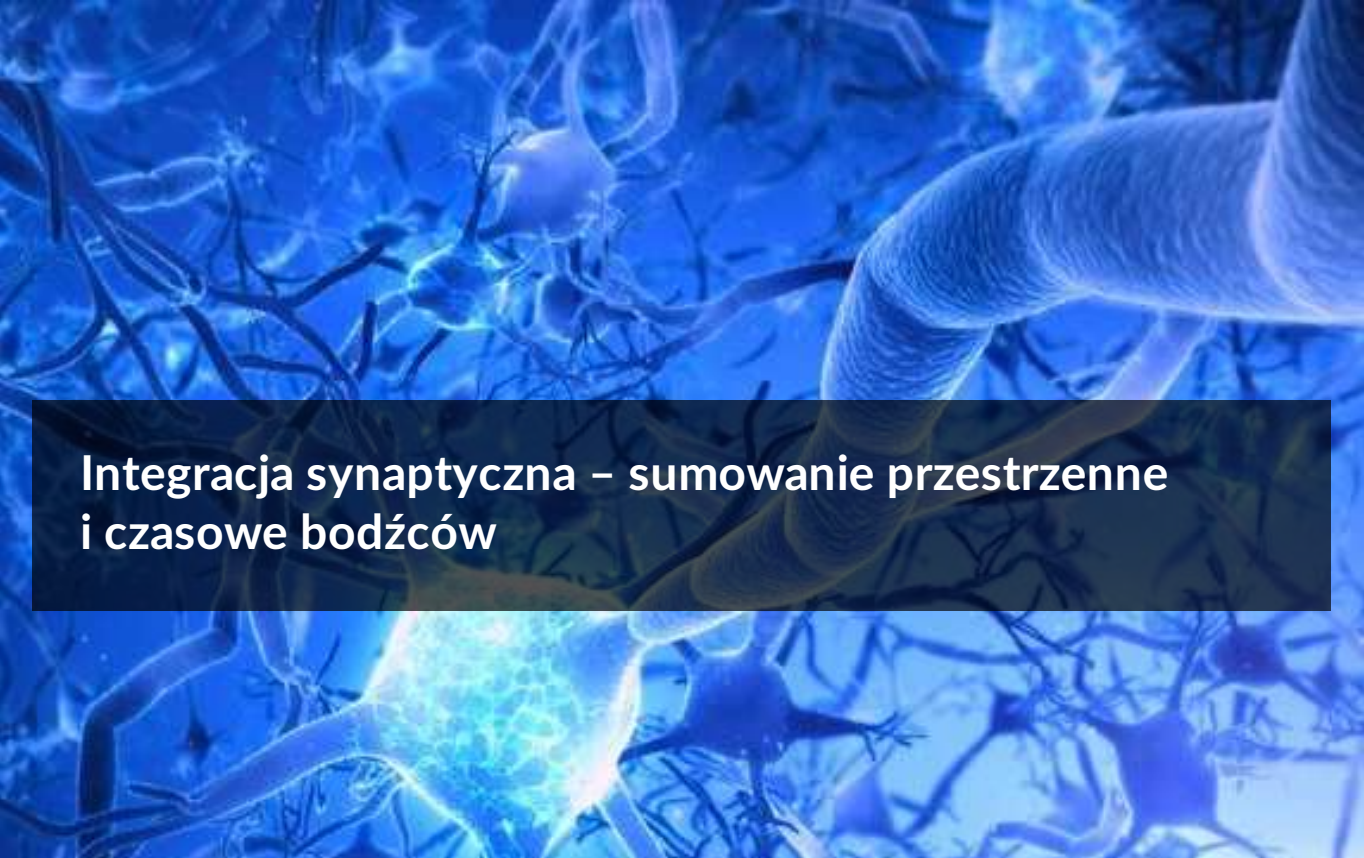


Integracja synaptyczna – sumowanie przestrzenne i czasowe bodźców

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



Integracja synaptyczna – sumowanie przestrzenne i czasowe bodźców

Neuron postsynaptyczny integruje wszystkie pobudzające i hamujące sygnały, które otrzymuje, i finalnie „decyduje”, czy zostanie wzbudzony potencjał czynnościowy.

Źródło: Scientific Animations, licencja: CC BY-SA 4.0.

Przekazywanie informacji między komórkami nerwowymi odbywa się w obrębie synaps, które zapewniają łączność czynnościową między neuronami. W synapsie jeden neuron wysyła wiadomość do docelowego neuronu, czyli innej komórki. Większość synaps to synapsy chemiczne. Te synapsy komunikują się dzięki neuroprzekaźnikom. Inne synapsy to synapsy elektryczne, w których jony przepływają bezpośrednio między komórkami.

Ponieważ na ciele neuronów, a także w okolicach ich dendrytów, znajduje się wiele zakończeń synaptycznych, może dochodzić do integracji (sumowania) efektów pobudzenia komórek nerwowych.

Twoje cele

- Scharakteryzujesz typy zjawisk integracyjnych zachodzących w obszarach synaptycznych.
- Określisz warunki konieczne do wystąpienia sumowania w czasie lub przestrzeni.
- Wyjaśnisz znaczenie fizjologiczne sumowania w czasie i przestrzeni.

Przeczytaj

Pojedyncze neurony tworzą połączenia z neuronami docelowymi dla danego bodźca i pobudzają lub hamują ich aktywność. Tak powstaje obwód, który przetwarza otrzymywane informacje i generuje odpowiedź. Przekazywanie informacji między neuronami odbywa się za pośrednictwem połączeń anatomiczno-funkcjonalnych zwanych **synapsami**.

Każda synapsa składa się z **elementu presynaptycznego** należącego do neuronu przekazującego **impuls nerwowy** (neuronu presynaptycznego) oraz **elementu postsynaptycznego** stanowiącego część neuronu odbierającego ten impuls (neuronu postsynaptycznego). Mała przerwa między zakończeniem **aksonu** neuronu presynaptycznego a błoną komórki postsynaptycznej to **szczelina synaptyczna**.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RLzrkTjXTH7iR>

Synapsa – model 3D.

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

Film przedstawia synapsę w widoku 3D.

Elementy postsynaptyczne są miejscem integracji potencjałów lokalnych, nazywanych **potencjałami postsynaptycznymi**. Ponieważ potencjały postsynaptyczne trwają określony czas (od kilku do kilkudziesięciu milisekund), istnieje możliwość ich sumowania. Integracja potencjałów postsynaptycznych zachodzi dzięki specyficznym układom połączeń między

komórkami nerwowymi, tworzącymi sieci neuronalne typu dywergencyjnego lub konwergencyjnego.

dywergencja – połączenie między komórkami nerwowymi, w którym jeden neuron presynaptyczny łączy się z kilkoma neuronami postsynaptycznymi

konwergencja – połączenie między komórkami nerwowymi, w którym wiele neuronów presynaptycznych łączy się z pojedynczym neuronem postsynaptycznym

Sumowanie w czasie

Pojedynczy potencjał postsynaptyczny ma zazwyczaj wartość podprogową i wywołuje w komórce postsynaptycznej jedynie lokalne zmiany potencjału błonowego, które ze względu na ograniczony zasięg i krótki czas trwania szybko ulegają wygaszeniu. Nie są więc w stanie wywołać **potencjału czynnościowego**.

Jednak w sytuacji, gdy do komórki nerwowej dociera seria bodźców podprogowych (potencjałów postsynaptycznych) w taki sposób, że odpowiedź neuronu postsynaptycznego na wcześniejszy bodziec nie ulegnie wygaszeniu, zanim pojawi się następny **potencjał lokalny**, zmiany potencjału błonowego mogą ulec zsumowaniu.

Jeżeli zmiany mają charakter depolaryzacyjny, dochodzi w neuronie postsynaptycznym do stopniowego wzrostu wartości potencjału błonowego, aż do wartości potencjału progowego i wygenerowania potencjału czynnościowego. Ten typ sumowania kolejno pojawiających się postsynaptycznie efektów (tzw. **sumowanie czasowe**) stanowi ważny mechanizm, dzięki któremu już niewielkie (podprogowe) potencjały lokalne o charakterze depolaryzacyjnym są w stanie wywołać potencjał czynnościowy w komórce nerwowej

Sumowanie w przestrzeni

Znaczenie fizjologiczne zjawisk integracyjnych w obrębie synaps

Postsynaptycznie zjawiska integracyjne, niezależnie od ich charakteru, prowadzą do pojawienia się tego samego zjawiska fizjologicznego, czyli potencjału czynnościowego.

Sumowanie w czasie i w przestrzeni umożliwia stopniowy wzrost potencjału błonowego neuronu postsynaptycznego do wartości progowej, po osiągnięciu której dochodzi do wygenerowania potencjału czynnościowego.

Słownik

akson

pojedyncza, długa wypustka komórki nerwowej; przewodzi impuls od ciała komórki do efektorów lub kolejnej komórki nerwowej

dendryt

krótka wypustka komórki nerwowej; odbiera impulsy nerwowe od zakończeń aksonów innych neuronów i przekazuje je do ciała komórki

impuls nerwowy

przemieszczający się po błonie komórkowej neuronu potencjał czynnościowy

potencjał czynnościowy

prześciowa zmiana potencjału błonowego komórki; pojawia się w następstwie zadziałania na komórkę pobudliwą bodźca co najmniej progowego

potencjał lokalny

prześciowa i krótkotrwała zmiana potencjału błonowego komórki; pojawia się w następstwie zadziałania na komórkę pobudliwą bodźca podprogowego

synapsa

miejsce funkcjonalnego połączenia między komórkami nerwowymi, w którym zachodzi przekazywanie impulsu nerwowego

Film

Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie porównaj synapsy elektryczne i chemiczne, uwzględniając ich mocne i słabe strony.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1liZzUmGvECN>

Integracja synaptyczna – sumowanie przestrzenne i czasowe bodźców.

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

Film opisuje integrację synaptyczną – sumowanie przestrzenne i czasowe bodźców.

Polecenie 2

Wskaż dwie różnice między sumowaniem przestrzennym a sumowaniem czasowym bodźców.

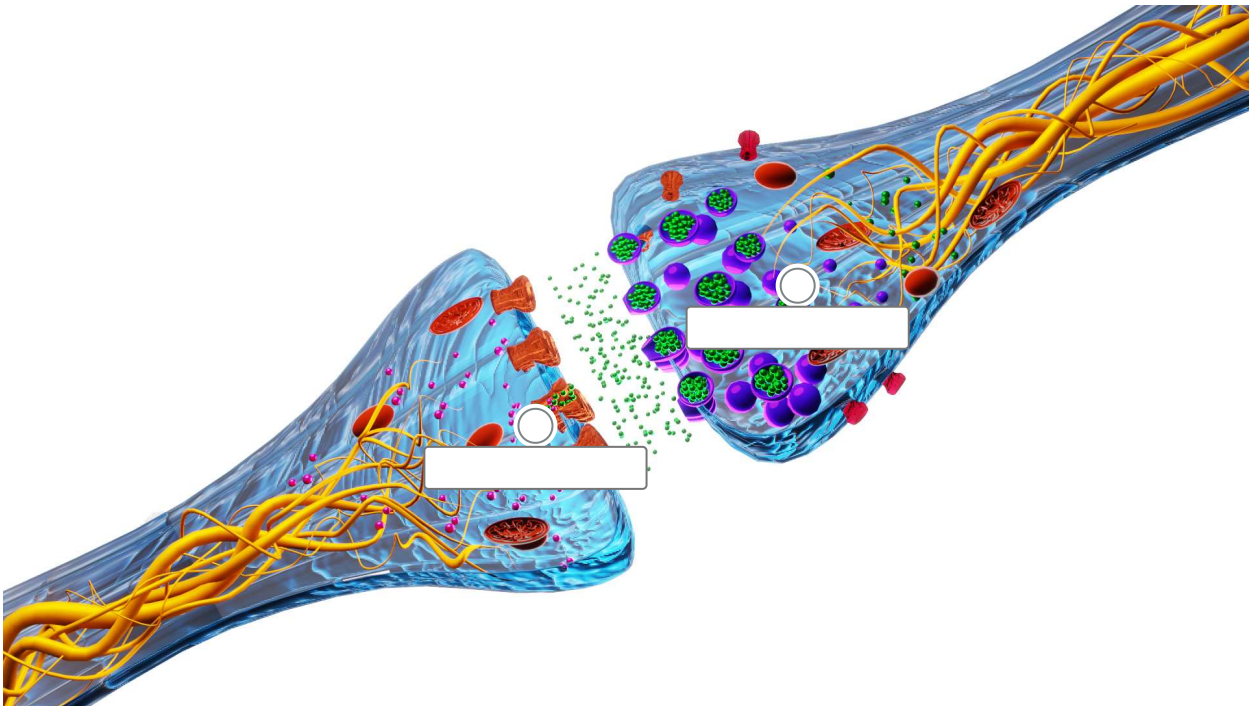
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



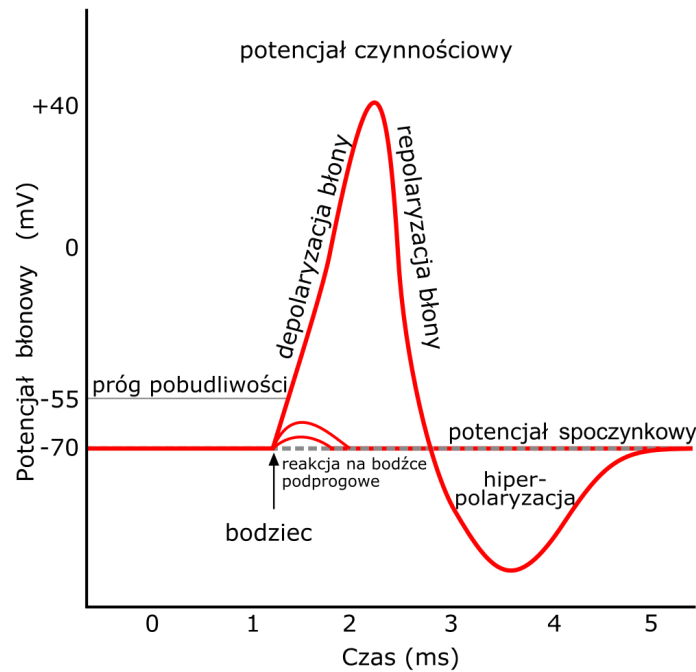
Przecignij w odpowiednie miejsca prawidłowe określenia poszczególnych neuronów.



postsynaptyczny

presynaptyczny

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



Wykres obrazujący zmiany wartości potencjału błonowego komórki nerwowej podczas trwania potencjału czynnościowego.

Źródło: Joanna Kośmider, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Odczytaj z wykresu, jaką wartość muszą w sumie osiągnąć impulsy docierające do neuronu, aby możliwe było wygenerowanie potencjału czynnościowego.

☐ Muszą w sumie osiągnąć wartość 40 mV.

☐ Muszą w sumie osiągnąć wartość 70 mV.

☐ Muszą w sumie osiągnąć wartość 55 mV.

☐ Muszą w sumie osiągnąć wartość 25 mV.

Ćwiczenie 3



Połącz pojęcia z odpowiednimi definicjami.

potencjał czynnościowy

zazwyczaj krótka i silnie rozgałęziona wypustka cytoplazmatyczna odchodząca od ciała komórkowego komórki nerwowej

impuls nerwowy

przemieszczający się po błonie komórkowej neuronu potencjał czynnościowy

synapsa

najdłuższa wypustka cytoplazmatyczna komórki nerwowej

dendryt

przejściowa zmiana potencjału błonowego komórki, pojawiająca się w następstwie zadziałania na komórkę pobudliwą bodźca co najmniej progowego

potencjał lokalny

przejściowa i krótkotrwała zmiana potencjału błonowego komórki, pojawiająca się w następstwie zadziałania na komórkę pobudliwą bodźca podprogowego

akson

połączenie anatomiczno-funkcjonalne umożliwiające przekazywanie pobudzenia z jednej komórki nerwowej na drugą

Ćwiczenie 4



Określ, czy poniższy opis odnosi się do konwergencji czy do dywergencji:

W tym rodzaju połączenia jeden neuron presynaptyczny połączony jest z kilkoma neuronami postsynaptycznymi.

☐ Opis odnosi się do dywergencji.

☐ Opis odnosi się do konwergencji.

Ćwiczenie 5



Wybierz i zaznacz poprawne określenia, tak aby tekst zawierał prawdziwe informacje.

Pomiędzy jednym a drugim elementem występuje przestrzeń zwana szczeliną synaptyczną.

Elementy ☐ presynaptyczne ☐ postsynaptyczne ☐ są miejscem integracji potencjałów

☐ lokalnych ☐ progowych ☐ , określanych w tym przypadku potencjałami

☐ postsynaptycznymi ☐ presynaptycznymi ☐ . Ponieważ potencjały postsynaptyczne

trwają określony czas (od kilku do kilkudziesięciu ☐ milisekund ☐ ☐ mikrosekund ☐),

istnieje możliwość ich sumowania. Integracja ☐ impulsów ☐ ☐ potencjałów ☐

postsynaptycznych zachodzi dzięki specyficznym układom połączeń między komórkami nerwowymi tworzącymi sieci neuronalne typu dywergencyjnego lub konwergencyjnego.

Ćwiczenie 6



Oceń i wskaż, czy poniższe zdania są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Pojedynczy potencjał postsynaptyczny ma zazwyczaj wartość podprogową.	☐	☐
Neuryt to rodzaj dendrytu charakteryzujący się występowaniem jedynie kilku rozgałęzień.	☐	☐
Aby wywołać w komórce postsynaptycznej potencjał czynnościowy, w wyniku sumowania w czasie musi zostać przekroczona wartość progowa potencjału.	☐	☐
Pęcherzyki synaptyczne z cząsteczkami neurotransmitera znajdują się wyłącznie wewnątrz neuronu presynaptycznego.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, jakie jest znaczenie fizjologiczne zjawisk integracyjnych zachodzących w obrębie synaps.

Ćwiczenie 8



Korzystając z własnej wiedzy oraz treści lekcji, określ, co się stanie, jeśli do neuronu postsynaptycznego dotrze dokładnie tyle impulsów, ile jest koniecznych do przekroczenia wartości progowej potencjału, i wszystkie będą pochodzić z jednego neuronu presynaptycznego. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Integracja synaptyczna – sumowanie przestrzenne i czasowe bodźców

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):

- Scharakteryzujesz typy zjawisk integracyjnych zachodzących w obszarach synaptycznych.
- Określisz warunki konieczne do wystąpienia sumowania w czasie lub przestrzeni.
- Wyjaśnisz znaczenie fizjologiczne sumowania w czasie i przestrzeni.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- gwiazda pytań;
- gra dydaktyczna.

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.

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. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel rozpoczyna pogadankę, zadając pytanie:
 - Na czym polega sumowanie czasowe i przestrzenne bodźców?

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Film”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium. Uczniowie zapoznają się z filmem, a następnie w parach tworzą tabelę porównującą synapsy elektryczne i chemiczne, uwzględniając wady i zalety poszczególnych synaps (polecenie nr 1).
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objaśnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie integracji synaptycznej, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie. Następnie każdy zespół dopisuje dwa kolejne pytania i daje je do rozwiązania innej grupie. Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 1 do 5 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy interaktywnej lub przy użyciu rzutnika temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W kontekście wyświetlonych treści prosi uczniów o rozwinięcie zdania: „Na dzisiejszej lekcji nauczyłem/nauczyłam się...”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenie nr 6 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie nr 8 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.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 78.05 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Film” w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej.