

## Temat. Układ nerwowy.

### 1. Główne funkcje układu nerwowego.

### 2. Tkanka nerwowa.

### 3. Mechanizm przewodzenia impulsów nerwowych.

<https://www.youtube.com/watch?v=xV2W8ryfy00>

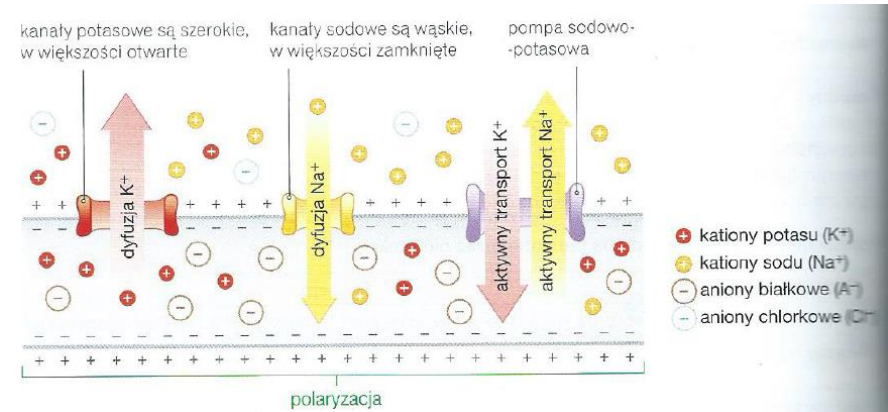
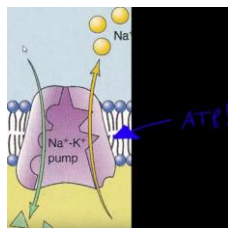
<https://www.youtube.com/watch?v=fWytBOS-k0k>

Neurony charakteryzują się **pobudliwością** - pod wpływem **bodźca** mogą przechodzić ze stanu **spoczynku** w stan **pobudzenia**. Oznacza to, że dochodzi w nich do powstawania i przewodzenia **impulsu nerwowego**. Podstawą pobudliwości neuronu są **zjawiska elektrochemiczne** zachodzące w  **błonie neuronu**, związane z transportem **jonów**, głównie **sodu i potasu**.

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. Przepływ jonów powoduje zmianę jej **potencjału elektrycznego**.

**a) potencjał spoczynkowy** – potencjał elektryczny **niepobudzonej komórki nerwowej** wynikający z różnicy ładunków elektrycznych po obu stronach błony komórkowej. Jego wartość wynosi -70 mV

- Przyczyną potencjału spoczynkowego jest przewaga w **cytozolu** anionów organicznych (białkowych) i kationów potasu oraz nadmiar kationów sodu oraz anionów  $Cl^-$  w środowisku **zewnątrzkomórkowym**. Po **zewnątrznej stronie błony neuronu** znajduje się nadmiar **ładunków dodatnich** (głównie  $Na^+$ ), a po stronie wewnętrznej – **nadmiar ładunków ujemnych**
- Pomimo ciągłej dyfuzji jonów sodu i potasu przez błonę neuronu (najłatwiej przez kanały jonowe przenikają  $K^+$ , najtrudniej  $Na^+$ ) nigdy nie dochodzi do wyrównania ich stężeń po obu stronach błony. Przeciwdziała temu **pompa sodowo-potasowa** – enzym aktywnie transportujący  $Na^+$  z komórki na zewnątrz i jony  $K^+$  - do komórki **wbrew gradientowi stężeń**. (Przy jednym obrocie enzymu na zewnątrz wyrzucane są trzy kationy sodu, a do wnętrza transportowane dwa kationy potasu). Pompa sodowo- potasowa czerpie energię z **hydrolizy ATP**, a do jej działania niezbędne są jony  $Mg^{2+}$ .



**b) potencjał czynnościowy** – lokalna, krótkotrwała zmiana potencjału elektrycznego komórki pobudliwej **w czasie jej aktywności**. Potencjał czynnościowy jest równoważony z **impulsem nerwowym**.

Potencjał czynnościowy powstaje w błonie aksonu pod wpływem **bodźców progowych** (to największy bodziec, który wywołuje stan pobudzenia w komórce) i **nadprogowych**. Jest spowodowany krótkotrwałą **depolaryzacją** błony neuronu, polegającą na zmianie ładunków po obu jej stronach. Depolaryzacja jest wynikiem znacznego zwiększenia przepuszczalności błony dla **jonów sodu**, które dyfundują zgodnie z gradientem stężeń, kationy potasu wypływają na zewnątrz.. Przepływ jonów sodu do wnętrza neuronu powoduje zmianę ładunku z ujemnego na dodatni. Na zewnątrz neuronu znajduje się nadmiar **jonów chlorkowych**, obdarzonych ładunkiem ujemnym.



Wskutek depolaryzacji błony neuronu **ujemny potencjał spoczynkowy** błony zmienia się na **dodatni potencjał czynnościowy**, którego wartość wynosi ok. +30-35 mV Potencjał czynnościowy rozprzestrzenia się wzdłuż neuronu jako **fala depolaryzacji**, czyli **impuls nerwowy**.

**Impuls nerwowy to biegnąca wzdłuż neuronu fala depolaryzacyjna**

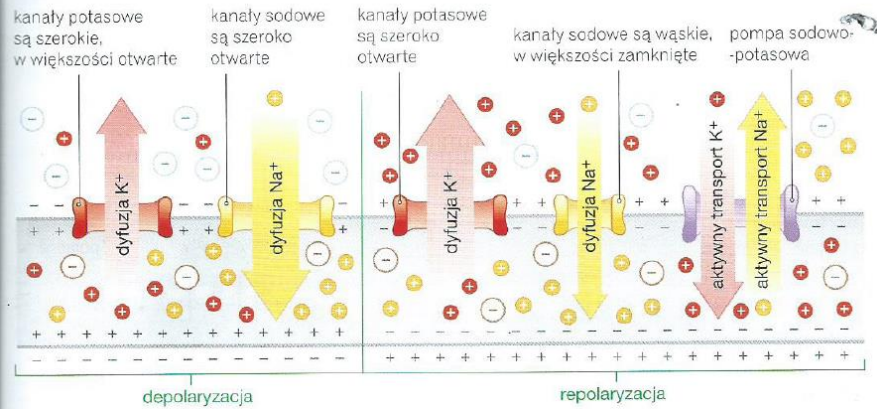
Po ustaniu działania bodźca zaczyna się etap **repolaryzacji**, czyli przywracania **potencjału spoczynkowego** błony neuronu.

**c) cechy potencjału czynnościowego:**

- Powstaje z zasadą „wszystko albo nic”.
- Ma zdolność rozprzestrzeniania się wzdłuż błony neuronu.
- Jego amplituda i kształt nie zmieniają się podczas rozprzestrzeniania się wzdłuż błony neuronu.

- Częstotliwość potencjałów czynnościowych jest kodem, w którym zawarte są informacje doptywające ze środowiska.
- Towarzyszy mu nagły, chwilowy spadek pobudliwości neuronu.

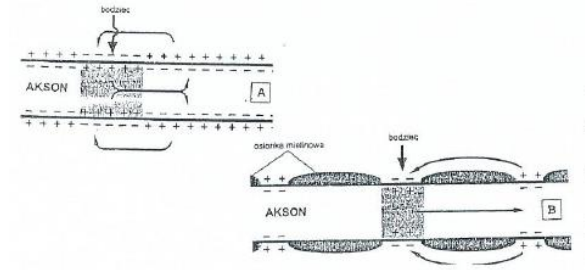
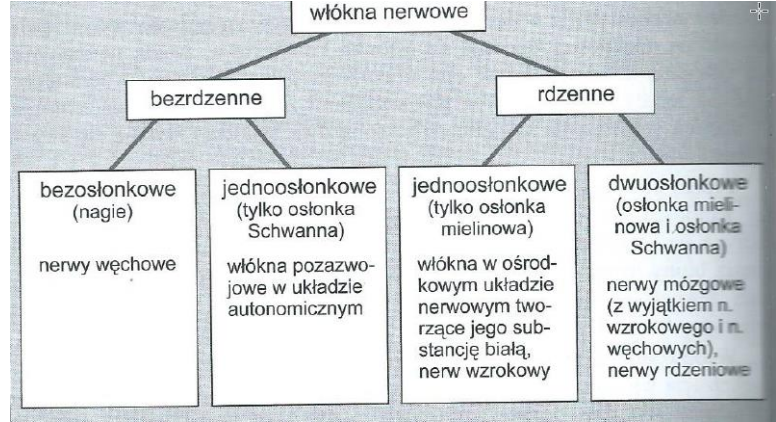
### Schemat przewodzenia impulsu nerwowego



**d) Refrakcja (okres niepobudliwości)** – czas potrzebny do ponownego spolaryzowania komórki nerwowej.

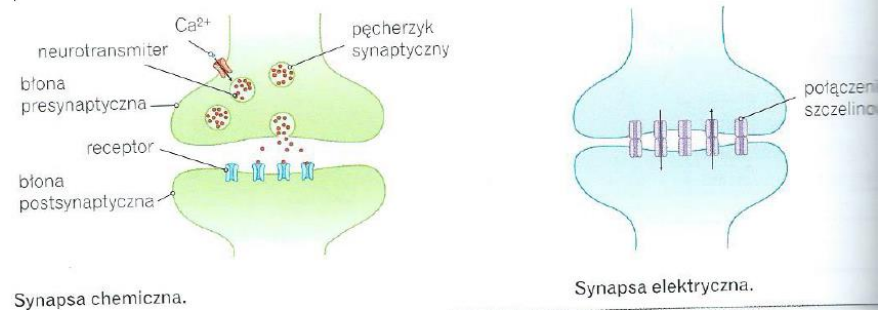
- **Refrakcja bezwzględna** – okres niewrażliwości komórki a bodziec bez względu na jego siłę.
- **Refrakcja względna** – okres niewrażliwości komórki na bodziec progowy. Stan ten może zostać przerwany przez bardzo silny bodziec (bodziec nadprogowy)

**e) przewodzenie impulsu we włóknach bezrdzennych (bez osłonki mielinowej)** – impuls rozchodzi się stopniowo wzdłuż błony i osiąga szybkość ok. 2 -3,5 m/s – rys. A oraz **we włóknach rdzennych** (osłonką mielinową)- impuls przeskakuje od przewężenia Ranviera do przewężenia – rys. B stąd szybkość przewodzenia w tych włóknach wynosi 120m/s

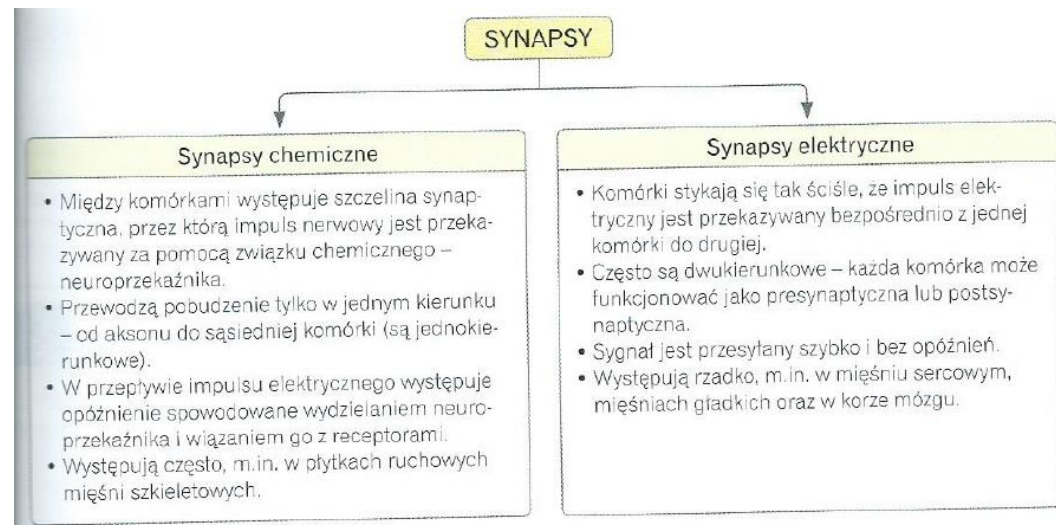


### 4. Synapsy:

#### a) budowa



#### b) klasyfikacja synaps ze względu na sposób przekazywania impulsu nerwowego

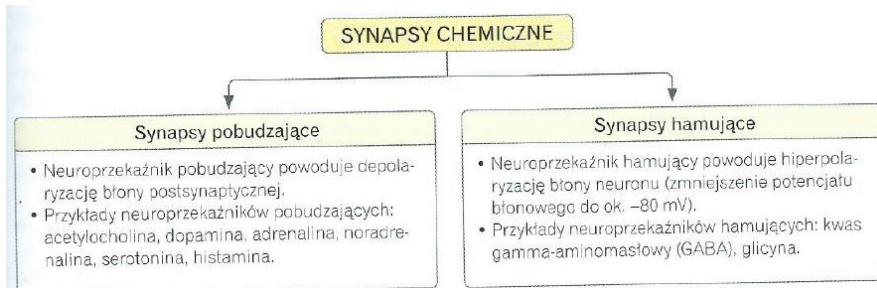


c) klasyfikacja synaps ze względu na umiejscowienie:

- nerwowo- nerwowe,
- nerwowo- mięśniowe,
- nerwowo- gruczołowe

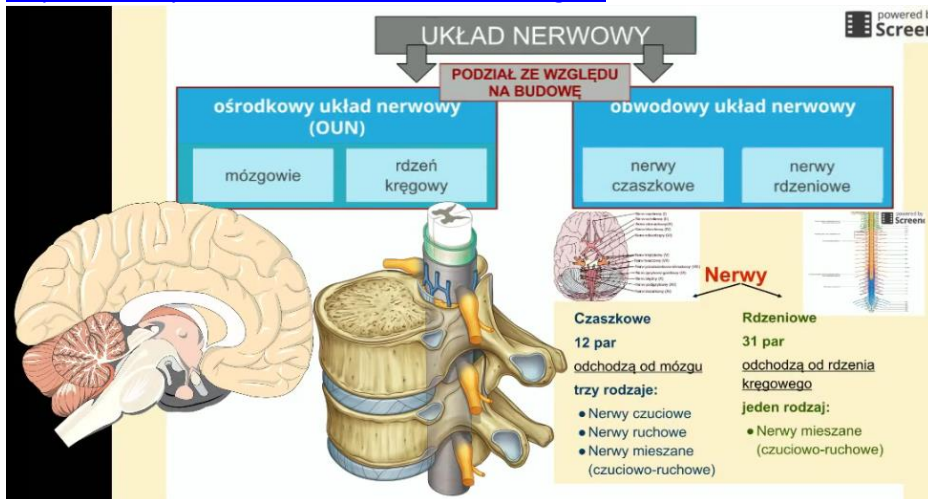
d) klasyfikacja synaps ze względu na działanie

- pobudzające
- hamujące

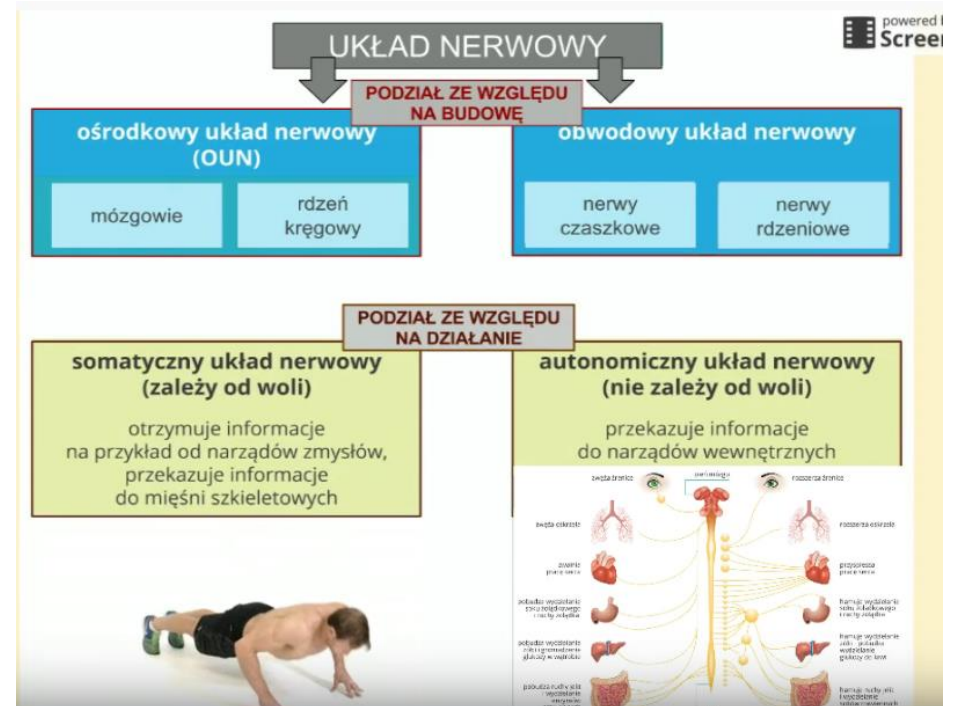


5. Podział układu nerwowego.

<https://www.youtube.com/watch?v=Xd0-u00gxEc>



Z medycznego punktu widzenia mózgowie dzieli się na **mózg** obejmujący kresomózgowie i międzymózgowie, **móździek** i **pień mózgu** obejmujący śródmózgowie, most i rdzeń przedłużony.



Z medycznego punktu widzenia mózgowie dzieli się na **mózg** obejmujący kresomózgowie i międzymózgowie, **móździek** i **pień mózgu** obejmujący śródmózgowie, most i rdzeń przedłużony.

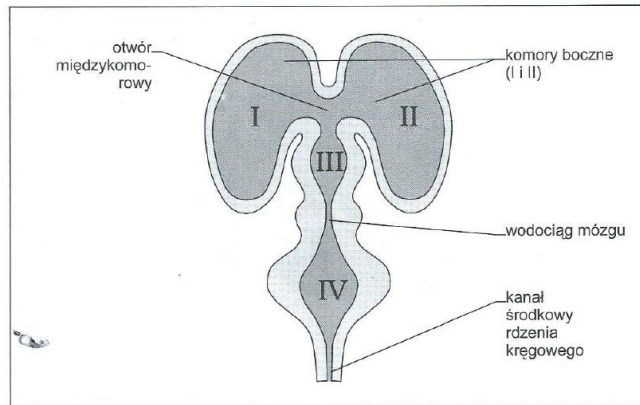
6. Budowa i funkcje ośrodkowego układu nerwowego człowieka.

a) **ochrona mózgowia i rdzenia kręgowego** – szkielet, opony mózgowo-rdzeniowe oraz płyn mózgowo-rdzeniowy.

Pomiędzy **oponą pajęczą** a oponą **miękką** znajduje się **jama podpajęczynówkowa** wypełniona **płynem mózgowo-rdzeniowym**. Ten płyn jest przesączem osocza krwi, powstającym w splotach naczyń włosowatych mózgu. W jego skład wchodzi: białka, glukoza, jony potasu i sodu, jony chlorkowe oraz śladowe ilości limfocytów i monocytów. Płyn mózgowo-rdzeniowy krąży w komorach mózgu oraz w przestrzeni podpajęczynówkowej.

Jego funkcje to:

- ochrona ośrodkowego układu nerwowego
- utrzymywanie równomiernego ciśnienia w jamie czaszki
- odżywanie neuronów i usuwanie produktów ich metabolizmu



Ryc. 234. Schemat komór mózgowych

**b) bariera krew- mózg** tworzą nieprzepuszczalne ściany naczyń włosowatych mózgu i otaczających je **komórek glijowych** (astrocytów). Bariera ta zabezpiecza płyn mózgowo-rdzeniowy przed przenikaniem z krwi substancji szkodliwych dla komórek nerwowych. Nie przechodzą przez nią niektóre substancje wielocząsteczkowe, np. leki. Przechodzą natomiast glukoza, aminokwasy i cząsteczki wykorzystywane do produkcji neuroprzekazników.

**c) rozmieszczenie istoty szarej i białej w mózgowiu i rdzeniu kręgowym.**

**Istota szara**- część mózgu i rdzenia kręgowego złożona głównie z ciał komórek nerwowych.

**Istota biała**- część mózgu i rdzenia kręgowego złożona głównie z włókien nerwowych

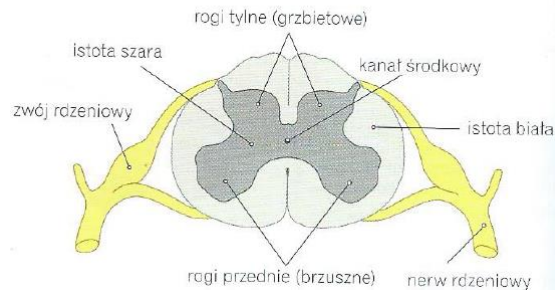
W mózgowiu istota szara stanowi zewnętrzną część, w kresomózgowiu tworzy **korę mózgu**, istota biała położona jest głębiej tworząc **drogi nerwowe**. W rdzeniu kręgowym – istota szara występuje wewnątrz rdzenia, istota biała – na zewnątrz.

**d) budowa i funkcje rdzenia kręgowego**

Rdzeń kręgowy znajduje się w kanale kręgowym kręgosłupa. Jest zbudowany z **istoty szarej** oraz otaczającej ją **istoty białej**. W centralnej części rdzenia znajduje się **kanal środkowy** wypełniony płynem mózgowo-rdzeniowym. W rdzeniu kręgowym wyróżnia się części: szyjną, piersiową, lędźwiową, krzyżową i guziczną (ogonową).

**Funkcje rdzenia kręgowego:**

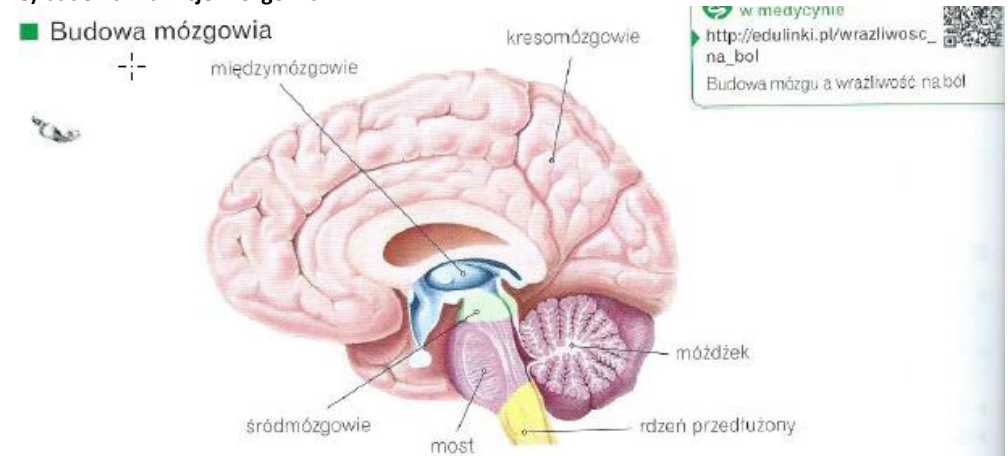
- ▶ przewodzi impulsy z mózgowia do narządów wykonawczych i z powrotem,
- ▶ uczestniczy w odruchach bezwarunkowych.



W istocie szarej rdzenia kręgowego znajdują się ośrodki prostych odruchów wegetatywnych jak: ośrodek wydalania moczu i kału, ośrodek nieświadomych ruchów kończyn górnych i dolnych, odruchy płciowe.

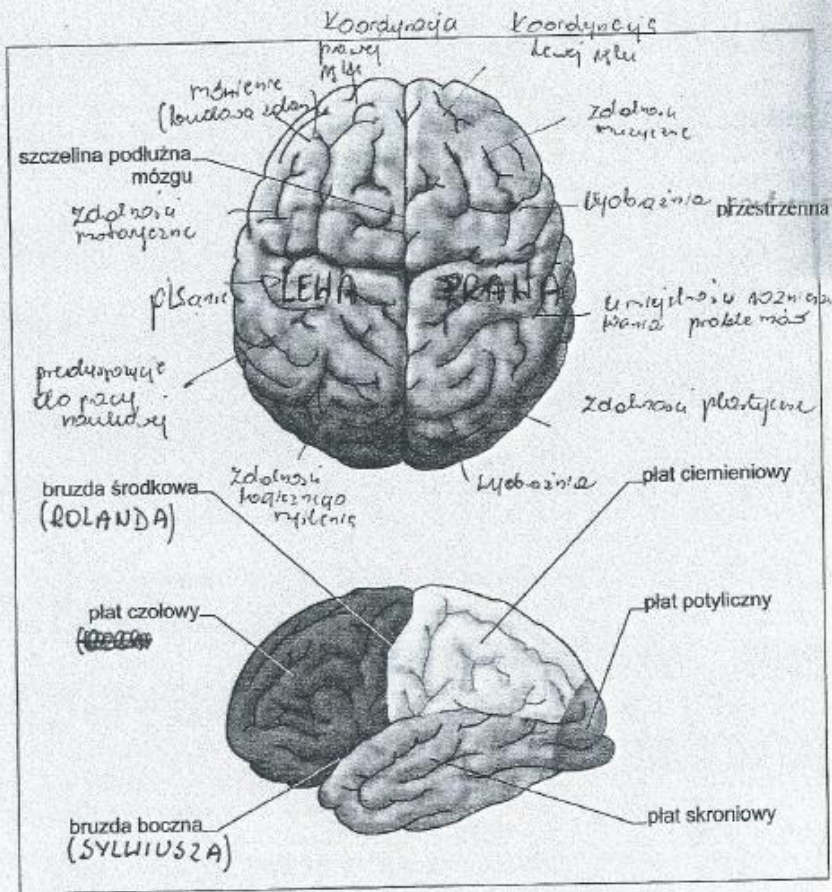
**e) budowa i funkcje mózgowia**

■ **Budowa mózgowia**



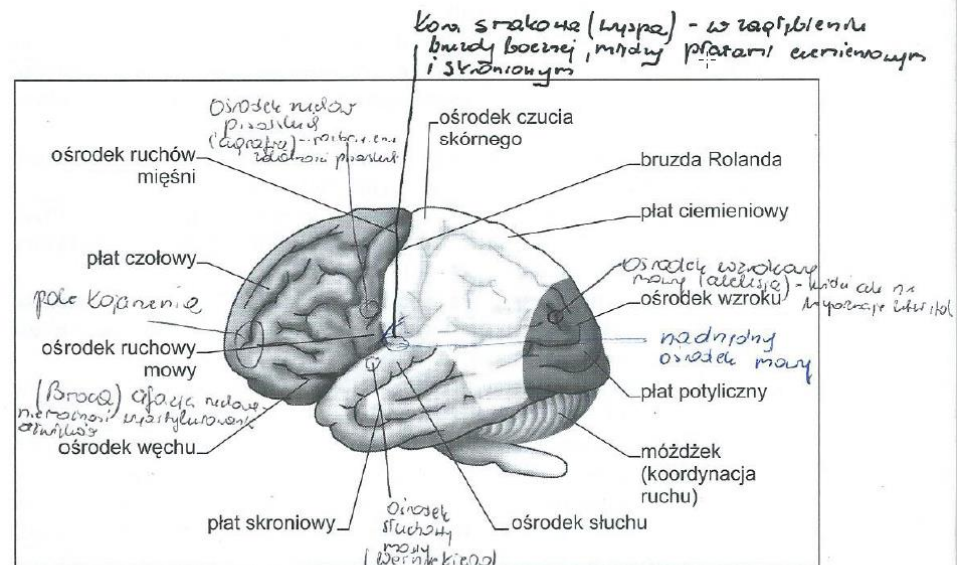
- ▶ **Kresomózgowie** składa się z dwóch półkul o pofalowanej powierzchni, połączonych **ciałem modzełowym**. Jest zbudowane z położonej zewnętrznie istoty szarej, która tworzy **korę mózgu**, oraz położonej głębiej istoty białej, która tworzy **drogi nerwowe**. Kresomózgowie odpowiada za większość czynności świadomych, kontroluje pracę mięśni szkieletowych, analizuje bodźce odbierane za pomocą narządów zmysłów, odpowiada za uczenie się, zapamiętywanie i kojarzenie.
- ▶ **Międzymózgowie** jest położone pod kresomózgowiem. W jego skład wchodzi m.in. **wzgórze** i **podwzgórze**. Międzymózgowie zawiera ośrodki czynności niezależnych od woli, np. termoregulacji, pragnienia, głodu i sytości. Neurony podwzgórza wydzielają hormony kontrolujące pracę przysadki, nerek oraz skurcze mięśni gładkich męskich i żeńskich narządów rozrodczych.
- ▶ **Śródmózgowie** jest częścią pnia mózgu łączącą międzymózgowie z mostem i mózdzkiem. Śródmózgowie zawiera ośrodki reakcji słuchowych i wzrokowych, np. zmiany średnicy źrenic oraz ruchów powiek. Jest ono również miejscem koordynacji ruchów mimowolnych i szybkich.
- ▶ **Most** jest częścią mózgowia położoną między śródmózgowiem a rdzeniem przedłużonym. Przez most przebiegają włókna nerwowe łączące korę mózgu z rdzeniem przedłużonym i rdzeniem kręgowym oraz z mózdzkiem.
- ▶ **Mózdzek** składa się z dwóch **półkul** połączonych **robakiem**. Powierzchnię mózdzku pokrywa **korą mózdzku**. Mózdzek odpowiada za koordynację ruchów, utrzymywanie napięcia mięśni oraz uczestniczy w utrzymywaniu równowagi ciała.
- ▶ **Rdzeń przedłużony** łączy mózgowie z rdzeniem kręgowym. Zawiera skupienia istoty szarej stanowiące ośrodki nerwowe wielu ważnych czynności odruchowych. Kontroluje np. ssanie, połykanie, żucie, kichanie, kaszel, wymioty. W rdzeniu przedłużonym znajdują się: ośrodek oddechowy regulujący czynność oddechową, ośrodek naczynioruchowy regulujący ciśnienie i tempo przepływu krwi, a także ośrodek regulacji czynności serca.

PRAWA PÓŁKULA - SITUKA I WYOBRAZANIA  
LEWA - nauka i technika



Ryc. 231. Mózg (widok z góry i z boku)

**Kora mózgu** jest podzielona bruzdami na płaty: czołowy, ciemieniowy, skroniowy i potyliczny. Funkcjonalny podział kory mózgu obejmuje **korę ruchową, czuciową, wzrokową, słuchową i kojarzeniową**. **Kora kojarzeniowa** obejmuje wszystkie płaty kory mózgu i odpowiada za procesy zapamiętywania, uczenia się, kojarzenia, myślenia. Wchodzący w jej skład **nadrzędny ośrodek mowy** leży na styku płatów potylicznego, ciemieniowego i skroniowego.



Ryc. 233. Lokalizacja ośrodków korowych

#### f) układ limbiczny

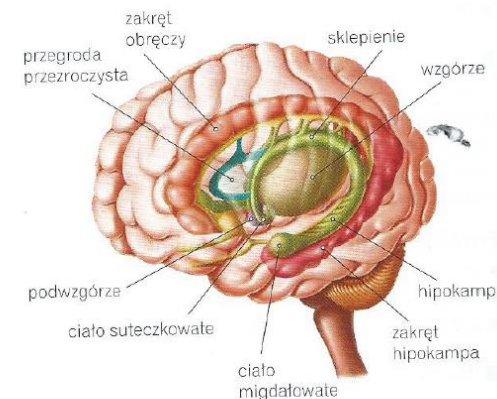
Układ limbiczny składa się z niektórych struktur kresomózgowia, międzymózgowia i śródmozgowia.

W jego skład wchodzi:

- ▶ niektóre części kory mózgu: ośrodki korowe płatów czołowego i skroniowego, hipokamp i ciało migdałowe,
- ▶ niektóre struktury podkorowe: część wzgórza, część podwzgórza, niektóre jądra śródmozgowia oraz łączące je drogi nerwowe.

#### Funkcje układu limbicznego:

- ▶ bierze udział w procesach zapamiętywania i uczenia się,
- ▶ kieruje sferą emocjonalną,
- ▶ kontroluje zachowania seksualne,
- ▶ kontroluje pobieranie pokarmu,
- ▶ wpływa na kształtowanie osobowości i podejmowanie decyzji,
- ▶ kontroluje stan czuwania i snu.



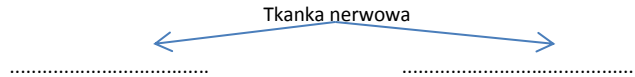
Budowa układu limbicznego.

**KARTA PRACY: Układ nerwowy.**      **Nazwisko i imię .....**

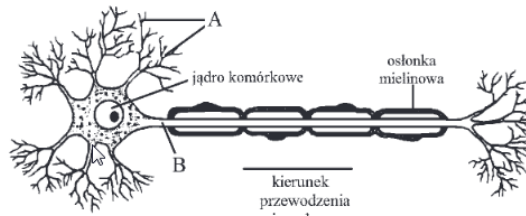
**Zadanie 1 (3 pkt.)** Wymień 3 podstawowe funkcje układu nerwowego:

- a) .....  
 b) .....  
 c) .....

**Zadanie 2 (6 pkt.)** a) Uzupełnij schemat:

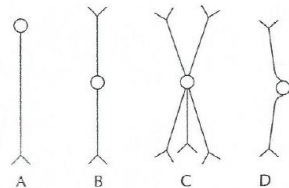


b) Uzupełnij opis rysunku – podaj nazwy elementów neuronu oznaczonych literami A i B oraz wskaż kierunek przewodzenia impulsu nerwowego w neuronie: dorysuj grot strzałki na rysunku.



A .....      B .....

c) Przyporządkuj schematom neuronów właściwe nazwy (klasyfikacja neuronów ze względu na kształt i liczbę wypustek)



- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1. neuron wielobiegunowy | 2. neuron dwubiegunowy          |
| 3. neuron jednobiegunowy | 4. neuron rzekomojednobiegunowy |
| A .....                  | B .....                         |
| C .....                  | D .....                         |

d) Wymień rodzaje neuronów wyróżnionych ze względu na pełnione funkcje

e) Wymień trzy podstawowe funkcje komórek glicyjnych.

**Zadanie 3 (4 pkt.)**

a) Spośród wymienionych poniżej jonów wybierz i podkreśl te, które przeważają w płynie tkankowym, na zewnątrz błony neuronu, będącego w stanie spoczynku.

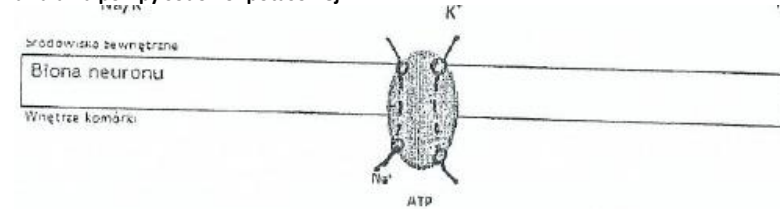
*kationy potasu, aniony chlorkowe, aniony organiczne (białkowe), kationy sodu*

b) Spośród wymienionych poniżej jonów wybierz i podkreśl te, które przeważają we wnętrzu neuronu, będącego w stanie spoczynku.

*kationy potasu, aniony chlorkowe, aniony organiczne (białkowe), kationy sodu*

c) Na schemacie zaznacz kierunek transportu jonów sodu i jonów potasu (dorysuj grotki) w czasie

działania pompy sodowo- potasowej.



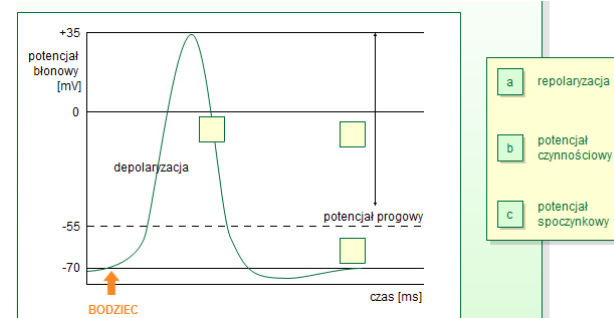
d) Dobierz parami.

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| I. potencjał spoczynkowy   | A. Mechanizm aktywnego transportu jonów sodowych na zew. stronę błony neuronu, a jonów potasu do wnętrza komórki. |
| II. pompa sodowo- potasowa | B. Szybka, miejscowa zmiana potencjału elektrycznego wywołana bodźcem.  |
|                            | C. Różnica potencjału pomiędzy wew. a zew. powierzchnia błony neuronu, w czasie, gdy jest on niepobudzony         |

I - .....      II - .....

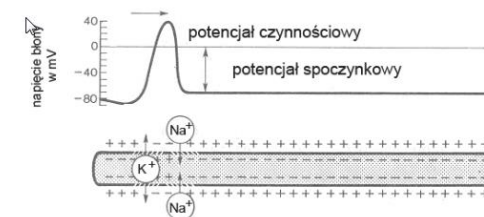
**Zadanie 4 (1 pkt.)**

Uzupełnij schemat wpisując w puste kratki a, b, c.



**Zadanie 5 (1 pkt.)**

Rysunek ilustruje funkcjonowanie błony neuronu.



Korzystając z informacji przedstawionych na rysunku, wyjaśnij, w jaki sposób w błonie neuronu powstaje potencjał czynnościowy. ....

.....  
 .....  
 .....

**Zadanie 6 (1 pkt.)**

Dobierz parami.

- I. bodziec podprogowy      A. Bodziec o minimalnej sile niezbędnej do pobudzenia neuronu (powstania potencjału czynnościowego)  
 II. bodziec progowy      B. Bodziec o większej sile, dający większy efekt drażliwości  
 III. bodziec nadprogowy      C. Bodziec, którego siła jest zbyt słaba, aby wywołać potencjał czynnościowy

I - .....      II - .....      III - .....

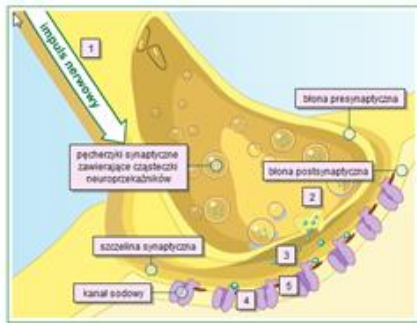
**Zadanie 7 (1 pkt.)**

Uklucie szpilką wywołuje inne odczucie bólu niż skaleczenie grubym gwoździem. Zaznacz prawidłową interpretację tego zjawiska.

- A. Ponieważ w obu wypadkach powstaje fala depolaryzacji o różnej sile, ale liczba podrażnionych neuronów jest różna.  
 B. Ponieważ w obu wypadkach powstaje fala depolaryzacji o takiej samej sile, ale liczba podrażnionych neuronów jest różna.  
 C. Ponieważ w obu przypadkach powstaje fala depolaryzacji o różnej sile, ale liczba podrażnionych neuronów jest taka sama.  
 D. Ponieważ w obu przypadkach powstaje fala depolaryzacji o takiej samej sile i taka sama. jest liczba podrażnionych neuronów.

**Zadanie 8 (2 pkt.)**

a) Przedstaw przekazywanie impulsów nerwowych z komórki do komórki dobierając parami cyfry z opisem.



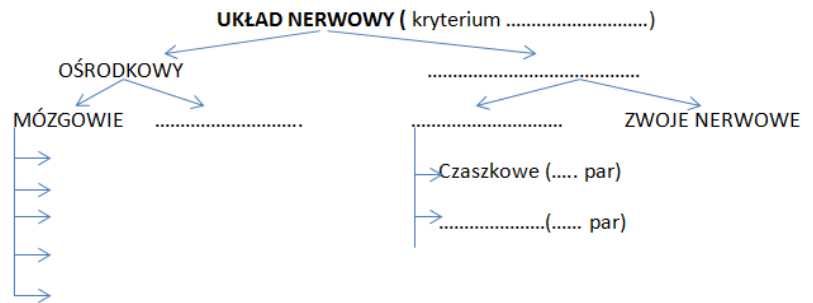
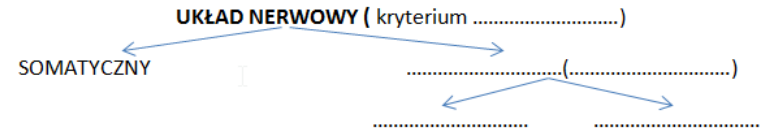
- 1. Częściutki neuroprzebieźnika łączą się z receptorami w błonie postsynaptycznej
- 2. Otwierają się kanały sodowe
- 3. Pęcherzyki synaptyczne łączą się z błoną presynaptyczną
- 4. Impuls nerwowy dociera do kolby synaptycznej
- 5. Pęcherzyki uwalniają neuroprzebieźniki do szczeliny synaptycznej

b) Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania. Przewodzenie impulsu przez synapsę jest:

- A. jednokierunkowe, gdyż neuroprzebieźniki są syntetyzowane w części presynaptycznej  
 B. jednokierunkowe, gdyż neuroprzebieźniki są syntetyzowane w części postsynaptycznej  
 C. Dwukierunkowe, gdyż neuroprzebieźniki są syntetyzowane w dendrycie i neurycie  
 D. wielokierunkowe, gdyż neuroprzebieźniki są syntetyzowane w każdym neurycie

**Zadanie 9 (4 pkt.)**

Uzupełnij przedstawiony poniżej podział układu nerwowego.



**Zadanie 10 (2 pkt.)**

Wymienione opisy funkcji posegreguj na te, za które odpowiada układ somatyczny – I, oraz te, które zależą od układu autonomicznego – II.

- a) odbiera informacje ze środowiska zewnętrznego
- b) odbiera informacje ze środowiska wewnętrznego
- c) kieruje pracą narządów wewnętrznych
- d) kieruje pracą mięśni gładkich i serca
- e) kieruje pracą mięśni szkieletowych i komórek barwnikowych skóry
- f) odpowiada za szybkie reakcje na zmiany zachodzące w środowisku zewnętrznym
- g) działanie tego układu podlega kontroli świadomości
- h) działanie tego układu nie podlega kontroli świadomości

I - .....      II - .....

**Zadanie 11 (2 pkt.)**

a) Podaj nazwy części szkieletu, które ochraniają mózgowie i rdzeń kręgowy.

Mózgowie - .....

Rdzeń kręgowy - .....

b) Wpisz nazwy opon mózgowo- rdzeniowych

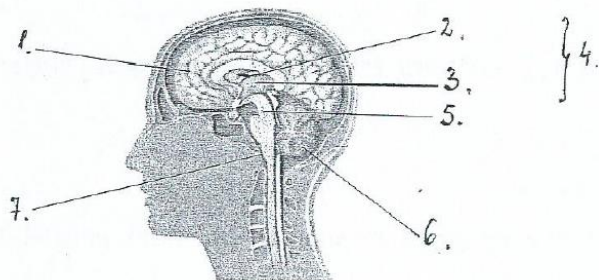
A. Przylega do kości czaszki i kręgow, pełni funkcję ochrony mechanicznej .ośrodkowego układu nerwowego.....

B. Jest środkową , najcieńszą oponą. Pomiędzy nią a kolejną błoną występuje jama wypełniona płynem mózgowo-rdzeniowym. Pełni również funkcję ochrony mechanicznej .....

C. Opona ta przylega bezpośrednio do mózgowia, pełni funkcję odżywcze ze względu na silne ukrwienie .....

**Zadanie 12 (13 pkt.)**

a) Podpisz wskazane części mózgowia., zaznacz most.

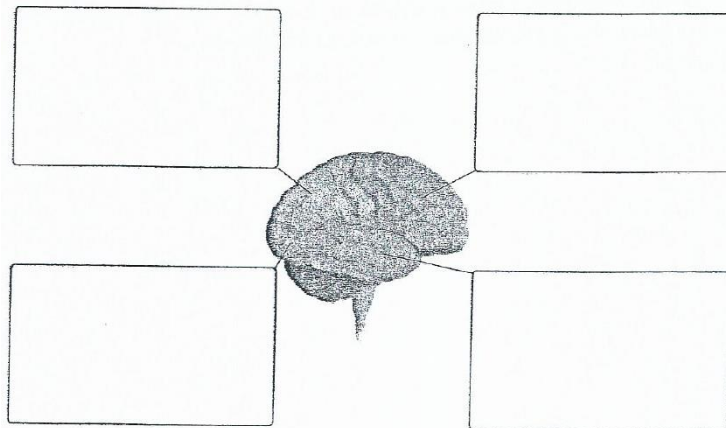


b) Wpisz do tabeli wymienione nazwy ośrodków nerwowych zgodnie z ich lokalizacją w poszczególnych częściach mózgowia.

1. ośrodki odruchów wzrokowych np. zwięzania źrenicy
2. ośrodek oddechowy
3. ośrodek sercowy
4. ośrodki odruchów słuchowych związanych np. z mimowolnym odwracaniem głowy w kierunku źródła dźwięku
5. ośrodek głodu i sytości
6. ośrodek rozrodczy
7. ośrodek naczynioruchowy
8. ośrodek pragnienia
9. ośrodek regulacji napięcia mięśni szkieletowych
10. ośrodki żucia i przełykania
11. ośrodek termoregulacji
12. ośrodek wydzielania potu
13. ośrodek kaszlu

Śródmózgowie	Międzymózgowie	Rdzeń przedłużony

c) Wpisz nazwy zaznaczonych płątów kresomózgowia i podaj przy każdym z nich nazwę przykładowego ośrodka, który jest w nim zlokalizowany



d) Wśród wymienionych nazw części mózgowia zaznacz tę, która oprócz funkcji związanych z koordynacją nerwową uczestniczy również w koordynacji hormonalnej

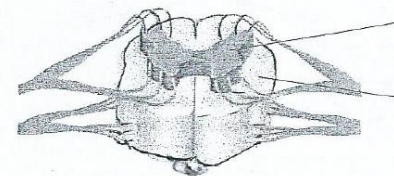
- MÓZDZEK    
  MIĘDZYMÓZGOWIE    
  RDZEŃ PRZEDŁUŻONY  
 KRESOMÓZGOWIE    
  ŚRÓDMÓZGOWIE

e) Wymień dwie funkcje mózdzku

1..... 2 .....

**Zadanie 13 (5 pkt.)**

a) Podpisz zaznaczone na rysunku elementy struktury rdzenia kręgowego. Wskaż strzałkami i wpisz nazwy korzonków: ;grzbietowy (czuciowy) i brzuszny (ruchowy).



b) Uzupełnij:

A. Jakie ośrodki znajdują się w istocie szarej rdzenia kręgowego? .....

B. Jaką funkcję spełnia istota biała? .....

c) Połącz w pary nazwy uszkodzeń rdzenia kręgowego z ich skutkami.

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| I. przerwanie korzonków grzbietowych | A. zanik czucia przy zachowanych zdolnościach ruchowych |
| II. przerwanie korzonków brzusznych  | B. paraliż z zanikiem czucia                            |
| III. przerwanie rdzenia kręgowego    | C. paraliż mięśni przy zachowaniu czucia                |

I - ..... II - ..... III - .....

Proszę zapisać temat lekcji, krótką notatkę (przynajmniej punkty) i rozwiązania zadań z karty pracy. Efekty swojej pracy proszę przesać na adres [bozena.stopa@wp.pl](mailto:bozena.stopa@wp.pl) do 21 maja.