

# WUZETKARTKI: UKŁAD NERWOWY

## CZEŚĆ OGÓLNA

1. Podział układu nerwowego na OUN i ObUN.
2. Neurony i komórki gleju.
3. Podział komórek gleju i ich rola fizjologiczna.
4. Degeneracja, regeneracja i udział neurotrofin w regeneracji, receptory dla neurotrofin, przykłady neurotrofin.
5. Płyn mózgowo-rdzeniowy: skład, krążenie i znaczenie fizjologiczne.
6. Bariera krew-mózg: budowa, przepuszczalność dla różnych substancji, znaczenie fizjologiczne.

## RDZEŃ KRĘGOWY

7. Budowa i czynności rdzenia.
8. Organizacja substancji szarej.
9. Prawo Bella-Magendiego,  $\alpha$ -motoneuron, strefy Rexeda, wrzeciono nerwowo-mięśniowe.
10. Odruch: definicja, łuk odruchowy.
11. Odruch rozciągowy: łuk odruchowy, hamowanie recyprokalne, rola fizjologiczna, lokalizacja ośrodków rdzeniowych dla odruchów rozciągowych.
12. Odruch odwrócony rozciągowy – łuk odruchowy, rola fizjologiczna.
13. Odruch zgięciowy: łuk odruchowy, skrzyżowany odruch zgięciowy, rola fizjologiczna ze szczególnym uwzględnieniem lokomocji.
14. Dolny neuron motoryczny (DNM): lokalizacja, objawy uszkodzenia.
15. Uszkodzenie rdzenia kręgowego: szok rdzeniowy.

## OŚ RUCHOWA

16. Układ piramidowy.
17. Przebieg drogi piramidowej, skrzyżowanie.
18. Kora ruchowa i jej organizacja.
19. Homunkulus ruchowy.
20. Górny neuron motoryczny (GNM): lokalizacja i objawy uszkodzenia.
21. Jądra podstawy mózgu: neuroprzełączniki, pętla połączeń, rola w planowaniu ruchów.
22. Uszkodzenie jąder podstawy mózgu: zespół Parkinsona, płasawica Huntingtona.
23. Mózdzek: podział anatomiczno-fizjologiczny, połączenia, fizjologiczna rola mózdzku z uwzględnieniem utrzymania równowagi, postawy ciała i precyzji ruchów, poprawka mózdzku z uwzględnieniem utrzymania równowagi, postawy ciała i precyzji ruchów, poprawka mózdzkowa, objawy uszkodzenia mózdzku.

## OŚ CZUCIOWA

24. Receptory, ich podział, transdukcja czuciowa (kodowanie analogowo-cyfrowe), adaptacja receptorów.
25. Receptory toniczne i fazowe.
26. Dyskryminacja dwupunktowa.
27. Drogi czuciowe: układ tylnopowróżkowy i droga rdzeniowo-wzgórzowa, charakterystyka przewodzenia w tych drogach.
28. Kora czuciowa, homunkulus czuciowy.
29. Plastyczność kory czuciowej.
30. Ból: receptory bólu, aktywacja receptorów bólu, powstawanie, rodzaje i transmisja bólu.
31. Bramka bólu.
32. Układ analgetyczny mózgu.
33. Rola endogennych opiatów.
34. Receptory termiczne, czucie temperatury.

## AKTYWACJA MÓZGU

35. Układ siatkowaty pnia mózgu (US): część wstępująca i zstępująca, RAS i układ wzgórzowy.
36. Rola US w utrzymaniu stanu snu i czuwania, w regulacji napięcia mięśniowego.
37. Sen: jego rodzaje, fazy snu (sen REM i NREM-4 fazy), cykliczność fal snu, fale PGO.
38. EEG: mechanizm powstawania, synchronizacja, desynchronizacja, charakterystyka fal, znaczenie w diagnostyce padaczki.

## PODWZGÓRZE I UKŁAD LIMBICZNY

39. Budowa podwzgórza, jądra podwzgórza, połączenia z przysadką mózgową, jego rola.
40. Rytm okołodobowy.
41. Regulacja przyjmowania pokarmu.
42. Termoregulacja.
43. Regulacja objętości i osmolarności płynów ustrojowych.

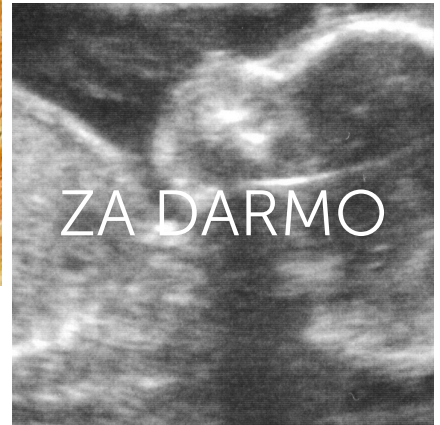
- 44. Układ limbiczny: budowa, połączenia, rola.
- 45. Krąg Papeza.
- 46. Powstawanie emocji, popędy i motywacje.
- 47. Układ kary i nagrody.
- 48. Uzależnienia i ich mechanizm.

#### WYŻSZE CZYNNOŚCI NERWOWE

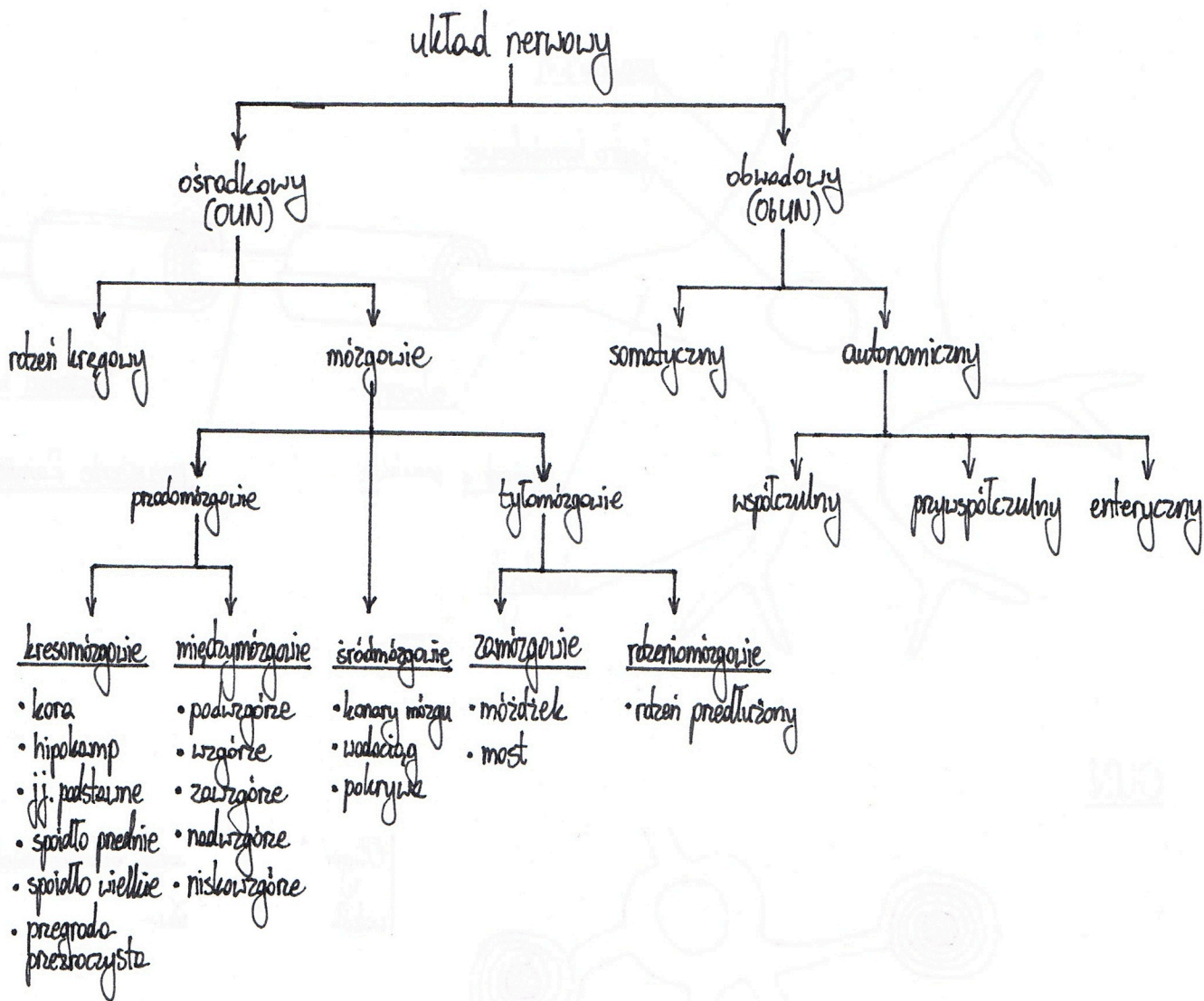
- 49. Pamięć, rodzaje pamięci, przechowywanie i odtwarzanie pamięci.
- 50. Uczenie się: podłoże neuralne, konsolidacja pamięci.
- 51. Odruchy warunkowe.
- 52. Mowa i jej ośrodki korowe, objawy ich uszkodzenia i zaburzenia mowy.
- 53. Okolice kojarzeniowe kory mózgowej.
- 54. Uzupełniająca specjalizacja półkul mózgowych.

#### UKŁAD AUTONOMICZNY

- 55. Podział układu autonomicznego na współczulny i przywspółczulny: ośrodki, zwoje nerwowe, neuroprzebieżniki.
- 56. Działanie AUN na narządy.



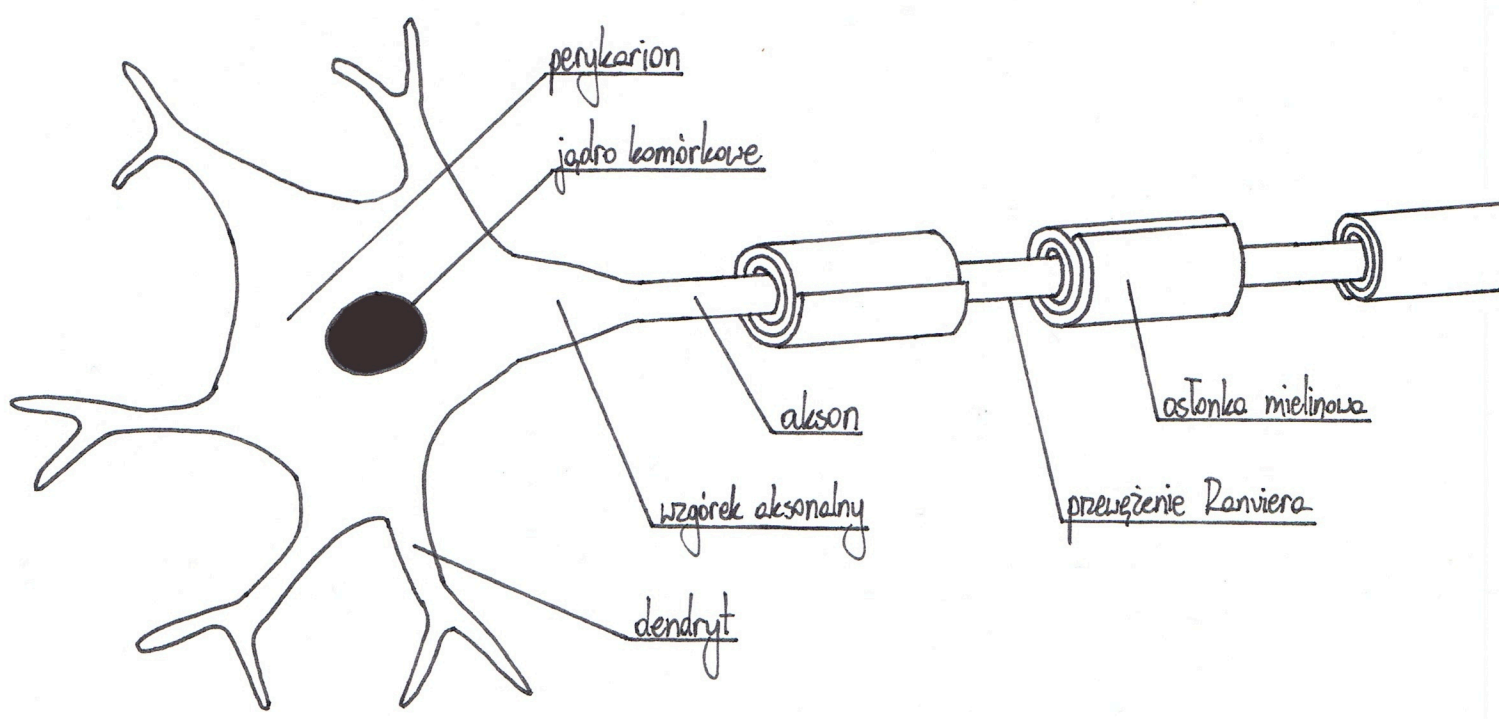
[www.wuzetki.pl](http://www.wuzetki.pl)



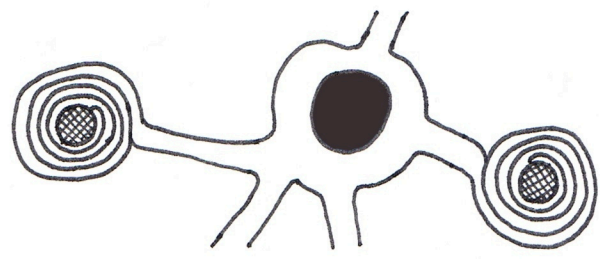
OUN	ObUN
jądra	zwoje
drogi	nerwy

→ czaszkowe / rdzeniowe  
 → aferentne / eferentne  
 → somatyczne / trzewne

# NEURONY I KOMÓRKI GLEJU

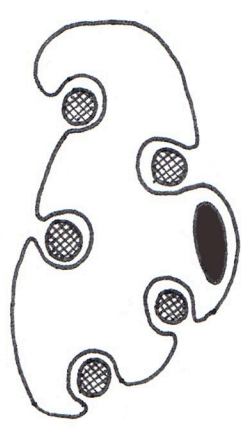


## OUN



Oligodendrocyt wytwarza ostonkę mielinową wokół wielu aksonów.

## OBUN



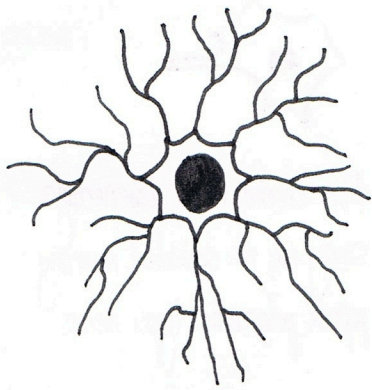
Włókna bezmielinowe



Włókno mielinowe

Komórka Schwanna tworzy ostonkę mielinową wokół pojedynczego aksonu.

Komórka Schwanna może również tworzyć ostonkę Schwanna wokół wielu aksonów.

W OUN

## Astrocyty:

- stanowią element podporowy neuronów
- wchodzą w skład bariery krew-mózg
- magazynują nadmiar wody i jonów (zwłaszcza  $K^+$ )
- wychwytyją, i unieczynniają, niektóre neuroprzekazniki (np. GABA i 5-HT)
- magazynują glutaminian, przeciwdziałając szkodliwym skutkom jego nadmiaru



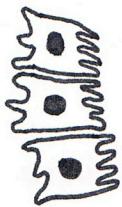
## Oligodendrocyty:

- wytwarzają osłonkę mielinową
- włośń aksonów w OUN



## Mikroglej:

- fagocytuje zniszczone elementy tkanki nerwowej
- wydzielają interleukiny



## Ependymocyty:

- wyściełają komory mózgu i kanał centralny rdzenia
- wytwarzają płyn mózgowo-rdzeniowy

W ObUN

## Komórki Schwanna:

- wytwarzają osłonkę mielinową, włośń aksonów w ObUN
- wytwarzają osłonkę Schwanna

# DEGENERACJA, REGENERACJA, NEUROTROFINY

## Degeneracja



### Chromatoliza wsteczna:

- rozpad tigroidu
- obróbkę cytoplazmy
- acentryczne ustawienie jądra
- nasilenie po 1-2 tyg.

### Degeneracja Wallera:

- rozpad włókna osiowego
- rozpad mieliny
- następuje to po 8-12 dniach

Na terenie OUN degeneracja szerzy się na sąsiednie neurony poprzez połączenia typu nexus.

## Regeneracja

- włókno osiowe rośnie w osłonkę z komórki Schwanna
- niemożliwa po całkowitym przecięciu (trzeba zszyć)

## Neurotrofiny

- NGF
- BDNF
- GDNF
- NT 3,4,5,6
- CNTF
- LIF
- FGF
- TGF
- PDGF
- IL-6

- białka niezbędne do przeżycia i wzrostu neuronów
- produkowane przez komórki nerwowe, mięśniowe i gładkie
- transportowane są wstecznie do perykarionu po związaniu z receptorem wypustki nerwowej

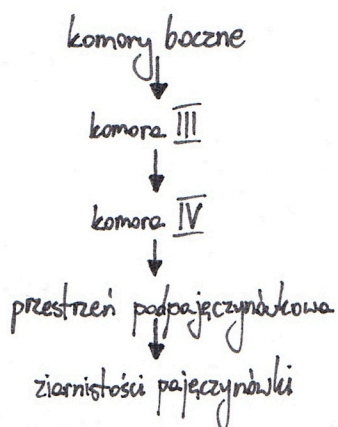
neurokiny - cytoliny lub inne związki posiadające mechanizm działania cytdin

## Receptory dla neurotrofin

- Trk A
- Trk B
- Trk C
- p75 NRT

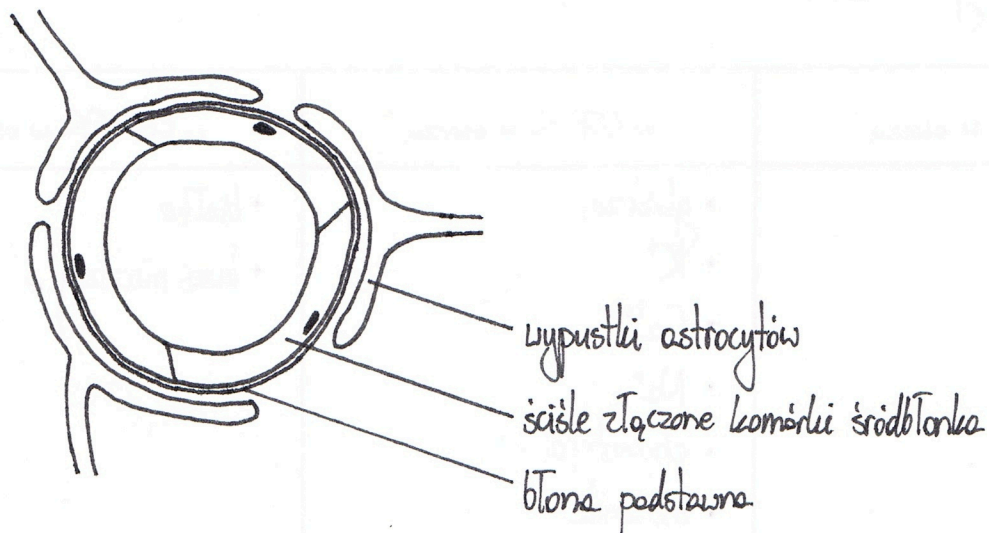
Skład - zbliżony do osocza

w CSF > w osoczu	w CSF < w osoczu	w CSF << w osoczu
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Mg^{2+}</math></li> <li>• <math>Cl^{-}</math></li> <li>• kreatynina</li> <li>• <math>HCO_3^{-}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• glukoza</li> <li>• <math>K^{+}</math></li> <li>• <math>Ca^{2+}</math></li> <li>• <math>Na^{+}</math></li> <li>• kwas moczowy</li> <li>• mocznik &lt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• białko</li> <li>• cholesterol</li> </ul>

KrążenieRole

- ochrona mózgowia przed uszkodzeniami
- zmniejszenie ciężaru mózgowia z 1400g do 50g
- wymiana składników chemicznych w obrębie OUN
- funkcja odżywcza
- transport neuromediatorów
- udział w utrzymaniu ciśnienia śródczaszkowego
- udział w regulacji oddychania (chemoreceptory centralne)
- diagnostyka stanu OUN (nakłucie lędźwiowe)

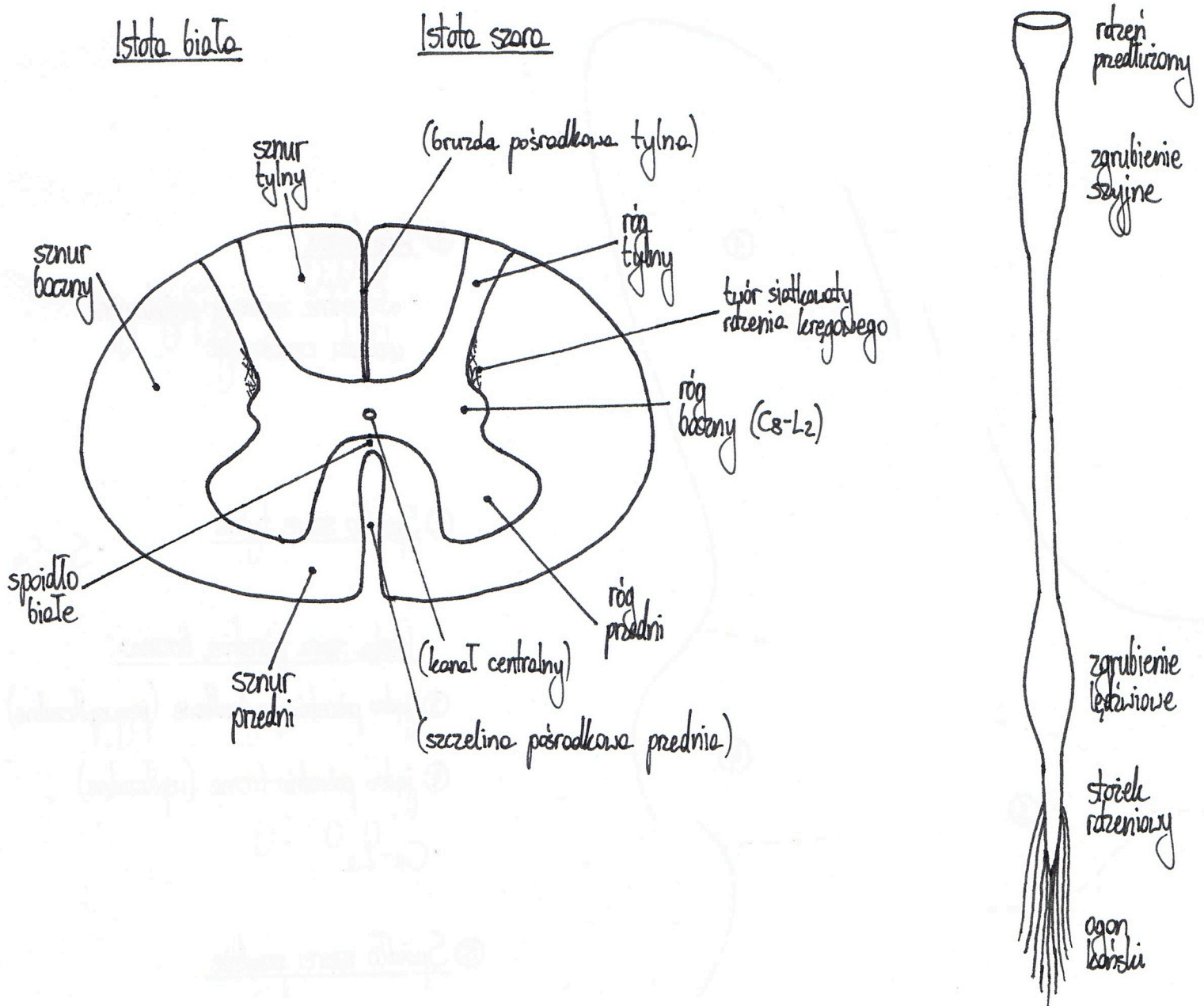


BudowaPrzepuszczalność

zerowa	słaba	bardzo dobra
substancje hydrofilne: • białka • polipeptydy • aminokwasy • barwniki żółciowe • katecholaminy	jony: • $H^+$ • $Na^+$ • $Ca^{2+}$ • $Mg^{2+}$ • $Cl^-$ • $HCO_3^-$ • $HPO_3^-$ • $K^+$	• $O_2$ • $CO_2$ substancje lipofilne: • etanol • hormony sterydowe • hormony tarczycy • leki lipofilne

Rola

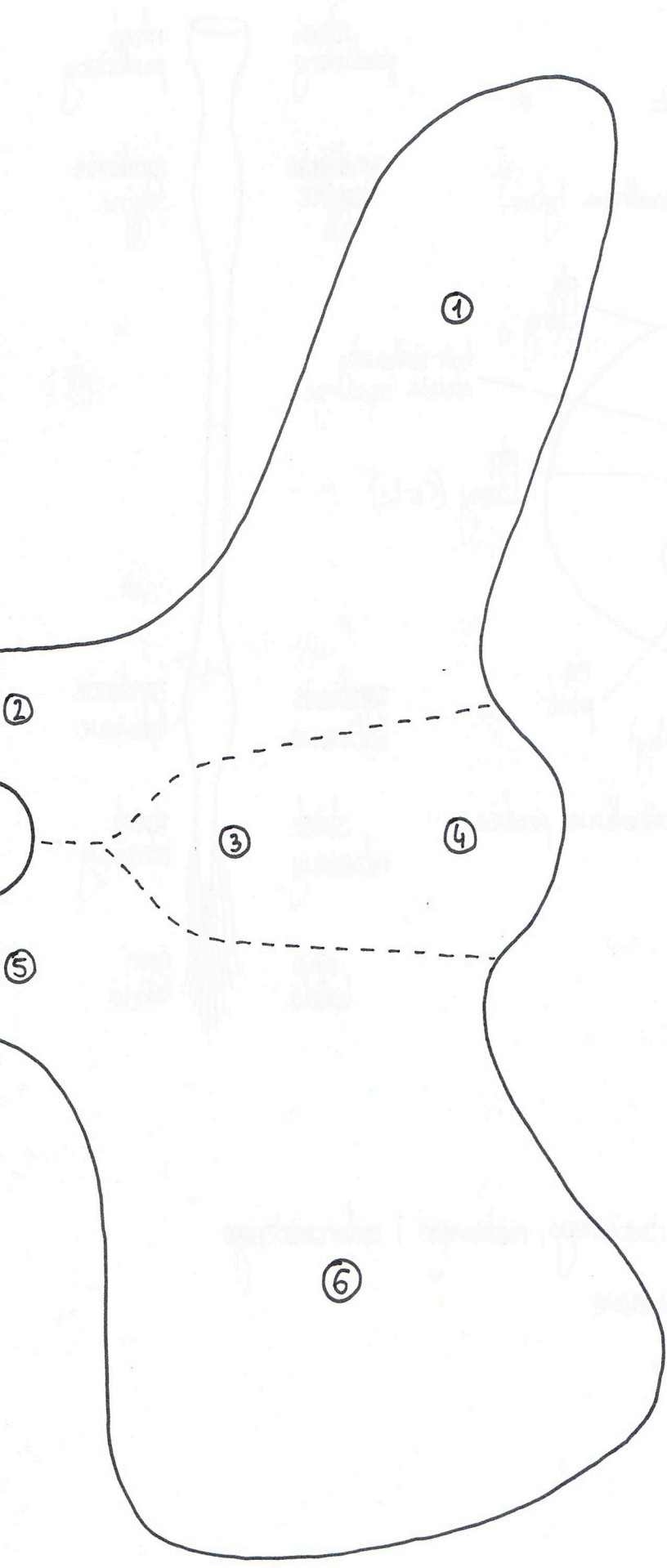
- izolacja tkanki mózgowej przed substancjami endo- i egzogennymi
- utrzymywanie stałego stężenia CSF
- kontrolowana komunikacja OUN z krwią
- izolacja antygenów OUN



### Funkcje rdzenia kręgowego

- przewodzenie impulsów nerwowych z układu czuciowego, ruchowego i autonomicznego
- w rdzeniu kręgowym znajdują się ośrodki odruchowe

# ORGANIZACJA ISTOTY SZAREJ RDZENIA KRĘGOWEGO



## ① Róg tylny

- aferentne neurony projekcyjne układu czuciowego

## ② Spoidło szare tylne

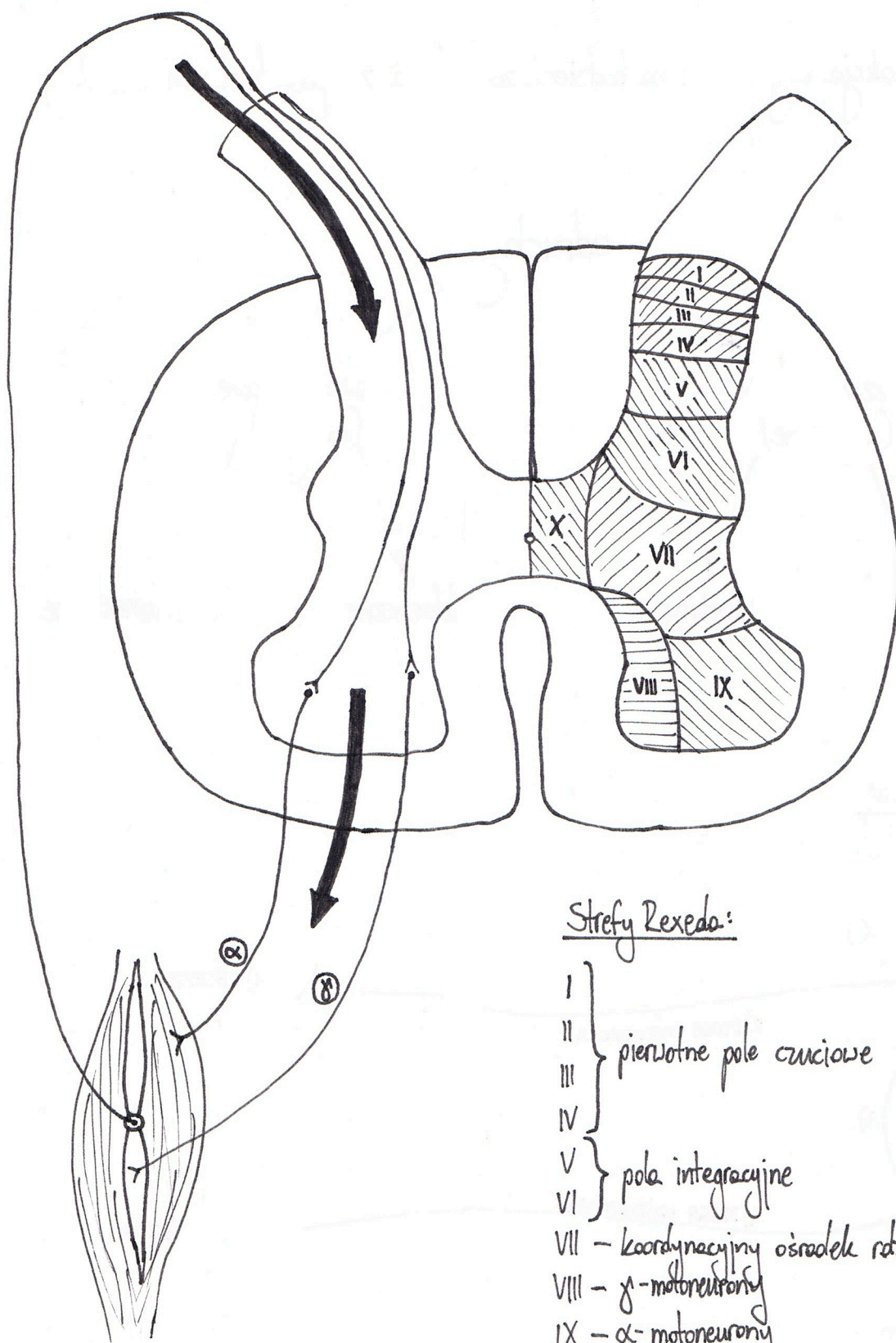
### Istota szara pośrednia boczna:

- ③ jądro pośrednio-przysadkowe (przywspółczulne)
  - S<sub>2</sub>-S<sub>4</sub>
- ④ jądro pośrednio-boczne (współczulne)
  - tworzy róg boczny
  - C<sub>8</sub>-L<sub>2</sub>

## ⑤ Spoidło szare przednie

## ⑥ Róg przedni

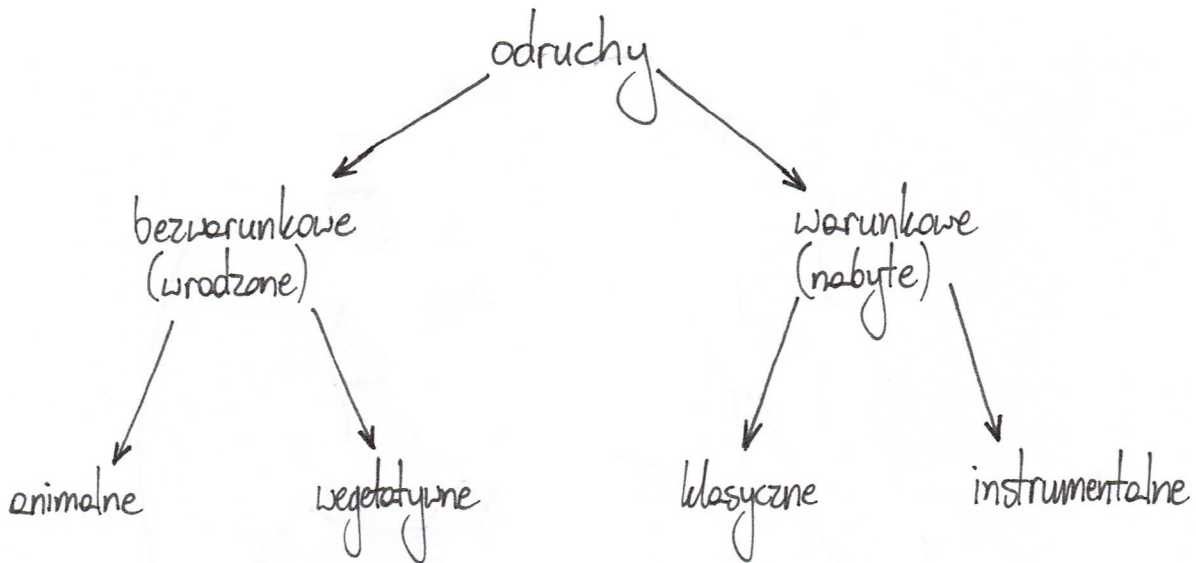
- eferentne neurony ruchowe (motoneurony)
- przysadkowa część zaopatruje mm. proksymalne
- boczna część zaopatruje mm. dystalne
- brzuszna część zaopatruje mm. prostowników
- grzbietowa część zaopatruje mm. zginacze



Wrzecionko nerwowo-mięśniowe - narząd czucia mięśniowego, wrażliwy na rozciąganie.

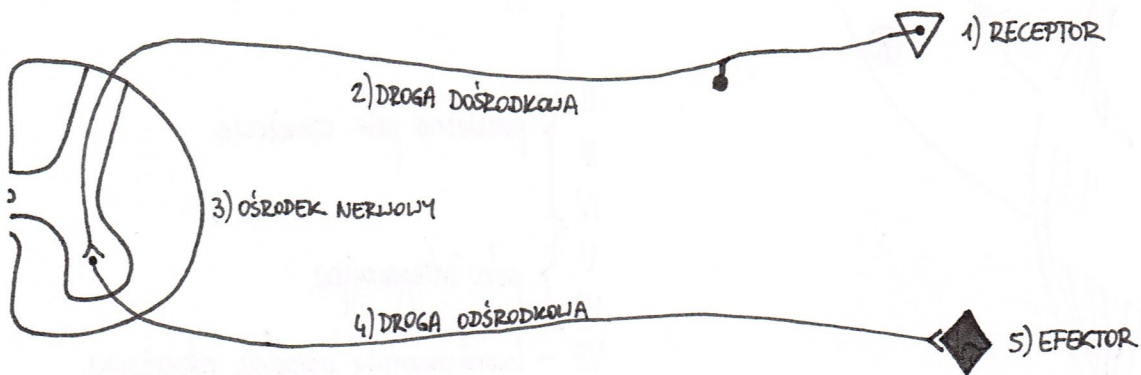
Prawo Bella-Magendiego - sygnały wchodzi do rdzenia przez korzenie grzbietowe, a opuszczają go przez korzenie brzuszne.

Odruch - automatyczne reakcje organizmu na bodziec, zachodząca za pośrednictwem OUN.

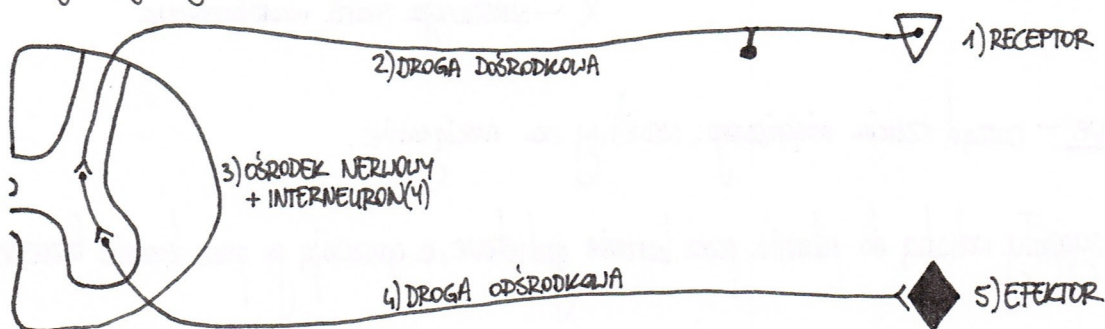


### łuk odruchowy

- monosynaptyczny



- polisynaptyczny



Cechy

- animalny
- monosynaptyczny
- prosty
- krótka latencja

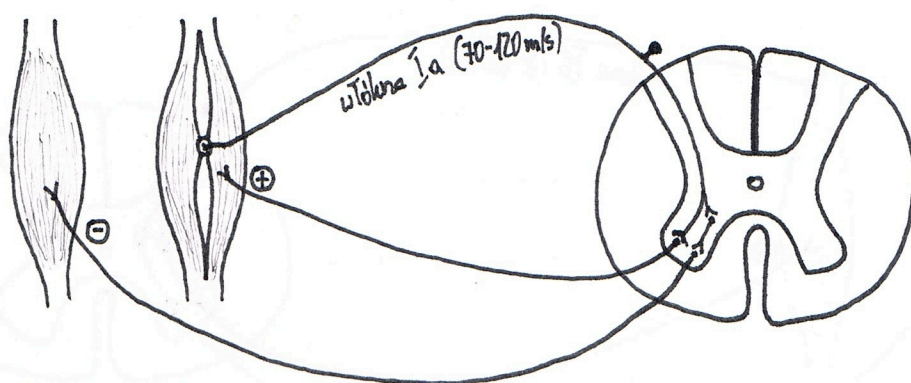
tuk odruchowy

Bodziec: rozciągnięcie mięśnia

Receptor: wrzecionko nerwowo-mięśniowe

Ośrodek:  $\alpha$ -motoneurony IX strefy Rexeda

Efektor: mięsień rozciągany (+), mięsień antagonistyczny (-) ← hamowanie recyproczne

Rola

- regulacja napięcia mięśniowego
- dostosowanie napięcia mięśniowego do zmian długości mięśnia podczas skurczu
- zapobieganie drżeniom i oscylacjom (wygładzenie skurczu)

Lokalizacja ośrodków rdzeniowych

C5-C6	odruch z m. długiego ramienia i m. ramienno-promieniowego
C7-C8	odruch z m. trójgłowego ramienia
L3-L4	odruch kolanowy (z m. czworogłowego uda)
S1-S2	odruch ze ścięgna Achillesa (z m. trójgłowego łydki)

Cechy

- animalny
- polisynaptyczny
- złożony
- wysoki próg pobudzenia
- długa latencja

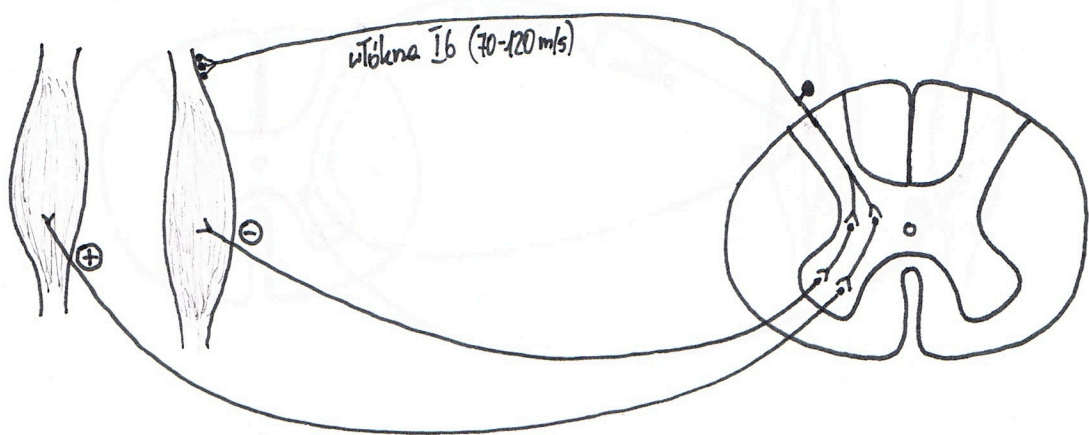
tok odruchowy

Bodziec: nagłe rozciągnięcie, grożące zerwaniem ścięgna

Receptor: narządy ścięgniste Golgiego

Ośrodek: interneurony strefy VII Rexeda

Efektor: mięsień rozciągany (-), mięsień antagonistyczny (+)

Role

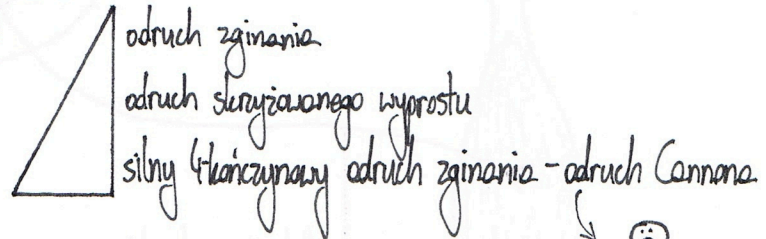
- chroni mięsień przed uszkodzeniem i oderwaniem od kości
- reguluje napięcie mięśniowe (wraz z pętlą γ)
- forma patologiczna - odruch scyzorykowy

Pojawia się po uszkodzeniu dróg piramidowych.

Bodzący czuje wzmożony, nagły ustojący opór podczas zginania kończyny pacjenta -  
- jak podczas ślizadania scyzoryka.

Cechy

- animalny
- polisynaptyczny
- złożony
- długa latencja
- nadrzędny - w czasie trwania tego odruchu inne odruchy są hamowane
- stopniowany - jego zakres zależy od siły bodźca:

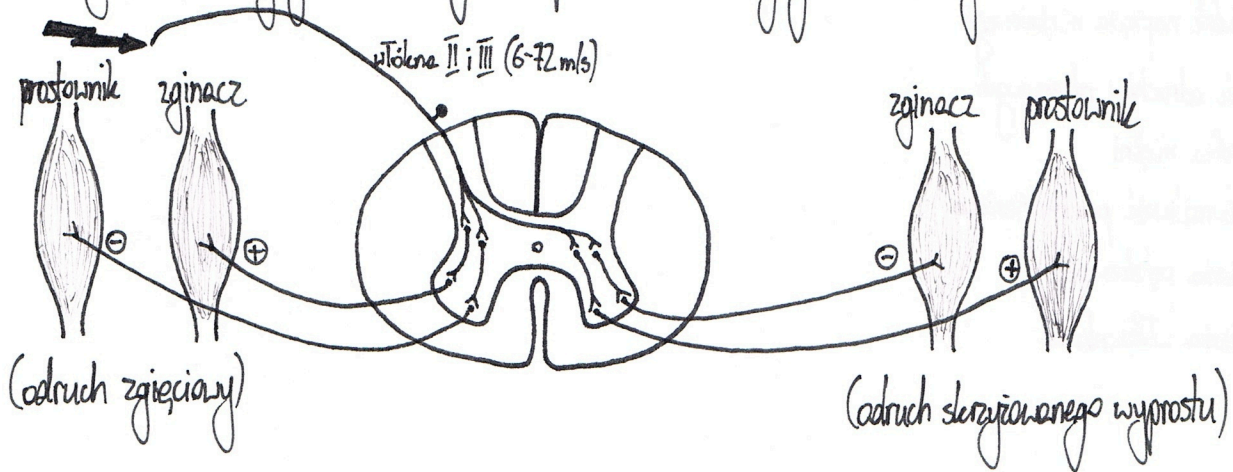
tok odruchowy

Bodziec: uszkodzający - mechaniczny, termiczny, chemiczny

Receptor: wolne zakończenia nerwowe w skórze, tkance podskórnej i wokół stawów

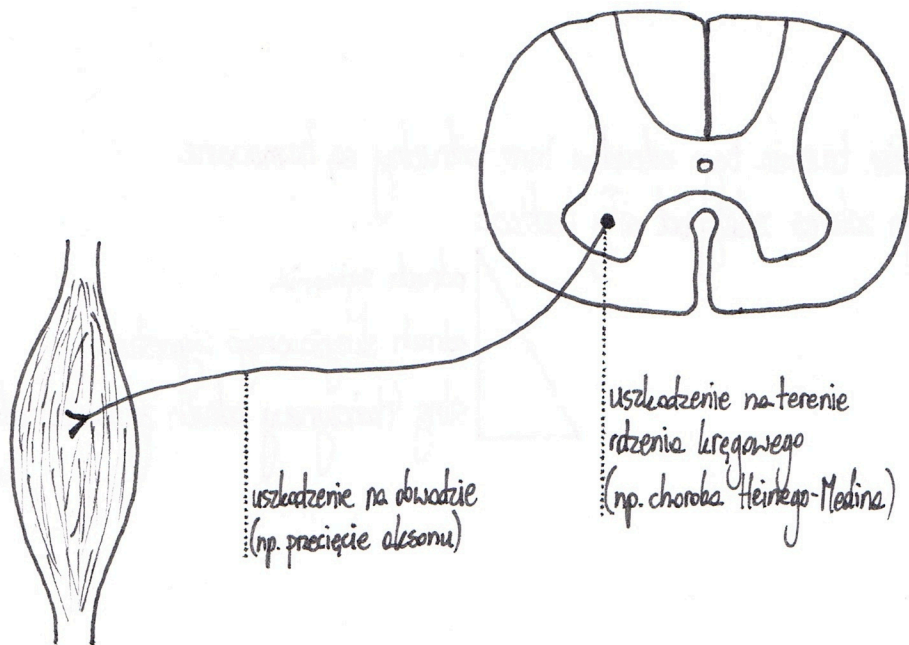
Ośrodek: interneurony strefy VIII Rexeda

Efektor: zginacz kończyny zadrażnionej (+), prostownik kończyny zadrażnionej (-)

Rola:

- odruch obronny - chroni kończyny przed bodźcami uszkodzającymi
- rytmiczny odruch lokomocyjny - udział w mechanizmie ruchów naprzemiennych (chodzenie, bieganie)





### Objawy uszkodzenia

- porażenie wiotkie
- spadek napięcia mięśniowego
- brak odruchów refleksyjnych
- atrofia mięśni
- nadwrażliwość podnerwieniowa
- drżenia pełzające
- drżenia wzdłużkowe

## Wstrząs rdzeniowy (szok rdzeniowy)

zniesienie aktywności ośrodków naczynioruchowych

↓ impulsacji do mm. gładkich naczyń

↓ napięcia mm. gładkich naczyń

↑ objętości Torzeja naczyniowego

↓ CTK nawet do 40 mmHg

↓ przepływu w tkankach i narządach

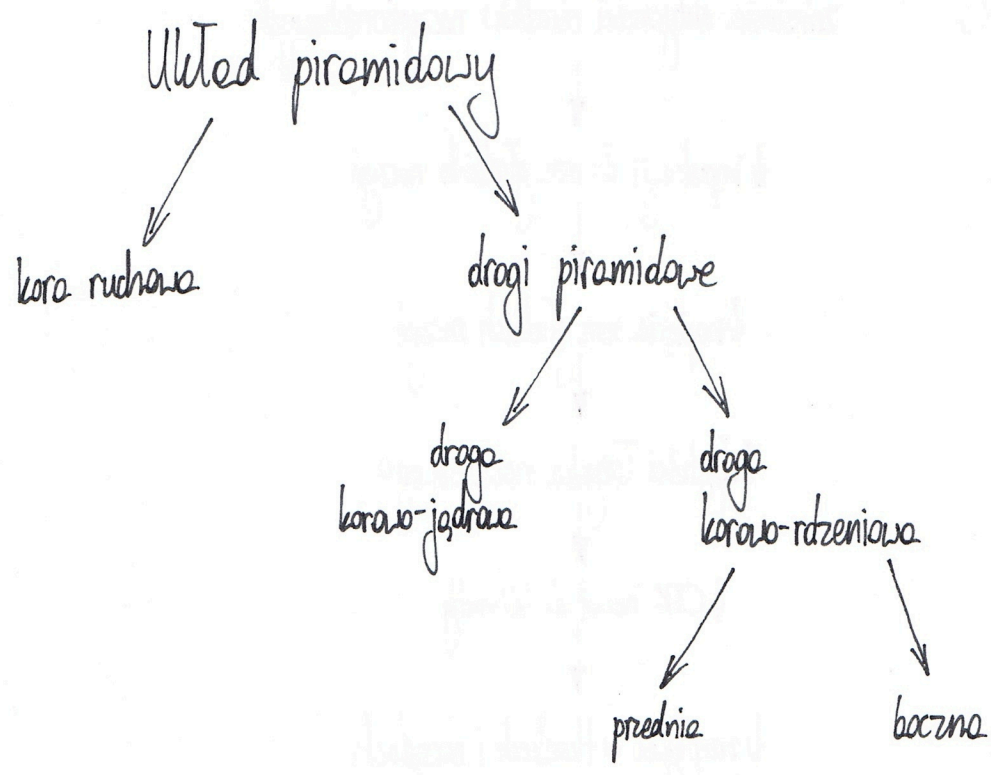
Objawy wczesnej fazy:

- całkowity zanik <sup>czucia</sup> <sub>ruchu</sub> poniżej uszkodzenia
- ↓ napięcia mięśniowego
- zniesienie odruchów rdzeniowych
- zanik potliwości
- zatrzymanie moczu i stolca
- ↓ CTK

3-5 tyg.

- ↑ napięcia mięśniowego
- powrót odruchów rdzeniowych
- (+) odruch Babinskiego
- mimowolne opóźnianie pecherza i odbytnicy
- odruch masowy

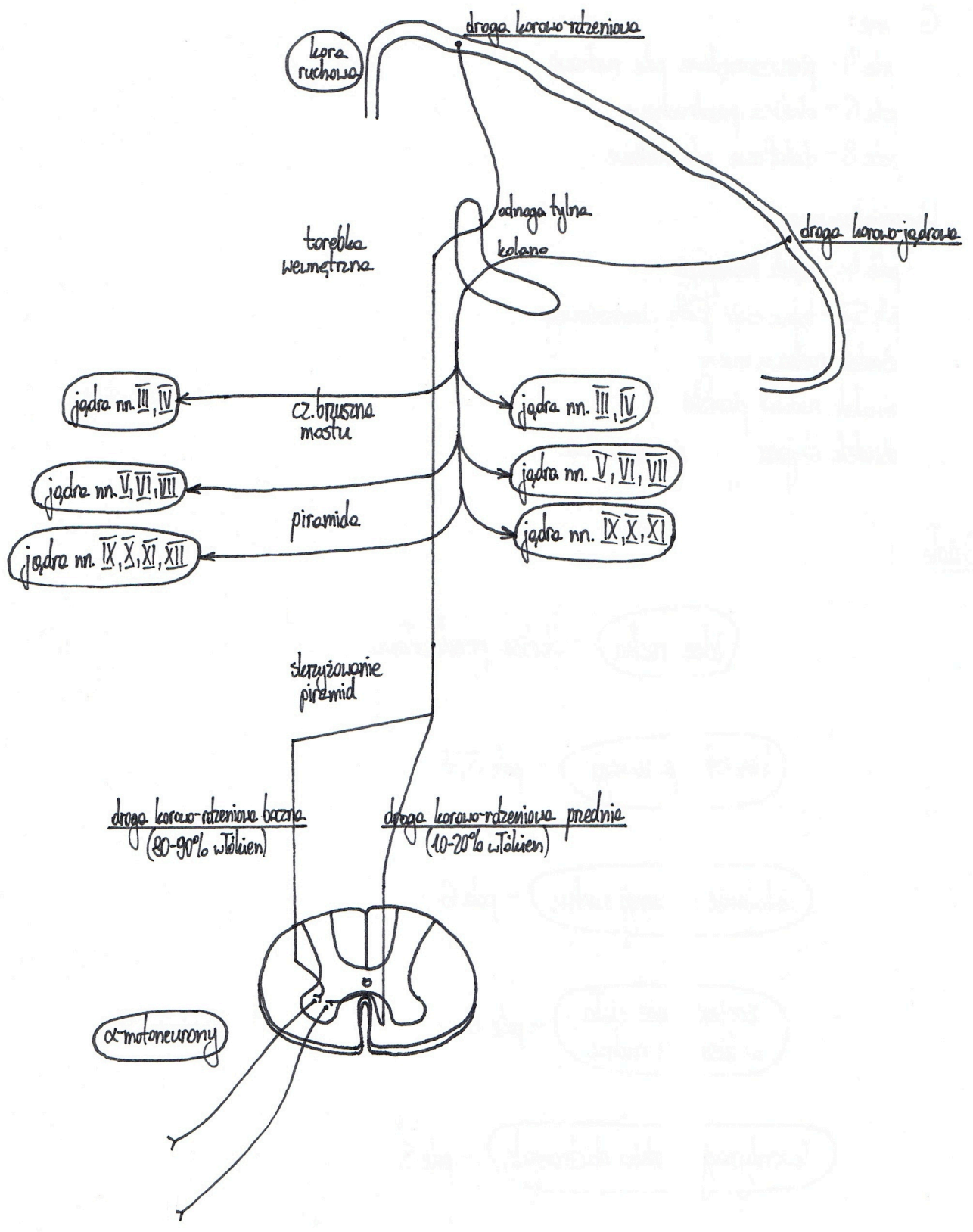
Nigdy nie powracają ruchy dowolne oraz czucie (poniżej uszkodzenia).



Rola

- wykonywanie precyzyjnych ruchów dowolnych (ruchów manipulacyjnych)
- główny szlak ruchowy
- współdziałanie z układem pozapiramidalnym

# DROGI PIRAMIDOWE



Druga korowo-jądrowa → mm. głowy, szyi, m. czworoboczny  
 Droga korowo-rzemiowa → pozostałe mięśnie

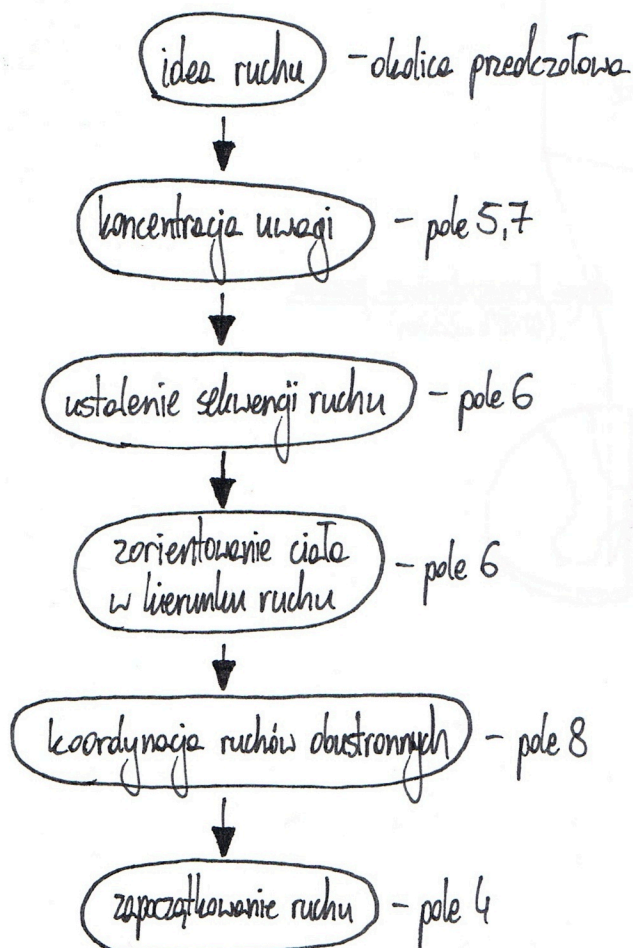
Ośrodki

## Główne:

- pole 4 - pierwszorzędowe pole ruchowe
- pole 6 - obwódka przedczołowa
- pole 8 - dodatkowe pole ruchowe

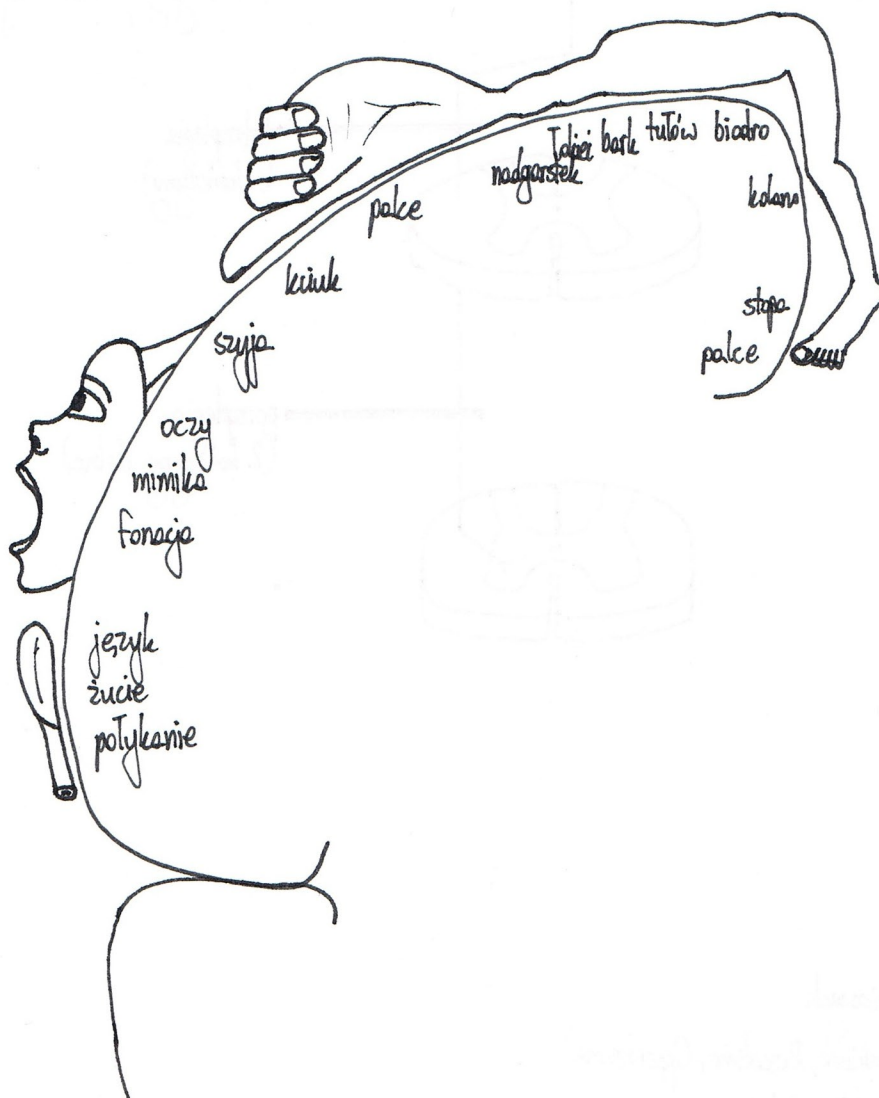
## Wyspecjalizowane:

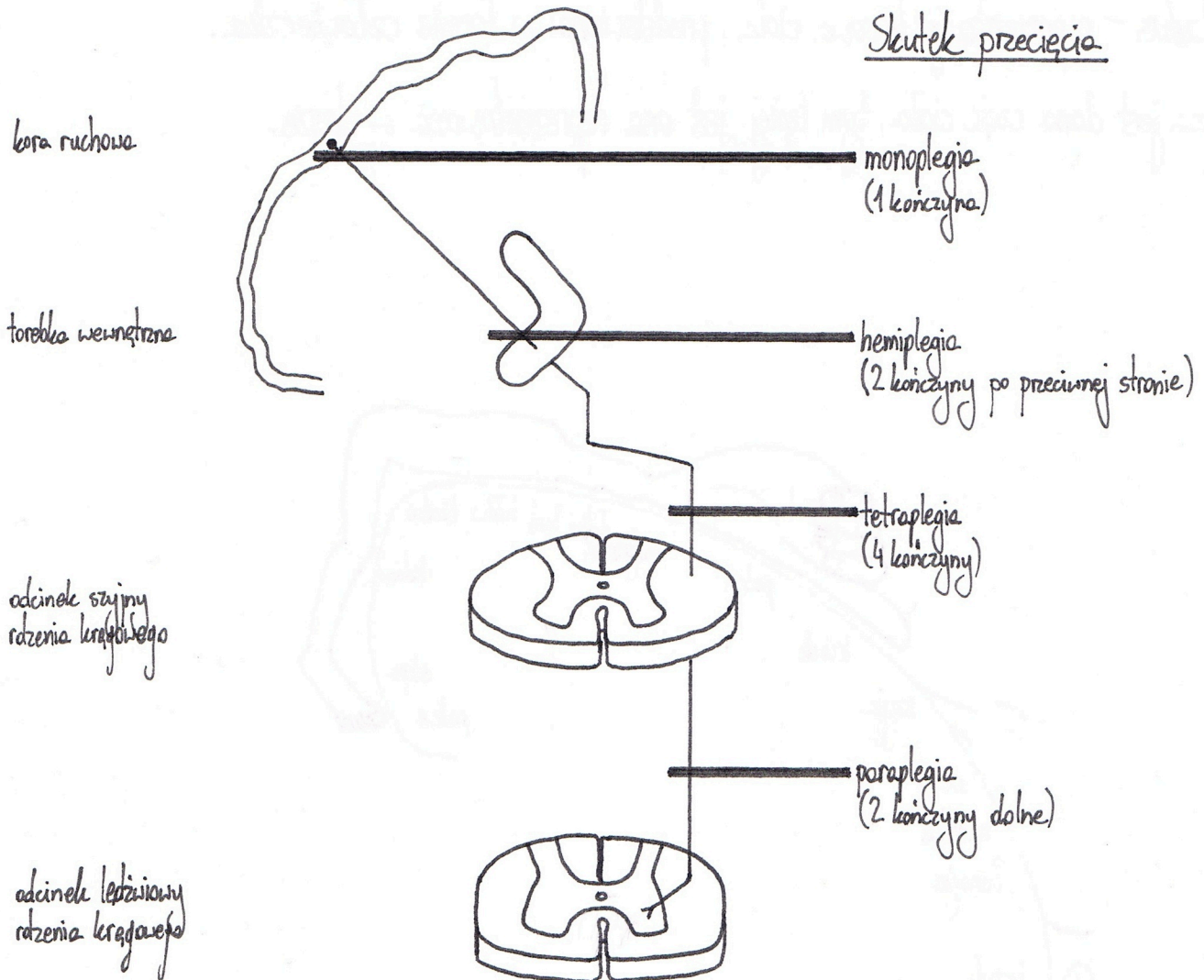
- pole 4s - rąbek hamijowy
- pole 5,7 - tylna część płata ciemieniowego
- ośrodek ruchowy mały
- ośrodek ruchów pisaćskich
- ośrodek skrajonego spójzenia w bok

Działanie

Homunkulus - reprezentacja korony ciała, przedstawiona w formie człowieka.

Im większa jest dana część ciała na homunkulusie, tym lepiej jest ona reprezentowana w korze.



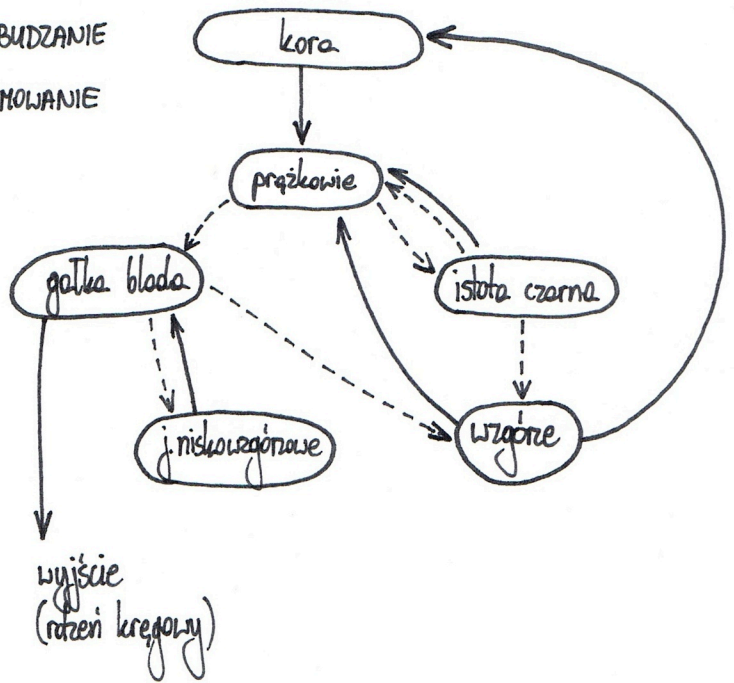
Skutek przecięciaObjawy uszkodzenia

- porażenie spastyczne
- wzrost napięcia mięśniowego
- wygórowanie odruchów rdzeniowych
- odruchy patologiczne (Babińskiego, Rossolimo, Oppenheima)
- późne i niezbyt wyraźne zaniki mięśniowe
- zanik odruchów brzusznych

Jadra i ich neuroprzekaźniki

- jądro półleżące
  - jądro ogoniaste
  - skorupa
  - gałka biała (GABA)
  - istota czarna (GABA, DA)
  - jądro niskorzędowe (Glu)
- prążkowie (GABA)

LEGENDA  
 ↑ POBUDZANIE  
 - - - HANOWANIE



Pętle połączeń

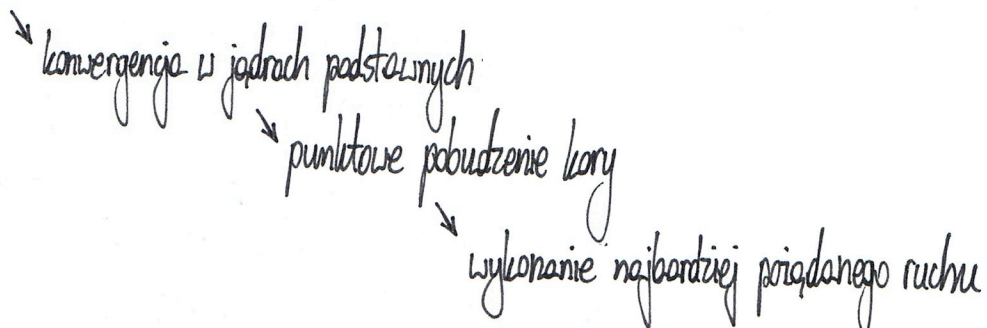
- Pętle podstawno-korowe bezpośrednio:
  - ruchowa } aktywność ruchowa
  - okoruchowa }
  - przedczołowa grzbietowo-boczna } pamięć robocza
  - oczodolowo-czołowa } emocje, procesy poznawcze
  - limbiczna }

- Pętle podstawno-korowe pośrednie - hamujący wpływ na korę
- Wewnętrzne pętle jąder podstawnych:



Rola w planowaniu ruchów

30 000 - 100 000 planów ruchu w korze





Choroba Parkinsona

Przyczyna: zwyrodnienie neuronów dopaminergicznych części zbitrej istoty czarnej

Objawy:

- ↓ aktywności ruchowej (bradykinezja)
- ↓ amplitudy ruchów (hipokinezja)
- trudność zapoczątkowania ruchu (akinezja)
- ubóstwo mimiki, maskowaty wygląd twarzy chorego
- wolna, monotonna mowa
- drżenie mięśni, zwłaszcza kończyny górnej
- ↑ napięcia mięśniowego (hipertonja)

Leczenie:

- L-DOPA
- amantadyna
- agonści receptorów dopaminowych
- inhibitory MAO i COMT
- β-bloker
- głęboka stymulacja mózgu
- przeszczep tkanki istoty czarnej
- rehabilitacja ruchowa

Pląsawica Huntingtona

Przyczyna: defekt genetyczny

↓  
synteza patologicznego białka, huntingtyny, o właściwościach neurotoksycznych  
↓  
uszkodzenie neuronów gałki bladej

Objawy:

- niekontrolowane ruchy (ruchy pląsawicze)
- drżenie mięśni kończyn
- ↓ napięcia mięśniowego (hipotonia)
- ostepienie, postępujące zaburzenia pamięci
- zmiany osobowości, depresja
- zaburzenia mowy i połykania
- halucynacje

Leczenie:

- póki co brak skutecznych metod leczenia
- leczenie objawowe: pląsawicy, omamów, depresji

	archicerebellum	paleocerebellum	neocerebellum
potężenia	z j.j. przedsionkowymi, narządami wzroku i proprio-receptorami	z rdzeniem lęgowym, jądrami czerwieninymi	z korą mózgową i wzgórzem
drogi	• mózdkowo-przedsionkowa • przedsionkowo-mózdkowa	• mózdkowo-czerwienna • czerwienno-rdzeniowa • rdzeniowo-mózdkowa • siatkowo-rdzeniowa	• korowo-mostowo-mózdkowa
rola	• utrzymanie równowagi ciała • koordynacja wzrokowo-ruchowa • regulacja napięcia mięśni antygrawitacyjnych	• utrzymanie pionowej postawy • regulacja napięcia mięśniowego • koaktywacja $\gamma$ -motoneuronów • kontrola ruchów dowolnych i mimowolnych	• bank jednostek motorycznych • informowanie kory o stanie napięcia mięśni i położeniu ciała w przestrzeni • regulacja siły mięśniowej • planowanie sekwencji ruchów • zapobieganie drżeniom

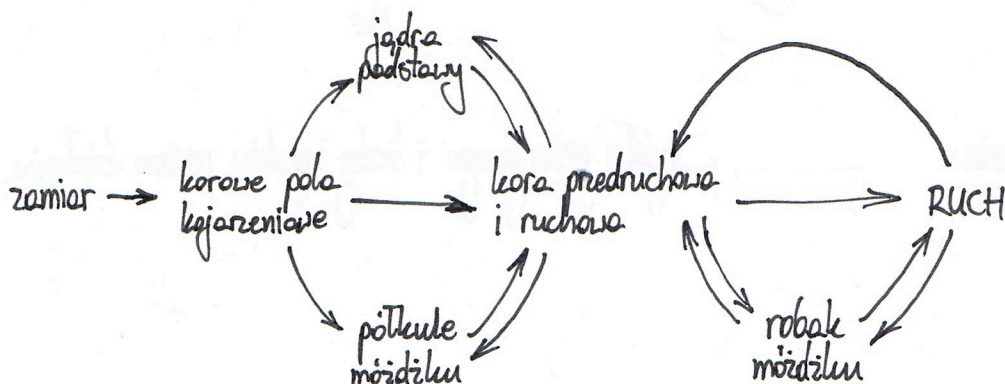
ROBAK - objawy uszkodzenia:

- chód marynarski
- trudności w utrzymaniu pionowej postawy ciała
- skłonność do złożenie i upadania

PÓTKULE - objawy uszkodzenia:

- ataksja
- atonia
- astenie
- odiodocholinerza
- adynamia
- dysmetria
- dysartria
- drżenia zamiarowe
- oczopląs

Poprawka mózdkowa:

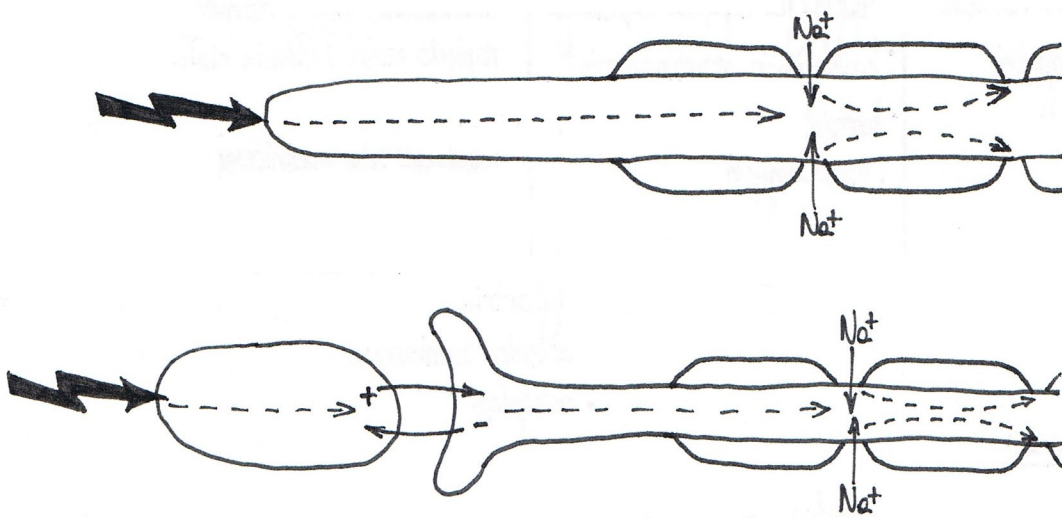


Podział ze względu na charakter bodźca:

- mechanoreceptory
- termoreceptory
- chemoreceptory
- fotoreceptory
- nocyceptory
- osmoreceptory
- baroreceptory

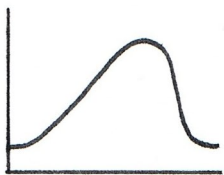
Podział ze względu na lokalizację bodźca:

- telereceptory
- kontaktoreceptory
- proprioreceptory
- wisceroreceptory
- angioreceptory



potencjał generujący receptora

- kodowanie analogowe
- w miejscu działania bodźca
- depolaryzacja lub hiperpolaryzacja
- amplituda bodźca  
↓  
amplituda potencjału generującego
- przenoszenie z delrementem



potencjał czynnościowy

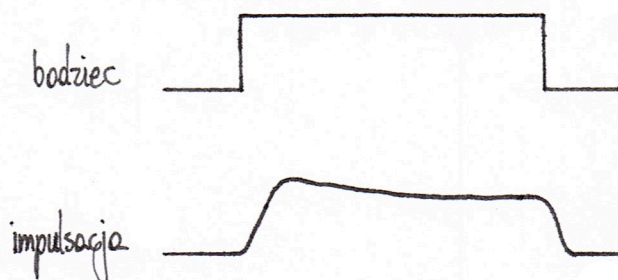
- kodowanie cyfrowe
- w I przewężeniu Raniera
- otwieranie szybkich kanałów  $\text{Na}^+$
- amplituda potencjału generującego  
↓  
ilość potencjałów czynnościowych
- przewodzenie skokowe



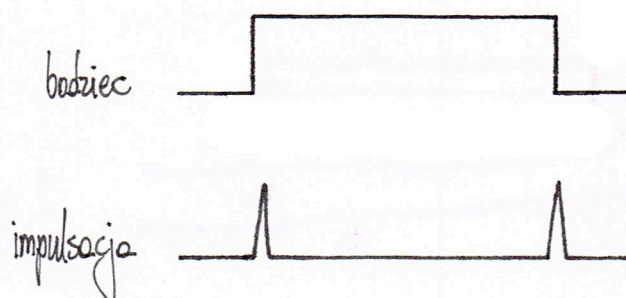
Adaptacja receptorów - stopniowe zmniejszanie się potencjału generującego i liczby impulsów pomimo działania bodźca.

Receptory toniczne

- przykład: proprioceptory
- zapewniają napływ informacji do mózgu przez cały czas trwania bodźca
- adaptują się powoli
- wykazują nieznaczny spadek potencjału w miarę trwania bodźca

Receptory fazowe

- przykład: receptory skórne
- sygnalizują początek i koniec działania bodźca
- adaptują się bardzo szybko
- wyzwalają zawsze pojedynczy impuls



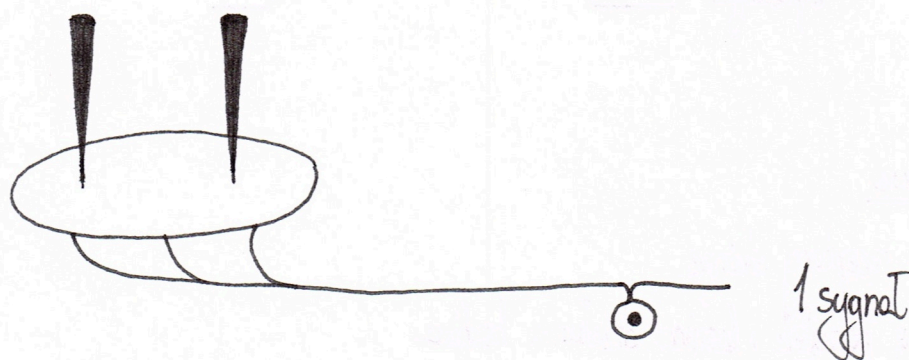
Dyskryminacja dwupunktowa - zdolność do rozróżniania lokalizacji dwóch bliskich bodźców.

Dyskryminacja dwupunktowa związana jest z istnieniem pól recepcyjnych.

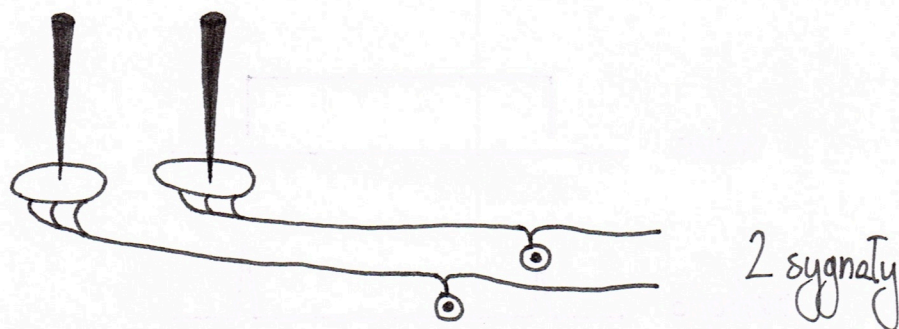
Pole recepcyjne - pole unierwione przez jeden neuron.

- małe, gęsto rozmieszczone pola recepcyjne - dłonie, twarz, klatka piersiowa
- duże, rzadko rozmieszczone pola recepcyjne - plecy, ramiona

### Czucie jednopunktowe



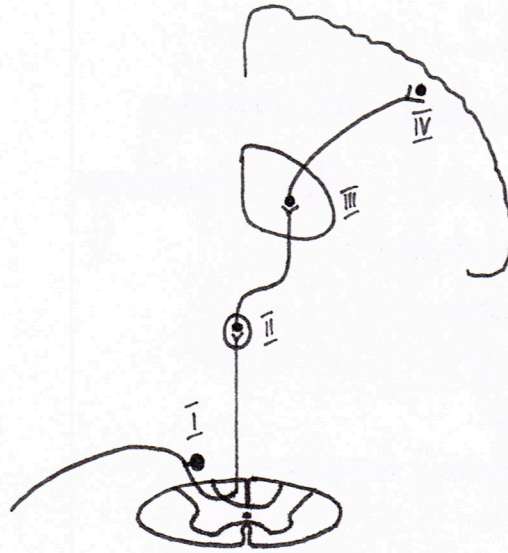
### Czucie dwupunktowe



Występuje tu również zjawisko hamowania sąsiednich neuronów, na które bodziec nie zadziałał z odpowiednią siłą.

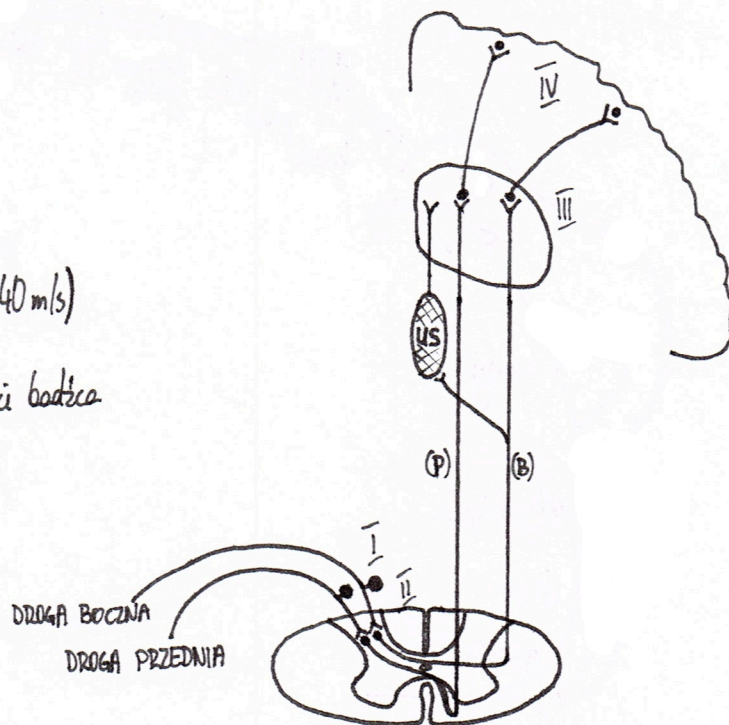
## Układ tylnopowrótkowy - czucie epikrytyczne

- Modalności:
  - czucie dotyku z bardzo dobrą lokalizacją bodźca
  - czucie dotyku i ucisku z bardzo dokładnym określeniem intensywności
  - czucie wibracji
  - stereognozja
  - propriocepcja
- Charakterystyka przewodzenia:
  - szybkie (grube włókna zmielinizowane, 30-110 m/s)
  - precyzyjne i wierne
  - stopniowanie siły bodźca
  - ścisła organizacja somatotropowa
- Neurony:
  - I - zwój międzykręgowy
  - II - jądro smukłe i włknaste
  - III - jądro brzuszne tylnopowrótkowe i -boczne wzgórza
  - IV - kora SI



## Droga rdzeniowo-wzgorzowa - czucie protopatyczne

- Modalności:
  - (B) • ból
  - (B) • temperatura
  - (P) • dotyk i ucisk (zgrubnie)
  - (P) • swędzenie, łaskotanie
  - (P) • odczucia seksualne
- Charakterystyka przewodzenia:
  - wolne (ciężkie włókna zmielinizowane, 6-40 m/s)
  - nieprecyzyjne
  - brak dokładnej lokalizacji i intensywności bodźca
  - brak ścisłej organizacji somatotropowej
- Neurony:
  - I - zwój międzykręgowy
  - II - komórki stryf V-IV Rexeda
  - III - jądra nieswoiste wzgórza
  - IV - kora SI



## KORA CZUCIOWA, HOMUNKULUS CZUCIOWY

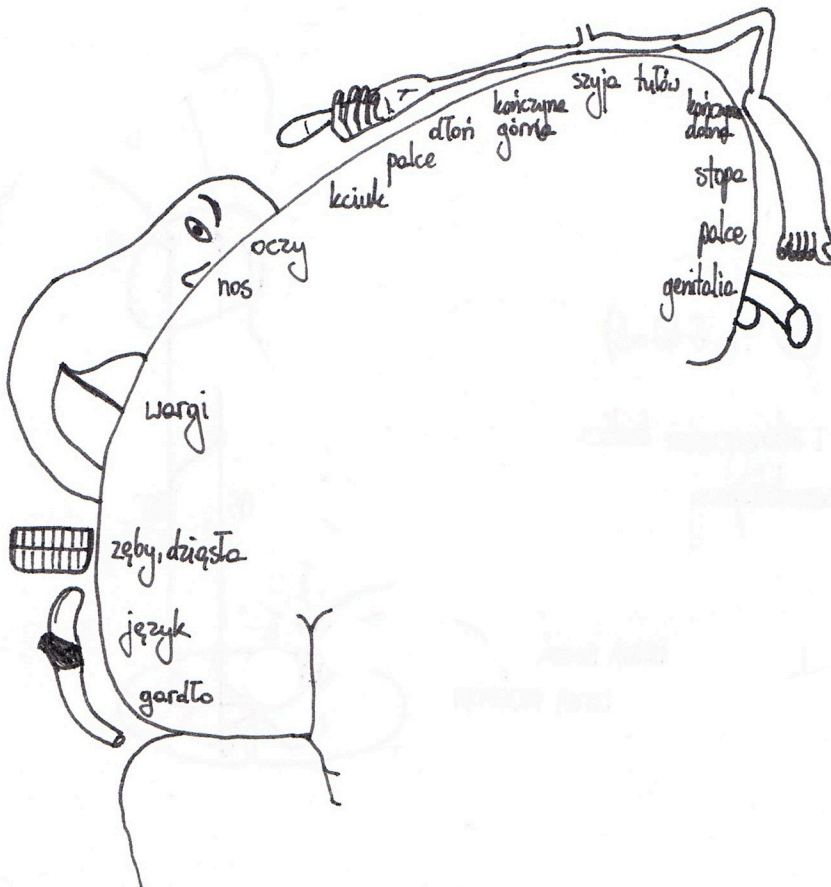
## Kora czuciowa

## SI (okolica czuciowa I rzędu)

- pole 3,1,2
- zakręt zaśrodkowy - płot ciemieniowy
- odbieranie impulsacji z układu tylnopowłokowego
- objawy uszkodzenia:
  - agnozja dotykowa
  - astereagnozja
  - anozognozja
  - brak dyskryminacji dwupunktowej

## SII (okolica czuciowa II rzędu)

- pole 5,7,40
- płacik ciemieniowy, zakręt nadbrzożny
- odbieranie impulsacji z układu rdzeniowo-wzgórnego
- objawy uszkodzenia:
  - agnozja dotykowa, wzrokowa, słuchowa
  - astereagnozja
  - osomatoagnozja
  - akalkulia, aklezja

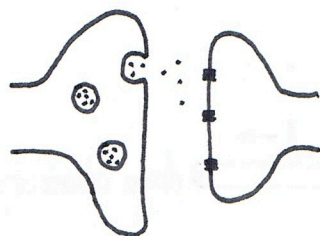
Homunkulus czuciowy

Plastyczność związana jest z przetwarzaniem informacji oraz ich zapamiętywaniem i zapominaniem.  
Jest to podstawa mechanizmu uczenia się.

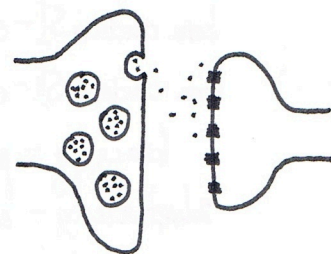
### Mikroskopowo

Na poziomie neuronów i synaps:

- zmiany strukturalne - kształt i gęstość kolców dendrytycznych
- zmiany biochemiczne - metabolizm perikarionu i charakterystyka synaps



LTP ↓ ↑ LTD



**LTP** (long-term potentiation) -  
- długotrwałe wzmocnienie synaptyczne

**LTD** (long-term depression) -  
- długotrwałe osłabienie synaptyczne

### Makroskopowo

Na poziomie całych ośrodków kory nowej.

Dowody:

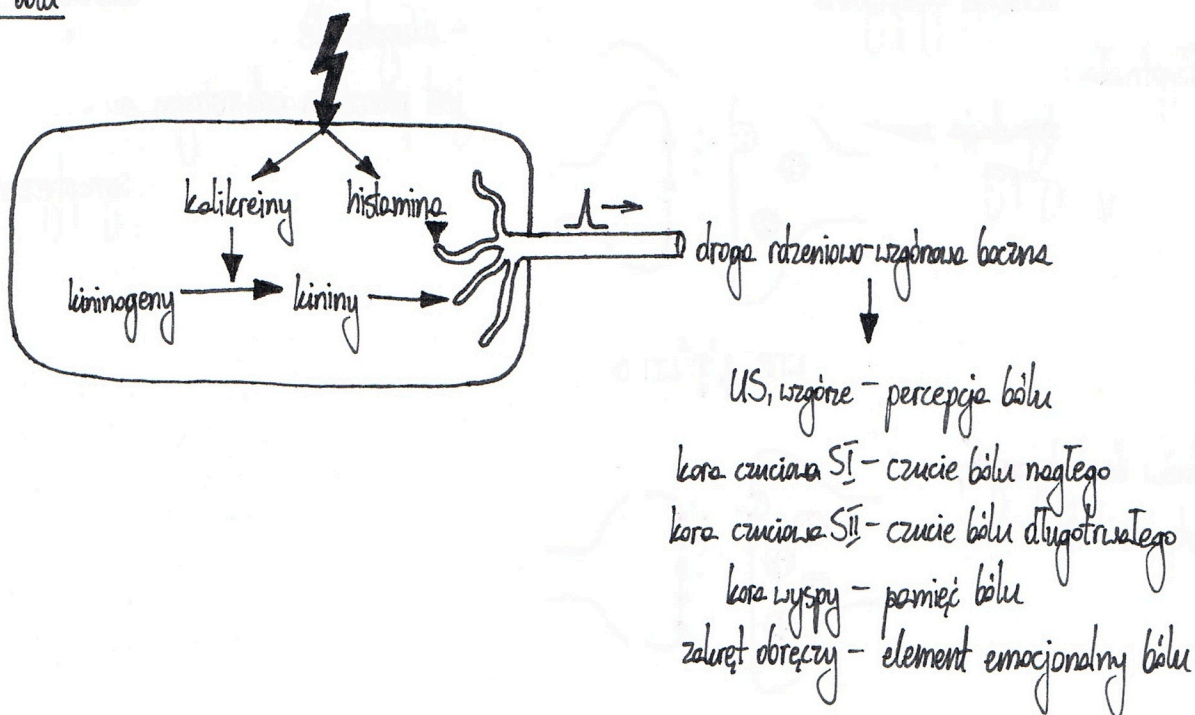
- zachowanie wszystkich rodzajów czucia u pacjentów po hemisferektomii lub hemidekortyzacji
- nadzwyczajne zdolności dotykowe u osób, które straciły wzrok



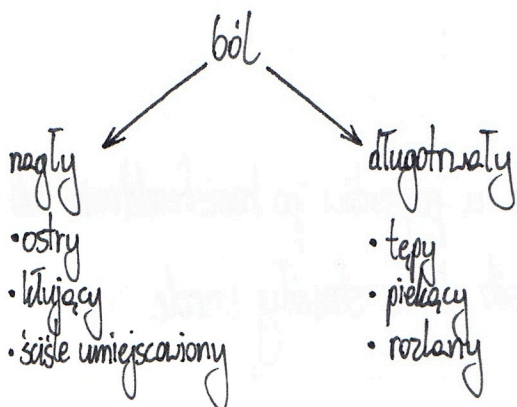
## Nocycetory - receptory bólu

- są to wolne zakończenia nerwowe
- reagują na bodźce uszkodzające: mechaniczne, termiczne, chemiczne
- znajdują się w skórze, rogówce i narządach wewnętrznych
- nie adaptują się
- występuje zjawisko hiperalgezji - ciągłe pobudzenie powoduje wzrost wrażliwości

## Powstawanie bólu

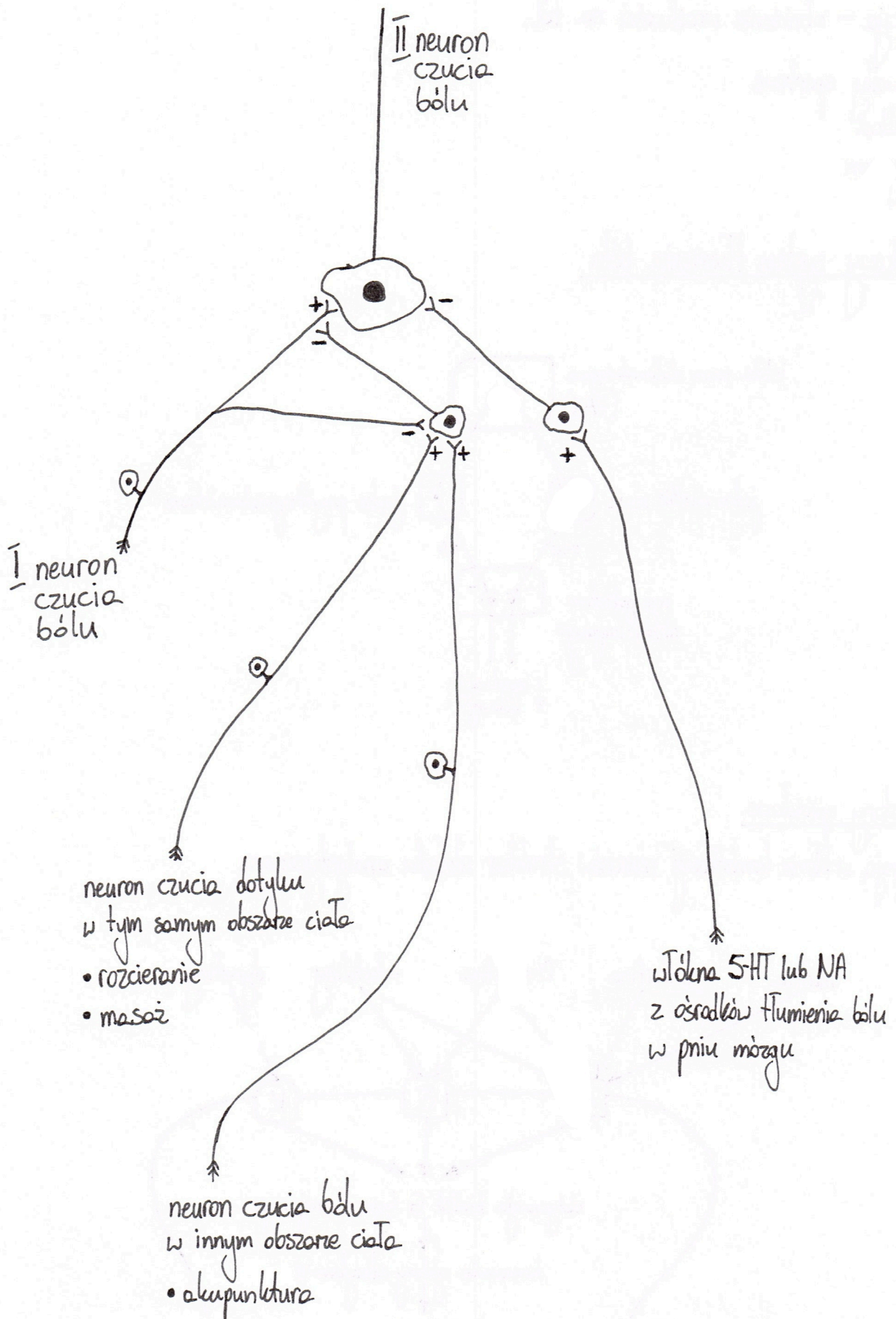


## Rodzaje bólu



## Przewodzenie

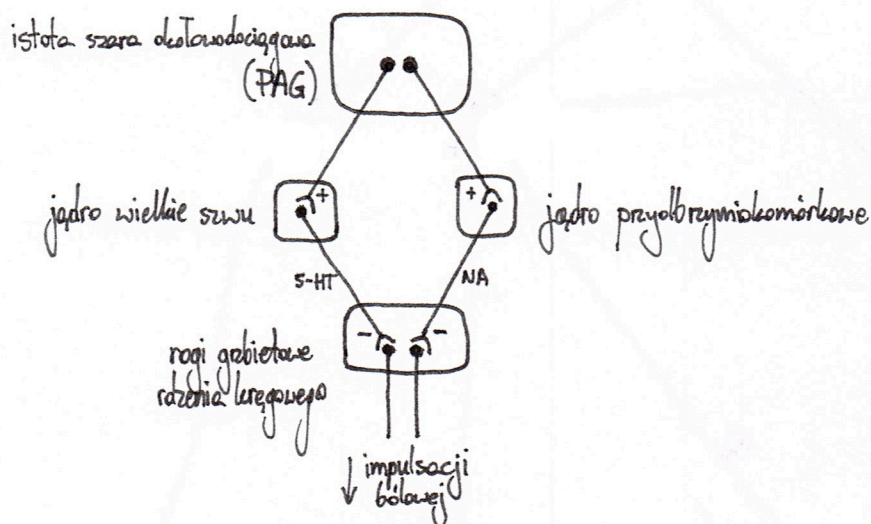
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• włókna A III</li> <li>• 6-30 m/s</li> <li>• neuroprzebieżnik: Glu</li> <li>• ośrodek: kora SI</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• włókna C IV</li> <li>• 0,5-2 m/s</li> <li>• neuroprzebieżnik: substancja P</li> <li>• ośrodek: kora SII</li> </ul> |
|---|---|



Analgezyja - obniżenie wrażliwości na ból.

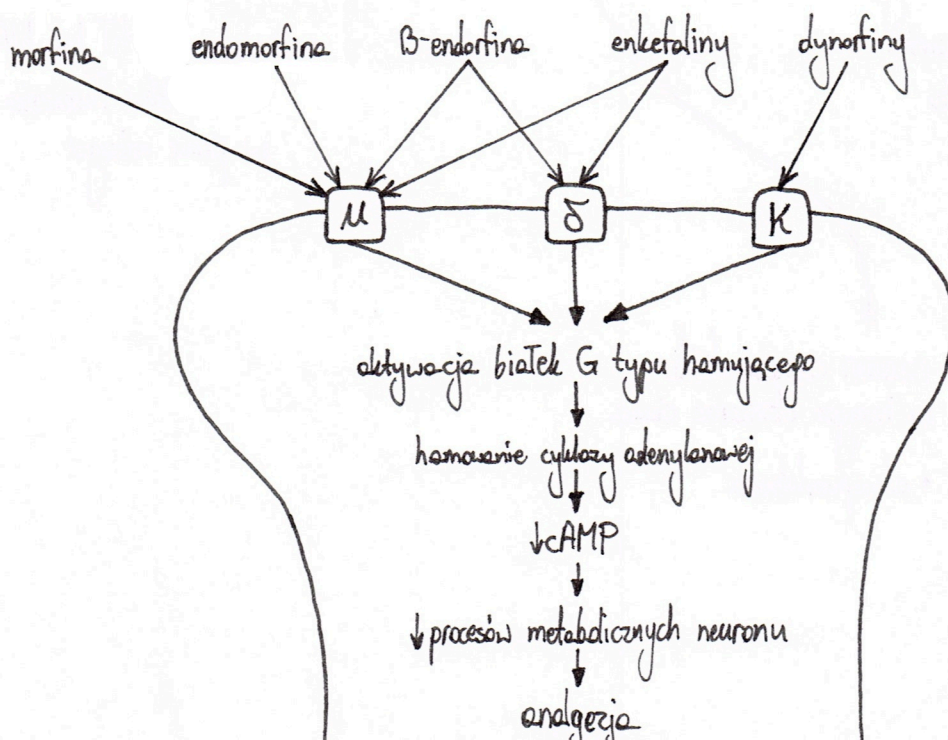
- zawady sportowe
- walka
- orgazm

## Ośrodkowy system tłumienia bólu



## Receptory opioidowe

Występują w błonie komórkowej neuronów struktur układu analgetycznego.



Endorfiny

- stany euforyczne
- doskonałe samopoczucie
- zadowolenie z siebie
- odczucie zaskoczenia
- hamowanie sumowania przestrzennego impulsów bólowych
- "euforia biegacza"
- ⊕ kory nadnerczy
- ⊕ lipidry

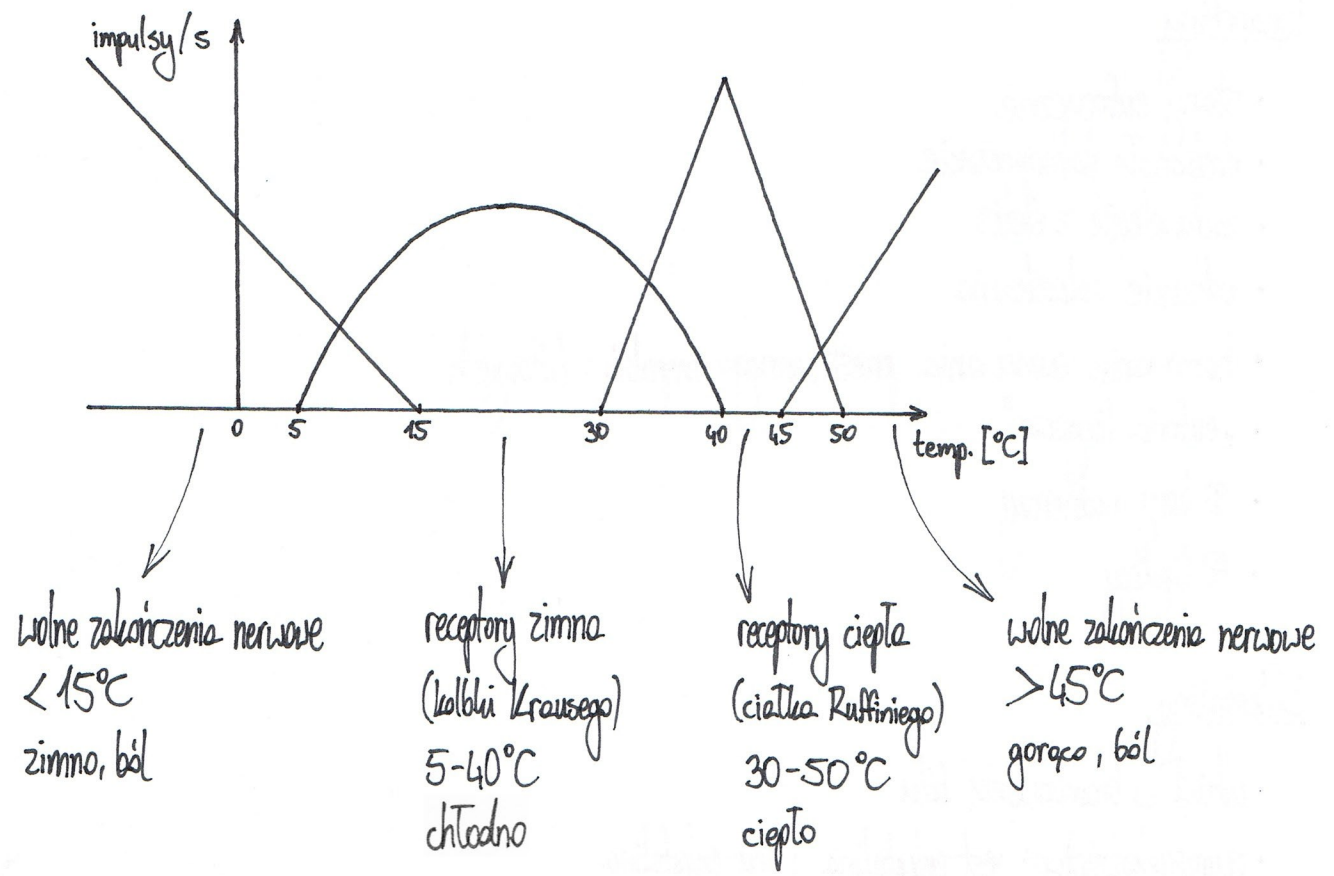
Enkefalin

- udział w brankowaniu bólu
- neuroprzeźnaczność: met-enkefalina i leu-enkefalina
- śluzoz zwieraczy układu pokarmowego
- ↓ motoryki i wydzielania jelitowego
- ↑ GH

Dynorfiny

- ↑ wydzielania endogennych opiatów
- ↑ odpowiedzi receptorów opioidowych na endogenne i egzogenne opiaty

# TERMORECEPTORY, CZUCIE TEMPERATURY



wolne zakończenia nerwowe  
 $< 15^{\circ}\text{C}$   
 zimno, ból

receptory zimna  
 (kulički Krausego)  
 $5-40^{\circ}\text{C}$   
 chłódno

receptory ciepła  
 (ciałka Ruffiniego)  
 $30-50^{\circ}\text{C}$   
 ciepło

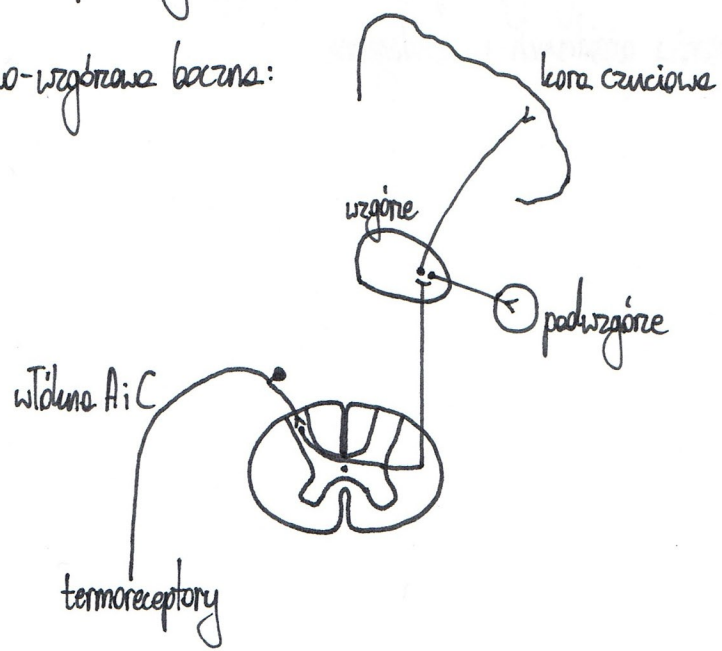
wolne zakończenia nerwowe  
 $> 45^{\circ}\text{C}$   
 gorąco, ból

## Cechy termoreceptorów

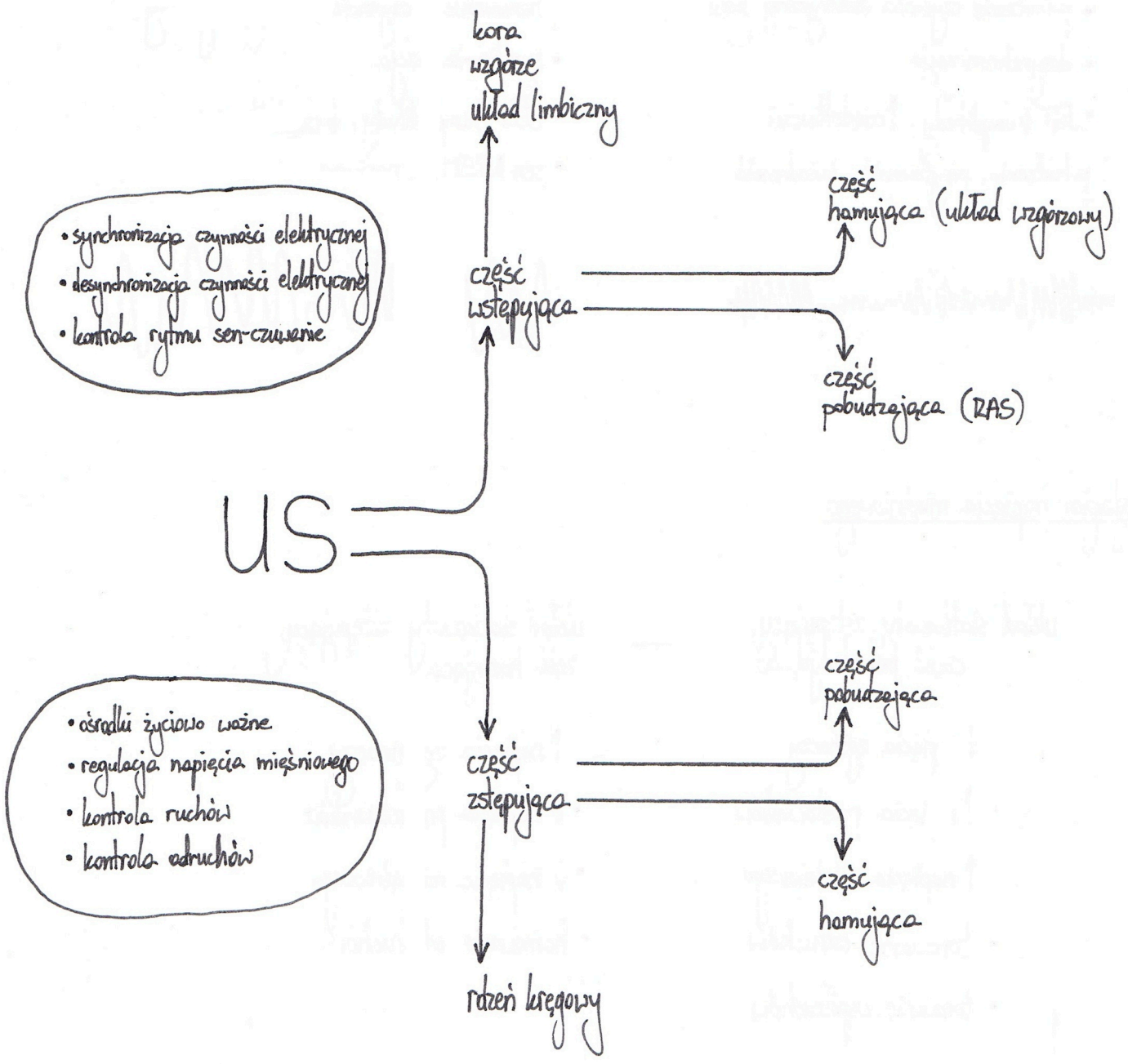
- dwustopniowa adaptacja
- zmiana temperatury  $\rightarrow$  zmiana metabolizmu receptora
- przewodzenie włóknami A ( $\delta$  III) i C (IV)
- zróżnicowana gęstość rozmieszczenia (wargi  $>$  palce  $>$  plecy)

## Przewodzenie czucia temperatury

Droga rdzeniowo-wzgórzna bólowa:



UKŁAD SIATKOWATY to „autostrada mózgu” - przechodzą przez niego główne szlaki czuciowe i ruchowe.



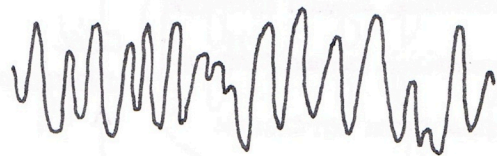
## Utrzymanie stanu snu i czuwania

RAS ↔ układ wzgórkowy

- pobudzenie czynności elektrycznej kory
- desynchronizacja
- EEG: ↓ amplitudy, ↑ częstotliwości
- pobudzenie, przytomność, świadomość



- hamowanie czynności elektrycznej kory
- synchronizacja
- EEG: ↑ amplitudy, ↓ częstotliwości
- sen NREM, narcoza



## Regulacja napięcia mięśniowego

układ siatkowaty zstępujący, część pobudzająca ↔ układ siatkowaty zstępujący, część hamująca

- ↓ napięcia zginaczy
- ↑ napięcia prostowników
- ↑ napięcia mięśniowego
- torowanie odruchów
- torowanie współruchów

- ↑ napięcia zginaczy
- ↓ napięcia prostowników
- ↓ napięcia mięśniowego
- hamowanie odruchów

Fazy snu**NREM 1:2** - sen płytkiEEG: fale  $\theta$ , wrzesciona senne, kompleksy K

EOG: zwolnienie ruchów gałek ocznych

EMG:  $\downarrow$  napięcia mięśniowego**NREM 3:4** - sen głębokiEEG: wrzesciona senne, fale  $\delta$ 

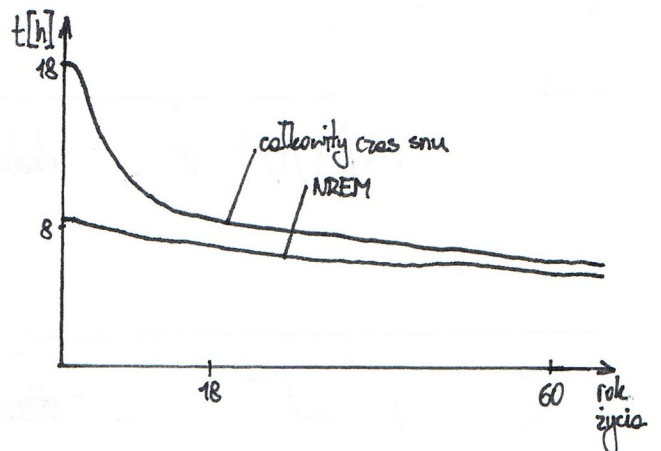
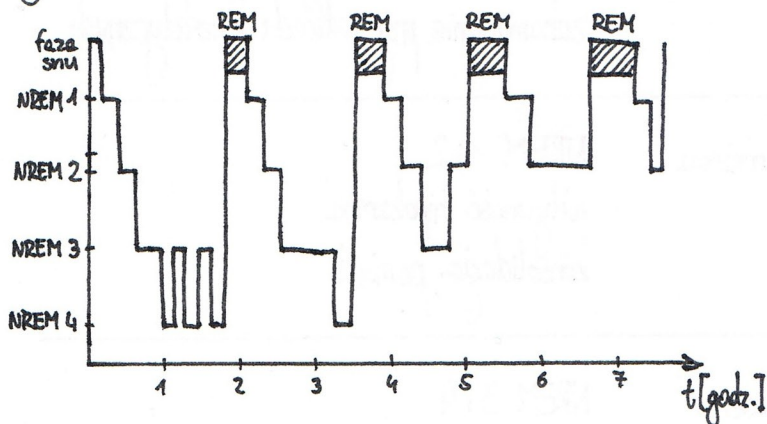
EOG: ustanie ruchów gałek ocznych

EMG:  $\downarrow$  napięcia mięśniowego**REM** - sen paradoksalnyEEG: fale  $\beta$ , fale PGO

EOG: szybkie poziome ruchy gałek ocznych

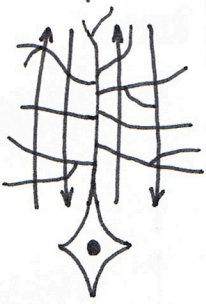
EMG:  $\downarrow$  napięcia mięśniowego, pojedyncze skurczeZmiany wegetatywne

	NREM	REM
temp. ciała	$\downarrow$	$\uparrow$
metabolizm	$\downarrow$	$\uparrow$
HR	$\downarrow$	$\uparrow$
CTK	$\downarrow$	$\uparrow$
wentylacja	$\downarrow$	$\uparrow$
hormony	$\uparrow$ GH	$\uparrow$ LH i testosteronu

Cykliczność faz snuFale PGO

- PGO: Pons - Geniculate - Occipitale
- Fale wolne, o dużej amplitudzie
- Fale PGO podczas fazy REM  $\rightarrow$  odzwierciedlenie i przetwarzanie wydarzeń minionego dnia  $\rightarrow$  marzenia senne



Mechanizm powstawania

Naprzemiennie fale depolaryzacji i repolaryzacji drzew dendrytycznych neuronów korowych.

Synchronizacja - fala wolna EEG, skoordynowana praca neuronów

Desynchronizacja - nieregularna fala EEG (szum), nieskoordynowana praca neuronów

Charakterystyka fal

Rodzaj fali	Wykres	Miejsce rejestracji	Występowanie
Ⓐ		okolica potyliczna	czuwanie (relaks) nasilenie przy bodźcach linaestetycznych
Ⓑ		okolica czołowa	czuwanie (koncentracja), sen REM zahamowanie przy bodźcach linaestetycznych
Ⓒ		okolica skroniowa	NREM 1 i 2 aktywność hipokampa konsolidacja pamięci
Ⓓ		różne okolice	NREM 3 i 4

Znaczenie

- lokalizacja uszkodzeń mózgu
- lokalizacja krwotoków na powierzchni mózgu
- diagnostyka padaczki:
  - grand mal - zespoły iglicowe, szybkie
  - petit mal - zespoły iglica+fala wolna

Budowa i jądra podwzgórza

## Część przednia:

- j. płciowodno-upostaciowe
- j. nadwzrokové
- j. przykomorowe
- j. nadskrzyżowaniowe

## Część środkowa:

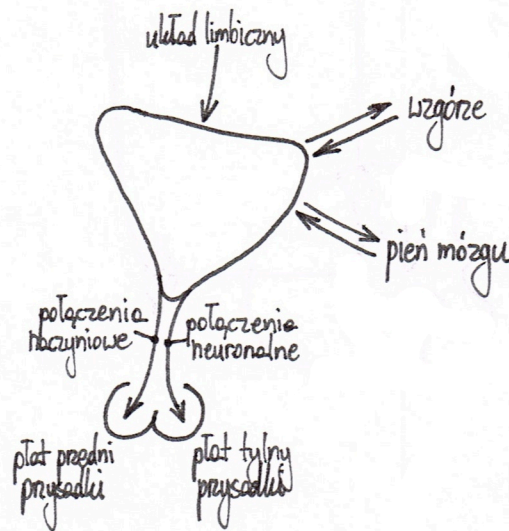
- j. brzuszo-przysadkowe
- j. górnio-przysadkowe
- j. guzowo-suteczkowe
- j. kuliste

## Część tylna:

- j. suteczkowe przysadkowe
- j. suteczkowe boczne
- j. przedsuteczkowe
- j. tylne

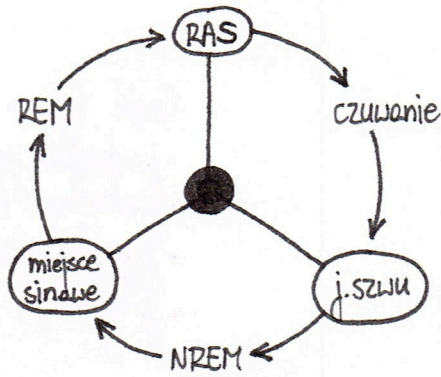
## Część boczna:

- j. boczne

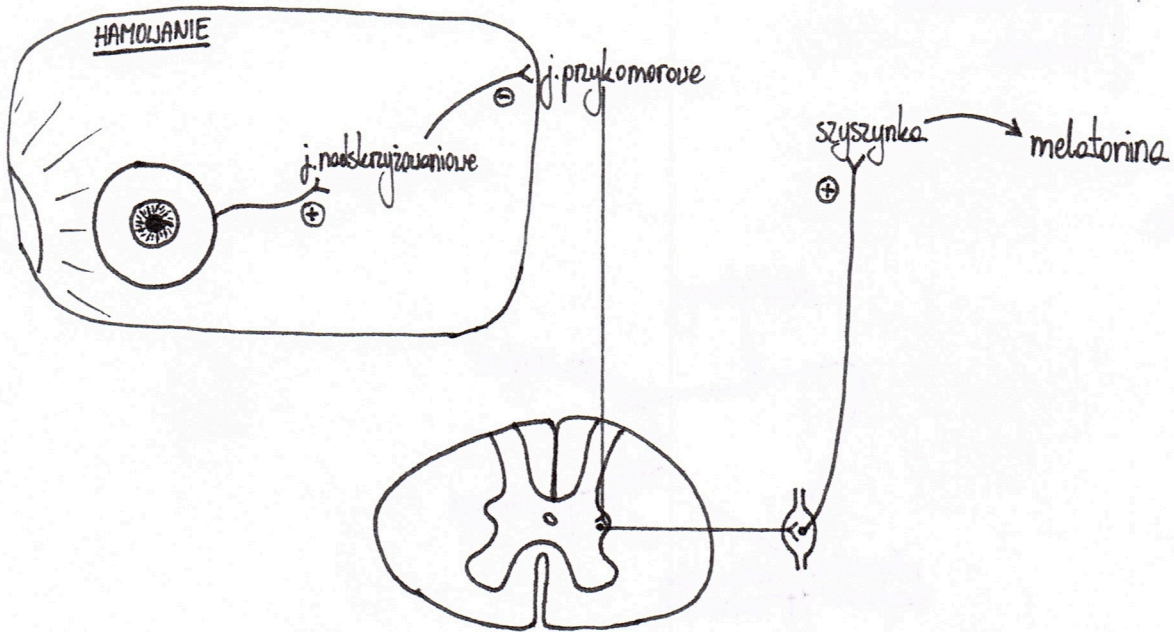
PołączeniaRola

- regulacja czynności AUN
- kontrola czynności hormonalnej przysadki
- wydzielanie ADH i oksytocyny
- kontrola rytmów okołodobowych
- regulacja temperatury ciała
- regulacja przyjmowania pokarmu
- regulacja objętości i osmolarności płynów ustrojowych
- udział w reakcjach popędowo-emocjonalnych
- procesy pamięci świeżej

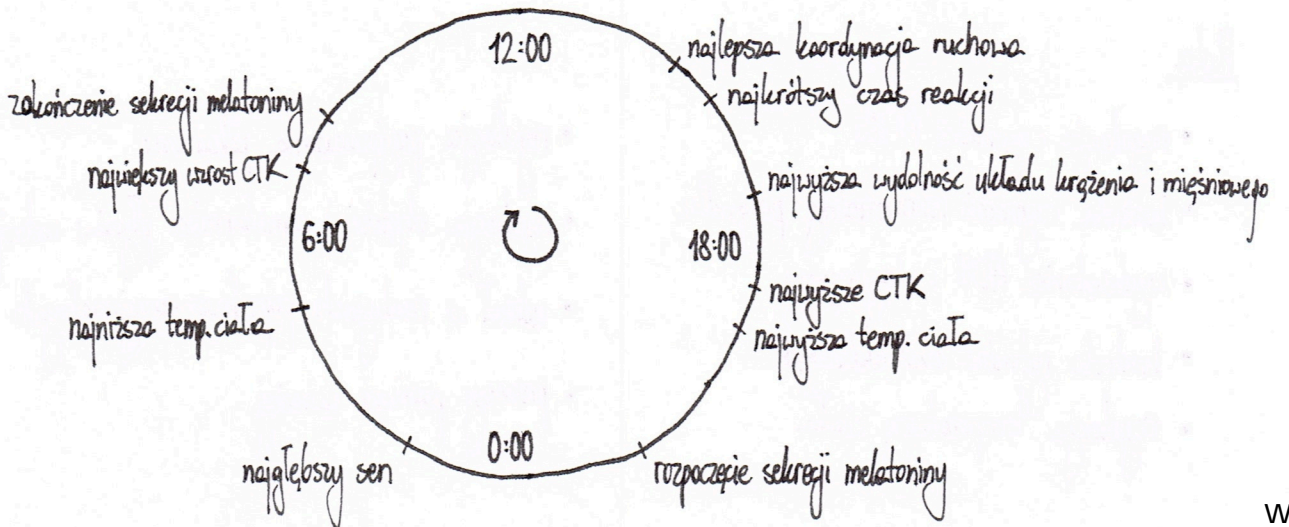
# RYTMY OKOŁODOBOWE



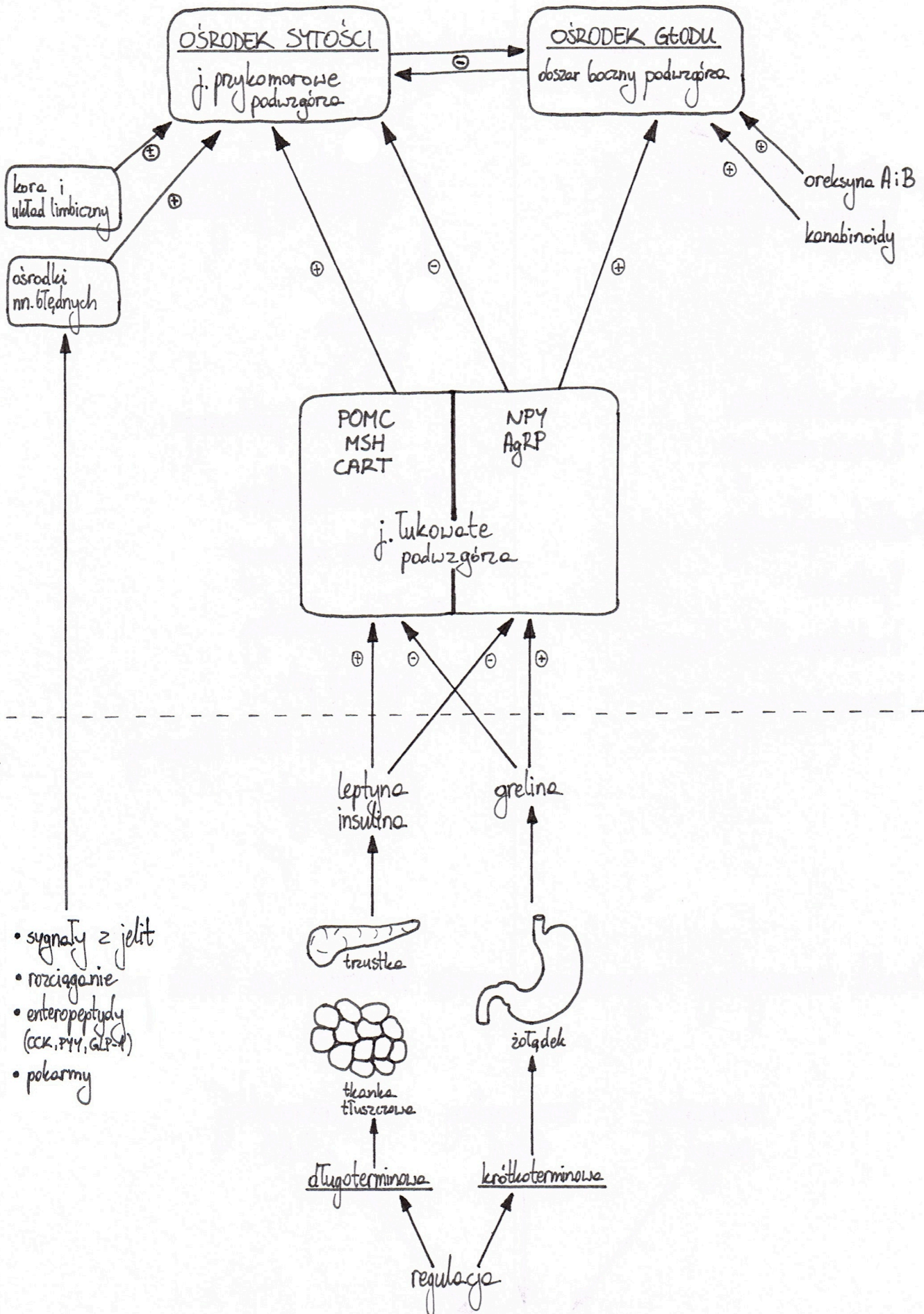
## Wydzielanie melatoniny



## Przykładowy cykl dobowy



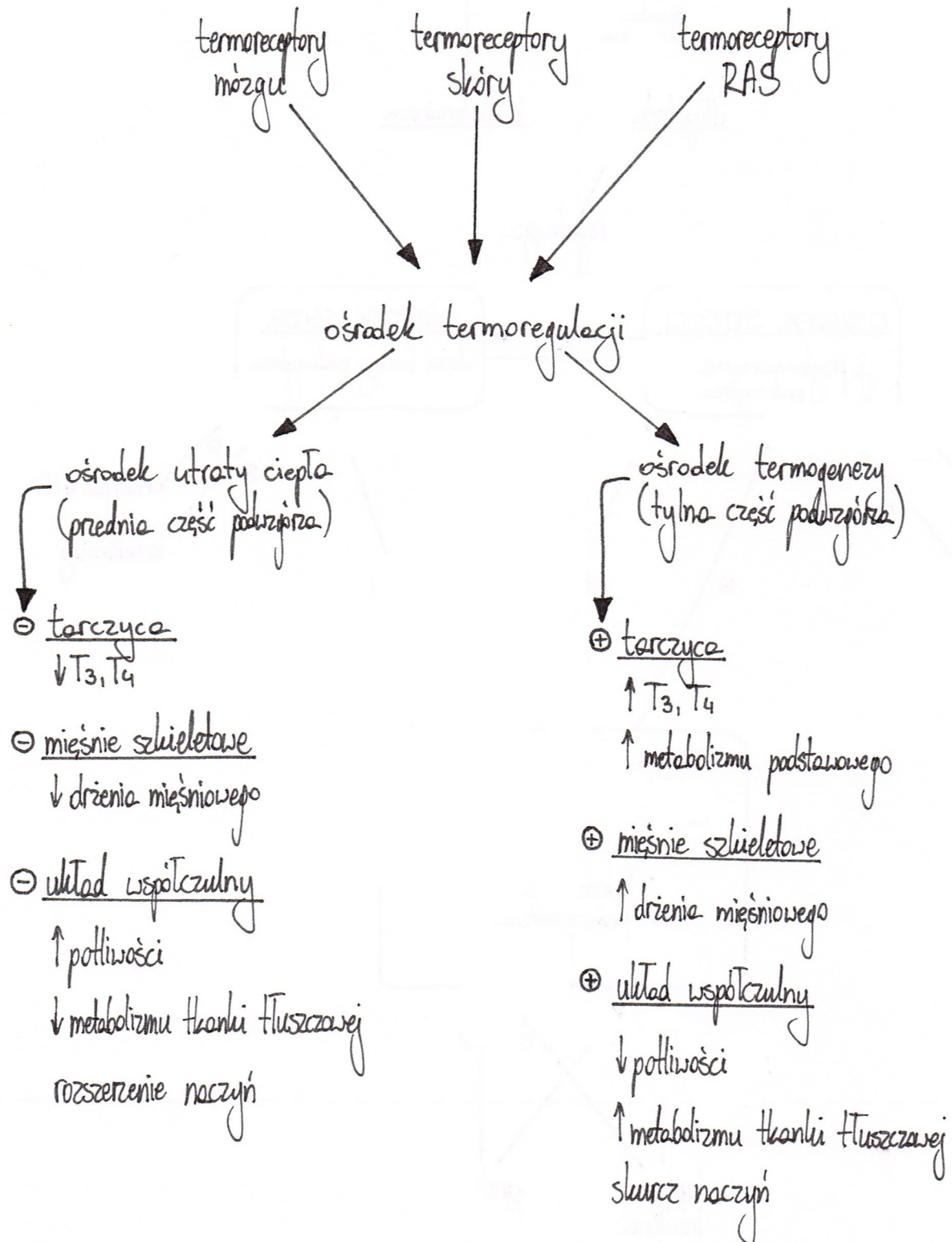
# REGULACJA PRZYJMOWANIA POKARMU



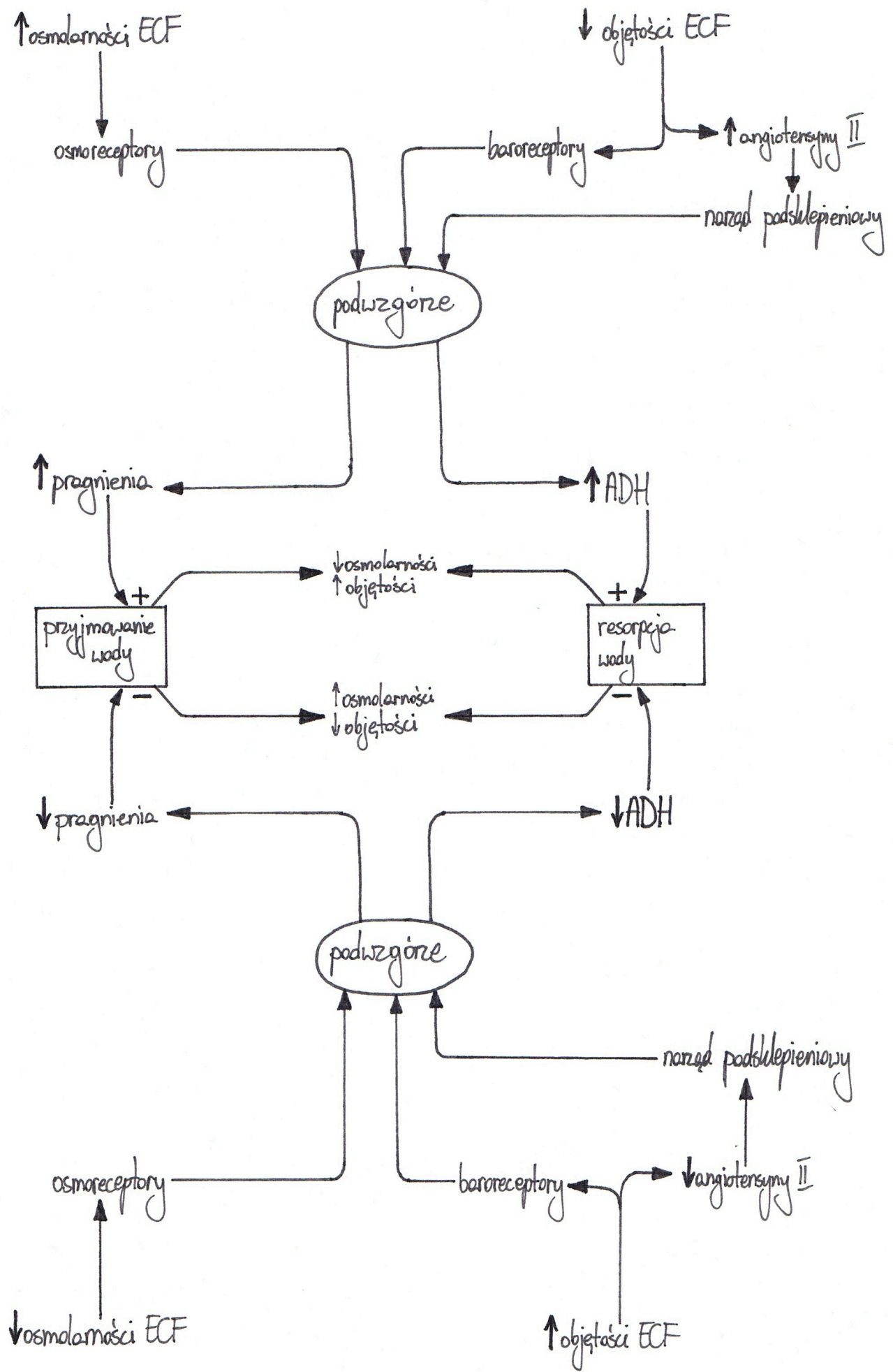
- sygnały z jelit
- rozciąganie
- enteropeptydy (CCK, PYY, GLP-1)
- pokarmy

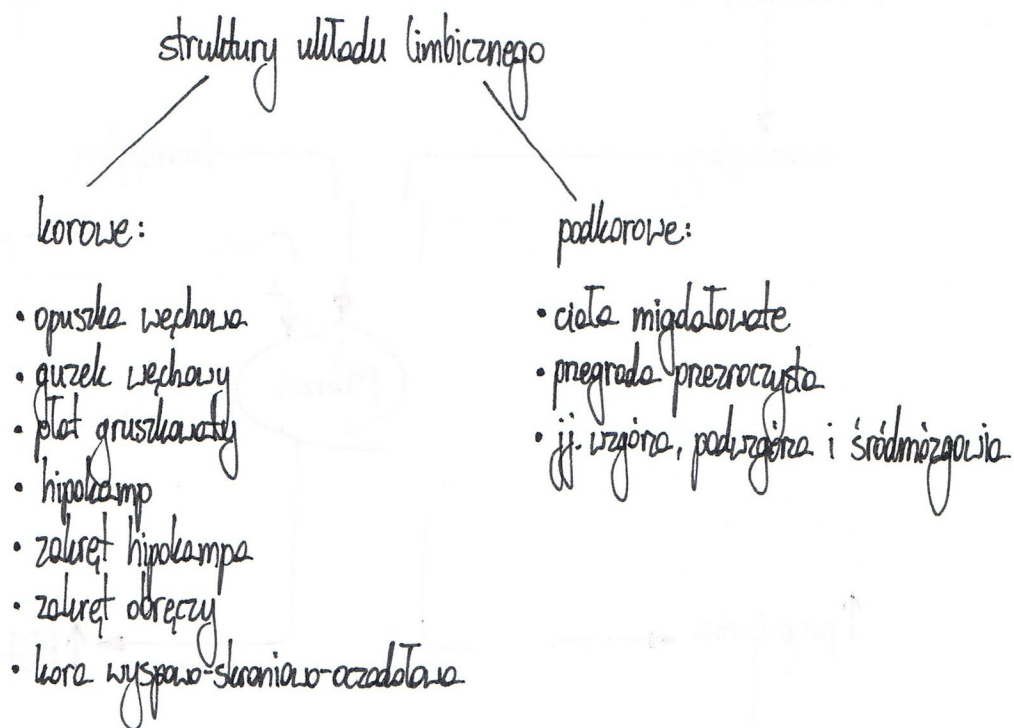
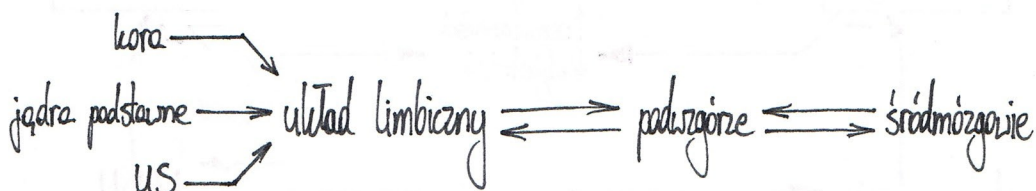
## TERMOREGULACJA

Ośrodek termoregulacji - nagromadzenie neuronów termoczułych na terenie podwzgórza.



# REGULACJA OBJĘTOŚCI I OSMOLARNOŚCI PŁYNÓW USTROJOWYCH



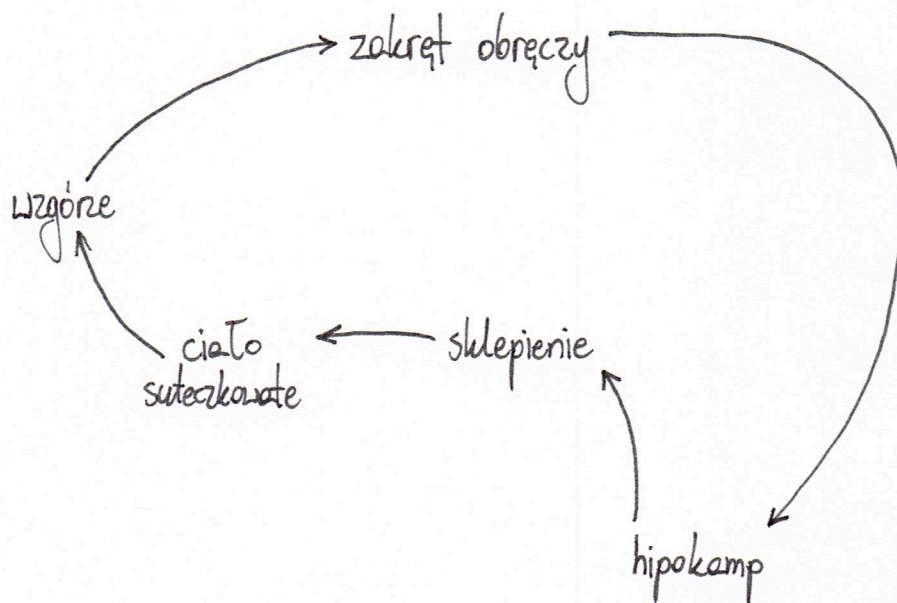
BudowaPołączenia

Kregi limbicno-śródmózgowe  
(np. krąg Papeza, krąg Nauty)

Rola

- emocje
- popędy
- uzależnienia
- motywacje
- pamięć świeża, selekcja informacji, uczenie się
- reakcje seksualne
- zegar rytmów biologicznych
- sterowanie autonomicznym układem nerwowym

Krałg Papeza - droga konfiguracji zamkniętej niektórych z zespołu limbicznych.



### Rola

#### ◦ Emocje:

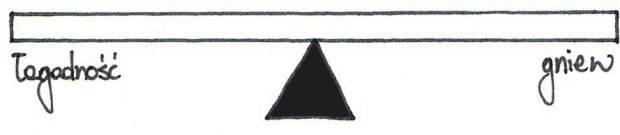
- zapewnienie odpowiedniej pobudliwości ośrodków sterujących zachowaniem popędowo-emocjonalnym

#### ◦ Pamięć:

- fale  $\theta$  (theta)
- pamięć przestrzenna i epizodyczna
- pamięć istnieje w krałgu Papeza dopóty, dopóki informacje w nim krąży



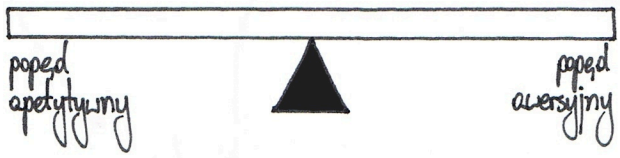
Emocje



hipotetyczny ośrodek promujący Lęgodność  
 modulacja w korze i przegródzie przezroczystej

duże znaczenie w powstawaniu uczucia  
 gniewu ma ciało migdałowe

Popędy

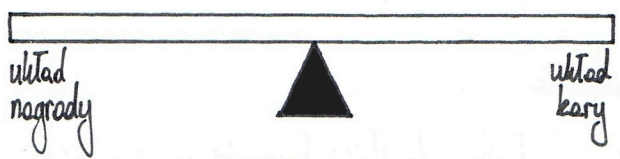


aktywność organizmu skierowana  
 na zaspokojenie danej potrzeby

aktywność organizmu skierowana  
 na unikanie zagrożenia

układ limbiczny, podwzgórze  
 zaspokojenie bądź niezaspokojenie popędów jest źródłem emocji

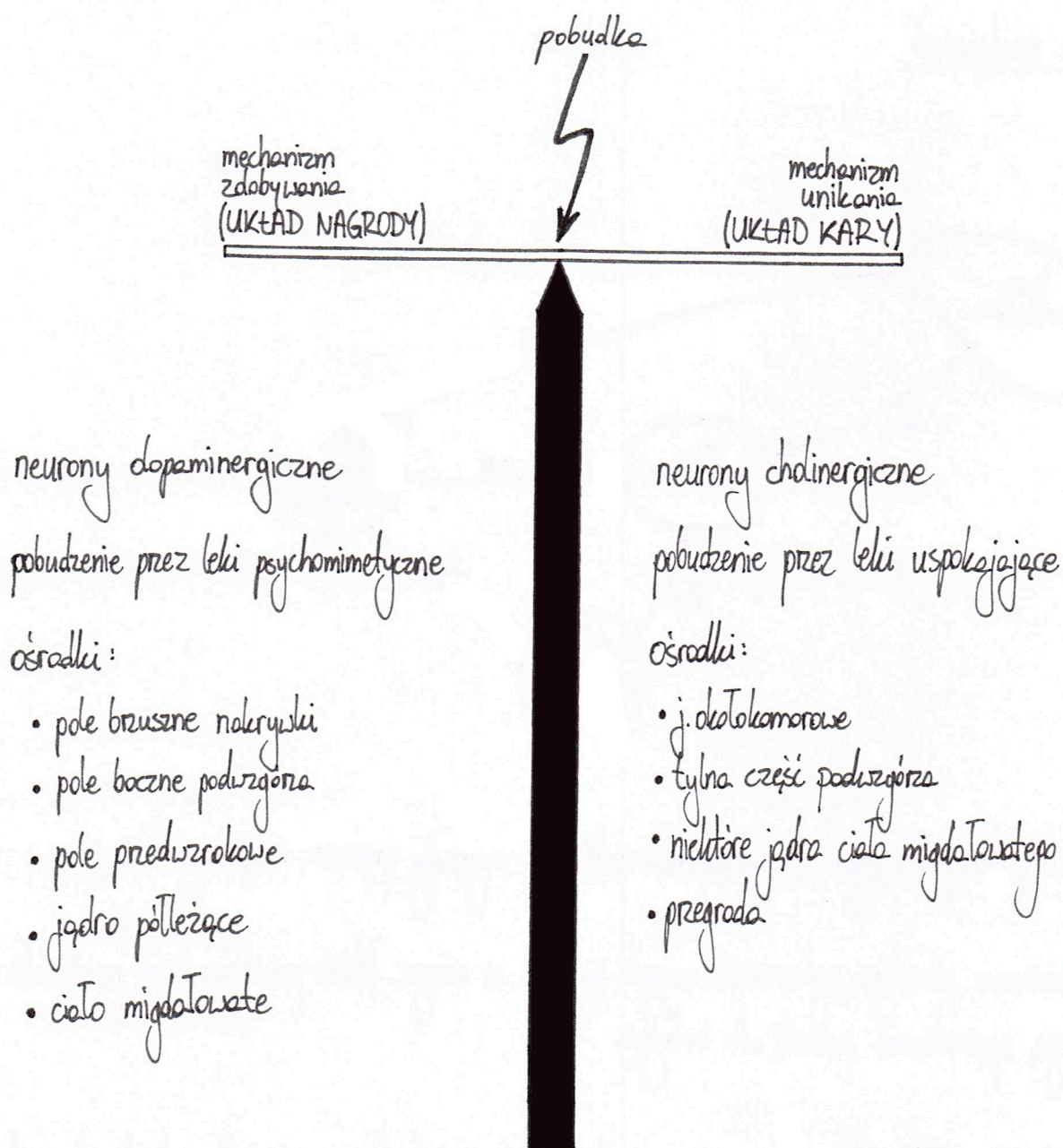
Motywacje



pozytywne emocje, popędy apetytywne  
 jądro podlegające, ciało migdałowe

negatywne emocje, popędy awersyjne  
 przegrada, śródmózgowie, podwzgórze, wzgórze

selekcja informacji w procesie uczenia się

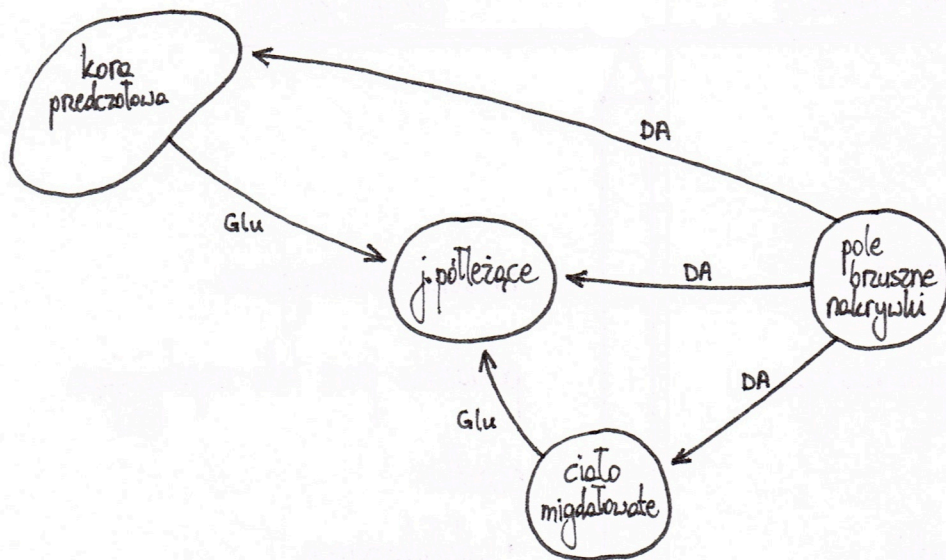


UKŁAD KARY I NAGRODY uczestniczy w selekcji informacji podczas uczenia się.

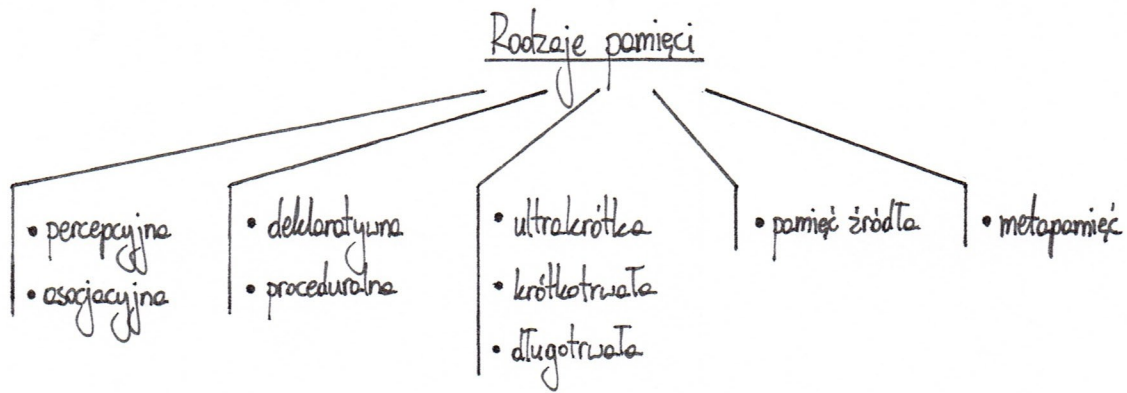
Narkotyki pobudzają układ nagrody oraz osłabiają wpływ układu kary.

Uzależnienie – postępujące się, przymusowe zazywanie danej substancji pomimo negatywnych skutków.

### Neurobiologia uzależnień

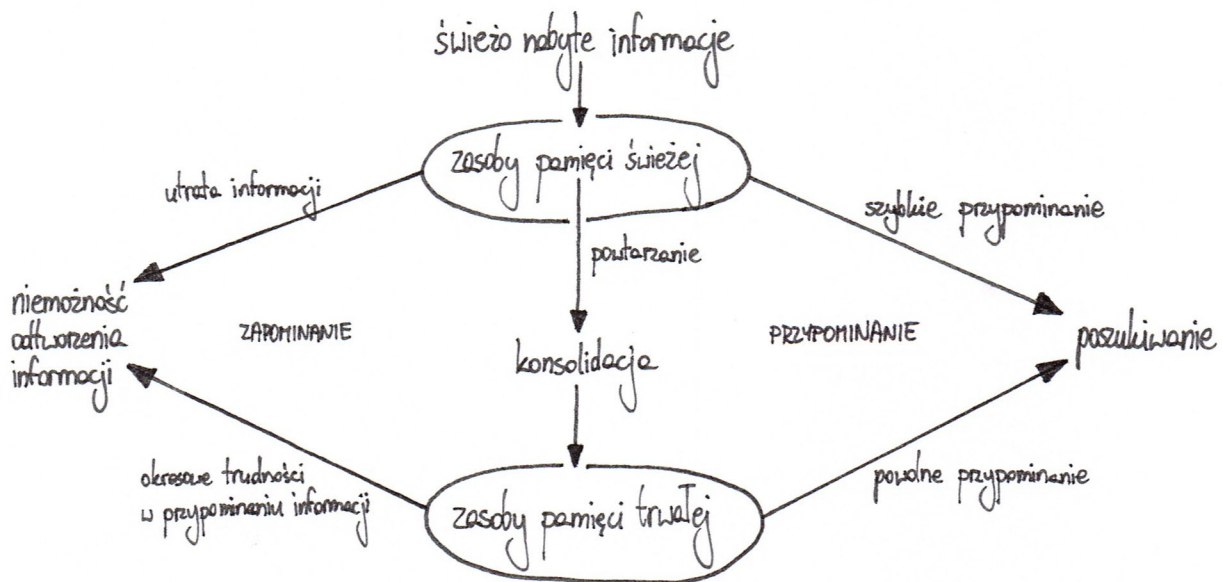


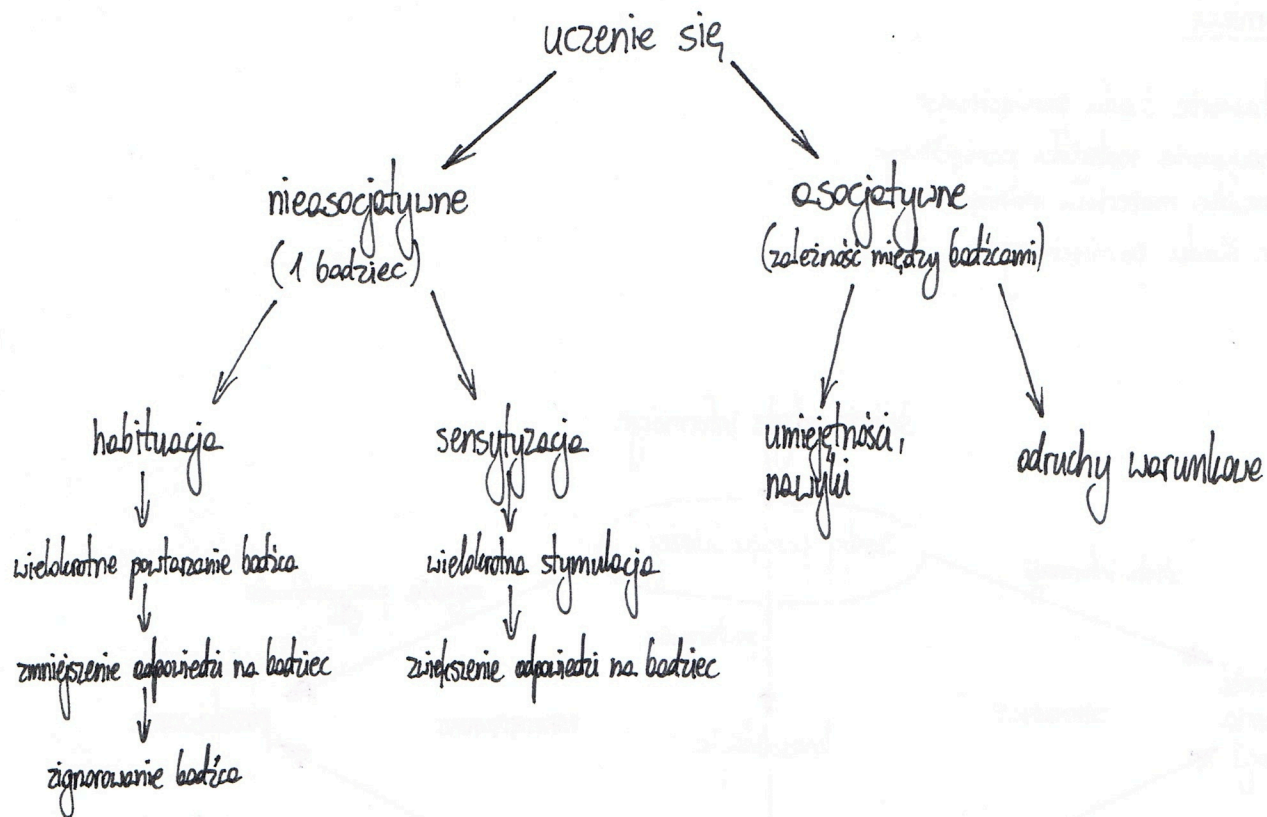
- ↑DA w jądro podległym → pobudzenie układu nagrody poprzez receptory D3
- Uzależnienie prowadzi do wytworzenia nowych synaps w mózgu, które pozostają tam przez całe życie i mogą spowodować powrót do narkotyków.
- długotrwałe uzależnienie → rozwinięcie się tolerancji → potrzeba coraz większych dawek narkotyku
- Odstawienie danej substancji powoduje objawy psychiczne i fizyczne.



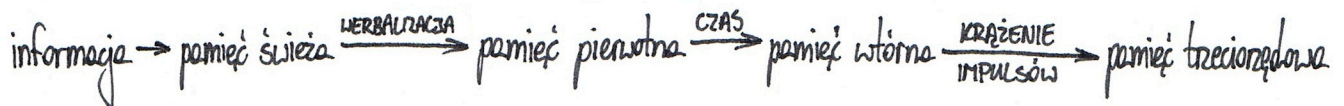
### Etapy pamięci

1. Powstawanie śladu pamięciowego
2. Przechowywanie materiału pamięciowego
3. Odtworzenie materiału pamięciowego
4. Zanik śladu pamięciowego



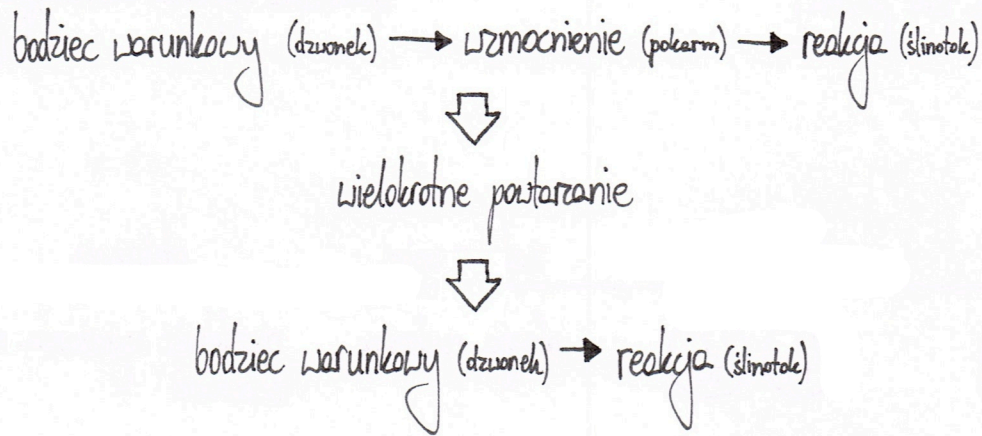
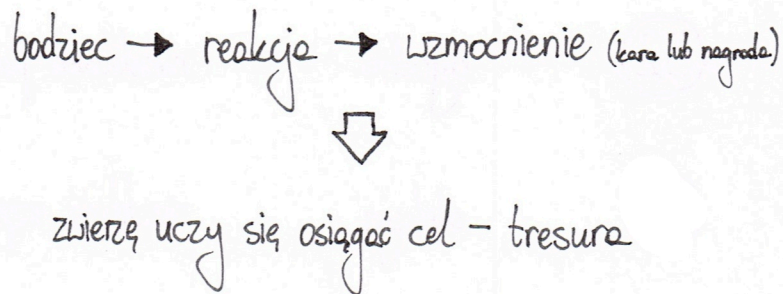
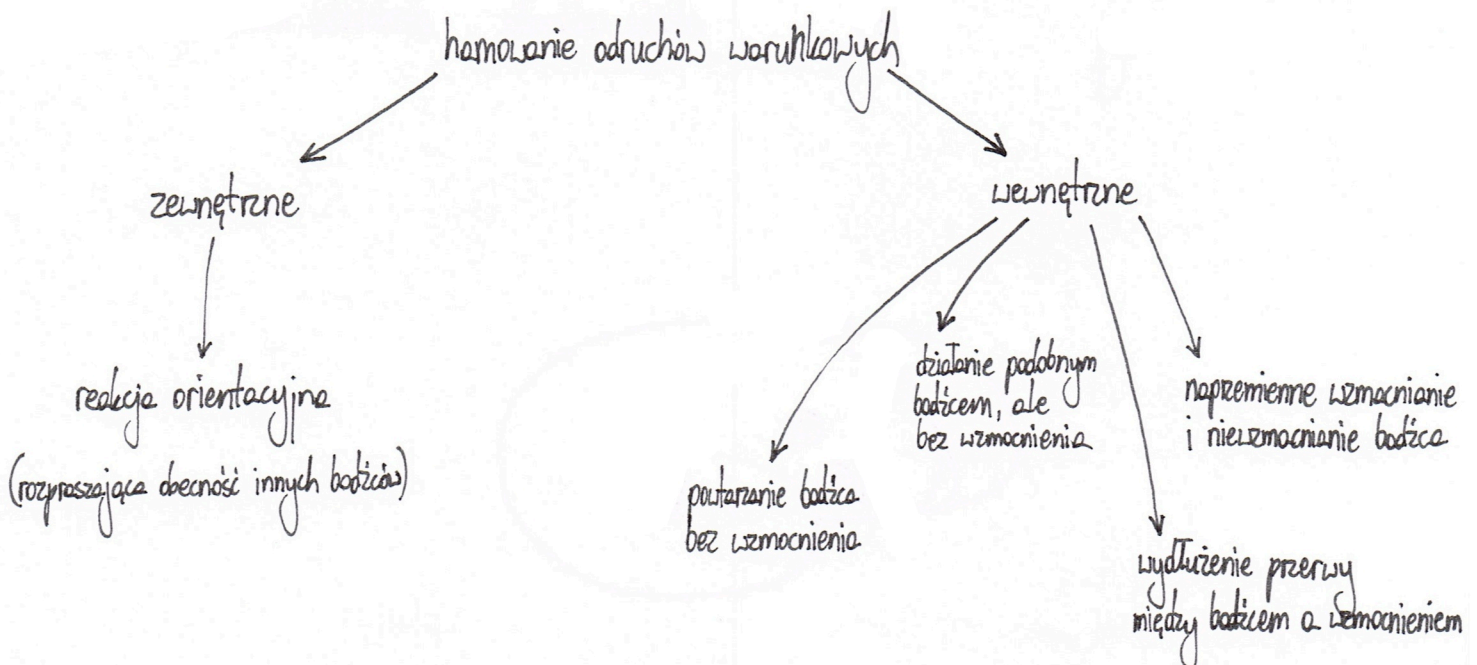


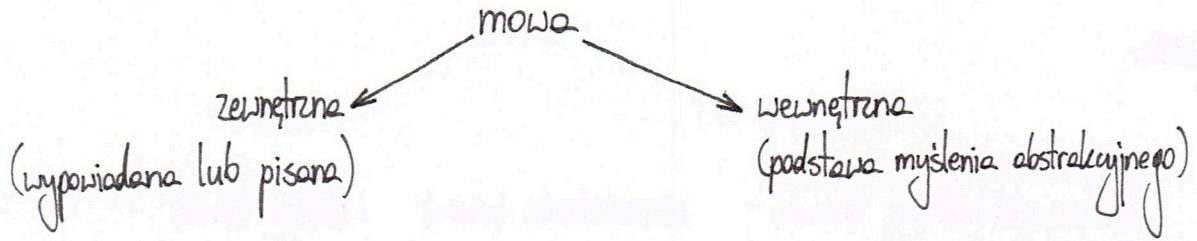
### Konsolidacja pamięci



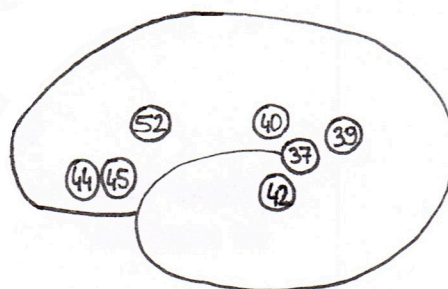
### Podłoże neuralne

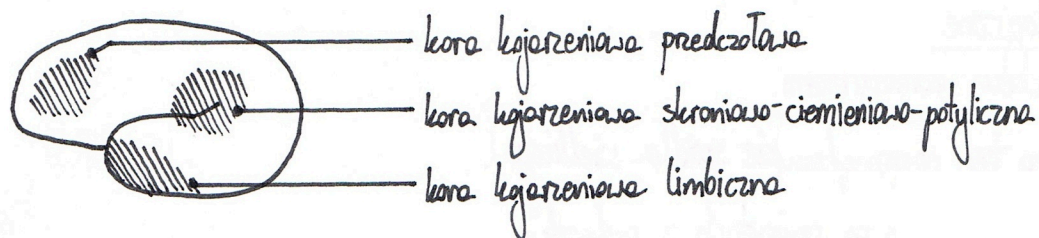
- powstawanie nowych synaps
- zwiększenie ilości neurotransmitera
- zwiększenie ilości receptorów dendrytycznych
- wzrost aktywności enzymów błony pre- i postsynaptycznej
- gromadzenie wokół synaps peptydowych modulatorów synaptycznych
- zmiany metabolizmu neuronów

KlasyczneInstrumentalneHamowanie



ośrodek	pole Brodmanna	zaburzenie	objawy
ruchowy mowy (Broki)	(44) (45)	afazja ruchowa	niezdolność wyrażania myśli słowami
czuciowy mowy (Wernickiego)	(42)	afazja czuciowa	niezdolność rozumienia słyszanej mowy
ruchów pisarskich	(52)	agrafia	niezdolność pisanie
czytania	(39)	aleksja	niezdolność rozpoznawania pisma
rozpoznawania liczb	(40)	akalkulia	niezdolność rozpoznawania liczb
nadrzędny mowy	(37)	afazja całkowita	niezdolność mówienia i rozumienia





### Okolice przedczołowa

- siedlisko intelektu, logiki, moralności i osobowości
- planowanie ruchów i działania
- przewidywanie skutków działania
- hamowanie gwałtownych stanów emocjonalnych

#### Skutki uszkodzenia:

- trudności w koncentracji, gonitwa myśli
- zmiany osobowości, niestabilność emocjonalna
- brak inicjatywy, osłabienie więzi społecznych

### Okolice skroniowo-ciemieniowo-potyliczna

- analiza informacji z analizatorów
- nadrzędny ośrodek mowy (u 99% ludzi w lewej półkuli)
- kształtowanie idei
- doroz ciała w przestrzeni

#### Skutki uszkodzenia:

- upośledzenie intelektualne
- osłabienie zdolności interpretacji

### Okolice limbiczna

- siedlisko pamięci
- magazynowanie i interpretacja wrażeń zmysłowych
- kontrola zachowania, motywacji i emocji
- uzdolnienia plastyczne i muzyczne

#### Skutki uszkodzenia:

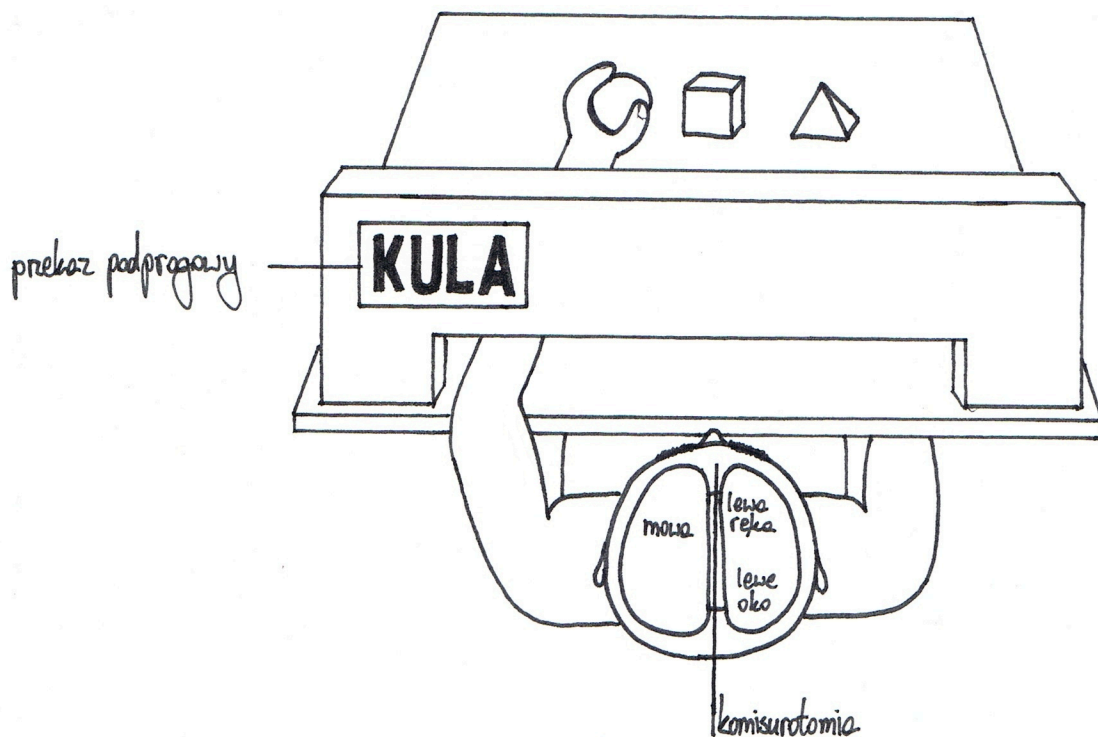
- zanik pamięci trwałej



Badanie neuropsychologiczne

Pacjent przeszedł komisurotomie, (przecięcie spoidła wielkiego).

Dawniej zabieg komisurotomii przeprowadzano np. na pacjentach z padaczką.

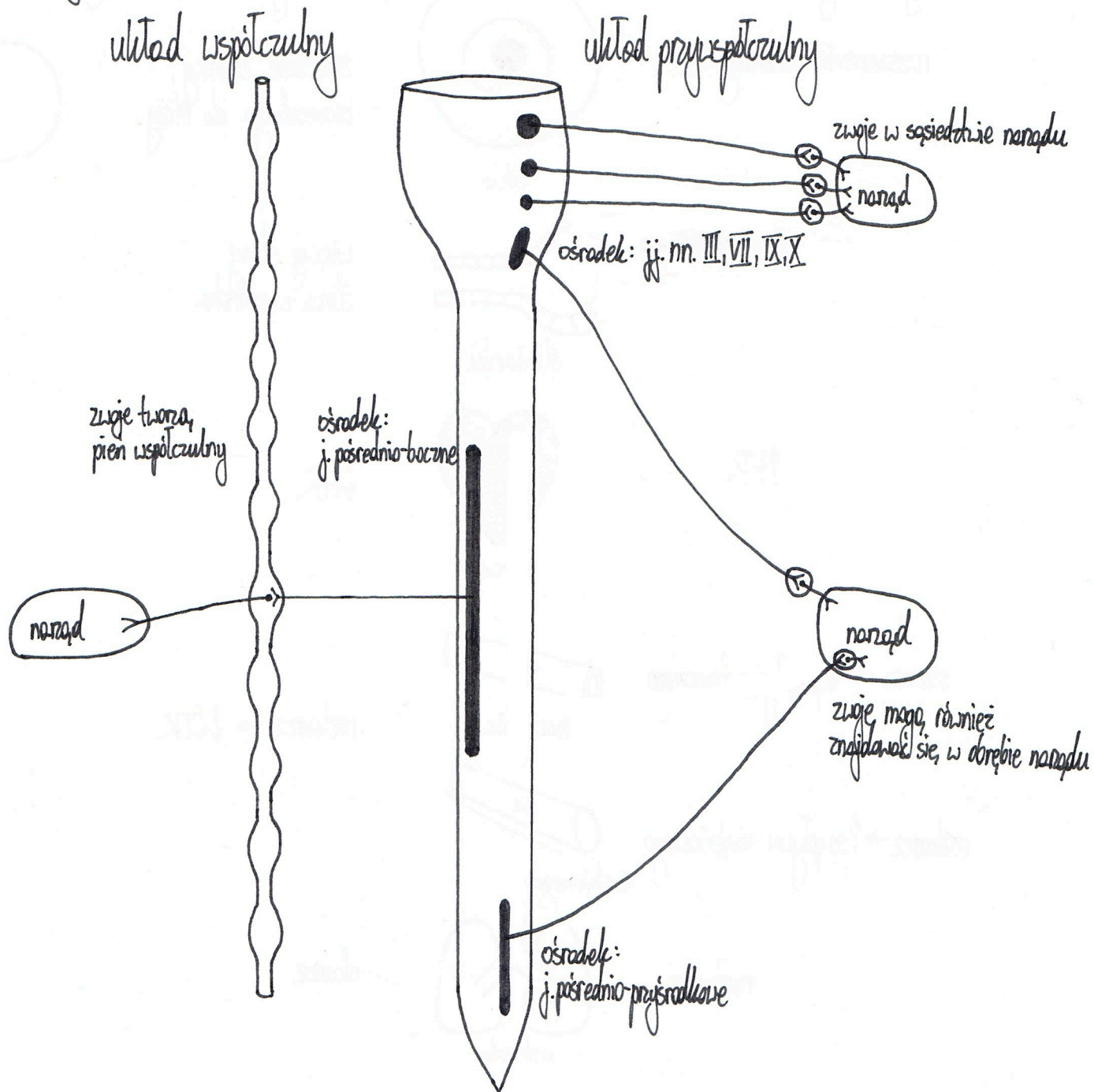


- lewym okiem pacjent widzi wyświetlane przez bardzo krótki czas słowo „KULA”
- lewą ręką pacjent wybiera kulę spośród przedmiotów leżących na biurku
- pacjent nie potrafi powiedzieć, co wybrał i jakie słowo zobaczył

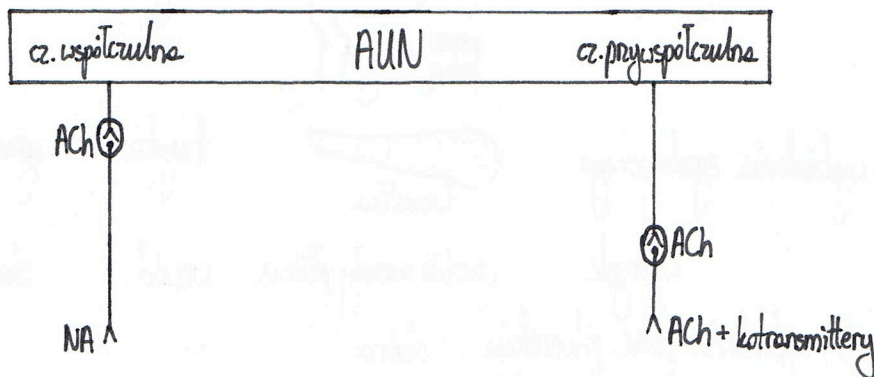
Wniosek: istnieje zjawisko dominacji międzypółkulowej – półkule są wyspecjalizowane pod różnym kątem.

# PODZIAŁ AUN NA WSPÓTCZULNY I PRZYWSPÓTCZULNY OŚRODKI, ZWIĘ NERWOWE, NEUROPRZEKAZNIKI

## Ośrodku i zwię nerwowe



## Neuroprzekazniki



układ współczulny  
"fight or flight"

układ przywspółczulny  
"rest and digest"

rozszerzenie źrenicy



oko

zwięźnienie źrenicy,  
akomodacja do blizy

mniej śliny  
ślina gęsta



ślinianki

więcej śliny  
ślina wodnista

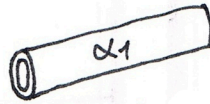
↑HR



serce

↓HR

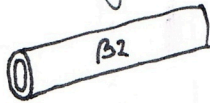
skurcz → ↓ przepływu trzewnego



naczynia

rozkurcz → ↓CTK

rozkurcz → ↑ przepływu mięśniowego



rozkurcz



oskrzela

skurcz

↓ motoryki  
↓ wydzielania



przełód pokarmowy

↑ motoryki  
↑ wydzielania

↓ wydzielania egzokrynego



trzustka

↑ wydzielania egzokrynego

skurcz

zwieracze

rozkurcz

wytrysk

mięśnie narządy płciowe

wzrost

wydzielanie potu, piloerekcja

skóra

-