



Neuroprzekazniki hamujące i pobudzające

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



Neuroprzekaźniki hamujące i pobudzające

Za pośrednictwem neuroprzekaźników poszczególne komórki nerwowe mogą się ze sobą komunikować. Dowiódł tego w 1921 r. niemiecki farmakolog Otto Loewi.

Źródło: Manu5, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Neuroprzekaźniki to cząsteczki chemiczne wydzielane w synapsie przez komórkę presynaptyczną (przekazującą) i oddziaływające w sposób specyficzny na komórkę postsynaptyczną (odbierającą). Oddziaływanie to może doprowadzić do pobudzenia lub zahamowania czynności komórki postsynaptycznej.

Twoje cele

- Zdefiniujesz cechy neuroprzekaźników synaptycznych.
- Poznasz kryteria podziału neuroprzekaźników.
- Określisz działanie neuroprzekaźników pobudzających i hamujących.

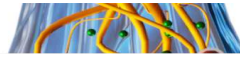
Przeczytaj

Cechy neuroprzekaźników synaptycznych

[Neuroprzekaźnikiem](#) określa się związek chemiczny wydzielany przez [neuron](#) i oddziałujący w [synapsie](#) na inną komórkę. Jednak nie wszystkie związki chemiczne wydzielane przez neurony można sklasyfikować jako [neuroprzekaźniki](#).

Związek chemiczny może zostać uznany za neuroprzekaźnik, jeśli:

- jest syntetyzowany w neuronie, który go wydziela;
- jest obecny w [synapsie](#) w jej części presynaptycznej oraz wydzielany do [szczeliny synaptycznej](#);
- w błonie komórki postsynaptycznej (odbierającej) występują specyficzne dla niego receptory;
- istnieją mechanizmy usuwania go ze [szczeliny synaptycznej](#) (tak aby po wydzieleniu z komórki presynaptycznej nie oddziałował na receptory postsynaptyczne bez przerwy), np. rozkład enzymatyczny neuroprzekaźnika, dyfuzja neuroprzekaźnika poza szczelinę i endocytoza do [pęcherzyków synaptycznych](#).



1

Pęcherzyki synaptyczne z neurotransmiterem

2

Neuroprzekaźnik

3

Pompa wychwyty zwrotnego

Białko działające na zasadzie transportu aktywnego (wbrew gradientowi stężeń), które transportuje neuroprzekaźnik ze szczeliny synaptycznej do wnętrza komórki nerwowej.

4

Kanał wapniowy

Jest to białko jonowe napięciowozależne – prawdopodobieństwo otwarcia kanału wzrasta wraz ze wzrostem potencjału. Impuls nerwowy powoduje otwarcie kanałów wapniowych, dzięki czemu jony wapnia napływają do wnętrza komórki nerwowej, co skutkuje wydzieleniem neuroprzekaźnika.

Neuroreceptor

Wydzielanie neuroprzekazników do szczeliny synaptycznej z komórki presynaptycznej (przekazującej) i ich wychwyt przez neuroreceptory komórki postsynaptycznej (odbierającej).

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

Podział neuroprzekazników synaptycznych

Mechanizm powstawania potencjału postsynaptycznego w komórce postsynaptycznej związany jest z aktywnością kanałów sodowych – kanałów błonowych, przez które jony Na^+ napływają do komórki, co prowadzi do [depolaryzacji](#) błony komórkowej.

Najważniejszym funkcjonalnym kryterium klasyfikacji neuroprzekazników synaptycznych jest efekt, jaki wywierają na komórkę postsynaptyczną. Na tej podstawie neuroprzekazniki dzieli się na hamujące i pobudzające.

Neuroprzekazniki hamujące

[Neuroprzekazniki hamujące](#) po wydzieleniu z neuronu presynaptycznego prowadzą do zahamowania czynności komórki postsynaptycznej. Połączenie takiego neuroprzekaznika z receptorem w błonie komórki postsynaptycznej wywołuje hiperpolaryzację błony komórkowej i wygenerowanie [postsynaptycznego potencjału hamującego](#) (ang. *inhibitory postsynaptic potential* – IPSP). Zmniejsza to prawdopodobieństwo pojawienia się potencjału czynnościowego w błonie komórki postsynaptycznej. Do najważniejszych neuroprzekazników hamujących zalicza się kwas γ -aminomasłowy i glicynę.

Neuroprzekazniki pobudzające

Słownik

akson

(gr. *áxōn* – oś) element komórki nerwowej, który odpowiada za przekazywanie informacji do kolejnych komórek nerwowych lub komórek efektorowych

dendryt

element komórki nerwowej; rozgałęziona, cylindryczna wypustka cytoplazmatyczna, stanowiąca przedłużenie ciała komórki

depolaryzacja błony komórkowej

zmiana potencjału z -80 mV do $+10$ mV spowodowana napływem jonów sodowych do komórki, co prowadzi do jej pobudzenia

hiperpolaryzacja błony komórkowej

krótkotrwały stan nadmiernej polaryzacji błony komórkowej; błona osiąga wtedy potencjał ok. -80 mV i nie jest zdolna do przewodzenia impulsu

neuron

(gr. *neúron* – nerw) komórka nerwowa; podstawowy element układu nerwowego, zdolny do przewodzenia informacji w postaci sygnału elektrycznego

neuprzekaznik (neurotransmitter)

związek chemiczny wydzielany przez komórkę presynaptyczną i oddziałujący w specyficzny sposób na receptory w błonie komórki postsynaptycznej

neuprzekaznik hamujacy

neuprzekaznik, którego wydzielenie prowadzi do hiperpolaryzacji błony komórki postsynaptycznej i wygenerowania w niej [IPSP](#)

neuprzekaznik pobudzajacy

neuroprzebieg, którego wydzielanie prowadzi do depolaryzacji błony komórki postsynaptycznej i wygenerowania w niej [EPSP](#)

neuroreceptor

białko receptorowe, którego aktywacja zachodzi pod wpływem łączenia się z neuroprzebiegiem

pęcherzyk synaptyczny

wyspecjalizowany pęcherzyk transportujący, który występuje w neuronach i odpowiada za transport oraz przechowywanie neuroprzebiegów

postsynaptyczny potencjał hamujący

(ang. *inhibitory postsynaptic potential* – IPSP) hiperpolaryzacja błony komórki postsynaptycznej wywołana oddziaływaniem neuroprzebiegu hamującego

postsynaptyczny potencjał pobudzający

(ang. *excitatory postsynaptic potential* – EPSP) depolaryzacja błony komórki postsynaptycznej wywołana oddziaływaniem neuroprzebiegu pobudzającego

potencjał czynnościowy komórki

zmiana potencjału błonowego komórki związana z przekazywaniem informacji; składa się z fazy depolaryzacji, repolaryzacji i hiperpolaryzacji

synapsa

(gr. *synapsis* – połączenie) miejsce funkcjonalnego połączenia pomiędzy komórkami; zachodzi w niej przekazywanie impulsu nerwowego

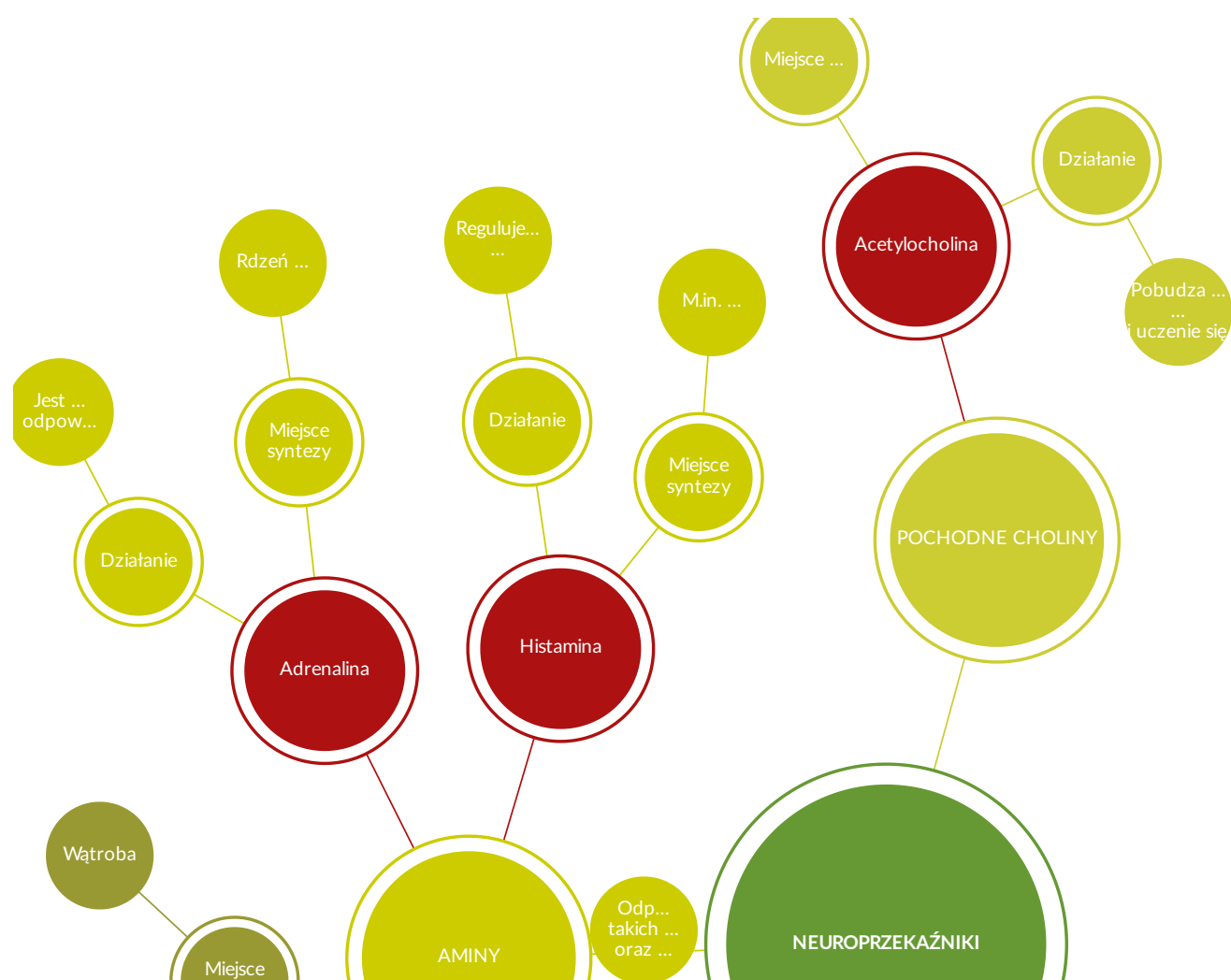
szczelina synaptyczna

przestrzeń w obrębie synapsy oddzielająca komunikujące się komórki

Mapa pojęć

Podział neuroprzekaźników ze względu na ich budowę chemiczną

Jednym z ważnych kryteriów klasyfikacji neuroprzekaźników jest ich budowa chemiczna. Uwzględniając ją, neuroprzekaźniki można podzielić na kilka podstawowych grup – przedstawia je poniższa mapa pojęć.





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

Polecenie 1

Wyniki licznych badań naukowych pokazują, że wykorzystanie związków regulujących pracę receptorów pewnego neuroprzekaźnika może być pomocne w leczeniu depresji.

Przeanalizuj mapę pojęć i wskaż ten neuroprzekaźnik. Przedstaw jego działanie.

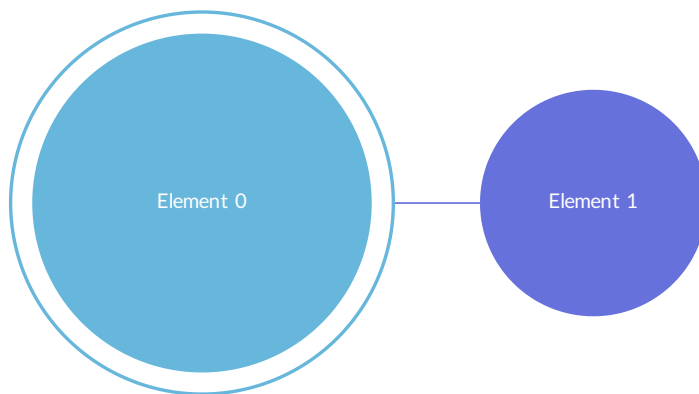
Polecenie 2

Korzystając z mapy pojęć, wyjaśnij, czy adrenalina i noradrenalina to neuroprzekaźniki działające antagonistycznie czy też zbieżnie.

Polecenie 3

Który z neuroprzekaźników jest potocznie nazywany hormonem szczęścia? Wytłumacz genezę tej nazwy.

Polecenie 4



Stwórz własną mapę pojęć dotyczącą neuroprzekaźników hamujących i pobudzających.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz neuroprzekaźniki z odpowiadającymi im opisami.

Substancja ta jest aminokwasem biogennym i powoduje hiperpolaryzację błony postsynaptycznej.

Glicyna

Substancja ta nie jest aminokwasem biogennym, a jej produkcja następuje m.in. w rdzeniu nadnerczy.

Adrenalina

Substancja ta łączy się z receptorami synapsy nerwowo-mięśniowej (płytki motorycznej).

Acetylocholina

Substancja ta jest neuroprzekaźnikiem i czynnikiem biorącym udział w powstawaniu stanu zapalnego.

Histamina

Ćwiczenie 2



Zaznacz zdania fałszywe.

☐

Neuroprzekaźniki pobudzające łączą się z receptorami na błonach postsynaptycznych i powodują hiperpolaryzację tej błony.

☐

Neuroprzekaźniki pobudzające blokują receptory dla neuroprzekaźników hamujących, co skutkuje depolaryzacją błony postsynaptycznej.

☐

Jony wapnia są niezbędne do odwrócenia efektu hiperpolaryzacji błony dendrytu przez neuroprzekaźniki pobudzające.

☐

Neuroprzekaźniki pobudzające łączą się z receptorami na błonach postsynaptycznych i powodują depolaryzację tej błony.

Ćwiczenie 3



Molekułą roku 1992 według czasopisma „Science” był tlenek azotu(II). W 1998 r. Robert F. Furchgott otrzymał Nagrodę Nobla z dziedziny medycyny za opisanie działania NO na organizm ludzki. Ten niewielki lipofilny związek potrafi oddziaływać zarówno na błonę presynaptyczną, jak i postsynaptyczną neuronu.

Receptorem dla NO jest enzym katalizujący przekształcenie nukleotydu GMP (guanozyny-5'-monofosforanu) do cGMP (jego cyklicznej formy). Powstanie cGMP powoduje aktywację białka synaptofizyny, niezbędnego do fuzji pęcherzyków wypełnionych kwasem glutaminowym z błoną presynaptyczną.

Cykliczny GMP w sposób pośredni może też kontrolować przepuszczalność kanałów jonowych na błonie postsynaptycznej, co skutkuje zahamowaniem hiperpolaryzacji błony postsynaptycznej.

Źródło: Eleonora Džoljić, Ivan Grabatinić, Vladimir Kostić, *Why is Nitric Oxide Important for our Brain?*, „Functional Neurology”, 2015, nr 30 (3), s. 159–163.

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy wybierz dwa neuroprzekaźniki, których funkcje biologiczne może modyfikować NO.

☐

GABA

☐

Kwas glutaminowy

☐

Dopamina

☐

Noradrenalina

☐

Acetylocholina

Ćwiczenie 4



Na podstawie tekstu do ćwiczenia 3 i własnej wiedzy wybierz właściwe stwierdzenia, tak aby powstało zdanie poprawnie opisujące wpływ NO na neurony.

Tlenek azotu...

☐

...zwiększa powinowactwo kwasu glutaminowego do jego receptora na błonie postsynaptycznej poprzez...

☐

...zwiększa szansę na połączenie się kwasu glutaminowego z jego receptorem na błonie postsynaptycznej poprzez...

☐

...fosforylację synaptofizyny, skutkującą fuzją pęcherzyków z błoną postsynaptyczną.

☐

...fosforylacyjną aktywację receptorów kwasu glutaminowego.

☐

...uwolnienie neuroprzekaźnika do szczeliny synaptycznej.



” Liczne badania wskazują na szkodliwy wpływ alkoholu etylowego na układ nagrody mózgu. Układ nagrody jest zbiorem struktur w mózgu odpowiedzialnym za motywację organizmu do konkretnego zachowania. Na błonach postsynaptycznych układu znajdują się głównie receptory dla kwasu glutaminowego, dopaminy i GABA. Pewne czynności pobudzają ośrodek (układ) nagrody, powodując uczucie przyjemności, a nawet euforii. Jednym z takich czynników jest spożywanie alkoholu etylowego – uzależnienie od niego jest prawdopodobnie spowodowane notorycznym pobudzaniem układu nagrody.

Od wielu lat przeprowadza się badania na szczurach uzależnionych od alkoholu w poszukiwaniu substancji lub schematu zachowań mogących pomóc w wyjściu z choroby alkoholowej (także u ludzi).

W 2019 r. przeprowadzono eksperyment polegający na zastosowaniu u badanych szczurów diety wysokotłuszczowej. Dwie grupy szczurów badano przez 2 tygodnie. Grupa 1 otrzymywała posiłki bogate w tłuszcze, podczas gdy dieta grupy 2 była standardowa (o niskiej zawartości tłuszczu). W klatkach każdej z grup zamontowane były dwa poidła: z wodą i roztworem etanolu. Po dwóch tygodniach eksperymentu odnotowano spadek spożycia alkoholu w grupie 1. Szczury z grupy 2 spożywały etanol w takiej samej ilości jak przed eksperymentem.

Po eksperymentcie odnotowano także spadek produkcji mRNA, kodującego receptory neurotransmiterów na błonach postsynaptycznych układu nagrody mózgow u szczurów z grupy 1.

Źródło: Starr Villavasso, Cemilia Shaw, Elena Skripnikova i in., *Nutritional Contingency Reduces Alcohol Drinking by Altering Central Neurotransmitter Receptor Gene Expression in Rats*, „Nutrients”, 2019, nr 11 (11), s. E2731.

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy oceń prawdziwość poniższych zdań.

	Prawda	Fałsz
Na błonach postsynaptycznych układu nagrody znajdują się głównie trzy rodzaje receptorów, z którymi łączą się jedynie neurotransmitery pobudzające.	☐	☐
Skutkiem przyłączenia neuroprzekaźnika do receptora w układzie nagrody jest zawsze depolaryzacja dendrytu kolejnego neuronu.	☐	☐
Dwa spośród trzech głównych neuroprzekaźników układu nagrody są pod względem chemicznym aminokwasami.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Odwołując się do doświadczenia opisanego w ćwiczeniu 5, wskaż prawidłowe określenia w poniższym tekście.

Na podstawie opisanego doświadczenia ☐ można ☐ nie można ☐ stwierdzić, że dieta wysokotłuszczowa wywołuje podobne pobudzenie układu nagrody jak spożycie alkoholu przez szczury. Prawdopodobny mechanizm działania tej diety opiera się na

☐ blokowaniu receptorów dla neuroprzekaźników ☐

☐ zmniejszeniu produkcji receptorów dla neuroprzekaźników ☐ w układzie nagrody mózgu. Oznacza to, że miejscem blokowania przekazywania sygnału jest błona

☐ presynaptyczna ☐ postsynaptyczna ☐ .

Ćwiczenie 7



Sformułuj problem badawczy oraz hipotezę eksperymentu opisanego w ćwiczeniu 5 i określ, która grupa szczurów była grupą badaną, a która grupą kontrolną.

Ćwiczenie 8



Alkohol etylowy jest jednym z najczęściej zażywanych agonistów kwasu γ -aminomasłowego (GABA). Oznacza to, że zwiększa on powinowactwo GABA do jego receptorów na błonie postsynaptycznej. Podobnie (lecz silniej) działa depresant o nazwie kwas 4-hydroksybutanowy. Z kolei tujon jest związkiem występującym m.in. w bylicy piołunie (*Artemisia absinthium*) i napojach alkoholowych wytwarzanych z udziałem tej rośliny. Tujon sam łączy się z receptorami GABA.

Źródło: Karin M. Höld, Nilantha S. Sirisoma, Tomoko Ikeda i in., *α -Thujone (the Active Component of Absinthe): γ -Aminobutyric Acid Type A Receptor Modulation and Metabolic Detoxification*, „Proceedings of the National Academy of Sciences”, 2000, nr 97 (8), s. 3826–3831.

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy wyjaśnij, dlaczego spożycie tujonu może powodować drgawki mięśniowe, a nawet prowadzić do konwulsji. Wytłumacz także fakt, że jednoczesne spożycie tujonu i alkoholu etylowego częściowo ogranicza objawy powodowane przez ten pierwszy związek. W odpowiedzi odnieś się do mechanizmu działania GABA na przewodzenie impulsów nerwowych.

Dla nauczyciela

Autor: Zuzanna Szewczyk

Przedmiot: Biologia

Temat: Neuroprzekaźniki hamujące i pobudzające

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.

7. Regulacja nerwowa. Uczeń:

2) przedstawia działanie synapsy chemicznej uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

d) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników,

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):

- Zdefiniujesz cechy neuroprzekaźników synaptycznych.
- Poznasz kryteria podziału neuroprzekaźników.
- Określisz działanie neuroprzekaźników pobudzających i hamujących.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- mapa pojęć.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- arkusze papieru A1, flamastry.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel prosi chętnych uczniów o przypomnienie, czym są neurony i synapsy oraz jakie pełnią funkcje.
2. Nauczyciel wprowadza uczniów w temat lekcji, nawiązując do zagadnień opisanych w tekście otwierającym e-materiał.
3. Nauczyciel krótko omawia przebieg lekcji i przedstawia jej cele.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy i prosi ich, by opierając się na tekście w sekcji „Przeczytaj” e-materiału, przygotowali mapy pojęć na przydzielone tematy:
 - grupa I i II: Cechy neuroprzekaźników;
 - grupa III i IV: Podział neuroprzekaźników ze względu na efekt, jaki wywierają na komórkę postsynaptyczną.
2. Grupy wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanują otrzymane zagadnienia. Następnie eksperci zamieniają się grupami (I z III, II z IV) i przekazują zdobytą wiedzę. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup.
3. Uczniowie zapoznają się z mapą pojęć zamieszczoną w e-materiale, przedstawiającą podział neuroprzekaźników ze względu na ich budowę chemiczną. Nauczyciel wyjaśnia treść polecenia nr 2. Chętny uczeń rozwiązuje je.

Pozostali uczniowie oceniają poprawność odpowiedzi. Ewentualne wątpliwości rozstrzyga nauczyciel.

4. Uczniowie samodzielnie wykonują polecenia 1 i 3 do mapy pojęć, a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegami lub koleżankami.
5. Uczniowie tworzą niewielkie, 3- lub 4-osobowe zespoły i wykonują ćwiczenia interaktywne nr 5, 7 i 8. Następnie wskazany zespół prezentuje przygotowane odpowiedzi. Klasa ocenia ich poprawność. Nauczyciel wyjaśnia ewentualne wątpliwości.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Każdy zespół wyłania swojego lidera i wspólnie układa 10 pytań związanych z tematem lekcji. Pytania powinny być tak ułożone, żeby przeciwnicy mogli na nie odpowiedzieć jednym wyrazem.
2. Nauczyciel inicjuje grę, zadając wszystkim grupom własne pytanie (zob. materiały pomocnicze). Grupa, której lider zgłosi się pierwszy i poprawnie odpowie, rozpoczyna rywalizację. Przed przystąpieniem do niej grupy odliczają zgodnie z ruchem wskazówek zegara (zwycięskiej drużynie zostaje przypisany nr 1), tak aby nauczyciel mógł odnotowywać na tablicy punkty zdobyte przez poszczególne zespoły. Lider zwycięskiej grupy zadaje pytanie wybranemu członkowi drużyny nr 2. Jeśli osoba ta poprawnie odpowie na pytanie, jej zespół zdobywa punkt, a ona sama zadaje pytanie wskazanemu przez nią członkowi grupy nr 3. Jeśli jednak członek grupy nr 2 nie będzie potrafił udzielić poprawnej odpowiedzi, lider grupy nr 1 sam odpowiada na zadane przez siebie pytanie, a jego drużyna otrzymuje punkt. Następnie zadaje pytanie członkowi grupy nr 3 itd. Gra kończy się po zadaniu 10 pytań, a wygrywa grupa, która uzyska najwięcej punktów.
3. Nauczyciel ocenia zaangażowanie uczniów podczas zajęć.

Praca domowa:

Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 4 oraz 6 zawarte w e-materiale.

Materiały pomocnicze:

Neil A. Campbell i in., *Biologia Campbella*, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.

Załącznik 1. Przykładowe pytania

Plik o rozmiarze 169.13 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania mapy pojęć:

Uczniowie mogą wykorzystać mapę pojęć, przygotowując się do lekcji powtórkowej. Mapa pojęć może również posłużyć na innych lekcjach traktujących o przekazywaniu synaptycznym.