosforylowanych tyrozyn aktywnego białka receptorowego przyłączają się nieaktywne białka przekaźnikowe, które ulegają fosforylacji a tym samym aktywacji wywołując specyficzną odpowiedź komórkową.

Receptorowe kanały jonowe bramkowane ligandem

Kanały jonowe bramkowane ligandem to rodzaj receptorów jonotropowych, które po przyłączeniu liganda są zdolne do zmiany konformacji, tworząc kanał dla różnych jonów. Tego typu receptory regulują przepływ jonów w poprzek błony komórkowej, co ma szczególne znaczenie w funkcjonowaniu komórek nerwowych przy przekazywaniu sygnału w synapsach.



Mechanizm działania receptorowych kanałów jonowych.

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

1. Dopóki cząsteczka sygnałowa (ligand) nie przyłączy się do receptora, kanał pozostaje zamknięty dla jonów.
2. Po związaniu się liganda następuje otwarcie bramki, a swoje jony mogą swobodnie przepływać przez kanał, prowadząc do wywołania odpowiedzi komórkowej.
3. Po odłączeniu liganda od receptora bramka ponownie się zamyka.

Ciekawostka

Zaburzenia w przekazywaniu sygnału przez receptory prowadzą do wielu różnych chorób, takich jak nowotwory, choroby serca czy astma. Ponadto, niektóre bakterie produkują toksyny, które zaburzają przekazywanie sygnałów przez białka G, a w konsekwencji – funkcjonowanie komórki. Przykładem takiej substancji jest toksyna botulinowa wydzielana przez pałeczkę jadu kiełbasianego.



Toksynę botulinową wykorzystuje się w medycynie estetycznej do niwelowania zmarszczek mimicznych.
Źródło: Dr. Braun, Wikipedia.com, licencja: CC BY-SA 2.0.

Słownik

białka G

białka występujące w błonie komórkowej eukariontów; odbierają sygnały z zewnątrz komórki i przekazują je do białek efektorowych znajdujących się w jej wnętrzu; mają zdolność wiązania GTP

czynnik wzrostu

cząsteczka chemiczna pobudzająca komórki do podziałów komórkowych i wzrostu

GDP

guanozyno-5'-difosforan; organiczny związek chemiczny zbudowany z rybozy, guaniny i dwóch reszt kwasu pirofosforowego, zawierający jedno wiązanie wysokoenergetyczne; pełni rolę przenośnika energii

GTP

guanozyno-5'-trifosforan; organiczny związek chemiczny zbudowany z rybozy, guaniny i trzech reszt kwasu pirofosforowego, zawierający dwa wiązania wysokoenergetyczne; pełni rolę przenośnika energii

kanal jonowy bramkowany ligandem

białkowy kanał transbłonowy dla jonów, którego otwarcie jest regulowane przez przyłączenie swojego ligandu

kinazy

duża grupa enzymów, które przenoszą grupy fosforanowe z ATP (lub innych nukleozydotrifosforanów) na różne związki z wytworzeniem ich pochodnych fosforanowych; są jedną z ważniejszych grup enzymów odpowiedzialnych za procesy regulacyjne; biorą udział np. w regulacji metabolizmu glikogenu i cyklu komórkowego, naprawie DNA, apoptozie oraz procesach nowotworowych

ligand

cząsteczka sygnalizacyjna zdolna do wiązania się ze specyficznym dla niej receptorem

wyspecjalizowana cząsteczka chemiczna o specyficznej budowie przestrzennej, mająca zdolność selektywnego wiązania cząsteczek sygnałowych (ligandów) przez oddziaływania międzycząsteczkowe

receptor jonotropowy

rodzaj receptora błonowego sprzężonego z kanałem jonowym działającym na zasadzie transportu biernego

receptor katalityczny

receptor zawierający po stronie cytoplazmatycznej centrum katalityczne (zwykle kinazy białkowe) aktywowane przez cząsteczkę sygnałową, inicjujący reakcje prowadzące do zmiany ekspresji materiału genetycznego komórki lub jej funkcjonowania

receptor metabotropowy

receptor, którego pobudzenie wywołuje zmiany metaboliczne komórki

receptorowe kinazy tyrozynowe

(RTK, ang. *receptor tyrosine kinases*) receptory powierzchniowe komórek; charakteryzują się aktywnością enzymatyczną kinaz

receptor sprzężony z białkiem G

(GPCR, ang. *G protein-coupled receptor*) rodzaj receptora błonowego, który po związaniu z ligandem przekazuje sygnał do komórki przez aktywację białka G

Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R16wQCLJbIJ6k>

Receptory błonowe i ich znaczenie.

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

Film opisuje receptory błonowe i ich znaczenie.

Polecenie 1

Obejrzyj wywiad z ekspertem, a następnie wyjaśnij, czym jest tożsamość komórkowa.

Polecenie 2

Wyjaśnij, czym jest sygnalizacja komórkowa, odnosząc się do przykładu receptora metabotropowego i katalitycznego.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Które zdanie najlepiej opisuje rolę receptorów błonowych? Zaznacz właściwą odpowiedź.

- ☐ regulacja metabolizmu na poziomie jądrowym
- ☐ przekazywanie sygnałów pomiędzy organellami wewnątrzkomórkowymi
- ☐ udział w komunikacji między środowiskiem zewnętrznym a komórką

Ćwiczenie 2



Dopasuj definicje do odpowiadających im pojęć.

Kanał jonowy bramkowany ligandem

Białkowy kanał transbłonowy dla jonów, którego otwarcie jest regulowane poprzez przyłączenie swoistego ligandu

Receptor sprzężony z białkiem G

Rodzaj transmembranowego receptora, który po związaniu z ligandem przekazuje sygnał do komórki poprzez aktywację białka G

Receptorowe kinazy tyrozynowe

Receptory powierzchniowe komórek; charakteryzują się aktywnością enzymatyczną kinaz

Ligand

Cząsteczka sygnalizacyjna zdolna do wiązania się ze specyficznym dla niej receptorem

Ćwiczenie 3



Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące receptorów błonowych są prawdziwe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Kanały jonowe znajdują się w komórkach, które muszą szybko reagować na bodźce zewnętrzne.	☐	☐
Kanały błonowe otwierają się pod wpływem uszkodzenia błony komórkowej.	☐	☐
ATP jest niezbędny do aktywacji białka G.	☐	☐

Ćwiczenie 4



Ułóż w odpowiedniej kolejności etapy działania receptorowych kinaz tyrozynowych.

Aktywacja regionu katalitycznego receptorowej kinazy tyrozynowej w obu monomerach



Wywołanie odpowiedzi komórkowej



Połączenie się łańcuchów polipeptydowych w dimer



Przyłączenie się oraz aktywacja białek przekaźnikowych



Przyłączenie cząsteczek sygnałowych do niezależnych peptydów



Przeniesie reszt fosforanowych z ATP na cząsteczki tyrozyny drugiego z monomerów



Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania.

Receptory sprzężone z białkiem ☐ G ☐ C ☐ (GPCR) są dużą rodziną ☐ ligandów ☐ receptorów ☐ o ☐ zróżnicowanej ☐ podobnej ☐ budowie oraz mechanizmie działania. Pojedynczy ☐ ligand ☐ receptor ☐ zbudowany jest z ☐ jednego łańcucha polipeptydowego zakotwiczonego ☐ wielu łańcuchów polipeptydowych zakotwiczonych ☐ w błonie komórki. Na zewnątrz wystaje miejsce wiązania ☐ białka G ☐ cząsteczki sygnałowej ☐, a od strony wnętrza komórki znajduje się miejsce wiązania ☐ białka G ☐ cząsteczki sygnałowej ☐.

Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, na czym polega swoistość cząsteczek sygnałowych. W odpowiedzi uwzględnij tożsamość komórek.

Tekst do ćwiczeń 7 i 8

Wykazano, że kanały jonowe mogą być zaangażowane w proces nowotworzenia, przy czym kanały potasowe K^+ należą do najlepiej poznanych kanałów jonowych (w kontekście tworzenia się nowotworów). Wykazano, że są one zaangażowane we wzrost komórek nowotworowych, zwiększając ich niewrażliwość na czynniki antywzrostowe, obniżając zdolność odpowiedzi na bodźce inicjujące apoptozę, a także pobudzając angiogenezę oraz tworzenie się przerzutów. Istnieje wiele zarejestrowanych leków stosowanych pierwotnie w leczeniu różnych chorób niezwiązanych bezpośrednio z nowotworami, np. nadciśnienia tętniczego czy schorzeń psychiatrycznych, których skutkiem ubocznym jest hamowanie aktywności kanałów jonowych.

Ćwiczenie 7



Podaj dwa argumenty za tym, że wykorzystanie znanych już leków na nadciśnienie tętnicze może być korzystne w poszukiwaniu leków przeciwnowotworowych. W odpowiedzi odwołaj się do konieczności przeprowadzenia badań klinicznych.

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, w jaki sposób leki wykorzystywane do leczenia nadciśnienia tętniczego, które hamują działanie kanałów K^+ , mogą zadziałać w leczeniu nowotworów.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Receptory błonowe i ich znaczenie

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;

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, na czym polega swoistość receptorów.
- Przeanalizujesz, dlaczego cząsteczki sygnałowe działają na komórki o odpowiedniej tożsamości.
- Opiszysz sposób działania różnych rodzajów receptorów błonowych (receptory sprzężone z białkiem G, receptorowe kinazy tyrozynowe oraz kanały jonowe bramkowane ligandem).

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- gwiazda pytań;
- analiza tekstu źródłowego.

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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Receptory błonowe i ich znaczenie”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie

ćwiczenia nr 1 z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu, sprawdza, którzy uczniowie zapoznali się z udostępnionym e-materiałem i wykonali zadane ćwiczenie. Jeśli odpowiedzi uczniów bardzo się różnią lub ćwiczenie okazało się trudne, nauczyciel omawia je na forum.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z animacją pt. „Receptory błonowe i ich znaczenie”.** Uczniowie zapoznają się z animacją. Następnie wykonują w parach polecenie nr 1 („Wyjaśnij, czym jest tożsamość komórkowa”) i polecenie nr 2 („Wyjaśnij, czym jest sygnalizacja komórkowa, odnosząc się do przykładu receptora metabotropowego i katalitycznego”). Wybrana osoba prezentuje propozycje odpowiedzi, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia je.
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na 4-osobowe grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objasnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie receptorów błonowych, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu.
3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 i 8 (odnoszące się do tekstu źródłowego dotyczącego roli kanałów jonowych w procesie nowotworzenia) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 3 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 4 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 168.80 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania animacji:

- Nauczyciel może wykorzystać animację na innych lekcjach dotyczących błon komórkowych, m.in. „Budowa i funkcje błony komórkowej”.