

Katedra i Zakład Biofizyki

Transmisja synaptyczna

- [Budowa synapsy chemicznej](#)
- [Transmisja w synapsie nerwowo-mięśniowej](#)
 - [Synapsy pobudzające i hamujące](#)
 - [Synapsy elektryczne](#)

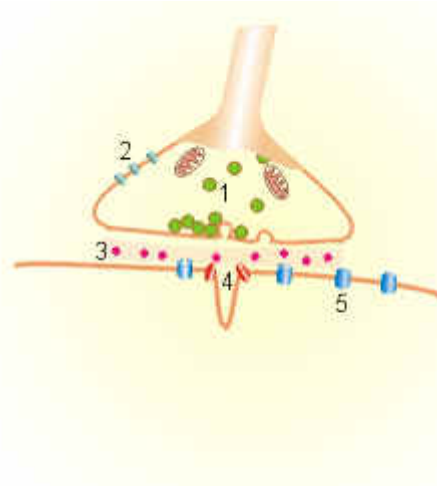
Budowa synapsy chemicznej

Synapsa chemiczna umożliwia przekazywanie pobudzenia elektrycznego pomiędzy błonami dwu komórek: presynaptycznej (przekazującej pobudzenie) i postsynaptycznej (odbierającej je). Budowa i działanie synapsy chemicznej zostanie omówione na przykładzie **synapsy nerwowo- mięśniowej**. Komórką

presynaptyczną jest w tym przypadku komórka nerwowa, której wypustki (aksony) na zakończeniach kontaktujących się z powierzchnią komórki postsynaptycznej (mięśniowej) uformowane są w kształt kolbek - nazywamy je kolbkami synaptycznymi. Błona kolbki synaptycznej znajduje się w odległości 30-50 nm od powierzchni błony komórki mięśniowej - przestrzeń pomiędzy tymi błonami nazywamy szczeliną synaptyczną. Istotnymi - z punktu widzenia pełnionej przez synapsę funkcji - elementami kolbki presynaptycznej są: pęcherzyki synaptyczne (1), napięciowo-zależne kanały wapniowe (2) oraz tzw. strefy aktywne. Pęcherzyki synaptyczne wypełnione są substancją przenoszącą sygnał chemiczny - transmittersem.

W połączeniu nerwowo-mięśniowym transmittersem jest acetylocholina (ACh). W błonach pęcherzyków znajdują się białka mające za zadanie zakotwiczenie pęcherzyków przy błonie presynaptycznej w rejonie stref aktywnych i następnie umożliwienie fuzji (połączenia się) błon pęcherzyków z błoną presynaptyczną. W szczelinie synaptycznej znajduje się enzym (esteraza acetylocholinowa - 3) rozkładający acetylocholinę na cholinę i octan. W błonie postsynaptycznej znajduje się znaczna ilość [kanałów jonowych](#) zależnych od ligandu - receptorów acetylocholiny (AChR - 4) oraz napięciowo-zależnych kanałów sodowych (5).

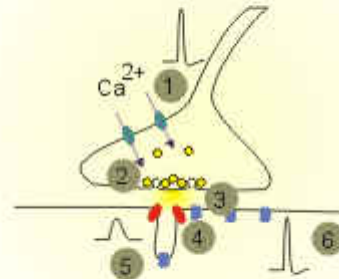
Synapsy chemiczne charakteryzują się występowaniem w nich opóźnienia w przekazywaniu potencjału czynnościowego pomiędzy komórkami. Spowodowane jest ono tym, że przetworzenie presynaptycznego potencjału czynnościowego na sygnał chemiczny, przekazanie tego sygnału i przetworzenie go na potencjał czynnościowy postsynaptyczny wymaga pewnej ilości czasu. Oprócz tej "wady" synapsy chemiczne posiadają ogromną zaletę, jaką jest bardzo szeroka gama możliwości regulacji ich działania.



Transmisja w synapsie nerwowo-mięśniowej

Impuls nerwowy rozchodzący się po błonie komórki nerwowej dociera do zakończenia nerwowego i powoduje otwarcie kanałów wapniowych znajdujących się w błonie kolbki synaptycznej (1). Jony wapnia napływające do wnętrza kolbki wyzwalają szereg procesów prowadzących do fuzji pęcherzyków synaptycznych z błoną

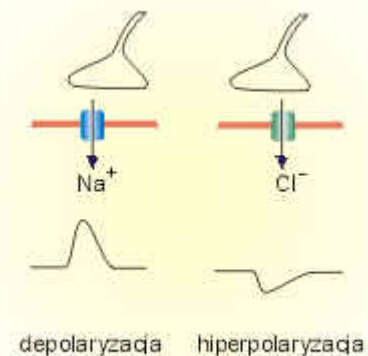
presynaptyczną (2) i wyrzucenia zawartego w nich transmittera do szczeliny synaptycznej (3). W typowym połączeniu nerwowo-mięśniowym jednorazowo z błoną łączy się około 200-300 pęcherzyków, na skutek czego do szczeliny synaptycznej wyrzucanych jest około 10 000 cząsteczek transmittera. Cząsteczki acetylocholinyny dyfundując w szczeliny synaptycznej docierają do powierzchni błony postsynaptycznej i przyłączają się do miejsc wiążących znajdujących się w cząteczkach białek kanałów zależnych od ligandu (4). To z kolei powoduje otwarcie tych kanałów; napływ do wnętrza komórki postsynaptycznej (mięśniowej) jonów sodu i w rezultacie jej depolaryzację (5), nazywaną postsynaptycznym potencjałem pobudzającym (EPSP). Jeśli depolaryzacja związana z EPSP przekroczy wartość **potencjału progowego** dla danej błony to dzięki obecności w niej napięciowo-zależnych kanałów sodowych wyzwalany jest potencjał czynnościowy komórki postsynaptycznej (6). Cząsteczki acetylocholinyny nie mogą długo przebywać w szczeliny synaptycznej - powodowałyby one ciągłe pobudzanie błony postsynaptycznej. Za usuwanie cząsteczek transmittera ze szczeliny synaptycznej odpowiedzialne są trzy mechanizmy: rozkładanie przez enzym (esterazę acetylocholinową), dyfuzyjna ucieczka ze szczeliny oraz ponowne "wciągnięcie" do pęcherzyków synaptycznych (endocytoza). Pewna część pęcherzyków w chwilę po wypuszczeniu transmittera nie wtapia się bowiem w błonę presynaptyczną, ale powraca do wnętrza kolbki synaptycznej.



Synapsy pobudzające i hamujące

Omówiona powyżej synapsa nerwowo-mięśniowa jest przykładem **synapsy pobudzającej**. Sygnał chemiczny przenoszony przez szczelinę synaptyczną powoduje bowiem depolaryzację błony postsynaptycznej, czyli pobudza komórkę do generowania potencjału czynnościowego. Takie działanie synapsy wynika z tego, że sygnał chemiczny otwiera kanały kationo-selektywne - wpuszczające dodatnie jony do wnętrza komórki i powodujące tym samym wzrost potencjału błonowego. W **synapsach hamujących** pojawienie się transmittera w szczeliny synaptycznej powoduje otwieranie się kanałów aniono-selektywnych (chlorkowych). Po otwarciu przepuszczają one jony chlorkowe do wnętrza komórki postsynaptycznej powodując tym samym jej hiperpolaryzację. Obniżenie potencjału błonowego utrudnia pobudzenie komórki, bowiem osiągnięcie w tym stanie progu pobudzenia wymaga podniesienia potencjału błonowego o wartość większą niż wówczas, gdy komórka jest w stanie spoczynku.

Synapsy pobudzające i hamujące pełnią bardzo ważną rolę w sterowaniu procesem generowania potencjałów czynnościowych np. komórek nerwowych. Na ich powierzchni znajduje się na ogół wiele połączeń synaptycznych i w związku z tym o pobudzeniu pojedynczej komórki decyduje wypadkowy efekt ich działania. Tego typu sterowanie zachowaniem komórek nerwowych jest podstawą działania sieci neuronowych.

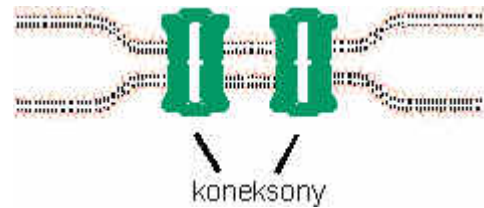


Synapsy elektryczne

Oprócz opisanych powyżej synaps chemicznych potencjał czynnościowy może być przekazywany z jednej komórki do

drugiej poprzez **synapsę elektryczną** nazywaną też połączeniem szczelinowym. Tego typu synapsa stanowi bezpośrednie elektryczne połączenie pomiędzy komórkami. Odległość pomiędzy [błonami komórek](#) jest w takiej synapsie mniejsza niż w synapsie chemicznej i wynosi zaledwie około 3-5 nm. W błonach obu kontaktujących się komórek w rejonie złącza znajdują się cząsteczki białka (koneksyny) tworzące razem tzw. konekson czyli pore wodną łączącą wnętrza obu komórek.

Dzięki temu potencjał czynnościowy z jednej z tych komórek przenosi się bez pośrednictwa etapu chemicznego do drugiej z nich. Zaletą synaps elektrycznych jest niewątpliwie szybkość ich działania - sygnał jest przekazywany pomiędzy komórkami praktycznie bez opóźnienia. W odróżnieniu jednak od synaps chemicznych istnieje znacznie mniej możliwości regulowania ich działania. Z tego względu synapsy elektryczne spotykane są w organizmie jedynie tam, gdzie istnieje potrzeba szybkiego przekazania potencjału czynnościowego praktycznie bez możliwości wyrafinowanego sterowania tym przekazem (np. w niektórych częściach mięśnia serca).



[Powrót](#)

Copyright © 1998 Katedra i Zakład Biofizyki

Copyright ©; 1998-2010 Katedra i Zakład Biofizyki

Uwagi wyślesz tu: [LF](#)

Ostatnia aktualizacja: