

KURS

„BIOLOGIA POD KLUCZ"

UKŁAD NERWOWY, CZĘŚĆ 1

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego.

2. Przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników.

3. Przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym.

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



4. Porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się.

5. Przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów człowieka.

6. Przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu.

7. Wyróżnia rodzaje receptorów u człowieka ze względu na rodzaj odbieranego bodźca.

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



8. Wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją.

9. Wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu.

10. Przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.



IMPULS NERWOWY

IMPULS NERWOWY



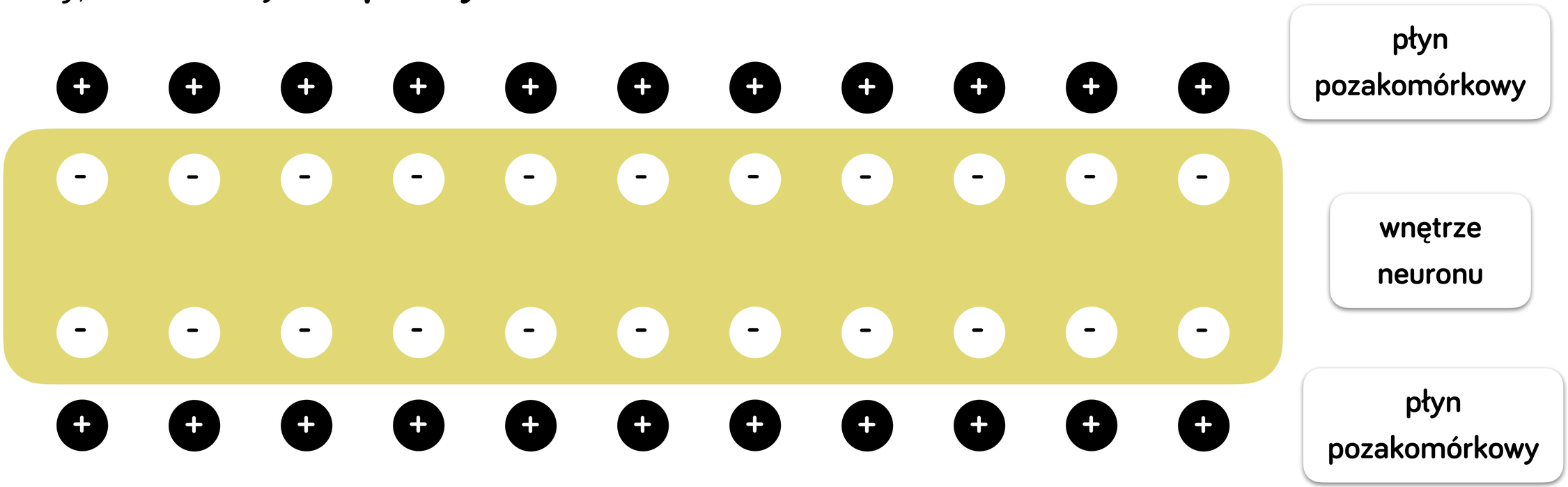
Powstawanie i przewodzenie impulsu nerwowego odbywa się na zasadzie **przepływu jonów** przez **błonę komórkową** między **wnętrzem neuronu** a **środowiskiem zewnątrzkomórkowym**.

Błona neuronu w spoczynku jest **spolaryzowana**, pod wpływem **bodźca** ulega **depolaryzacji**, a następnie, wskutek **repolaryzacji**, wraca do stanu wyjściowego.

1. **POLARYZACJA**
2. **DEPOLARYZACJA**
3. **REPOLARYZACJA**

POLARYZACJA

W stanie spoczynku **wewnątrz** neuronu znajduje się więcej **jonów ujemnych** (głównie anionów białkowych) niż dodatnich, a w **płynie pozakomórkowym** więcej **jonów dodatnich** (jonów sodu) niż ujemnych. Taki stan błony określa się mianem **polaryzacji** - mówimy, że błona jest **spolaryzowana**.



POLARYZACJA



Występująca pomiędzy środowiskiem zewnętrznym a wnętrzem neuronu różnica ładunków elektrycznych warunkuje **potencjał spoczynkowy błony**. Ma on zawsze wartość **ujemną**, wynoszącą średnio około **-70mV** (miliwoltów).

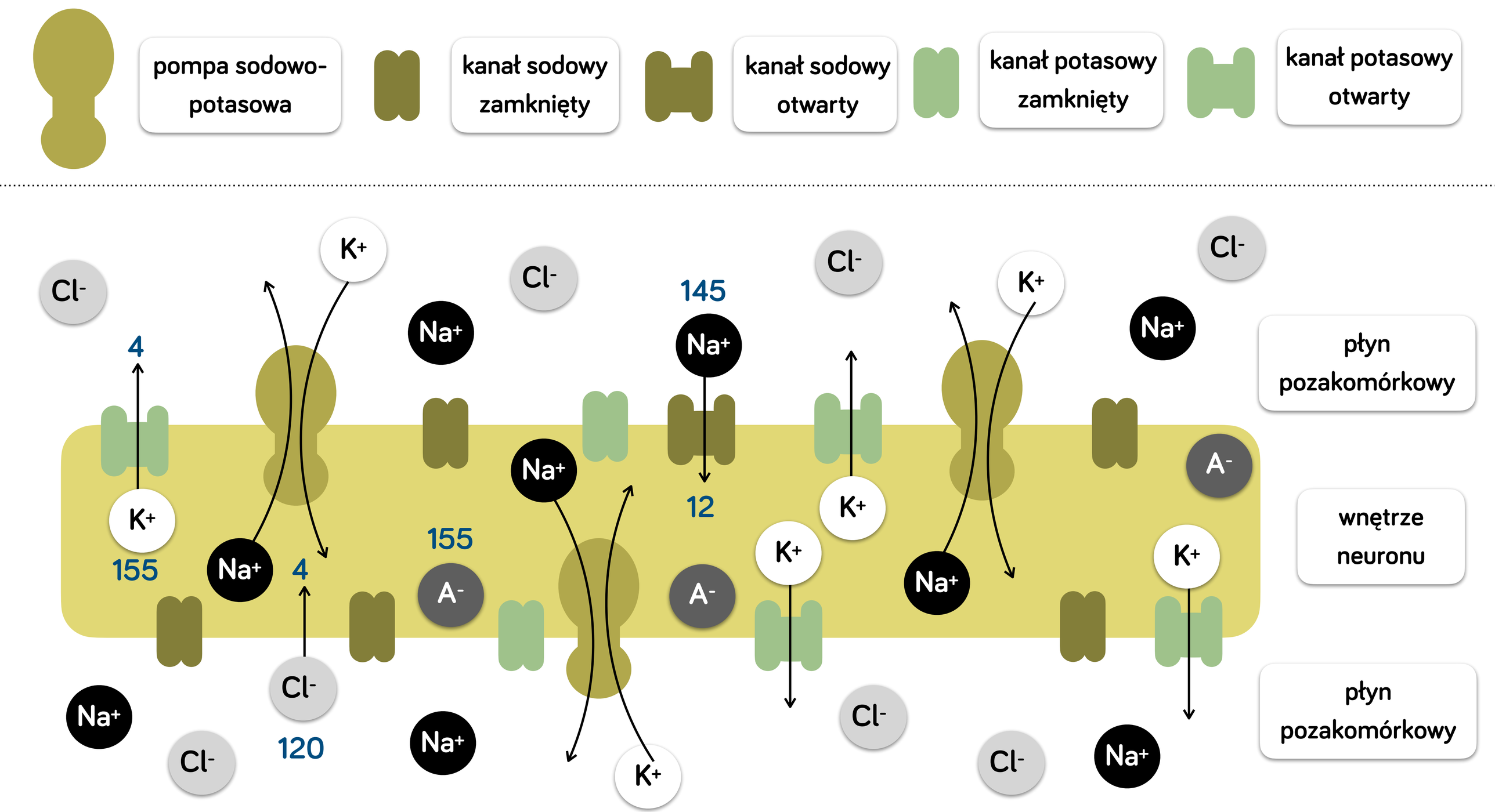
Ponieważ na zewnątrz błony jest większe stężenie jonów Na^+, a wewnątrz jonów K^+, to **zgodnie z gradientem stężeń jony te dyfundują przez błonę neuronu**. Dyfuzja Na^+ jest jednak **ograniczona**, bo **kanały sodowe są w większości zamknięte**, w przeciwieństwie do otwartych kanałów potasowych

POLARYZACJA



Pomimo ciągłej dyfuzji jonów **nigdy nie dochodzi do wyrównania ich stężeń po obu stronach w warunkach spoczynku**. Przeciwdziała temu **pompa sodowo-potasowa**.

Jej mechanizm oparty jest na **aktywnym** transporcie jonów - pompa ta **usuwa na zewnątrz jony Na^+**, a do **wnętrza wprowadza jony K^+**.


pompa sodowo-potasowa
kanał sodowy zamknięty
kanał sodowy otwarty
kanał potasowy zamknięty
kanał potasowy otwarty
płyn pozakomórkowy
wnętrze neuronu
płyn pozakomórkowy
4
155
145
12
155
4
120

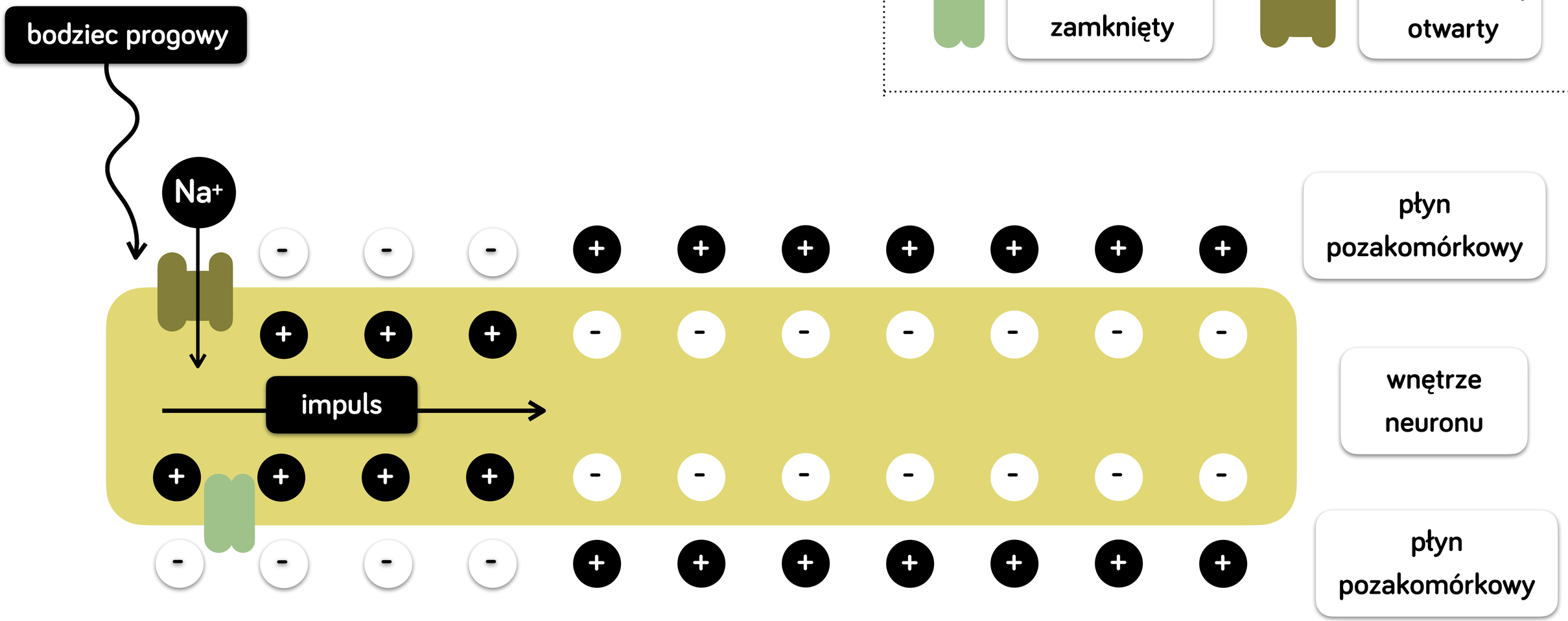
DEPOLARYZACJA



W momencie zadziałania bodźca **otwierają się kanały sodowe** w błonie neuronu, przez które **napływają jony Na^+ do wnętrza komórki** (jednocześnie kanały potasowe zamykają się). Taką chwilową zmianę ładunków nazywamy **depolaryzacją** - wówczas wewnątrz neuronu dominują jony **dodatnie**, a na zewnątrz - jony **ujemne** (wynika to z obecności anionów chlorkowych Cl^-).

Dochodzi wtedy do krótkotrwałej zmiany potencjału spoczynkowego błony neuronu na **potencjał czynnościowy**, który wynosi około **+30 mV**. Powstaje **impuls nerwowy**.

DEPOLARYZACJA



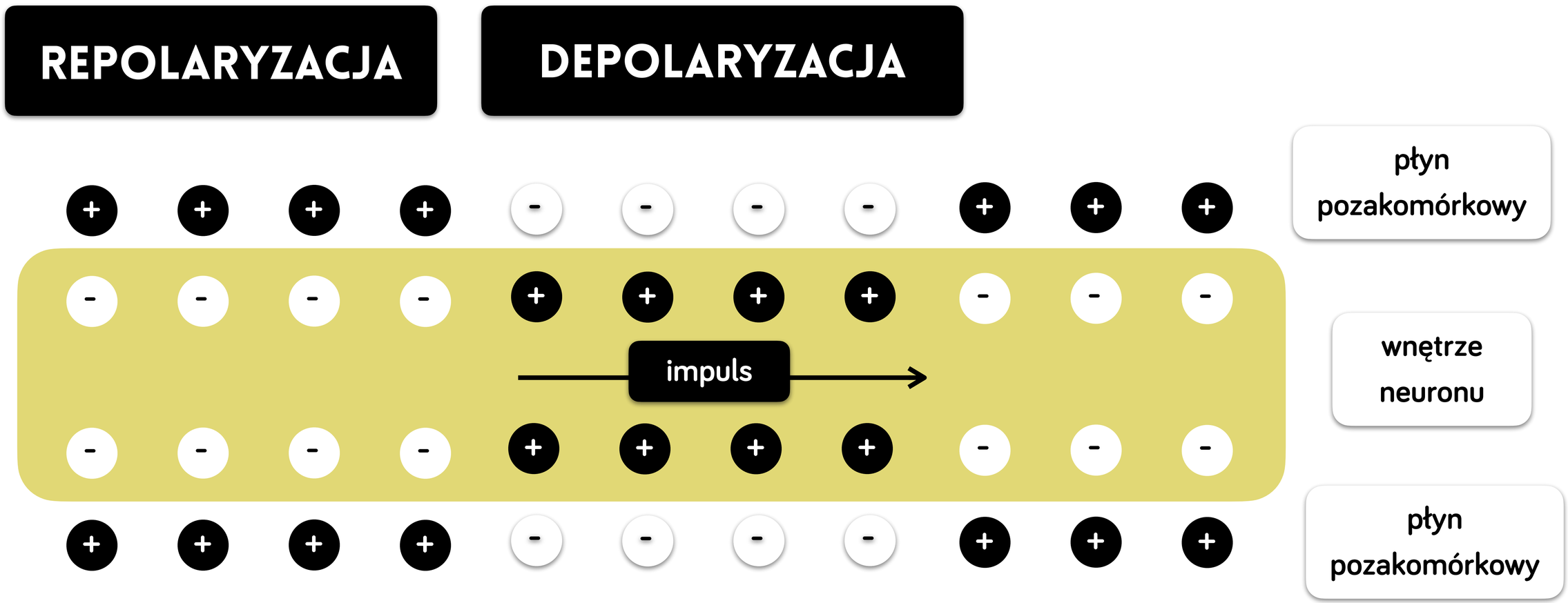
REPOLARYZACJA



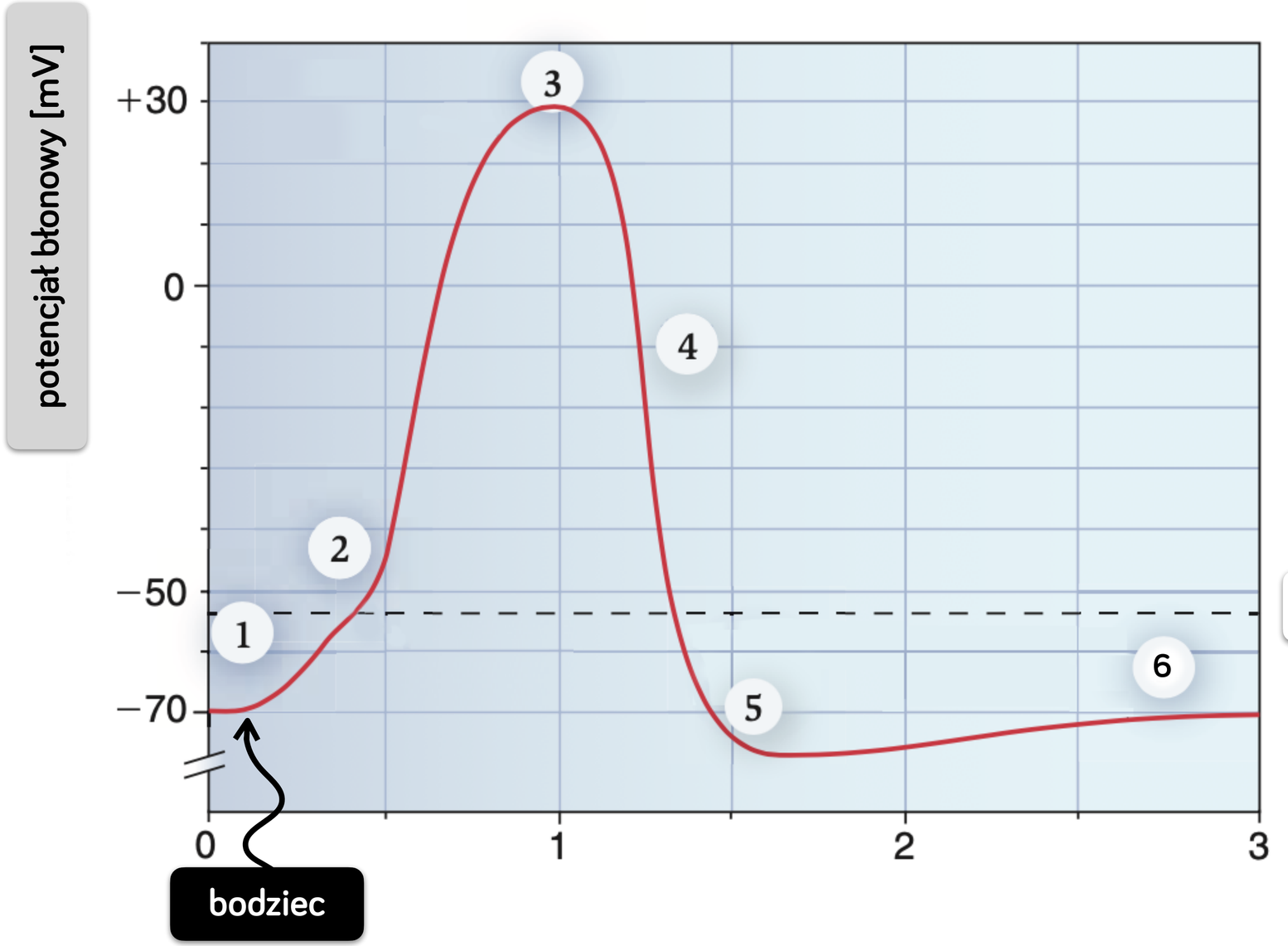
Fala depolaryzacyjna, czyli **impuls nerwowy** przemieszcza się wzdłuż neuronu. Jednocześnie poprzednie odcinki neuronu przechodzą w stan spoczynku dzięki **repolaryzacji**.

W wyniku ustania bodźca **zamykają się kanały sodowe**, co hamuje napływ jonów Na^+ do wnętrza neuronu (jednocześnie kanały potasowe otwierają się). **Pompa sodowo-potasowa usuwa jony Na^+ z wnętrza neuronu**, dzięki czemu dochodzi do wyjściowego **powrotu ładunków po obu stronach błony**.

REPOLARYZACJA



PRZEBIEG POTENCJAŁU CZYNNOŚCIOWEGO



1. polaryzacja
2. depolaryzacja
3. szczyt potencjału czynnościowego
4. repolaryzacja
5. hiperpolaryzacja
6. polaryzacja

PRÓG POBUDLIWOŚCI



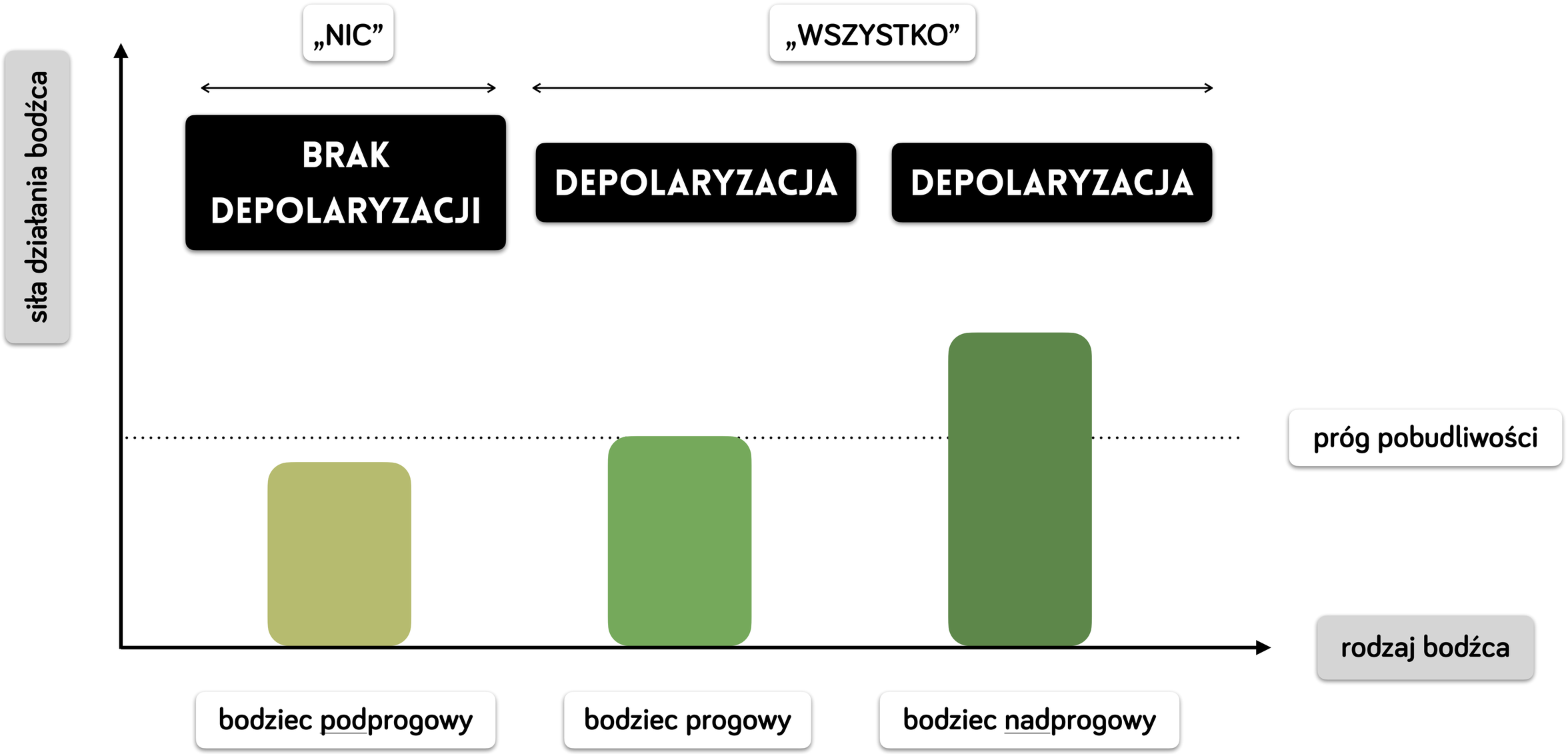
Próg pobudliwości - jest określany jako najmniejsza wartość potencjału błonowego, przy której wyzwalany jest potencjał czynnościowy.

Bodziec podprogowy - bodziec o zbyt małej sile by wywołać depolaryzację błony neuronu.

Bodziec progowy - bodziec o minimalnej sile działania, która wywołuje depolaryzację błony neuronu (powstanie potencjału czynnościowego).

Bodziec nadprogowy - bodziec, który także wywołuje depolaryzację błony neuronu.

PRÓG POBUDLIWOŚCI



ZASADA WSZYSTKO ALBO NIC



Neurony działają zgodnie z zasadą "**wszystko albo nic**”.

Zasada to oznacza, że neuron:

- albo **wytworzy potencjał czynnościowy**, który będzie mieć taką samą wartość bez znaczenia jak silny bodziec zadziałał (wystarczy, że będzie to bodziec progowy),
- albo w ogóle **nie wytworzy potencjału czynnościowego** (w momencie, gdy zadziała na niego bodziec podprogowy).

ZASADA WSZYSTKO ALBO NIC

Ten proces działa podobnie do **naciśnięcia spustu pistoletu**. Bardzo niewielki nacisk na spust nie będzie wystarczający i pistolet nie będzie strzelał.

Po naciśnięciu spustu pod odpowiednią siłą pistolet wystrzeli. **Prędkość i siła kuli nie zależy od tego, jak mocno pociągasz za spust.** Pistolet albo strzela, albo nie.

W tej analogii bodziec reprezentuje siłę przyłożoną do spustu, podczas gdy wystrzał z pistoletu reprezentuje potencjał czynnościowy.



OKRES REFRAKCJI



W miejscu powstania potencjału czynnościowego błona neuronu traci na kilkaset milisekund wrażliwość na bodźce. Mówimy wtedy, że jest w **okresie refrakcji (niewrażliwości komórki na bodziec)**.

Wyróżnia się okres refrakcji:

- **bezwzględny** - kiedy żaden bodziec, nawet o bardzo dużej sile, nie spowoduje depolaryzacji błony,
- **względny** - kiedy tylko bardzo silny bodziec (**nadprogowy**) może wywołać depolaryzację błony.

W czasie potencjału czynnościowego najpierw pojawia się okres refrakcji bezwzględnej, a następnie okres refrakcji względnej.

Zjawisko refrakcji **ogranicza liczbę potencjałów czynnościowych**, które mogą zostać wygenerowane przez neuron oraz **uniemożliwia ich sumowanie (nakładanie się).**



SYNAPSY CHEMICZNE



Synapsa chemiczna w tym temacie zostanie omówiona na przykładzie synapsy **nerwowo-nerwowej**, czyli **połączenia dwóch komórek nerwowych** (neuronów).

Dzięki synapsie możliwe jest **przekazywanie impulsów nerwowych** z jednej komórki na kolejną.

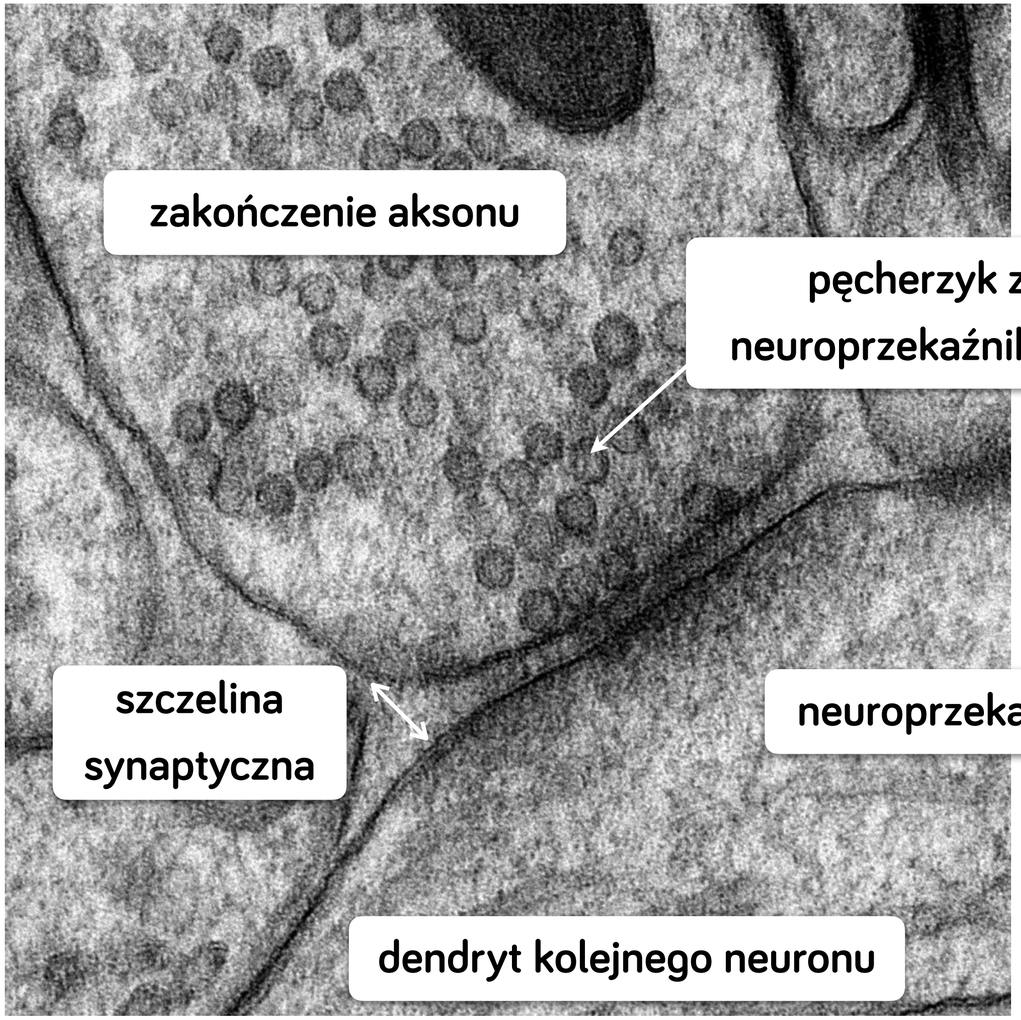


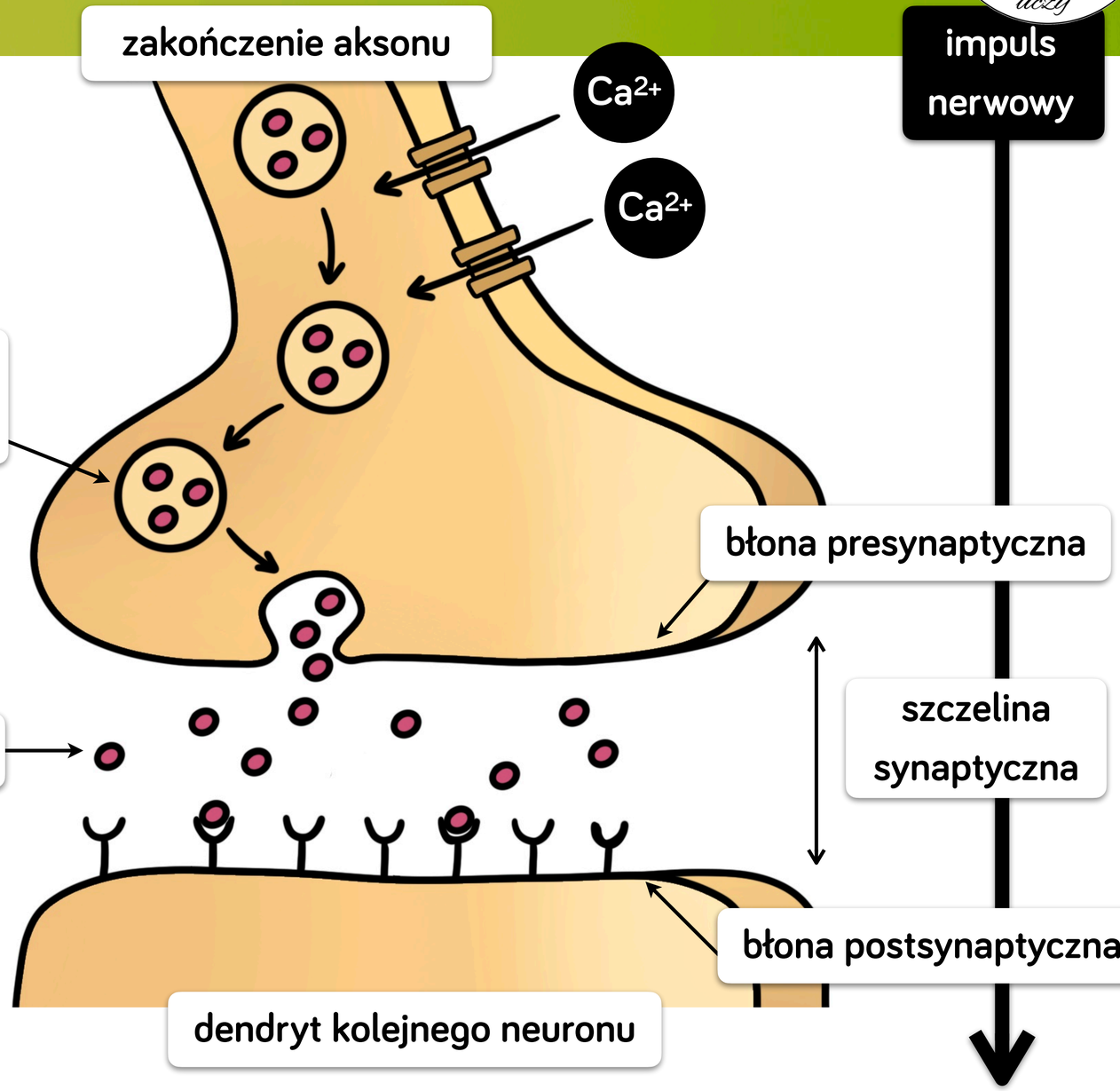
Synapsa chemiczna zbudowana jest z: **zakończenia aksonu jednego neuronu, dendrytu kolejnego neuronu i szczeliny synaptycznej między nimi**. Do szczeliny synaptycznej z zakończenia aksonu uwalniane są **neuroprzekaźniki** (neurotransmittery).

Błona zakończenia aksonu nazywana jest **błoną presynaptyczną**, a błona dendrytu - błoną **postsynaptyczną**. W błonie postsynaptycznej znajdują się **receptory**, do których przyłączają się cząsteczki neuroprzekaźników.

Neuroprzekaźniki zamknięte są w **pęcherzykach synaptycznych**. Do ich uwolnienia niezbędna jest obecność **jonów wapnia** (Ca^{2+}).

Przyłączenie neuroprzekaźnika do receptora wywołuje otwarcie kanałów sodowych i **depolaryzację błony postsynaptycznej** - impuls został przekazany do kolejnej komórki.


zakończenie aksonu
pęcherzyk z neuroprzekaźnikiem
szczelina synaptyczna
dendryt kolejnego neuronu


zakończenie aksonu
Ca^{2+}
Ca^{2+}
impuls nerwowy
błona presynaptyczna
szczelina synaptyczna
neuroprzekaźniki
błona postsynaptyczna
dendryt kolejnego neuronu

NEUROPRZEKAŹNIKI



Neuroprzekaźniki, w zależności od tego jaki efekt wywołują po przyłączeniu do receptora, możemy podzielić na:

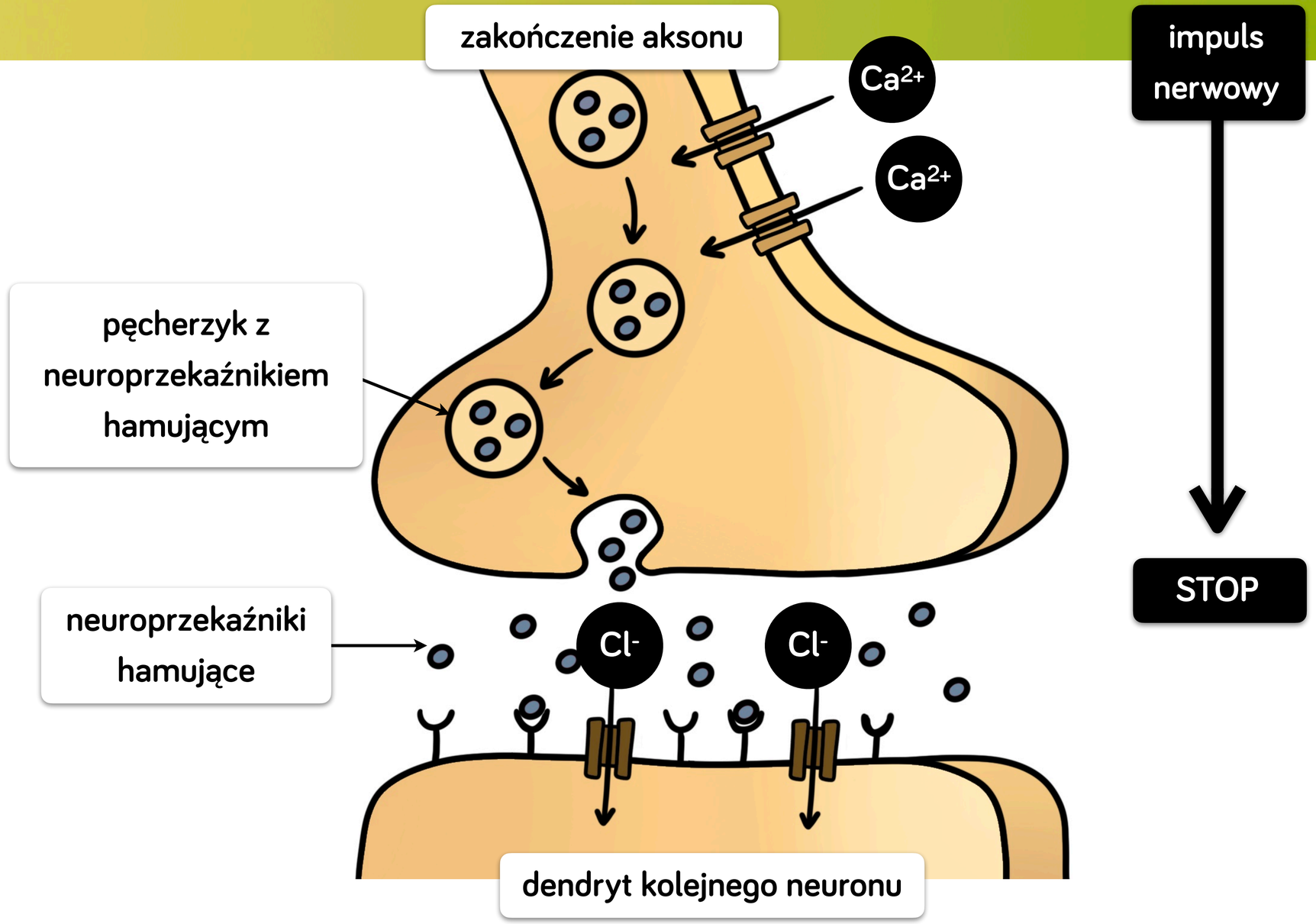
- neuroprzekaźniki **pobudzające** - wywołują **depolaryzację** błony postsynaptycznej, należą do nich: serotonina, noradrenalina, dopamina;
- neuroprzekaźniki **hamujące** - wywołują **hiperpolaryzację** błony postsynaptycznej, należą do nich: glicyna, kwas gamma-aminomasłowy (GABA).

HIPERPOLARYZACJA



Przyłączenie neuroprzekaźnika hamującego do receptora wywołuje **otwarcie kanałów chlorkowych** i **masowy napływ anionów chlorkowych** (Cl^-) do wnętrza neuronu.

Skutkuje to **hiperpolaryzacją** błony postsynaptycznej kolejnego neuronu, czyli jej **nadmierną polaryzacją**. Osiąga ona wtedy potencjał ok. **-80 mV**. Prowadzi to do **zahamowania przesyłania impulsów nerwowych**, ponieważ błona w stanie hiperpolaryzacji nie może ulec depolaryzacji i nie powstanie potencjał czynnościowy.


zakończenie aksonu
Ca^{2+}
Ca^{2+}
pęcherzyk z neuroprzekaźnikiem hamującym
neuroprzekaźniki hamujące
Cl^-
Cl^-
dendryt kolejnego neuronu
impuls nerwowy
STOP



ŁUK ODRUCHOWY

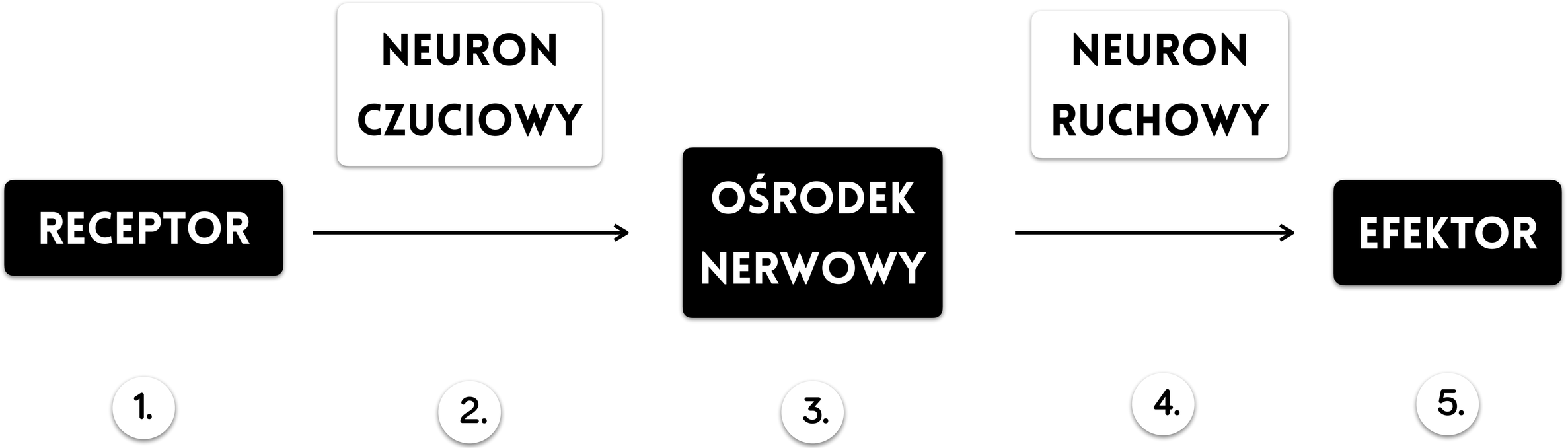


Łuk odruchowy to droga, jaką impuls nerwowy przebywa od receptora do efektora.

Składa się ona z pięciu elementów:

1. receptora,
2. drogi nerwowej dośrodkowej (czuciowej/aferentnej),
3. ośrodka nerwowego,
4. drogi nerwowej odśrodkowej (ruchowej/eferentnej),
5. efektora.

Dzięki łukowi odruchowemu możliwe jest powstanie **odruchu**, czyli szybkiej, powtarzalnej **reakcji organizmu na dany bodziec**.



RECEPTOR I EFEKTOR



Receptor to wyspecjalizowana struktura, która jest w stanie **odebrać bodziec**, w wyniku czego ulega **pobudzeniu**. Powstały w receptorze impuls nerwowy jest przekazywany dalej. Receptorami są **wyspecjalizowane komórki zmysłowe** lub **wolne zakończenia nerwowe**.

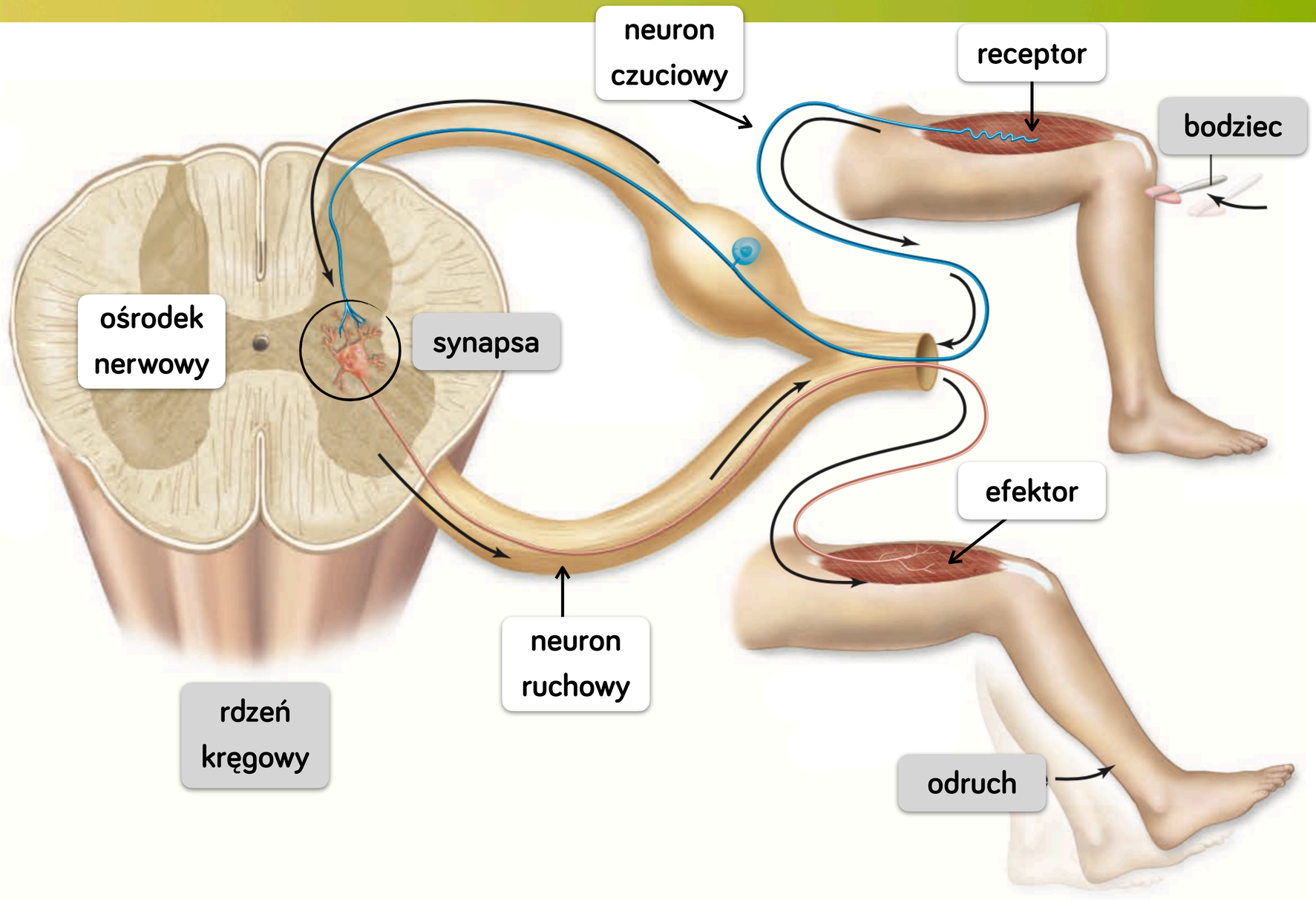
Efektor to narząd wykonawczy, którym jest **mięsień** lub **gruczoł**. Docierający do efektora impuls nerwowy wywołuje **skurcz mięśnia** lub **produkcję i wydzielenie wydzieliny przez gruczoł**.

ODRUCH MONOSYNAPTYCZNY

Odruch przedstawiony na kolejnym schemacie (odruch kolanowy) jest przykładem odruchu **monosynaptycznego**, ponieważ:

- występuje w nim tylko **jedna synapsa** nerwowo-nerwowa,
- nie występuje neuron pośredniczący (interneuron),
- receptor i efektor są **w tym samym narządzie** - w tym przypadku jest to - receptor: wrzecionko mięśniowe i efektor: mięsień czworogłowy uda (prostownik kolana).

ODRUCH MONOSYNAPTYCZNY



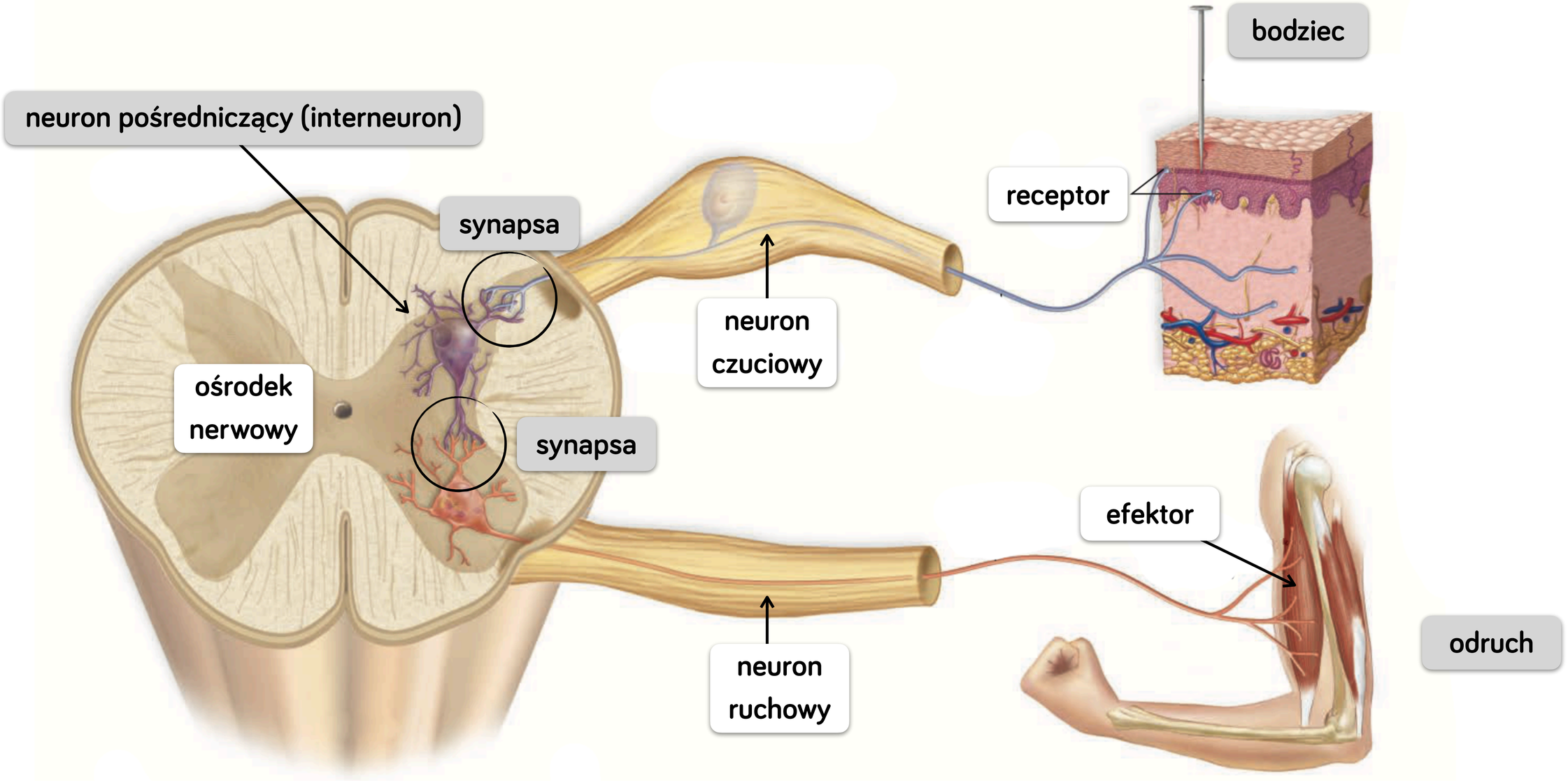
ODRUCH POLISYNAPTYCZNY



Innym przykładem odruchu jest odruch polisynaptyczny, w którym:

- występuje **więcej niż jedna synapsa** nerwowo-nerwowa (są tam dwie takie synapsy),
- obecny jest **neuron pośredniczący** (interneuron) pomiędzy neuronem czuciowym a ruchowym,
- receptor i efektor są **w różnych narządach** - receptor w skórze, a efektor w mięśniu szkieletowym - mięśniu dwugłowym ramienia (bicepsie).

ODRUCH POLISYNAPTYCZNY





ODRUCHY BEZWARUNKOWE I WARUNKOWE

ODRUCHY BEZWARUNKOWE



Cechy odruchu bezwarunkowego:

- jest **wrodzony**, przekazywany z pokolenia na pokolenie,
- jest **charakterystyczny dla każdego gatunku**,
- zawsze **ta sama reakcja** na dany bodziec,
- nie zmienia się w ciagu życia i **nie zanika**,
- jego ośrodek jest zlokalizowany w **rdzeniu kręgowym** lub w **rdzeniu przedłużonym**,
- przebiega bez uświadomienia, to znaczy, że nerwy wywołują odruch przed powiadomieniem mózgu.

ODRUCHY BEZWARUNKOWE - PRZYKŁADY





odruch źreniczny



odruch kolanowy

ODRUCHY BEZWARUNKOWE - PRZYKŁADY



odruch wymiotny



odruch ssania

ODRUCHY WARUNKOWE



Cechy odruchu warunkowego:

- jest **nabyty w życiu osobniczym**, niedziedziczony,
- powstaje **na bazie odruchu warunkowego**,
- w ciągu życia może **zanikać** i **znowu się pojawiać**,
- wykazuje **dużą zmienność** w ciągu życia,
- pozwala przystosować się do zmieniającego się środowiska,
- jego ośrodek znajduje się w **korze mózgowej**.

POWSTANIE ODRUCHU WARUNKOWEGO



Wytworzenie klasycznego odruchu warunkowego polega na **skojarzeniu bodźca pierwotnie obojętnego z bodźcem kluczowym w wyniku wielokrotnego powtarzania czynności**. Po pewnym czasie bodziec pierwotnie obojętny staje się **bodźcem wtórnie kluczowym**. Jeśli jednak wytworzony odruch warunkowy nie będzie podtrzymywany, to zacznie **zanikać**.

Badaniami nad powstawaniem odruchów warunkowych zajmował się rosyjski fizjolog Iwan Pawłow.

POWSTANIE ODRUCHU WARUNKOWEGO

Pawłow w swoich badaniach wykorzystywał psa, któremu podawał pokarm - pies na widok pokarmu, czyli bodźca kluczowego, zaczynał się ślinić.



pokarm - bodziec kluczowy



reakcja psa - ślinienie się

POWSTANIE ODRUCHU WARUNKOWEGO

Następnie, Pawłow zapalał żarówkę i obserwował reakcję psa na jej widok. Pies oczywiście nie ślinił się.



zapalona żarówka - bodziec pierwotnie obojętny



reakcja psa - brak ślinienia się

POWSTANIE ODRUCHU WARUNKOWEGO

Pawłow podawał więc jednocześnie psu pokarm i zapalał żarówkę. Czynność tę wielokrotnie powtarzał.





skojarzenie bodźca pierwotnie obojętnego z bodźcem kluczowym



reakcja psa - ślinienie się

POWSTANIE ODRUCHU WARUNKOWEGO

Po pewnym czasie pies zaczął się ślinić na widok samej zapalonej żarówki



bodziec pierwotnie obojętny stał się bodźcem wtórnie kluczowym



reakcja psa - ślinienie się



MÓZG, RDZEŃ KRĘGOWY, NERWY

STRUKTURALNY PODZIAŁ UKŁADU NERWOWEGO



UKŁAD NERWOWY

OŚRODKOWY

- **MÓZGOWIE**
- **RDZEŃ KRĘGOWY**

OBWODOWY

- **NERWY CZASZKOWE**
- **NERWY RDZENIOWE**



MÓZGOWIE

RÓŻNE PODZIAŁY MÓZGOWIA



PODZIAŁ ROZWOJOWY

- KRESOMÓZGOWIE
- MIĘDZYMÓZGOWIE
- ŚRÓDMÓZGOWIE
- TYŁOMÓZGOWIE WTÓRNE (MÓŻDZEK I MOST)
- RDZEN PRZEDŁUŻONY

PODZIAŁ KLINICZNY

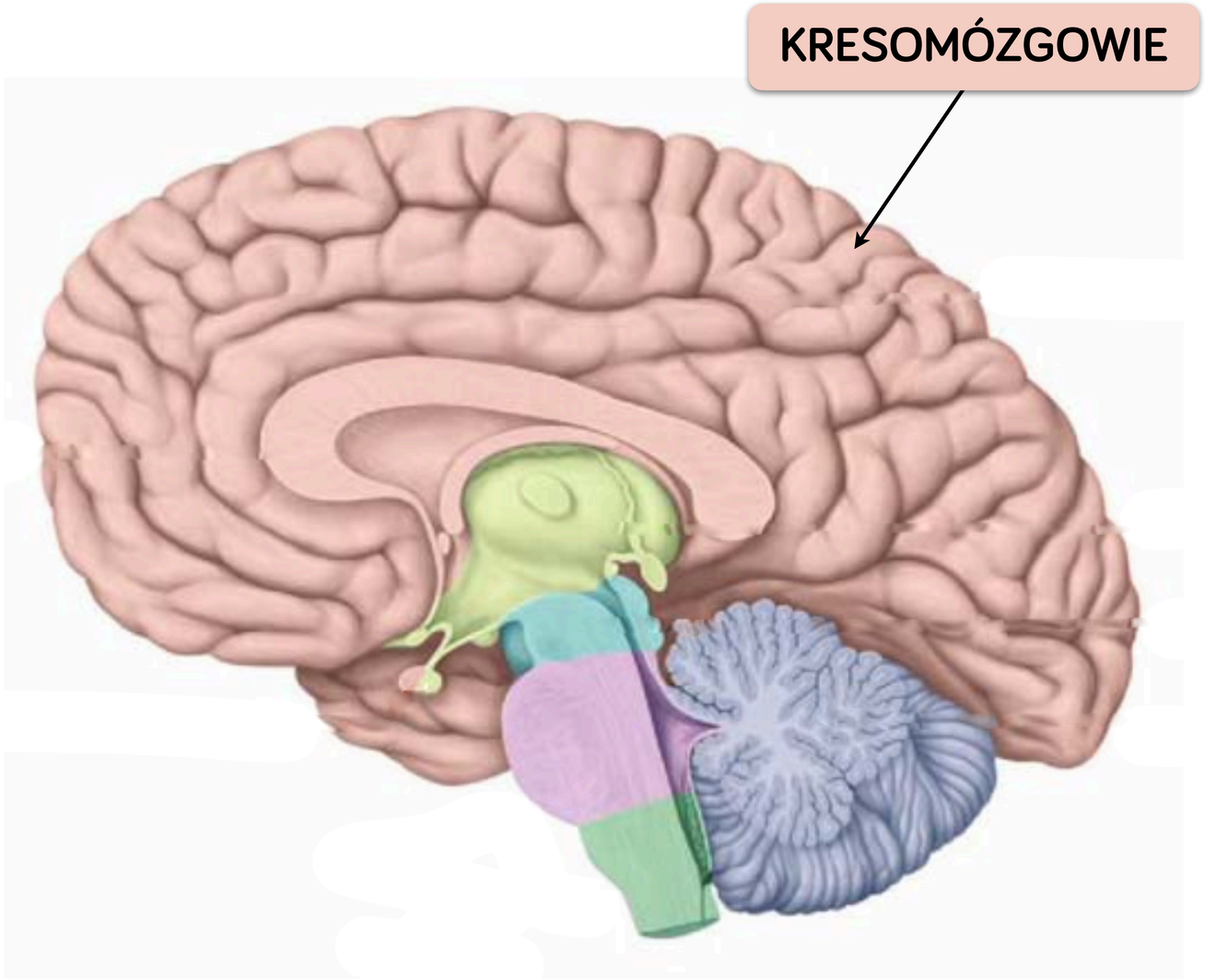
- MÓZG
- MÓŻDŻEK
- PIEŃ MOZGU (bez móżdżku)

KRESOMÓZGOWIE

Kresomózgowie to największa część mózgowia człowieka.

Zbudowane jest z **dwóch półkul**: prawej i lewej, które połączone są **spoidłem wielkim** (ciałem modzelowatym).

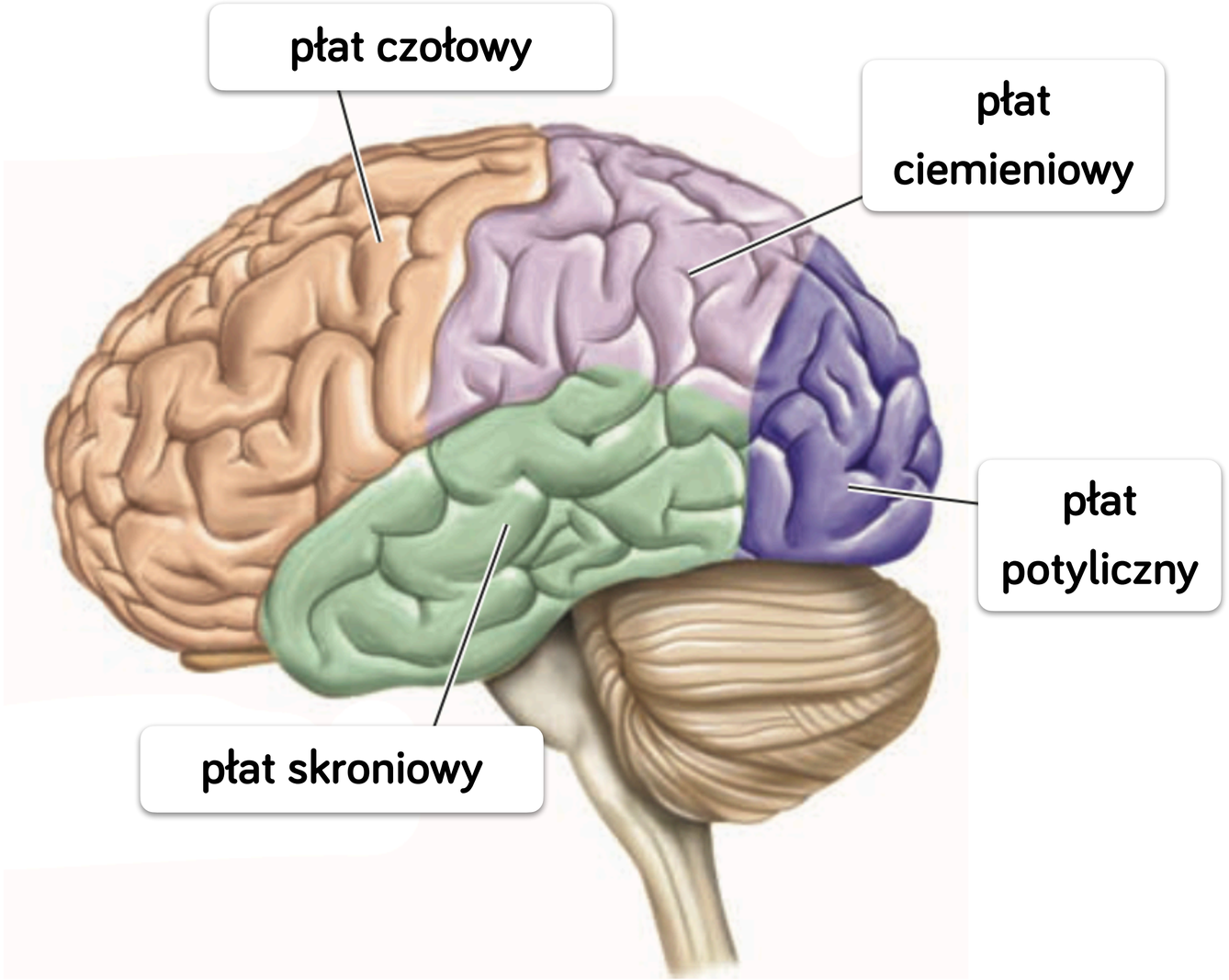
Powierzchnie półkul posiadają liczne bruzdy i pofałdowania.



KRESOMÓZGOWIE

W każdej półkuli mózgu wyróżnia się **cztery płaty**:

- płat **czołowy**,
- płat **ciemieniowy**,
- płat **potyliczny**,
- płat **skroniowy**.



KRESOMÓZGOWIE



W każdym płacie znajduje się inny ośrodek, pełniący daną funkcję.

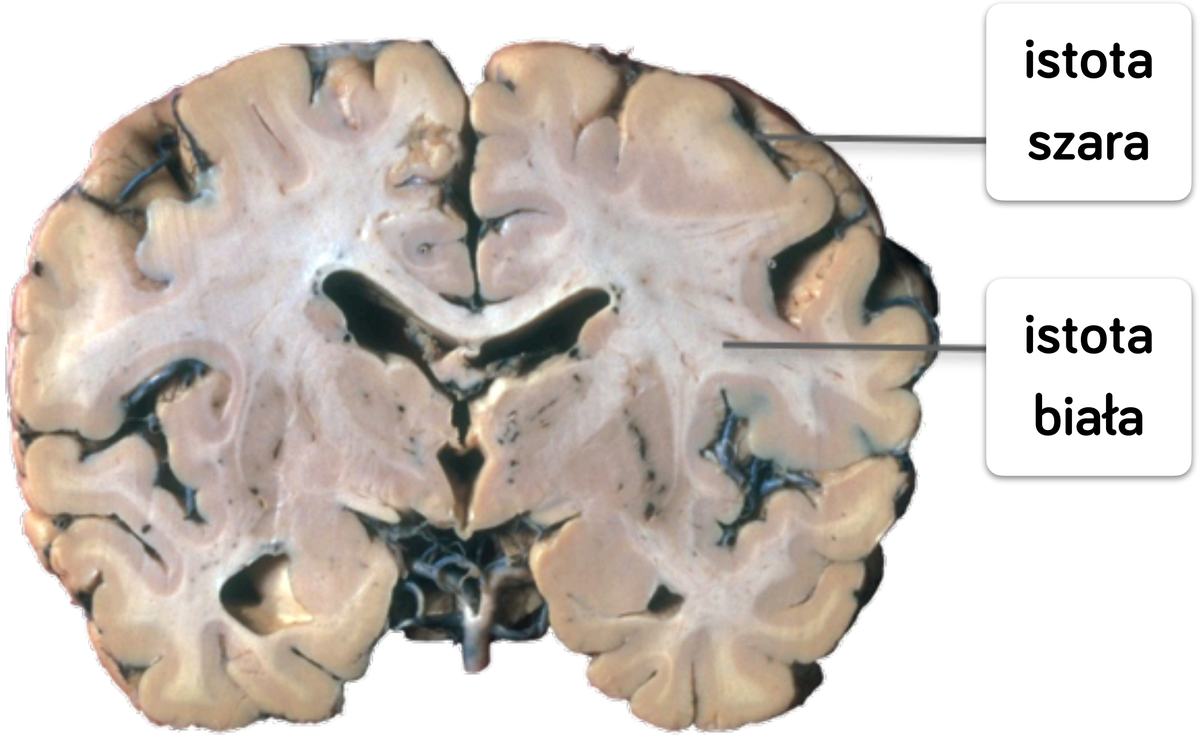
- płat **czołowy** - ośrodek **ruchowy mowy**,
- płat **ciemieniowy** - ośrodek **czuciowy**,
- płat **potyliczny** - ośrodek **wzroku**,
- płat **skroniowy** - ośrodek **słuchu**.

Ośrodki **kojarzące** (które są miejscem powstawania myśli i pojęć) występują we wszystkich płatach.

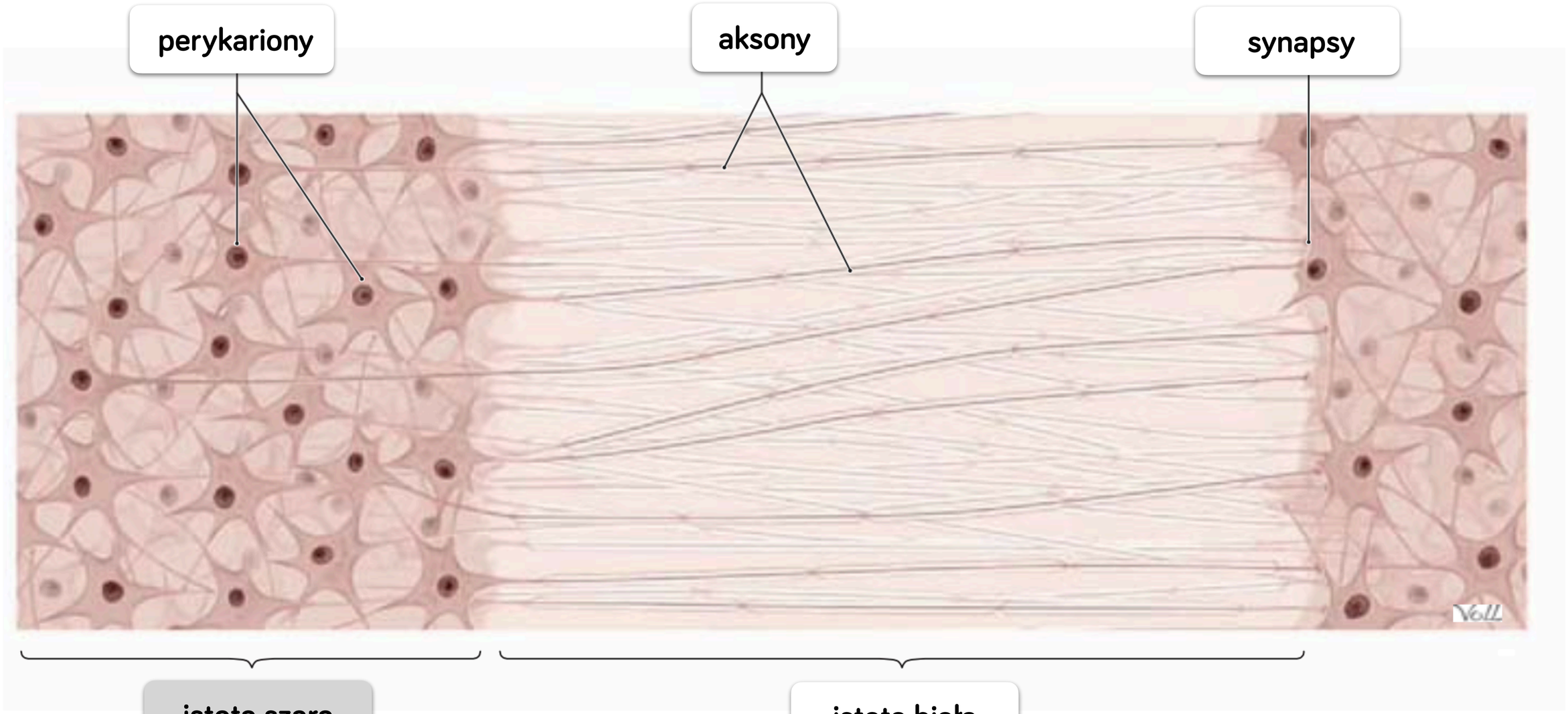
KRESOMÓZGOWIE

Każda z półkul zbudowana jest z:

- zewnętrznej warstwy **istoty szarej**, zwanej korą mózgu, którą tworzą **ciała komórek nerwowych** - perykariony,
- wewnętrznej warstwy **istoty białej**, którą tworzą **wypustki komórek nerwowych**



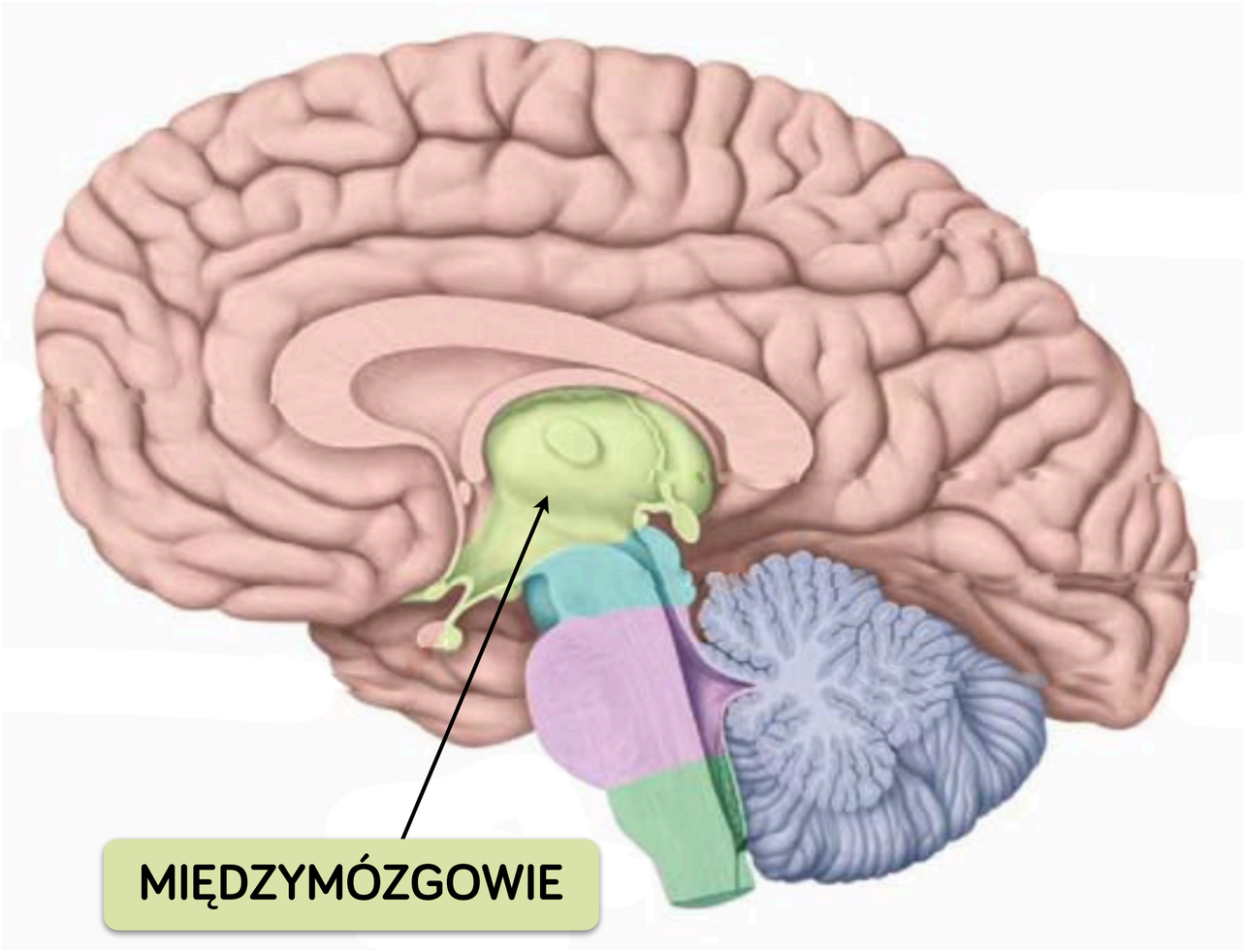
KRESOMÓZGOWIE



MIĘDZYMÓZGOWIE

Półkule mózgowe pokrywają kolejną strukturę mózgowia - **międzymózgowie**. W jego skład wchodzą różne elementy, ale na poziome licealnym warto znać dwie najważniejsze i są to:

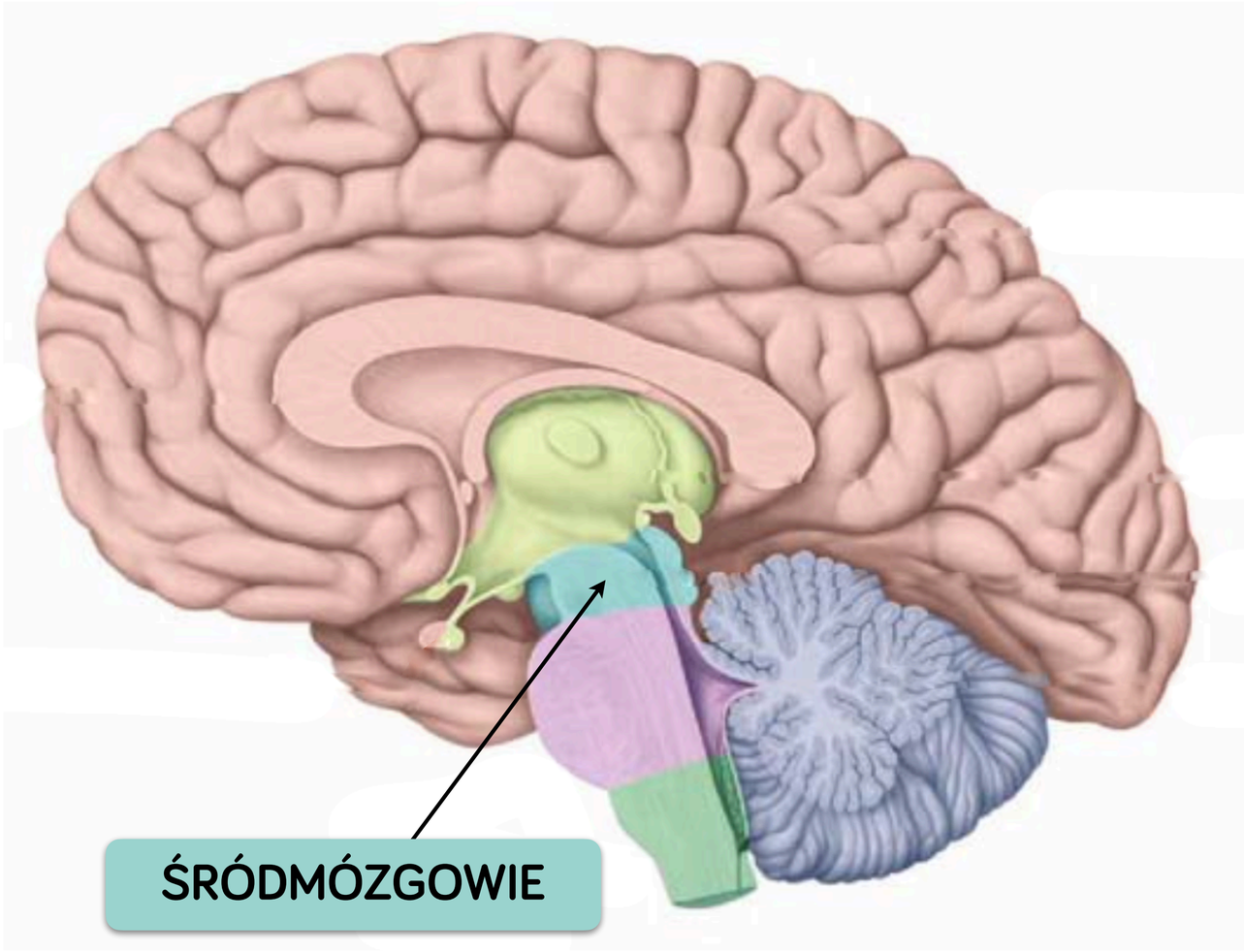
- **podwzgórze** - łączy układ nerwowy z hormonalnym, ponieważ produkuje i wydziela hormony; zawiera ośrodki termoregulacji, głodu i sytości
- **szyszynka** - narząd produkujący i wydzielający melatoninę.



ŚRÓDMÓZGOWIE

Z międzymózgowiem łączy się **śród-mózgowie**. Przekazuje ono impulsy nerwowe z móżdżku i mostu do międzymózgowia.

Są tu umiejscowione m.in.: ośrodki reakcji wzrokowych i słuchowych, takich jak **zmiana średnicy źrenic**, **ruchy powiek** czy **odwracanie głowy w kierunku źródła dźwięku**.

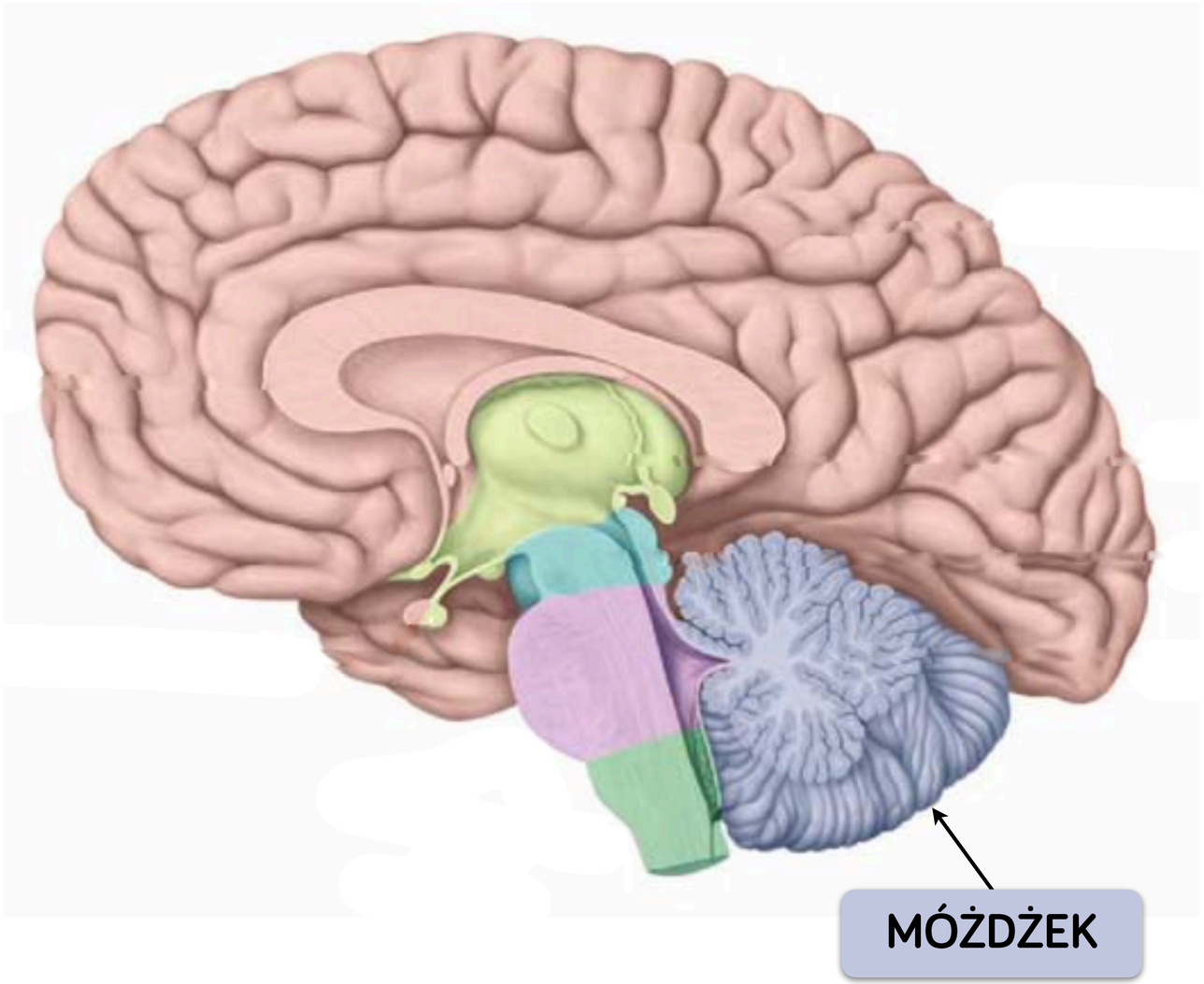


TYŁOMÓZGOWIE WTÓRNE - MÓŻDŻEK

Móżdżek, podobnie jak mózg, składa się z **dwóch półkul** - prawej i lewej oraz części środkowej - zwanej **robakiem**. Powierzchnia półkul móżdżku jest także **pofałdowana** i tworzy **korę móżdżku**.

Histologicznie, móżdżek tworzy:

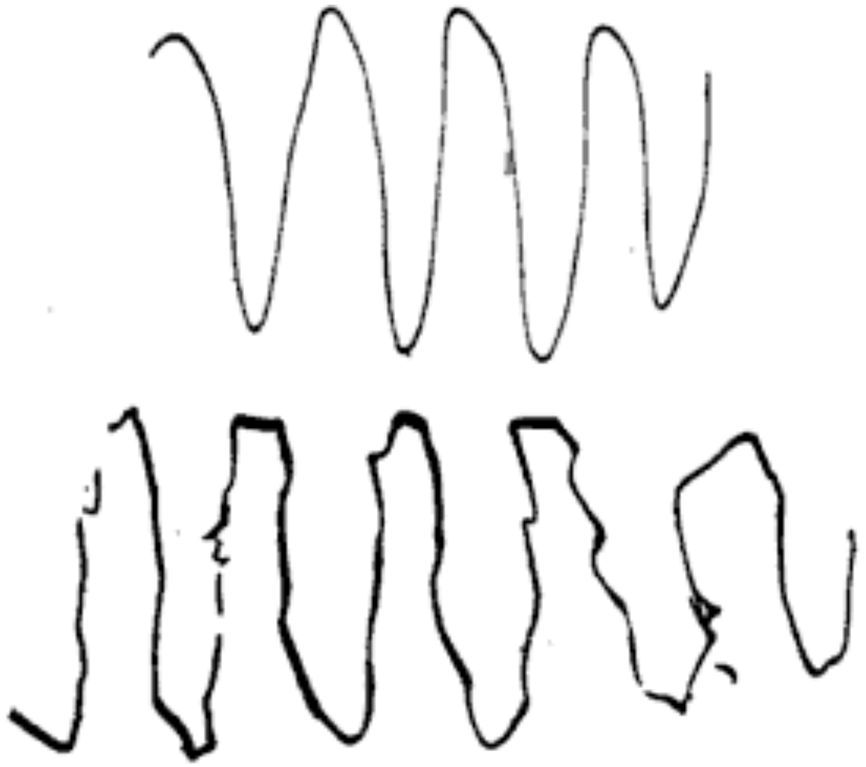
- **istota szara** od zewnątrz,
- **istota biała** od wewnątrz.



TYŁOMÓZGOWIE WTÓRNE - MÓŻDŻEK

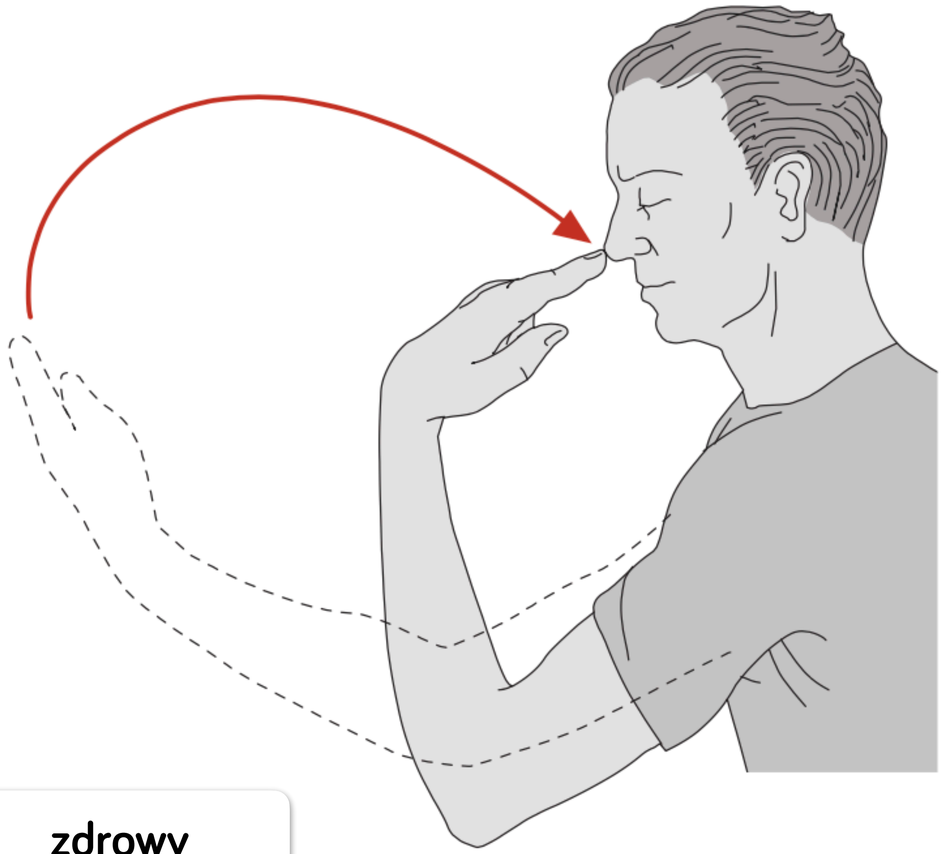
Móżdżek odpowiada za **koordynację ruchów**, zapewnia **precyzję** i odpowiedni czas wykonywania ruchu. Bierze udział w utrzymaniu odpowiedniego stanu napięcia mięśni.

Uszkodzenie móżdżku wywołuje u człowieka **zaburzenia ruchów precyzyjnych, równowagi i postawy.**

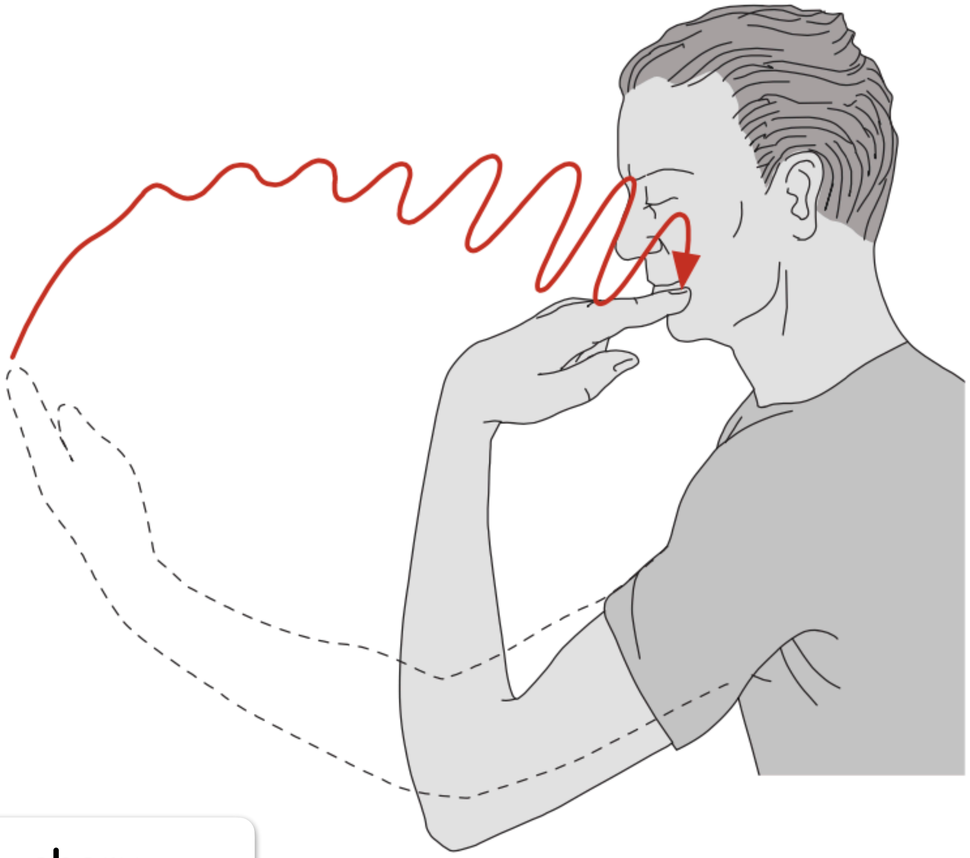


próba odtworzenia linii przez osobę z zaburzeniami pracy móżdżku

TYŁOMÓZGOWIE WTÓRNE - MÓŻDŻEK



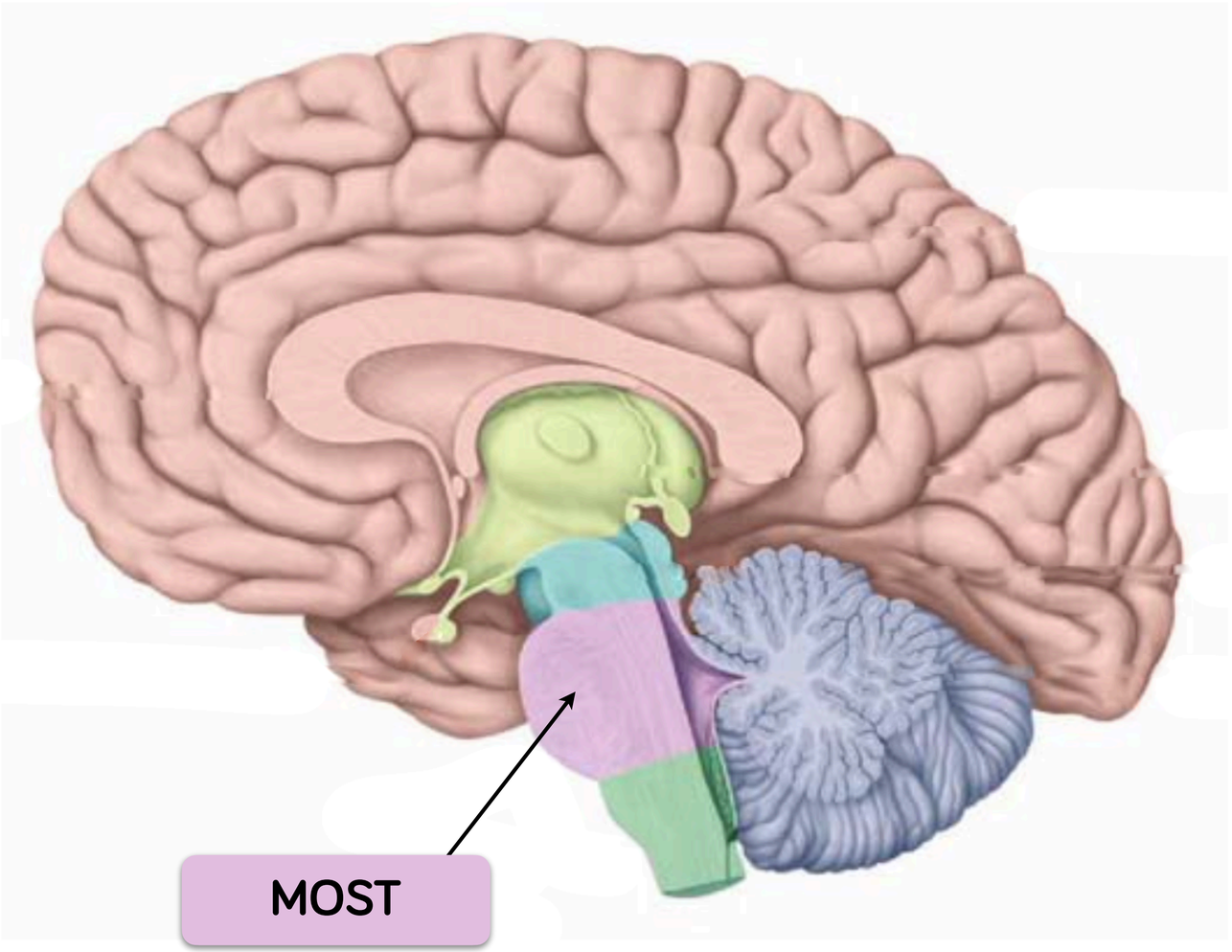
zdrowy



chory

TYŁOMÓZGOWIE WTÓRNE – MOST

Most znajduje się pomiędzy **rdzeniem przedłużonym a śródmózgowiem**, więc przekazuje impulsy nerwowe pomiędzy tymi strukturami.

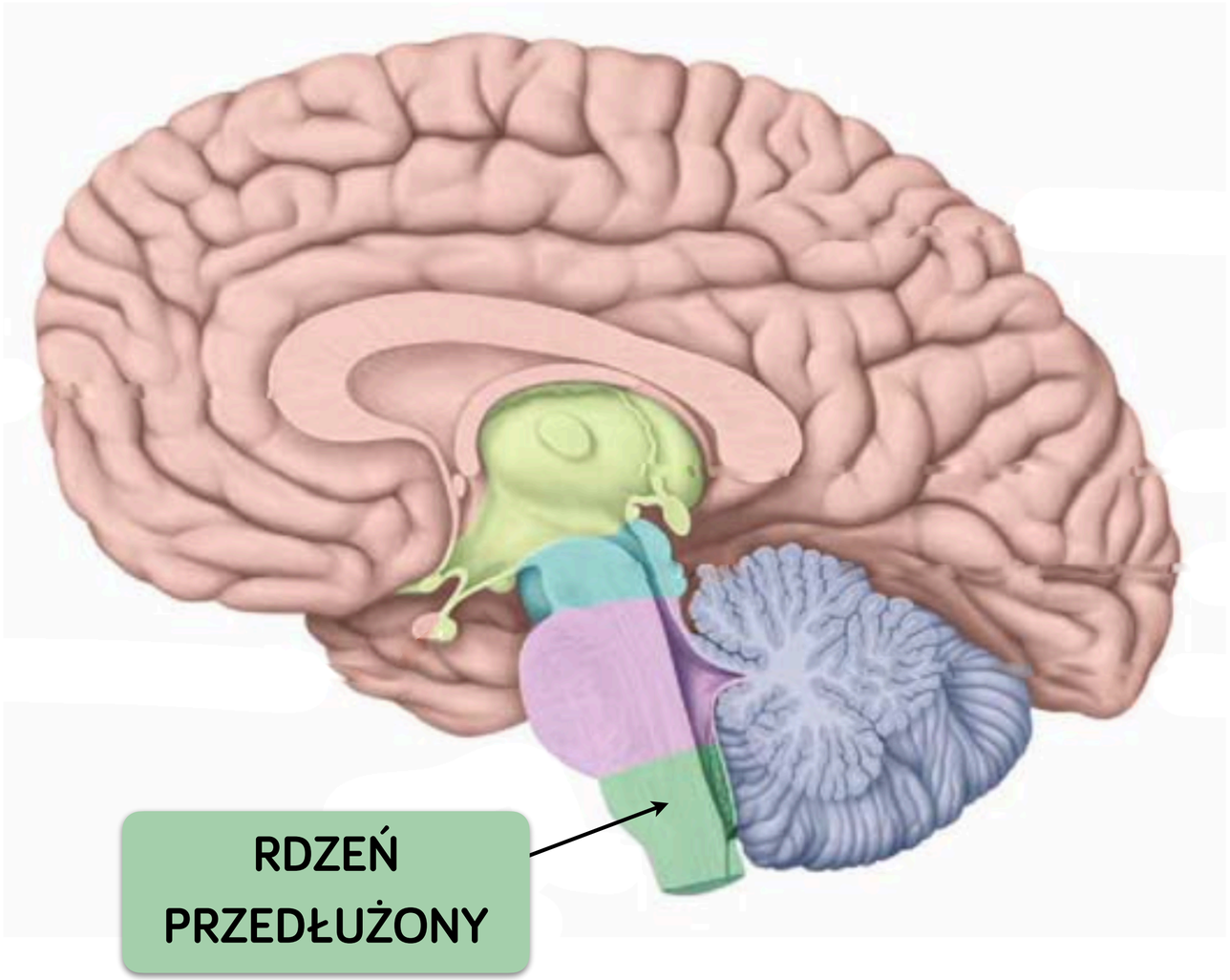


RDZEŃ PRZEDŁUŻONY

Rdzeń przedłużony łączy mózgowie z rdzeniem kręgowym. Zawiera on bardzo ważne dla życia ośrodki:

- ośrodek **oddechowy**,
- ośrodek **regulacji pracy serca**,
- ośrodek **naczynioruchowy**,
- ośrodek **odruchów trawiennych**: żucia, połykania, ssania
- ośrodek **odruchów obronnych**: kichania, kaszlu, łzawienia, mrugania, wymiotów.

Nawet niewielkie uszkodzenie rdzenia przedłużonego powoduje zaburzenia podstawowych czynności życiowych i utraty życia człowieka.





RDZEŃ KRĘGOWY

RDZEŃ KRĘGOWY

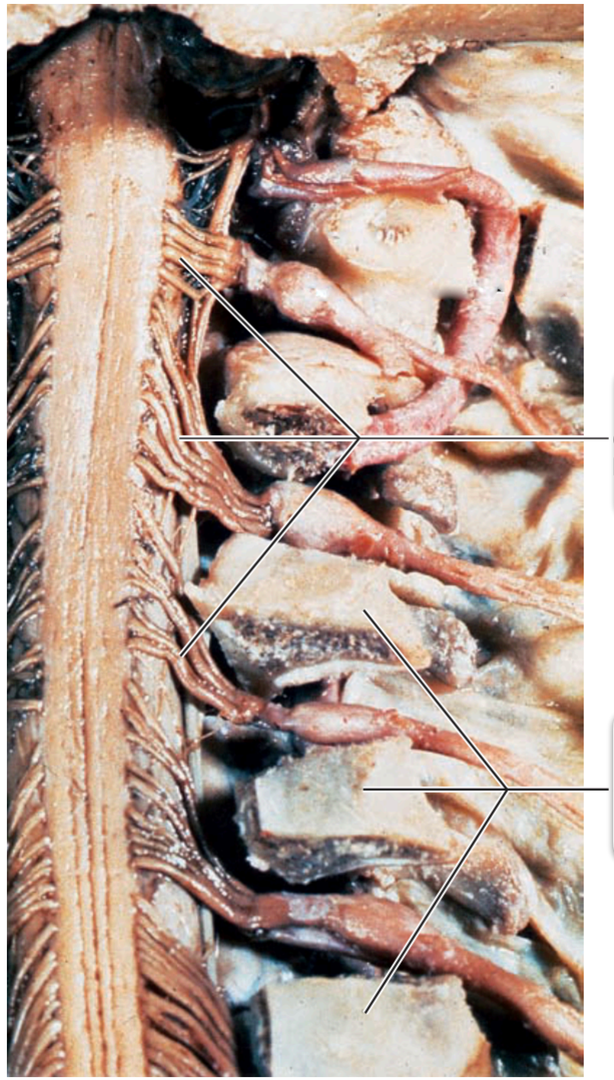
Rdzeń kręgowy przewodzi impulsy nerwowe z **mózgowia** do **efektorów,** a także uczestniczy w odruchach bezwarunkowych.

U człowieka rdzeń kręgowy położony jest w **kanale kręgowym** wewnątrz **kręgosłupa**. Ponieważ wzrost kręgosłupa przebiega szybciej niż wzrost rdzenia kręgowego, to rdzeń nie wypełnia kanału kręgowego całkowicie, tylko kończy się na wysokości pierwszych kręgów lędźwiowych. Niżej znajduje się struktura zwana **ogonem końskim** (nić końcowa).



RDZEŃ KRĘGOWY

Od rdzenia kręgowego odchodzą parzyste **nerwy rdzeniowe**, wychodzące przez odpowiednie otwory międzykręgowe w kręgach kręgosłupa.



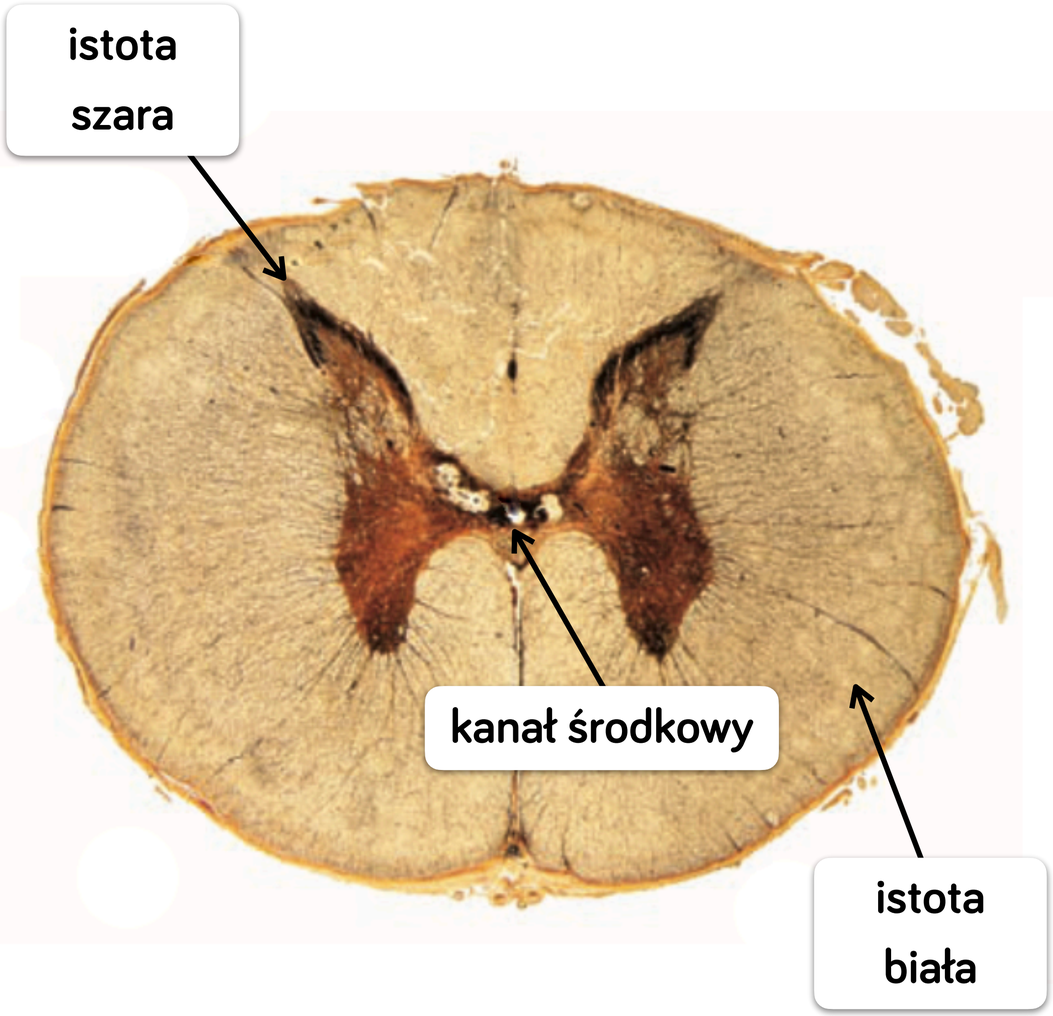
BUDOWA RDZENIA KRĘGOWEGO

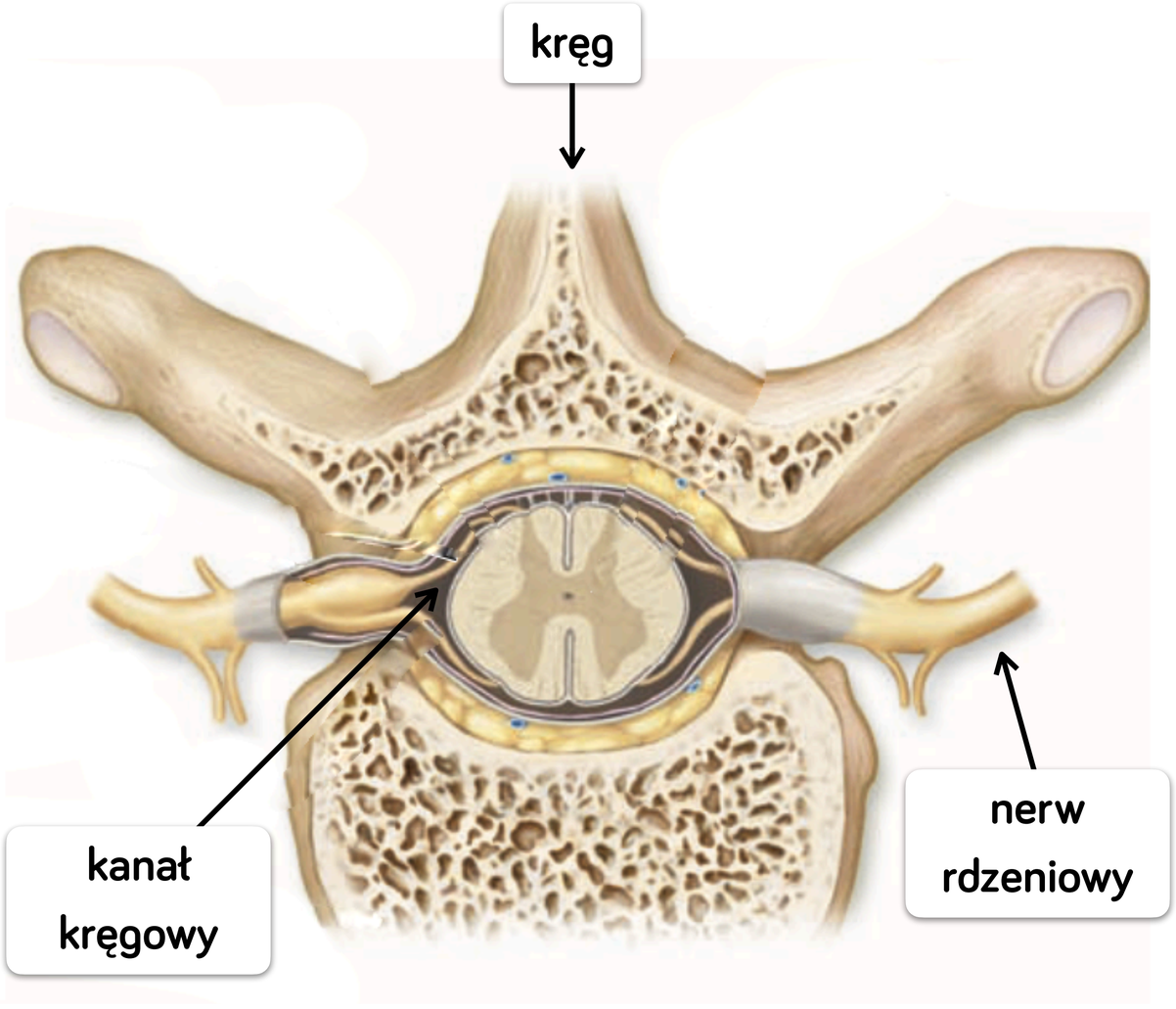


W budowie wewnętrznej rdzenia kręgowego można wyróżnić:

- **istotę szarą**, która na przekroju poprzecznym rdzenia tworzy strukturę na kształt litery „**H**” lub **motyla**; przez środek istoty szarej przebiega bardzo wąski **kanał środkowy**, w którym krąży **płyn mózgowo-rdzeniowy**,

- **istotę białą**, która otacza istotę szarą.


istota szara
kanał środkowy
istota biała


kręg
kanał kręgowy
nerw rdzeniowy



PŁYN M-R,

OPONY M-R

PŁYN MÓZGOWO-RDZENIOWY



Płyn mózgowo-rdzeniowy wytwarzany jako **przesącz osocza** krążącej krwi w naczyniach włosowatych mózgowia. Składa się głównie z wody, glukozy, niewielu białek, soli mineralnych i nielicznych leukocytów.

Płyn ten wypełnia **komory mózgu**, **kanał środkowy rdzenia kręgowego** oraz **przestrzeń podpajęczynówkową**. Jest on stale wytwarzany, stąd też musi być na bieżąco odprowadzany do naczyń żylnych, aby w czaszce nie wytworzyłoby się zbyt wysokie ciśnienie.

PŁYN MÓZGOWO-RDZENIOWY



Funkcje płynu mózgowo-rdzeniowego:

- **ochrona** ośrodkowego układu **przed urazami mechanicznymi,**
- **ochrona immunologiczna** mózgu i rdzenia kręgowego,
- **równomierny rozkład ciśnienia** w jamie czaszki,
- zmniejszenie ciężaru mózgu (prawo wyporu)
- **odżywianie neuronów** i usuwanie produktów ich metabolizmu.

PŁYN MÓZGOWO-RDZENIOWY

Skład płynu mózgowo-rdzeniowego może wskazywać na **choroby mózgowia** lub **rdzenia kręgowego**. Na przykład podwyższona ilość białka lub leukocytów lub obecność bakterii może świadczyć o **stanie zapalnym**.

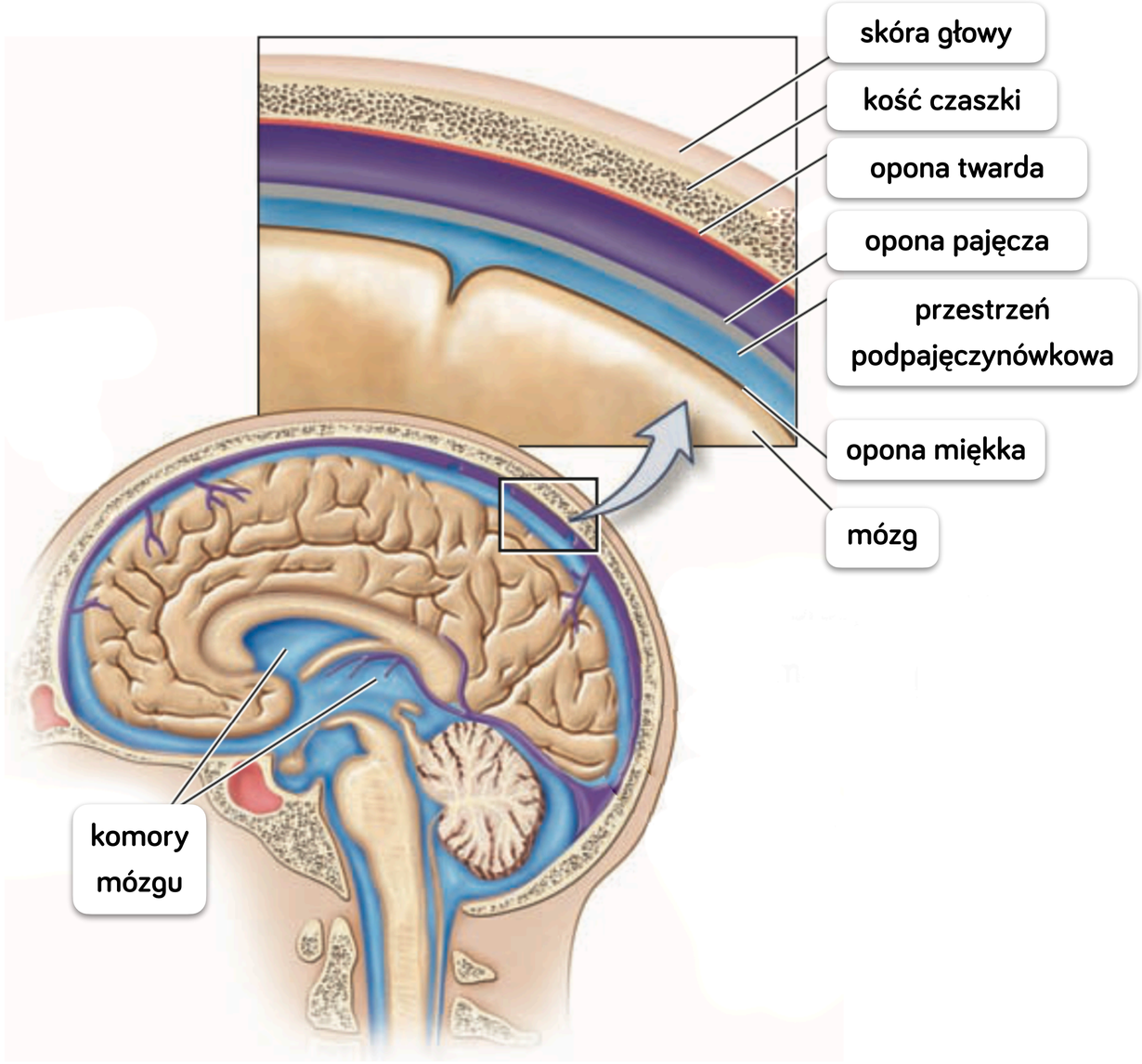
Punkcja lędźwiowa (nakłucie lędźwiowe) polega na wprowadzeniu igły do przestrzeni podpajęczynówkowej w **odcinku lędźwiowym** kręgosłupa w celu pobraniu do badań płynu mózgowo-rdzeniowego.



OPONY MÓZGOWO-RDZENIOWE

Mózg oraz rdzeń kręgowy są otoczone strukturami ochronnymi, które noszą nazwę **opon mózgowo-rdzeniowych**. Opony zbudowane są z **tkanki łącznej**. Wyróżnia się trzy takie opony:

- **opona twarda** - jest najbardziej zewnętrzną błoną, jest solidna i gruba, wyściela jamę czaszki i ściany kanału kręgowego; z którymi ściśle się łączy



OPONY MÓZGOWO-RDZENIOWE



- **opona pajęcza** - jest cienka i delikatna, pomiędzy nią a oponą miękką znajduje się **przestrzeń podpajęczynówkowa** wypełniona **płynem mózgowo-rdzeniowym;**

- **opona miękka** - ściśle przylega do powierzchni mózgu, wnikając we wszystkie jego zagłębienia, bruzdy i szczeliny; poprzez beleczki łączy się również z oponą pajęczą; ze względu na obecność licznych naczyń krwionośnych nazywana też bywa **błoną naczyniową**.



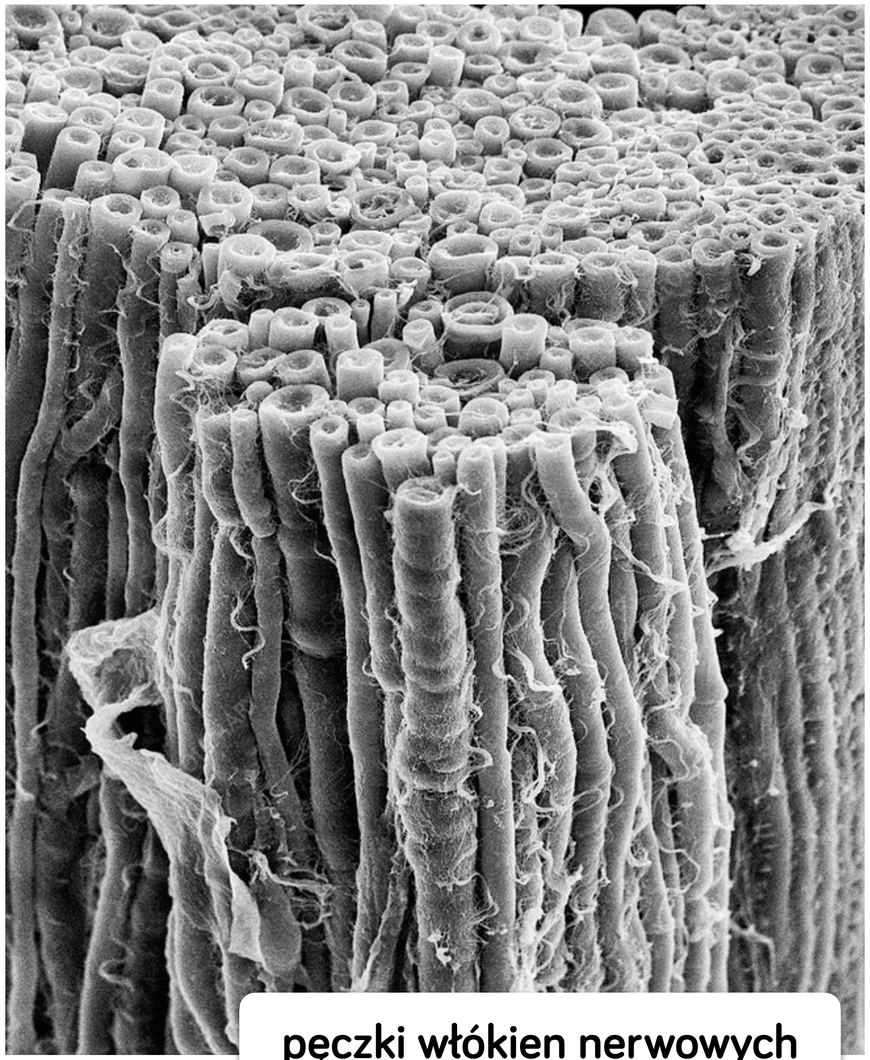
NERWY

BUDOWA NERWU

Wypustki komórek nerwowych (aksony) istoty białej wychodzą poza mózgowie i rdzeń kręgowy, tworząc **nerwy**.

Nerw jest wiązką równolegle ułożonych włókien nerwowych, otoczonych osłonką mielinową i tkanką łączną.





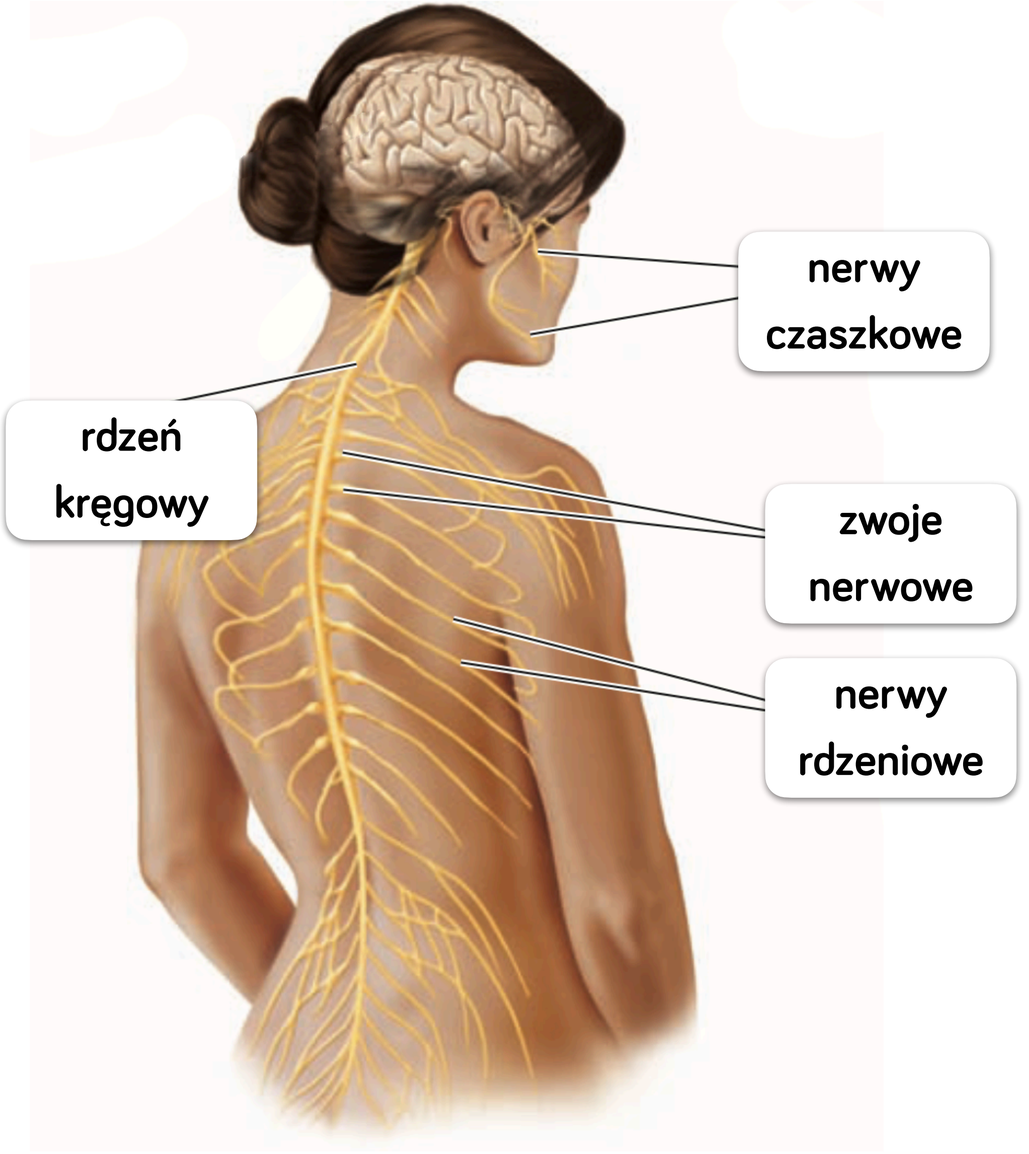
pęczki włókien nerwowych

UKŁAD OBWODOWY

Nerw stanowi drogę, którą przepływają impulsy nerwowe pomiędzy ośrodkowym układem nerwowym a pozostałymi obszarami naszego ciała.

Nerwy czaszkowe i nerwy rdzeniowe tworzą **obwodowy układ nerwowy**. Wyróżnia się:

- **12 par** nerwów **czaszkowych**,
- **31 par** nerwów **rdzeniowych**.



RODZAJE NERWÓW



Nerwy zawierające włókna czuciowe (przewodzące impulsy nerwowe od receptorów do ośrodkowego układu nerwowego) to **nerwy czuciowe**.

Nerwy, które zawierają włókna ruchowe (przewodzące impulsy z ośrodkowego układu nerwowego do narządów wykonawczych, tzn. mięśni lub gruczołów) to **nerwy ruchowe**.

Natomiast te, które zawierają zarówno włókna czuciowe, jak i ruchowe, to **nerwy mieszane**.



AUTONOMICZNY UKŁAD NERWOWY

AUTONOMICZNY UKŁAD NERWOWY



Autonomiczny układ nerwowy to część układu nerwowego, która **kieruje pracą tkanek i narządów**, których czynności **nie podlegają naszej świadomej woli**. Bodźce odbierane w układzie autonomicznym pochodzą więc z **wnętrza naszego ciała**.

Układ ten umożliwia **przystosowanie się organizmu do zmieniających się warunków otoczenia**.

AUTONOMICZNY UKŁAD NERWOWY



AUTONOMICZNY UKŁAD NERWOWY

WSPÓŁCZULNY

mobilizuje organizm do działania w sytuacjach zagrożenia

PRZYWSPÓŁCZULNY

przywraca organizm do stanu spoczynku po ustąpieniu zagrożenia; jest aktywny w czasie odpoczynku

WSPÓŁCZULNY



W jak walka

PRZYWSPÓŁCZULNY



P jak przyjemność

Wszystkie narządy wewnętrzne są **unerwione jednocześnie przez oba te układy** – ich działanie jest względem siebie **antagonistyczne** (przeciwstawne).

UKŁAD WSPÓŁCZULNY



Układ **współczulny przygotowuje organizm do walki lub ucieczki**, więc m. in. wpływa na narządy w taki sposób, aby polepszyć dotlenienie i odżywienie tkanek.

Układ współczulny odpowiada za:

- **rozszerzenie źrenic** - im szersza jest źrenica, tym więcej do oka wpadnie światła, co jest szczególnie ważne w warunkach słabego oświetlenia, żeby umieć cokolwiek zobaczyć;

UKŁAD WSPÓŁCZULNY



- **rozszerzenie oskrzeli** - im bardziej rozszerzone są oskrzela, tym więcej bogatego w tlen powietrza dostanie się do płuc, gdzie zachodzi wymiana gazowa;
- **przyspieszenie akcji serca** - im szybciej serce bije, tym szybciej pompuje krew, która szybciej dopływa do tkanek i oddaje im tlen i glukozę;
- **zwężenie naczyń krwionośne** - co przekłada się na wzrost ciśnienia krwi płynącej w naczyniach

UKŁAD WSPÓŁCZULNY



- **zwiększanie wydzielanie adrenaliny przez nadnercza** - hormon ten wykazuje podobnie działanie do układu współczulnego;

- **rozszerzanie ścian pęcherza moczowego** - im bardziej są one rozszerzone, tym słabiej mocz na nie naciska i człowiek po prostu mniej odczuwa potrzebę oddania moczu;

- **hamowanie czynności układu pokarmowego** - co wiąże się z tym, że im mniej aktywny układ pokarmowy, tym mniej krwi przepływa przez jego narządy i więcej może jej dotrzeć do np. pracujących mięśni szkieletowych

UKŁAD PRZYWSPÓŁCZULNY



Po ustąpieniu zagrożenia aktywowany jest układ **przywspółczulny**. Pozwala on na **przywrócenie organizmu do stanu spoczynku** i odpowiada za:

- zwężenie źrenic,
- zwężenie oskrzeli,
- zwolnienie akcji serca,

UKŁAD PRZYWSPÓŁCZULNY



- rozszerzenie naczyń krwionośne,
- zmniejszanie wydzielania adrenaliny przez nadnercza,
- zwężanie ścian pęcherza moczowego - możemy spokojnie oddać mocz,
- pobudzanie czynności układu pokarmowego - układ pokarmowy może spokojnie zacząć trawić pokarm.

WSPÓŁCZULNY

źrenice rozszerzają się

hamuje wydzielanie śliny

oskrzela rozszerzają się

serce bije szybciej

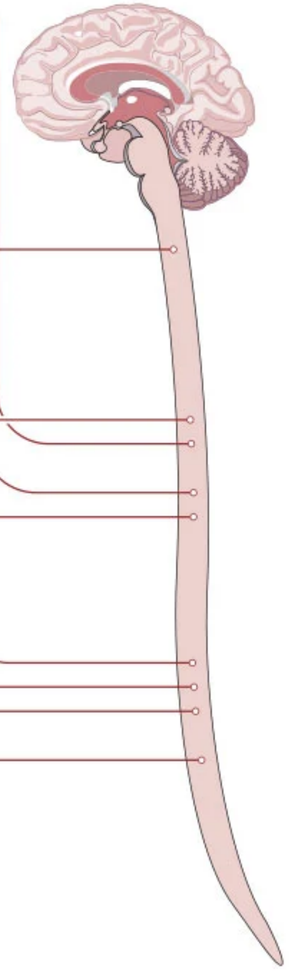
trawienie w żołądku ustaje

trawienie w jelitach ustaje

nerki uwalniają adrenalinę

pęcherz moczowy rozluźnia się

przepływ krwi przez narządy rozrodcze spada



PRZYWSPÓŁCZULNY



źrenice zwężają się

rośnie wydzielanie śliny

oskrzela zwężają się

serce bije wolniej

zachodzi trawienie w żołądku

zachodzi trawienie w jelitach

pęcherz moczowy kurczy się

przepływ krwi przez narządy rozrodcze rośnie

