



Bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Audiobook](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe

Zdolność reagowania komórek i tkanek na działające na nie bodźce to pobudliwość. W organizmach zwierzęcych tylko dwa typy tkanek – nerwowa i mięśniowa – są szczególnie wrażliwe na bodźce, dlatego ich komórki określa się jako pobudliwe.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Świat, w którym żyjemy, jest pełen sygnałów: dźwięków, barw, zapachów, smaków. Nie wszystkie one są jednak przez nas odbierane, np. nie słyszymy dźwięku, jaki wydaje skrzydło motyla w locie, i nie czujemy zapachu wydzielanych przez niego feromonów. To efekt działania naturalnego mechanizmu chroniącego nasz układ nerwowy przed nadmiernym obciążeniem. Opiera się on na bardzo prostej zasadzie: nasze komórki nerwowe reagują tylko na bodźce o określonym natężeniu.

Twoje cele

- Omówisz proces powstania bodźca.
- Scharakteryzujesz różne rodzaje bodźców, uwzględniając ich siłę oddziaływania na komórkę.

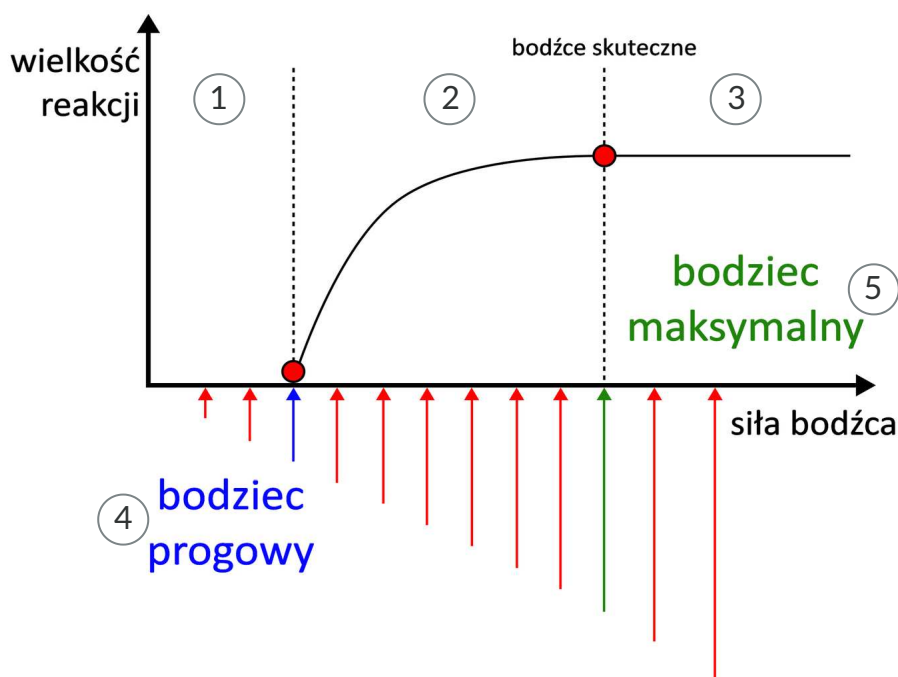
Przeczytaj

Podział bodźców ze względu na ich siłę

Minimalna siła bodźca konieczna do pobudzenia neuronu to tzw. **wartość progowa**. Bodźce o sile mniejszej od wartości progowej lub o bardzo krótkim czasie trwania są pomijane jako nieistotne. Są to tzw. **bodźce podprogowe**.

Aby zrozumieć reakcję **neuronu**, musimy najpierw przyjrzeć się komórce nerwowej w „stanie spoczynku”, czyli takiej, na którą nie działa żaden **bodziec**. Jej błona komórkowa, tak jak błona każdej żywej komórki, jest selektywna. Oznacza to, że różne są liczby i rodzaj jonów na zewnątrz i wewnątrz komórki. Np. na zewnątrz jest znacznie więcej jonów sodu (Na^+), wyrzucanych przez **pompę sodowo-potasową**. A ponieważ jony to nośniki ładunków elektrycznych – rozkład ładunków na obu powierzchniach błony jest nierównomierny.

Przewagę ładunków dodatnich na zewnętrznej powierzchni błony umownie oznaczamy symbolem „+”, a przewagę ładunków ujemnych po jej wewnętrznej stronie symbolem „-”. W takim stanie błona jest spolaryzowana (posiada pewien potencjał elektryczny), a ponieważ nie „pracuje”, czyli nie przewodzi impulsu, mówimy, że ma **potencjał spoczynkowy**.



1

Bodziec podprogowy

bodziec zbyt słaby do wywołania pobudzenia

2

Bodziec nadprogowy

bodziec o sile większej niż progowy; im silniejszy bodziec, tym silniejsza reakcja

3

Bodziec submaksymalny (ponadmaksymalny)

zwiększenie bodźca bez zwiększenia jego efektu; po przekroczeniu określonej siły, bodziec submaksymalny może uszkadzać strukturę tkanki

4

Bodziec progowy

najmniejszy bodziec wywołujący reakcję

5

Bodziec maksymalny

najmniejszy bodziec wywołujący maksymalną reakcję, wzrost siły bodźca nie powoduje zwiększania wielkości reakcji

Wielkość reakcji w odpowiedzi na siłę bodźca.

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

Gdy bodziec powoduje zatrzymanie pracy pompy sodowo-potasowej, przez co jony zaczynają swobodnie przenikać do wnętrza komórki, zaburzając tym samym stan polaryzacji błony (tzw. [depolaryzacja](#)), mówimy o **bodźcu progowym**, czyli najmniejszej wartości siły bodźca powodującej reakcję komórki.

W przypadku gdy na komórkę zadziała bodziec, który wykazuje siłę wyższą, niż jest potrzebna do pobudzenia komórki, mówimy o **bodźcu nadprogowym**. Należy pamiętać, że pobudzenie nie zwiększa się wraz ze zwiększeniem siły danego bodźca.

Słownik

bodziec

zmiana środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego organizmu, prowadząca do pobudzenia swoistego narządu odbiorczego – receptora

depolaryzacja

obniżenie elektroujemnego potencjału elektrycznego błony komórkowej, spowodowane wejściem jonów sodu lub wapnia do cytoplazmy komórki

neuron

silnie wyspecjalizowana komórka pochodzenia ektodermalnego, będąca podstawową jednostką strukturalną i funkcjonalną tkanki nerwowej

pompy jonowe

inaczej: sodowo-potasowe. Kompleksy wyspecjalizowanych białek (zwanych transbłonowymi), które uczestniczą w transporcie, przez błony komórkowe, określonych jonów nawet wbrew gradientowi ich stężeń (transport aktywny)

Animacja

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DLZKQM257>

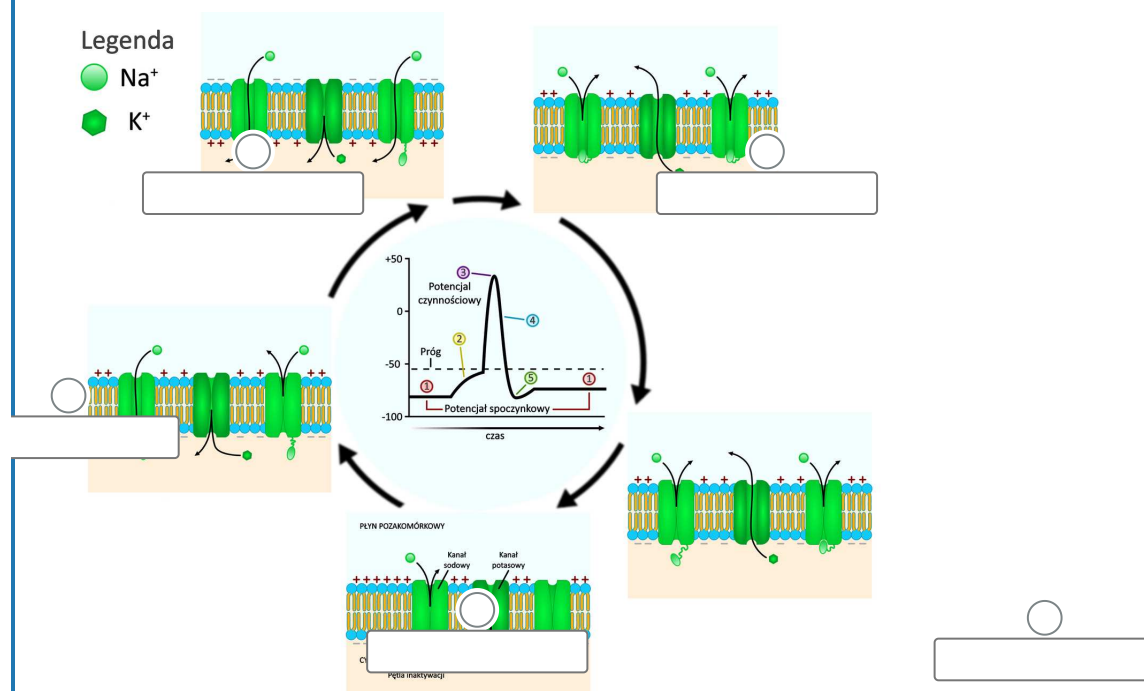
Bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe.

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

Film nawiązujący do treści materiału.

Polecenie 1

Obejrzyj animację na temat bodźców podprogowych, progowych i nadprogowych, a następnie uzupełnij brakujące podpisy na grafice.



5. Hiperpolaryzacja

1. Stan spoczynku

2. Depolaryzacja

3. Faza wzrostu potencjału czynnościowego

4. Faza spadku potencjału czynnościowego

Polecenie 2

Wyjaśnij, jakie konsekwencje niesie ze sobą zbyt długie działanie bodźców nadmaksymalnych.

Audiobook

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/PF1zSoFD4>

Zdolność reagowania komórek i tkanek na działające na nie bodźce to pobudliwość. W organizmach zwierzęcych tylko dwa typy tkanek – nerwowa i mięśniowa – są szczególnie wrażliwe na bodźce, dlatego ich komórki określa się jako pobudliwe. Jednak nawet one nie reagują na każdy impuls. Odpowiadają tylko na te o określonej sile i czasie trwania, definiujące ich próg pobudliwości.

Odpowiedź komórki na działający bodziec to pobudzenie – stan, w którym komórka zmienia metabolizm lub zwiększa przepuszczalność błony komórkowej dla ściśle określonych jonów.

Bodziec to każda nagle, wystarczająco silna i długotrwała zmiana warunków środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego, która prowadzi do pobudzenia komórki. Ze względu na rodzaj niesionej przez bodźce energii dzieli się je na fizyczne: termiczne, mechaniczne, akustyczne oraz chemiczne, na przykład smakowe czy węchowe. Warto podkreślić, że bodźce należące do tej samej grupy mogą różnić się intensywnością, dlatego wyróżnia się bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe.

Bodźce podprogowe to te, na które komórki pobudliwe nie reagują pobudzeniem.

Bodźce progowe to najsłabsze impulsy zdolne do wywołania w komórce określonej reakcji w danych warunkach. Bodźce nadprogowe są bodźcami silniejszymi niż bodźce progowe.

Błona komórkowa neuronu w stanie spoczynku jest spolaryzowana poprzecznie, co jest wynikiem występowania różnicy ładunków elektrycznych między jej zewnętrzną, a wewnętrzną powierzchnią. Wnętrze neuronu w stanie spoczynku jest naładowane elektroujemnie w stosunku do środowiska zewnątrzkomórkowego. Po zadziałaniu na komórkę nerwową bodźca podprogowego dochodzi do miejscowej zmiany potencjału neuronu określanej jako potencjał lokalny, inaczej depolaryzacja lokalna. Jest ona wynikiem niewielkiego napływu jonów sodowych przez kanały błonowe do wnętrza neuronu. Obserwowane zmiany mają charakter przejściowy i krótkotrwały.

Po zadziałaniu na komórkę nerwową bodźca o wartości progowej lub nadprogowej w neuronie dochodzi – przez lawinowy napływ jonów sodowych przez kanały błonowe do wnętrza komórki – do uogólnionej depolaryzacji. W celu przywrócenia pierwotnej

wartości potencjału błonowego komórki nerwowej w kolejnym etapie dochodzi do wypływu jonów potasowych z wnętrza komórki do środowiska zewnątrzkomórkowego, czyli do repolaryzacji. Proces ten ma na celu przywrócenie spoczynkowej polaryzacji błony komórkowej. Opisane zmiany, będące odpowiedzią neuronu na działanie bodźca progowego lub nadprogowego, określane są jako potencjał czynnościowy.

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

Polecenie 1

Na podstawie audiobooka, wyjaśnij czym jest pobudliwość oraz pobudzenie.

Polecenie 2

Scharakteryzuj, czym są bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe

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:

1) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego;

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:

c) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,

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 proces powstania bodźca.
- Scharakteryzujesz różne rodzaje bodźców, uwzględniając ich siłę oddziaływania na komórkę.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- praca z audiobookiem;
- gra dydaktyczna;
- mapa pojęć.

Formy pracy:

- 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.

Przed lekcją:

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

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy lub za pomocą rzutnika zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu – praca z drugim multimedialnym („Audiobook”).** Nauczyciel pyta wybrane lub chętne osoby o scharakteryzowanie, na podstawie przeczytanego przed lekcją tekstu, czym są bodźce podprogowe, progowe i nadprogowe oraz czym są

pobudliwość i pobudzenie. Następnie odtwarza audiobook. Po zapoznaniu się z multimediami uczniowie uzupełniają swoje wcześniejsze odpowiedzi.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimediami („Animacja”).** Uczniowie zapoznają się z animacją. Następnie klasa dzieli się na grupy. Każdy zespół opracowuje odpowiedzi do polecenia nr 1 (dotyczącego procesu powstawania bodźca) oraz polecenia nr 2 (dotyczącego konsekwencji, jakie niesie ze sobą zbyt długie działanie bodźców ponadmaksymalnych). Po wyznaczonym przez nauczyciela czasie liderzy grup odczytują swoje propozycje. Nauczyciel komentuje rozwiązania uczniów.
2. **Praca w parach z treścią e-materiału.** Uczniowie na podstawie przeczytanego tekstu oraz informacji zawartych w medium w sekcji „Animacja” układają pytania do quizu dla innych par. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską parę.

Faza podsumowująca:

1. Klasa wspólnie wykonuje mapę myśli podsumowującą zajęcia, porządkującą informacje na temat różnych rodzajów bodźców z uwzględnieniem ich siły oddziaływania na komórkę.
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. Wyobraź sobie, że masz okazję przeprowadzić wywiad z naukowcem – specjalistą w dziedzinie, której dotyczy e-materiał. Sformułuj pytania, które chciałbyś mu zadać.

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 w sekcji „Animacja” do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania.