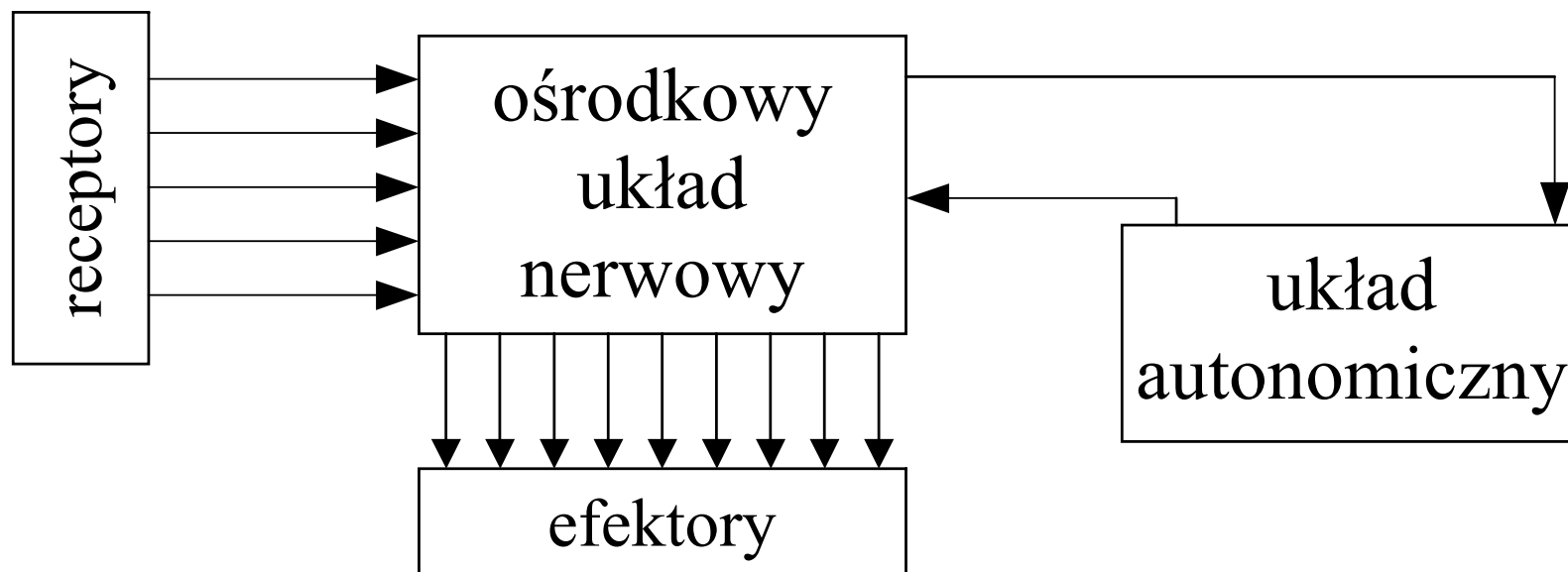
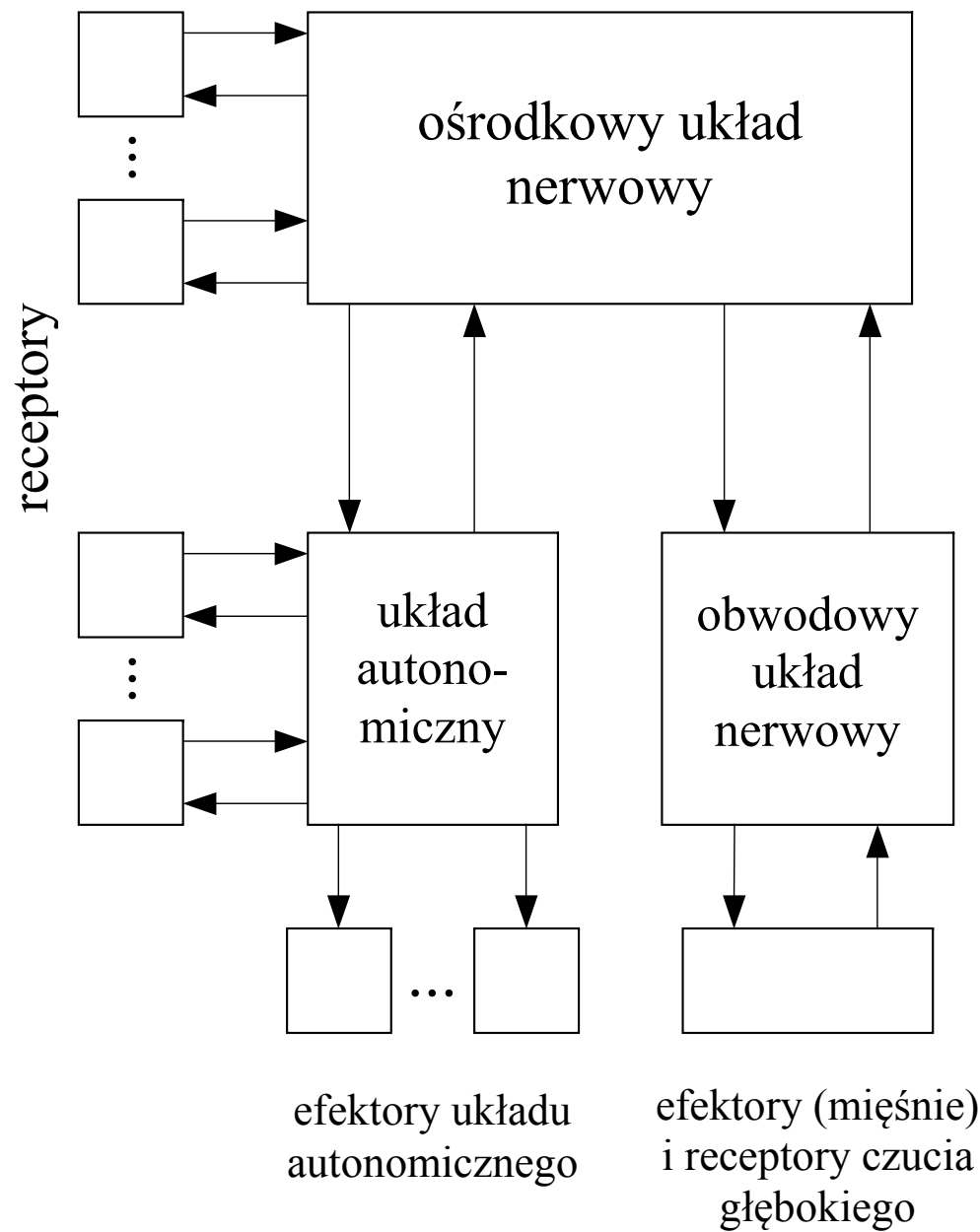


Układ nerwowy człowieka w kontekście percepcji zmysłów

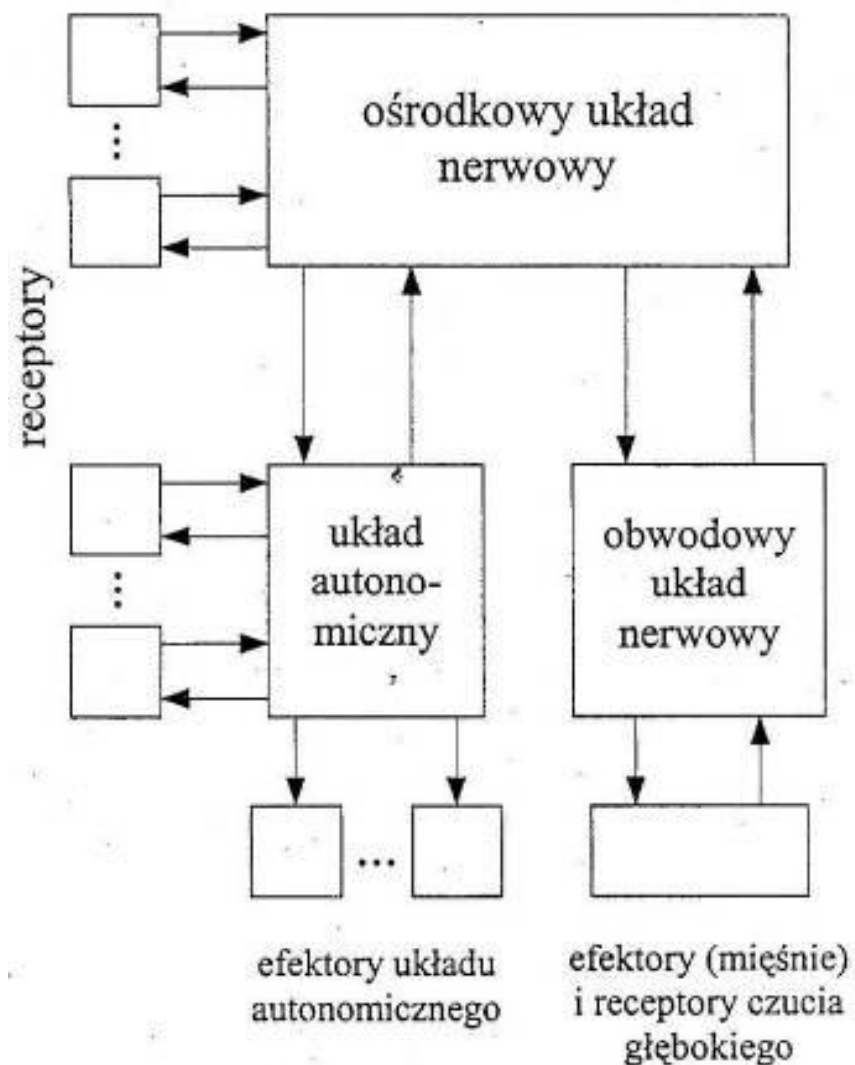
Przygotowała:
Bożena Kostek





Ogólny schemat połączeń systemu nerwowego

Ważną właściwością układu nerwowego jest fakt analizy bodźców równocześnie przez ośrodkowy i autonomiczny układ nerwowy. Pozwala to na niezależne włączenie do reakcji na bodziec odruchów bezwarunkowych (układ autonomiczny) i odruchów wyuczonych (układ somatyczny poprzez układ obwodowy). Zasadę działania opisuje przykład: patrząc na słońce, układ autonomiczny powoduje zwężenie się źrenic, natomiast w wyniku pobudzenia układu obwodowego zakrywamy oczy ręką, aby dodatkowo zmniejszyć poziom natężenia światła.



Rys .2. Ogólny schemat połączeń systemu nerwowego

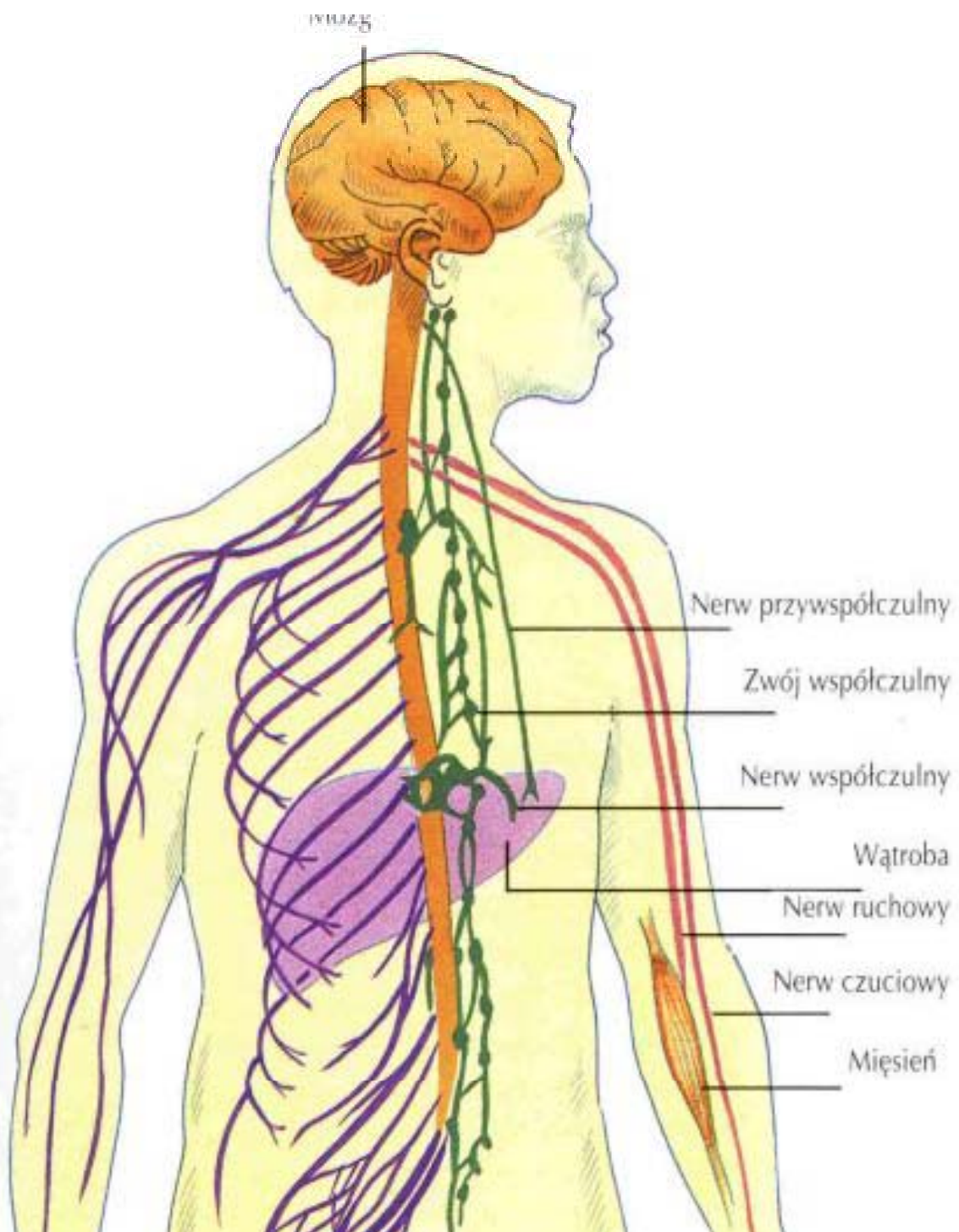
Układ nerwowy

Ośrodkowy układ nerwowy:

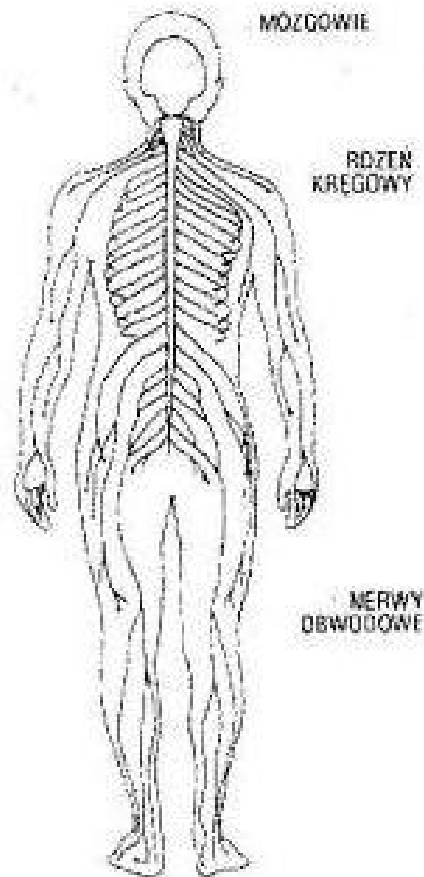
- obwodowy układ nerwowy
- układ autonomiczny (wegetatywny)
 - układ współczulny
 - układ przywspółczulny

- Umowny podział systemu nerwowego na trzy podsystemy. **Centralny układ nerwowy:** mózg, mózdzek i rdzeń kręgowy.
- **Obwodowy (peryferyjny) układ nerwowy:** nerwy kręgowe i czaszkowe, dochodzące do mięśni i receptorów czuciowych i kończące się w rdzeniu.
- **Autonomiczny układ nerwowy**
- **Zadanie:** koordynacja funkcji automatycznych: skurczy serca, oddychania, trawienia, wydalania, pocenia się, pobudzenia seksualnego.
Centrum: w pniu mózgu. Koordynacja: przez podwzgórze.
- **Układy współczulny i przywspółczulny,** działające antagonistycznie.

- Układ **współczulny pobudza**: rozszerza źrenicę, rozluźnia mięśnie oka, gruczoły ślinowe wytwarzają gęstą ślinę, serce bije szybciej, naczynia wieńcowe się rozszerzają, oskrzela rozkurczają, żołądek hamuje wydzielanie soków, żółć wolniej produkowana, perystaltyka zwalnia, nadnercza uwalniają adrenalinę, skóra pot, włoski się jeżą, obwód kurczy, pęcherz rozluźnia.
- Układ **przywspółczulny działa odwrotnie**

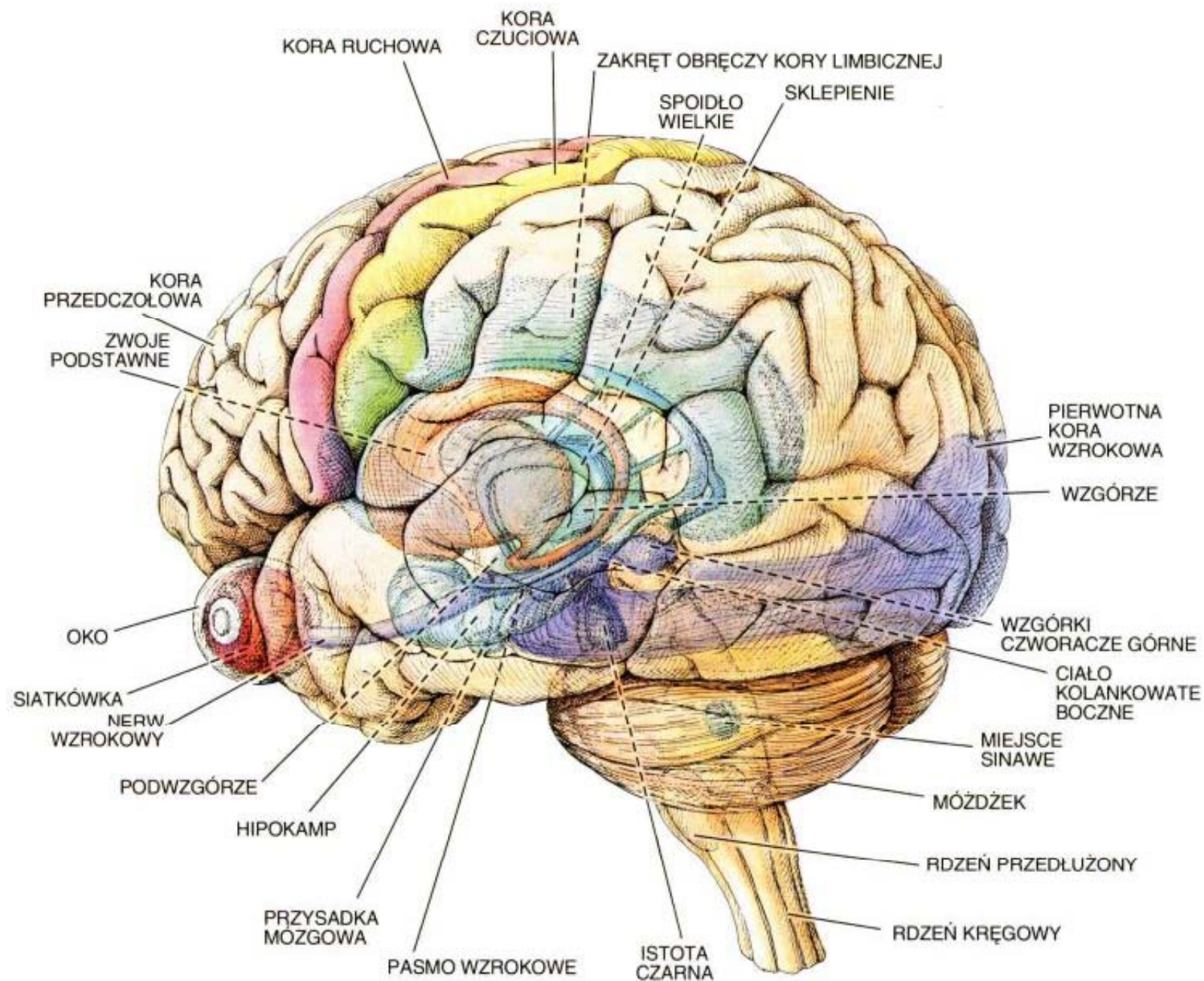


Układ nerwowy



Rys. 4 Układ nerwowy.

Obwodowy układ nerwowy można porównać do magistrali, która poprzez nerwy zajmuje się dystrybucją bodźców z ośrodkowego układu nerwowego po całym organizmie. Obwodowy układ nerwowy tworzy 12 par nerwów czaszkowych oraz 31 par nerwów rdzeniowych. Uszkodzenie nerwów układu obwodowego jest najczęstszym urazem układu nerwowego i może prowadzić do niedowładów czy zaburzeń czucia.



Ciało modzelowate
(spoidło wielkie)

Płat ciemieniowy

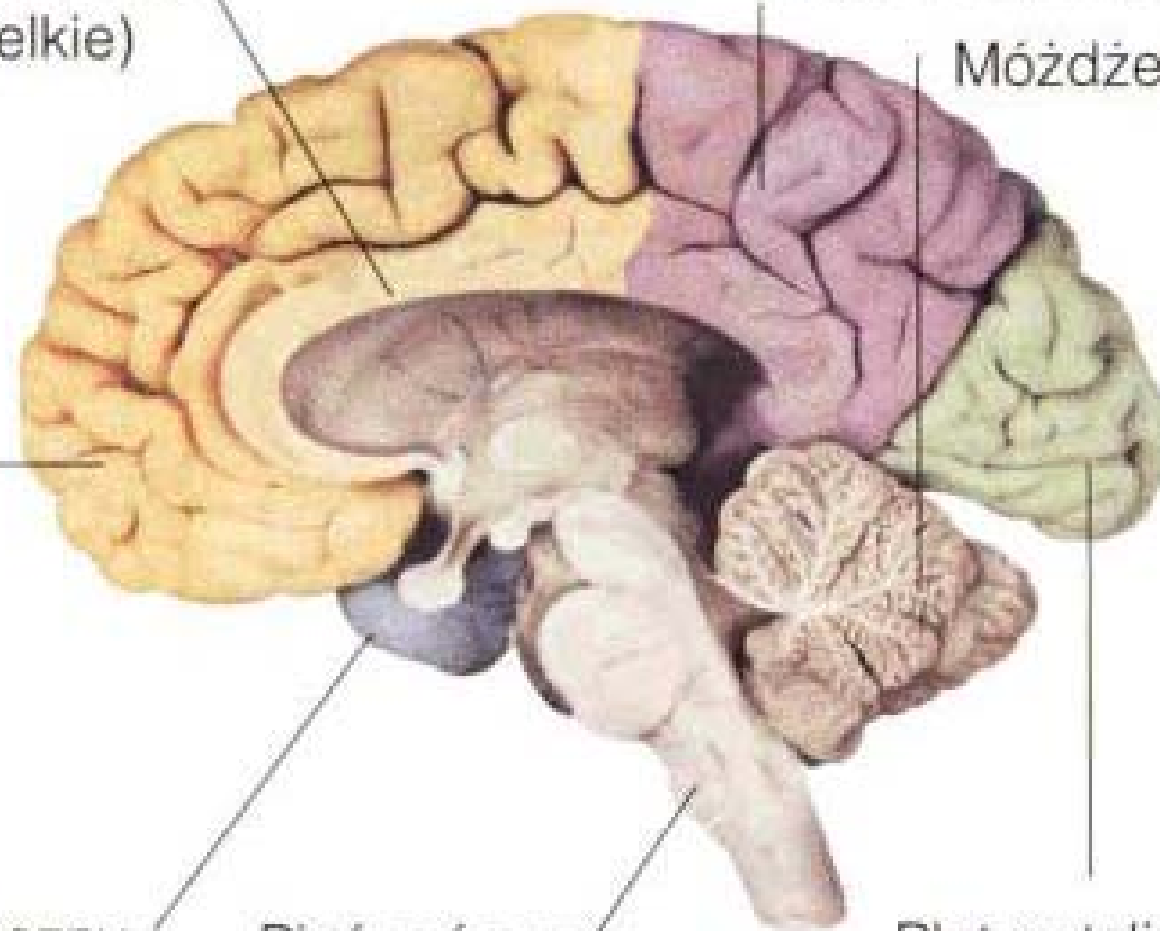
Mózdżek

Płat
czołowy

Układ limbiczny

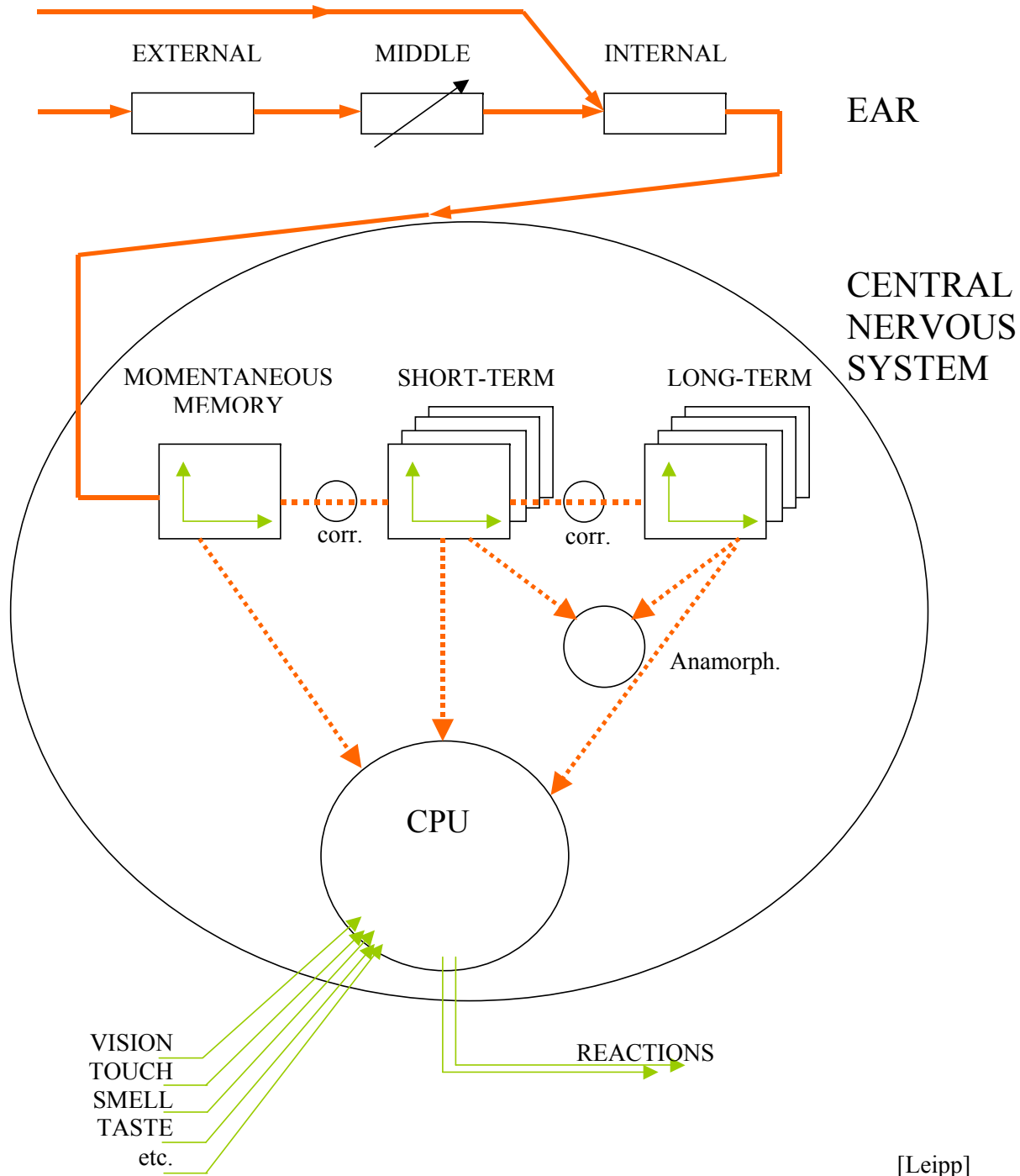
Pień mózgu

Płat potyliczny



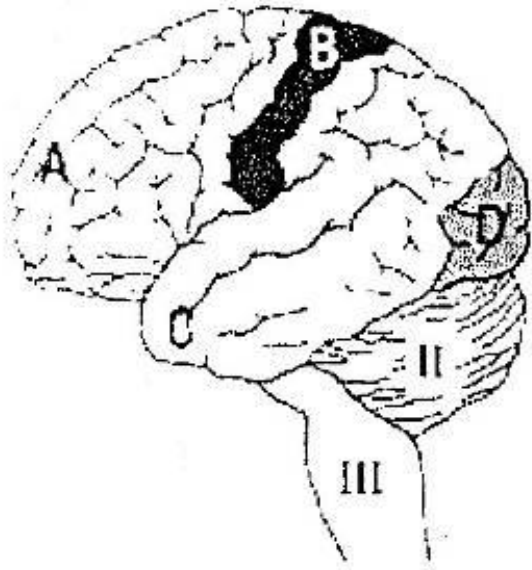
Neurony odpowiedzialne za odbiór bodźców pochodzących m. in. z układu słuchu i wzroku nazywa się neuronami sensorycznymi (ang. *sensory neurons*). Odebrane bezpośrednio przez receptory bodźce trafiają przez neurony do mózgu w postaci śladów pamięciowych.

Drogę impulsu z układu słuchowego przedstawia w sposób schematyczny rys. 1a.



[Leipp]

Różne bodźce pobudzają różne obszary mózgu:



Rys. 5 Ośrodkowy układ nerwowy.

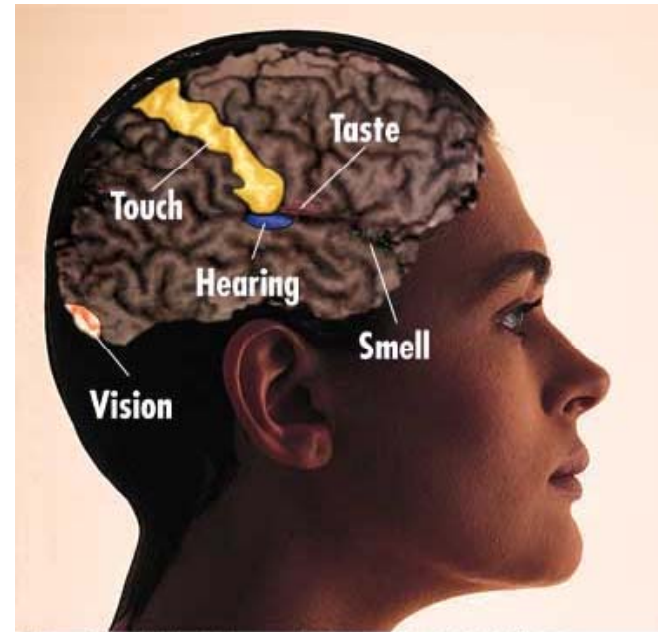
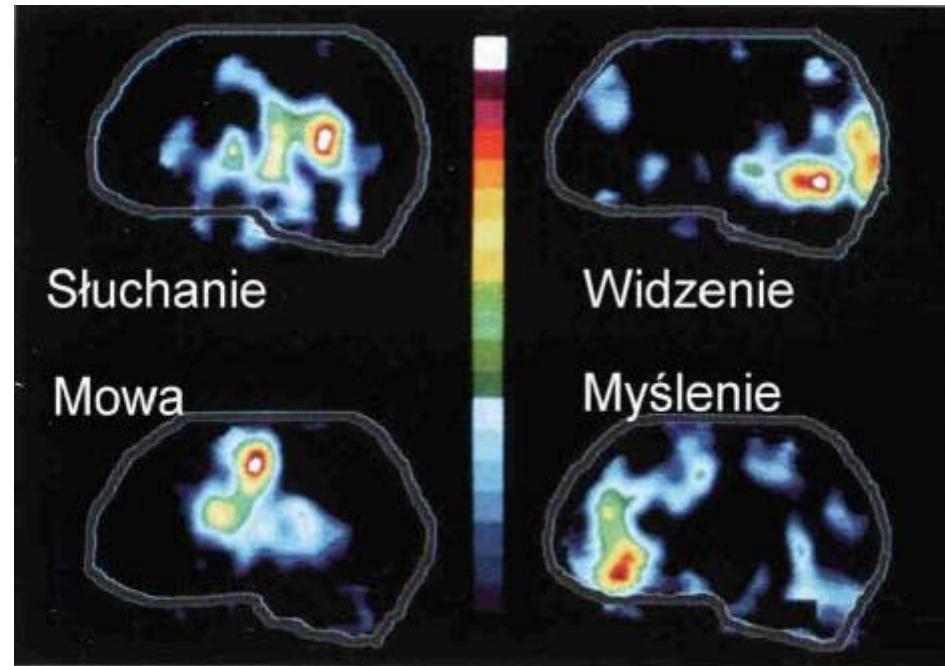


Photo of head-Michael Freeman; MRI scan of head-John Belliveau, NMR Center, Massachusetts General Hospital

- A – płat czołowy (ośrodek węchu i smaku)
- B – płat ciemieniowy (dotyk)
- C - płat skroniowy (słuch)
- D – płat potyliczny (wzrok)
- II – mózdzek – m.in. Koordynacja ruchowa
- III – pień mózgu – wychodzi do rdzenia kręgowego



Aktywność poszczególnych obszarów mózgu w wyniku wykonywania czynności antagonistycznych

Gdzie mieszczą się różne rodzaje naszej pamięci?

Obszary mózgu zawiadujące pamięcią nie działają niezależnie od siebie, lecz są ze sobą powiązane. Współpracują, gdy mózg musi wykonać zadanie zapamiętywania.

Pamięć proceduralna

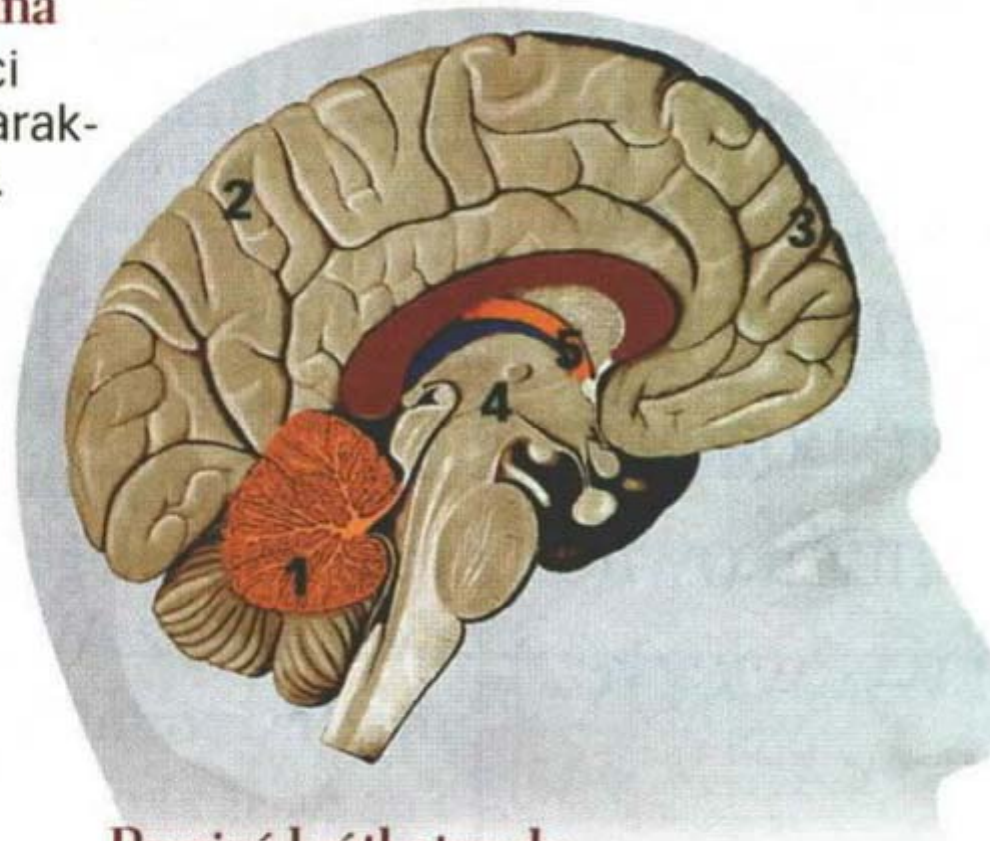
odtwarza czynności o dość prostym charakterze, np. pływanie.

Lokalizacja: mózdzek (1)

Pamięć odtwórcza,

czyli zdolność zapamiętywania obrazu lub twarzy od pierwszego spojrzenia. Pozwala również rozpoznać łatwiej informację już raz widzianą.

Lokalizacja: kora mózgowa (2)



Pamięć krótkotrwała,

zwana też pamięcią roboczą. W niej informacje są zatrzymane i można nimi manipulować w czasie wykonywania obecnego zadania. **Lokalizacja:** kora mózgowa (2) i płaty czołowe (3)

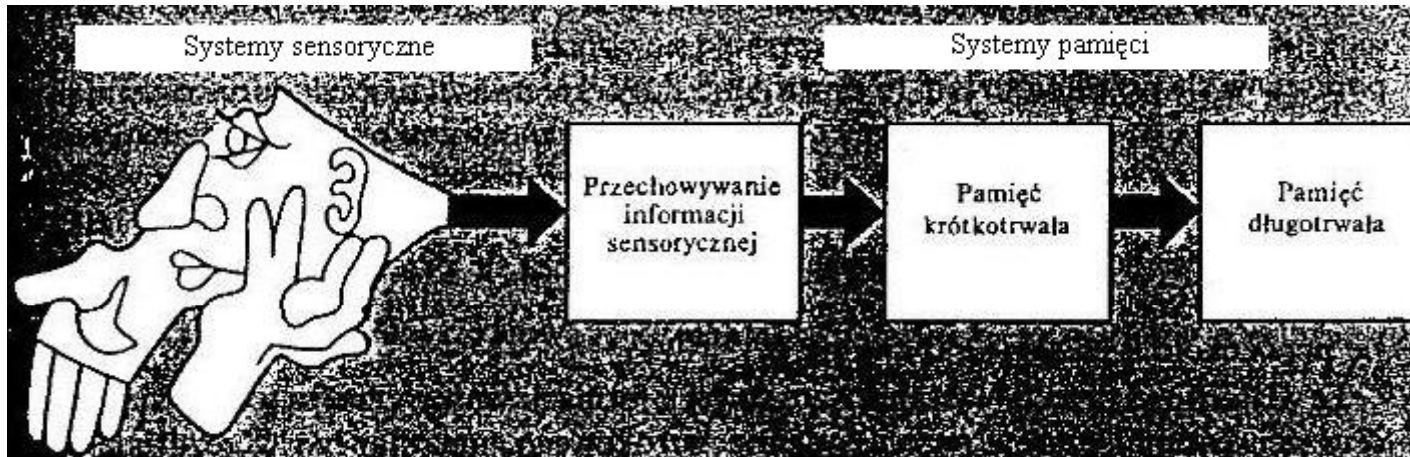
Pamięć semantyczna

pozwala zatrzymać pojęcia i znaczenie słów niezależnie od kontekstu, w jakim występują.

Lokalizacja: kora mózgowa (2)

Pamięć epizodyczna,

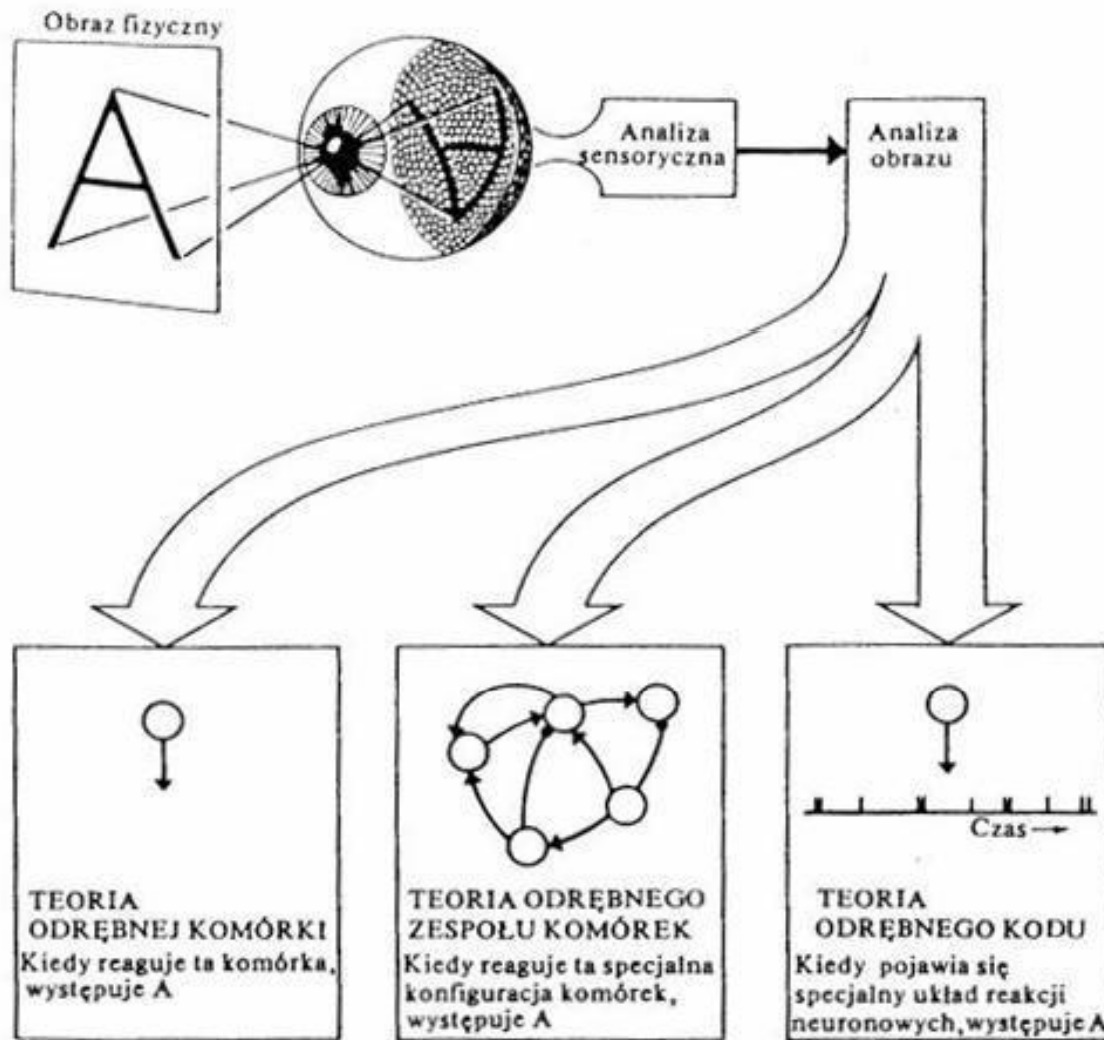
zwana inaczej wydarzeniową. Wchodzi w skład pamięci autobiograficznej. **Lokalizacja:** kora czołowa (3), hipokamp (4) i wzórza (5)



Rys. 6 Systemy pamięci.

Impuls sensoryczny tafia do pamięci etapami. W pierwszej kolejności trafia do pamięci operacyjnej mózgu (pamięci chwilowej/ sensorycznej) , gdzie może wywołać pobudzenie odpowiednich efektorów bądź trafić do dalszej obróbki w pamięci krótkotrwałej (interpretacja bodźca), w końcu jako doświadczenie trafia do pamięci długotrwałej (ok. 10 miliardów neuronów), gdzie może brać udział w procesie analizy bodźców.

Czas przechowywania w ukł. pamięci sensorycznej jest bardzo krótki (0,1-0,5 s), zaś w pamięci krótkotrwałej przez czas bliżej nieokreślony (zapamiętywanie poprzez powtarzanie), ale dotyczy to kilku jednostek prezentowanego materiału.

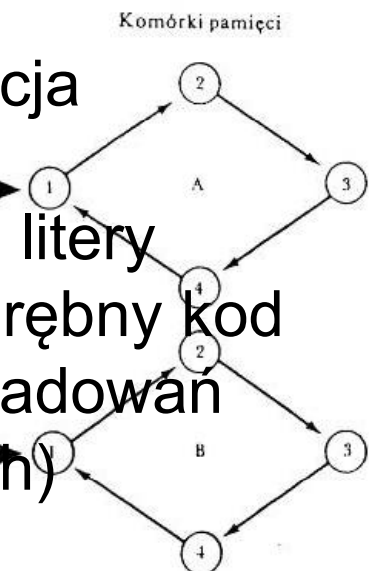


Rys.10 Analiza obrazu.

R Układ nerwowy może reagować w trojaki sposób na wystąpienie litery A.

Możliwe jest, że na każdą literę zareaguje:

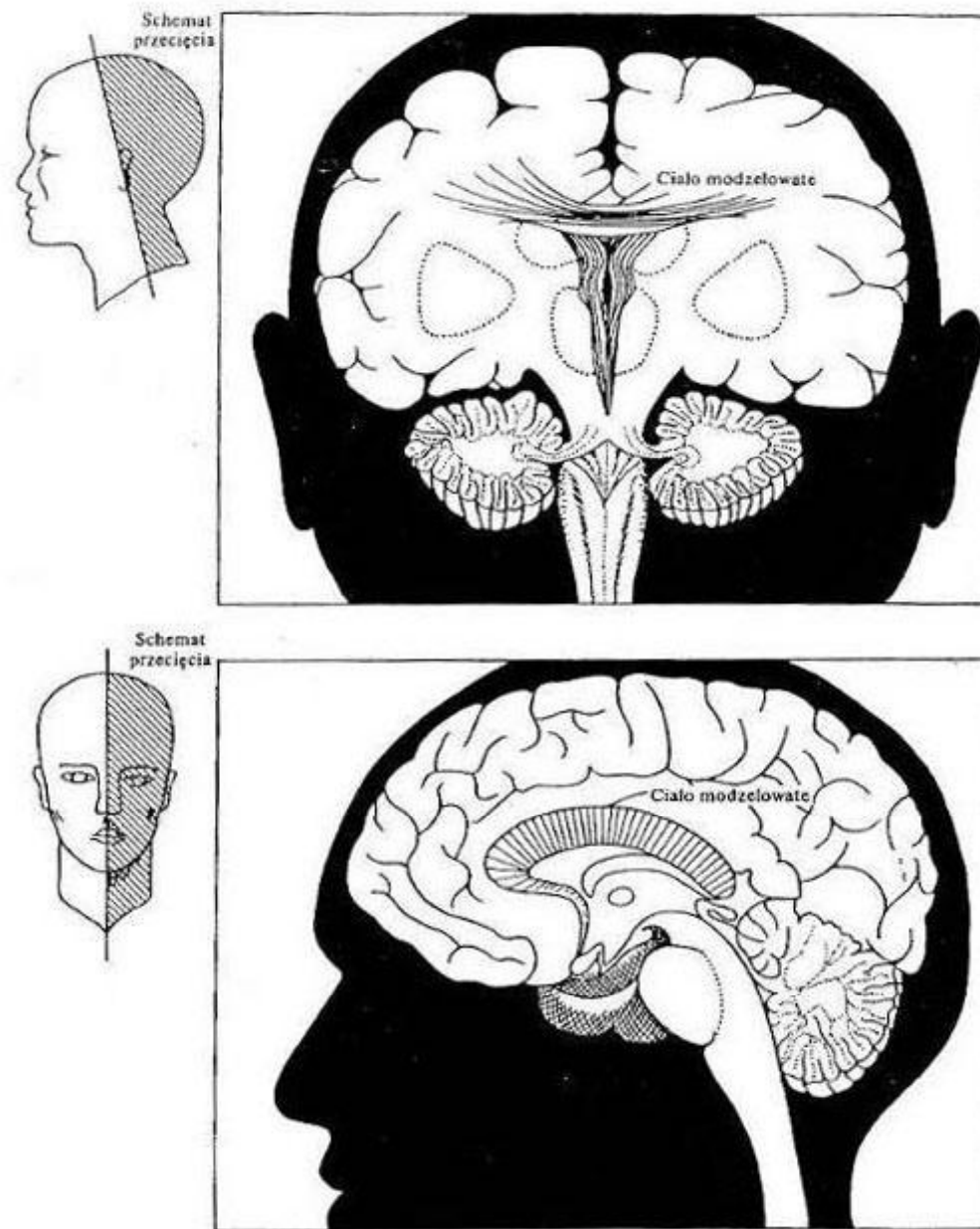
1. pojedyncza komórka (detektor litery)
2. specyficzny zespół komórek (konfiguracja komórek)
3. dla każdej litery istnieje odrębny kod (układ wyładowań nerwowych)



Rys.8 Najprostszy odwód pamięci.

Najprostszy odwód pamięci składa się z wejścia i grupy komórek. W procesie analizy obrazu może brać udział pojedyncza komórka lub ich grupa, wynik analizy może być również reakcją na kod pamięci (zespół reakcji neuronowych). W każdym z przypadków do naszej świadomości dotrze informacja, co np. widzimy. Posługując się powyższym przykładem, pojedyncza komórka wystarczy nam do stwierdzenia postrzegania drukowanej wyraźnej litery A. Zespół komórek może stwierdzić literę A napisaną odręcznie przez jakąś osobę, natomiast kod pamięciowy pozwala na złożoną analizę obrazu, wiązanie z nim emocji oraz np. wykrycie litery A w słowie, w którym pojedyncze litery mogłyby być nierozpoznawalne.

Ze względu na strefową funkcjonalność mózgu, ważnym zjawiskiem w procesie percepcji jest komunikacja między półkulami. Ciało modzelowate oddziela prawą półkulę mózgową od lewej i przekazuje informacje z jednej strony na drugą. W następstwie budowy mózgu składającego się z dwóch półkul mózgowych posiadających homologiczne struktury, a także funkcjonowania w nich ośrodków ruchowych, wzrokowych i somatycznosensorycznych przetwarzających bodźce z przeciwległej niż półkula strony ciała, w celu integracji pracy mózgu wytworzone zostały połączenia pomiędzy półkulami.

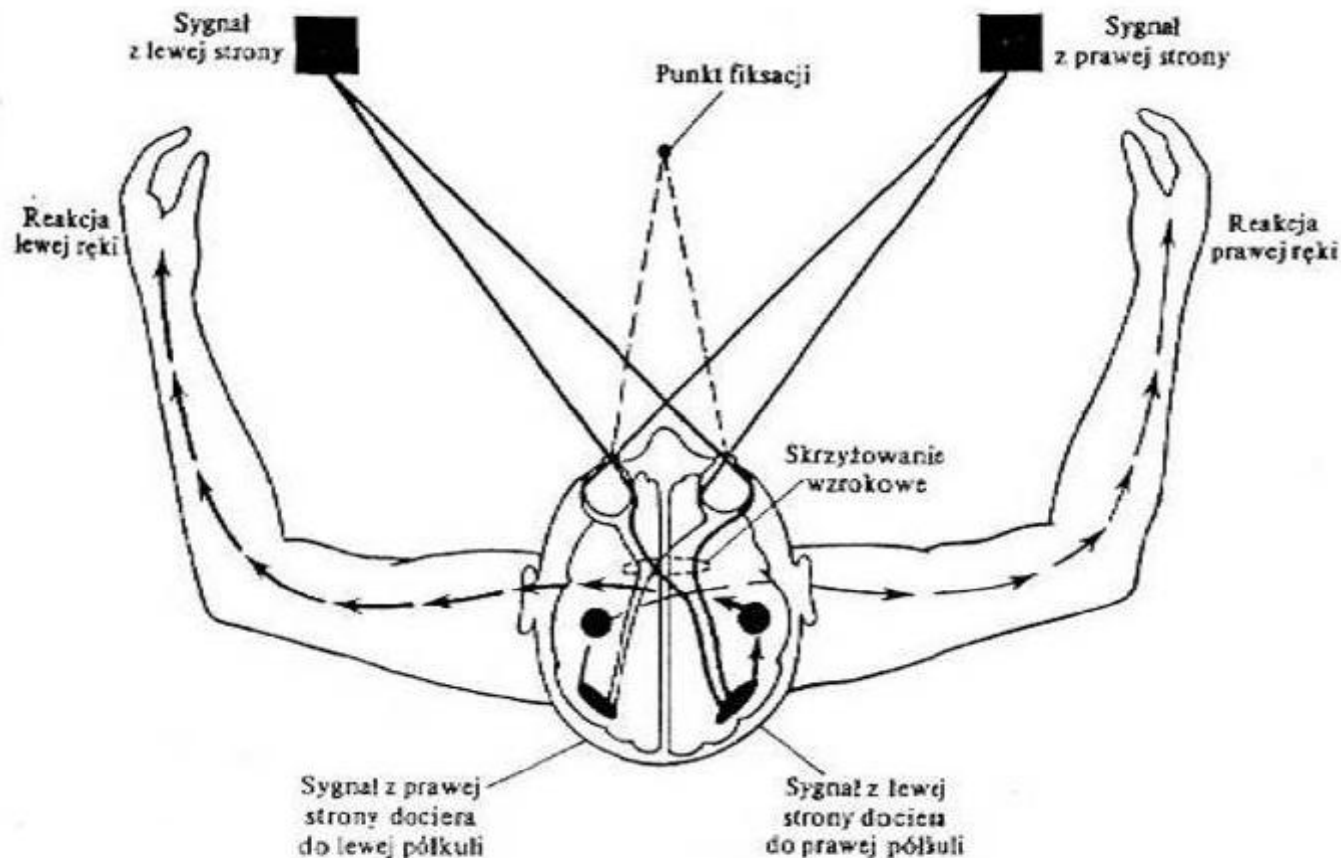


Rys. 17 Komunikacja między półkulami

Rozcięcie spoidła, czasem stosowane w chirurgicznym leczeniu padaczki, może prowadzić do zaburzeń w percepcji. Np. bodziec odbierany przez prawe ucho lub oko, może nie być rozpoznany w przypadku odebrania go przy pomocy ucha lub oka lewego.

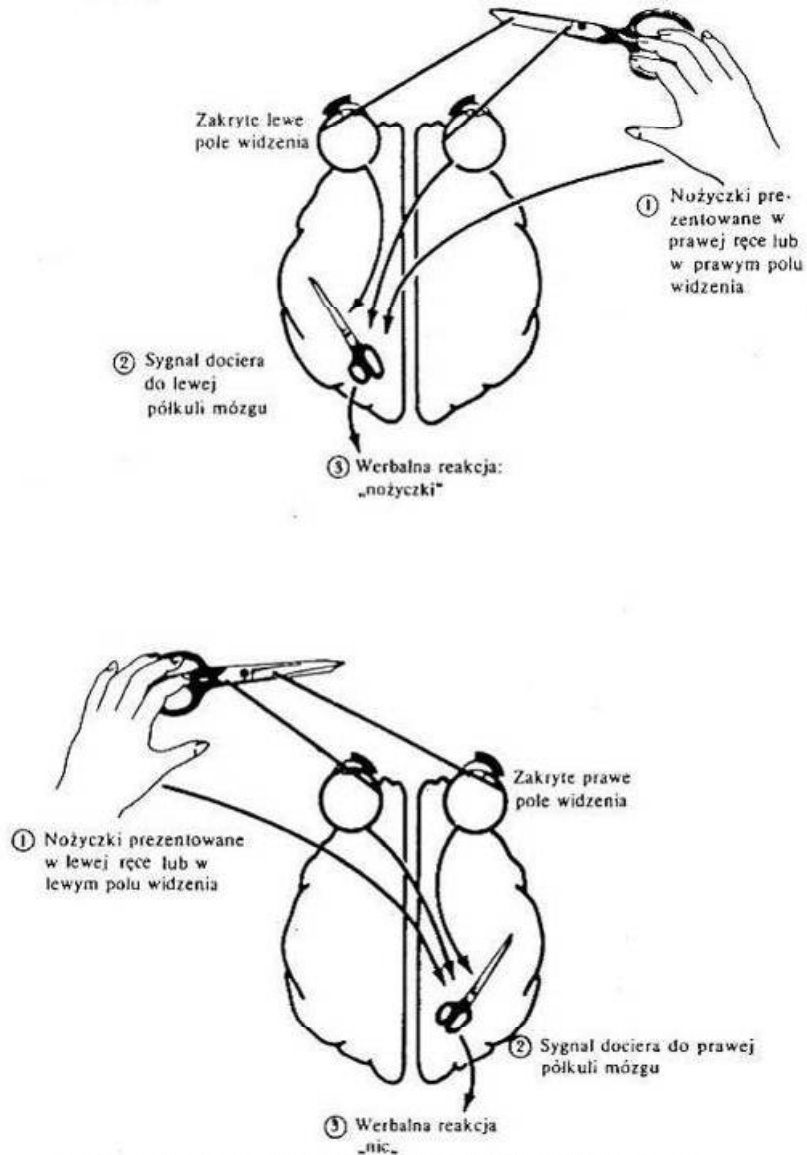
Przypadek taki nazywa się rozszczepieniem mózgu i jest następstwem rozdzielnej, krzyżowej analizy bodźców z receptorów lewych i prawych.

Krzyżowemu przetwarzaniu podlega również reakcja efektorami.



Rys. 18 Włókna wzrokowe i sposób postrzegania

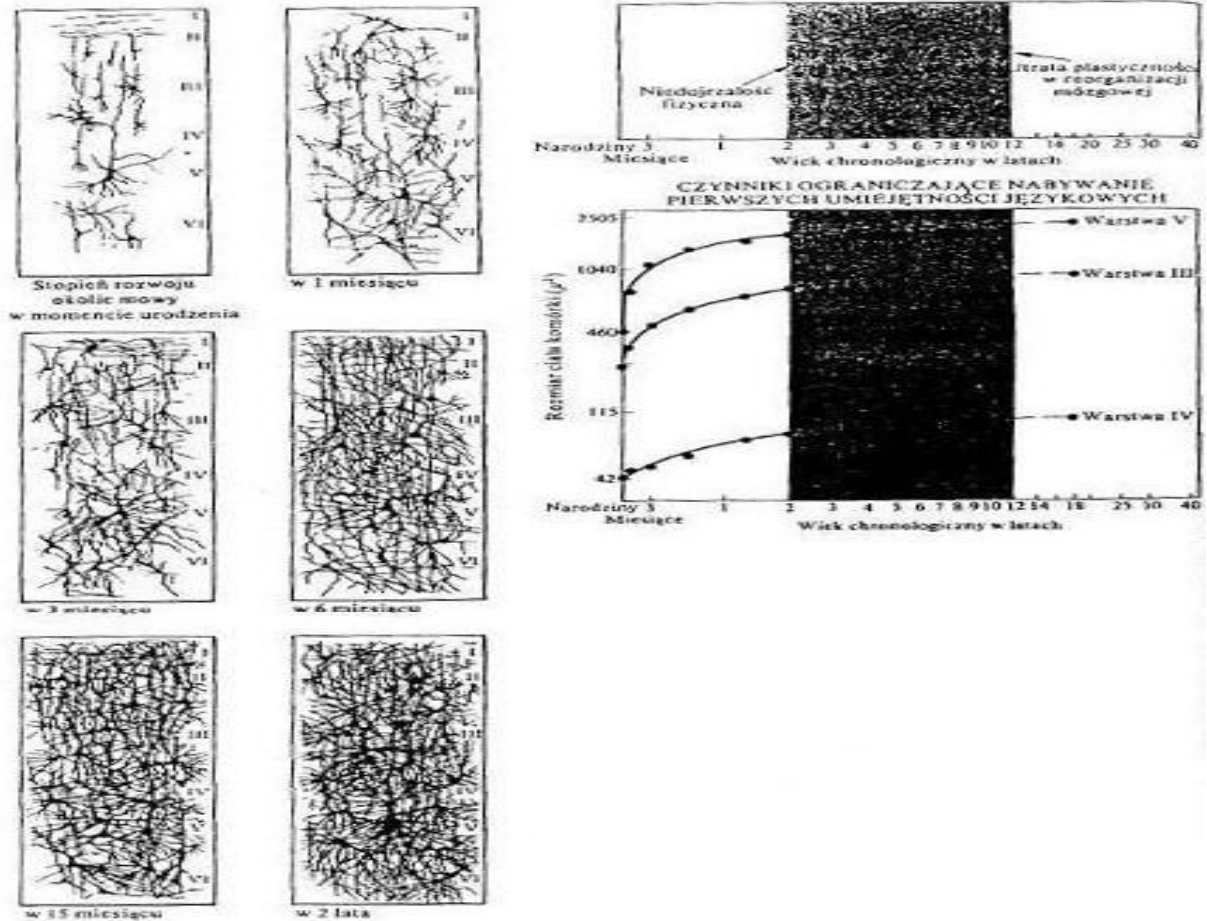
Efekt rozszczepienia mózgu:



Rys. 19 Reakcja pacjenta z rozszczepionymi półkulami mózgowymi

Możliwości percepcyjne mózgu rosną z wiekiem ze względu na zagęszczającą się sieć neuronów. Na poniższym obrazie zaprezentowano stopień rozwoju neuronów sześciu warstw kory mózgowej w funkcji czasu obszaru mowy. Plastyczność w reorganizacji mózgowej człowiek traci w wieku ok. 12 lat. Uważa się jednak, że istnieje zdolność dojrzałego OUN (ośrodkowego układu nerwowego) do reorganizacji funkcjonalnej wskutek uszkodzenia czy stymulacji ruchowo-czuciowej.

Możliwości percepcyjne mózgu rosną z wiekiem ze względu na zagęszczającą się sieć neuronów. Na poniższym obrazie zaprezentowano stopień rozwoju neuronów sześciu warstw kory mózgowej w funkcji czasu obszaru mowy. Plastyczność w reorganizacji mózgowej człowiek traci w wieku ok. 12 lat. Uważa się jednak, że istnieje zdolność (niezależnie od reorganizacji) do reorganizacji przy stymulacji ruchowej.

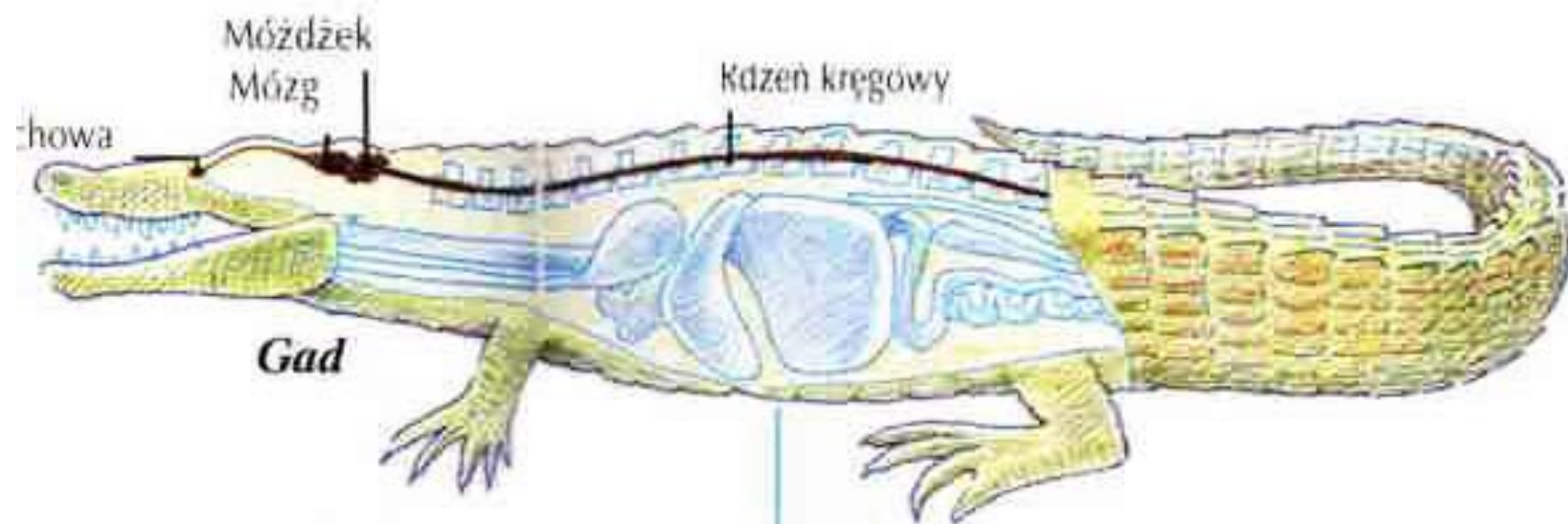


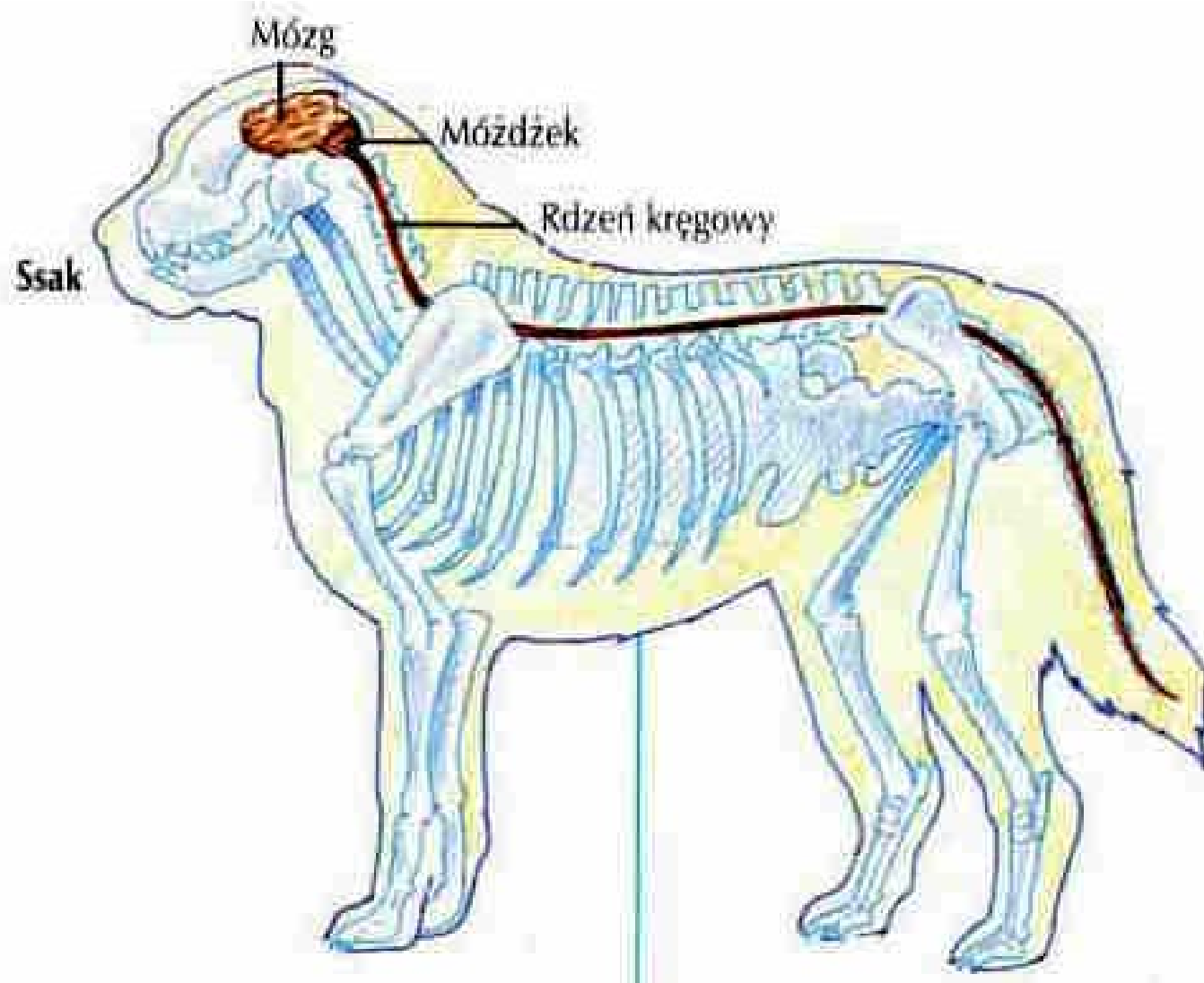
Rys.20 Neurony sześciu warstw kory mózgowej jako funkcja czasu.

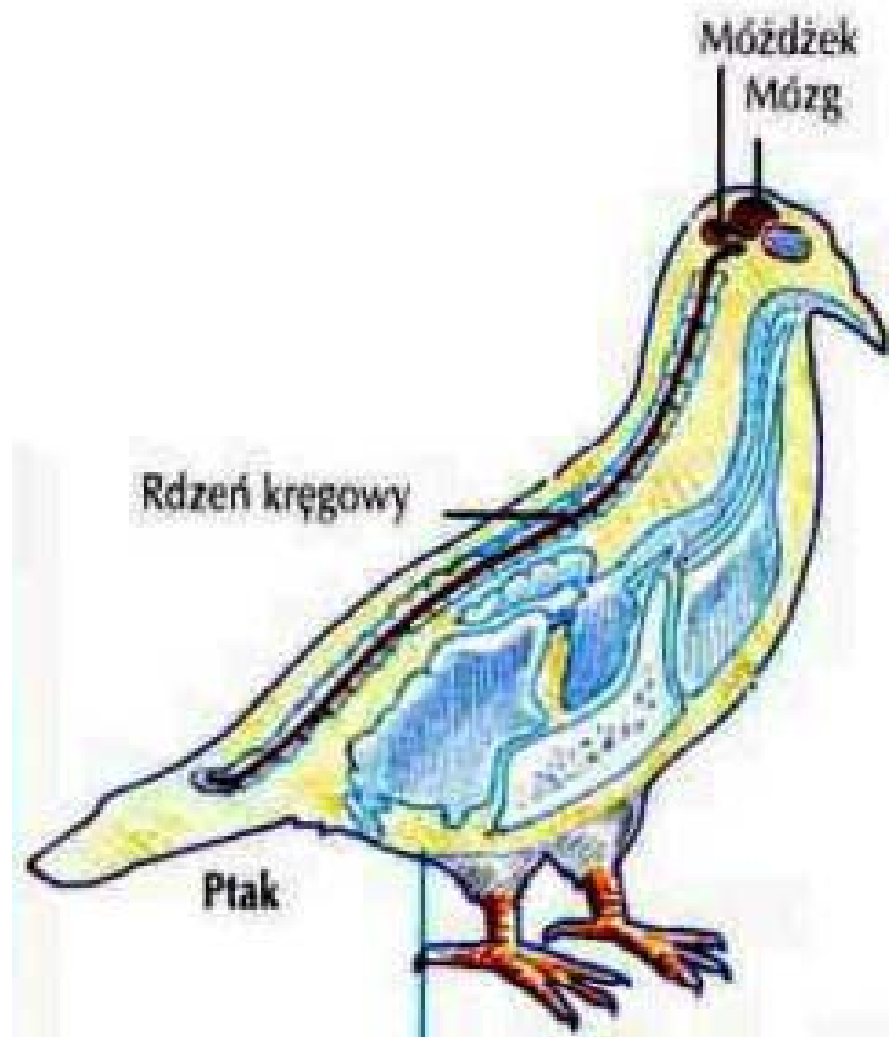
- **Mózg człowieka w liczbach**
Masa:
- Niemowlę średnio 350 gramów, 12% całkowitej wagi ciała.
- Dorosły średnio 1375 gramów (od 1-2.5 kg), kobiety 150 gramów mniej, 2% masy ciała
- Objętość 1.4 litra.

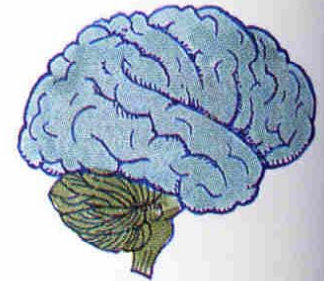
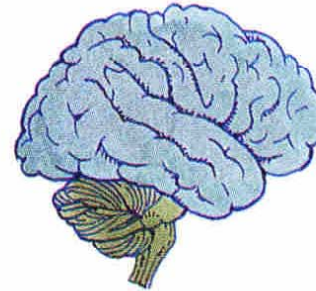
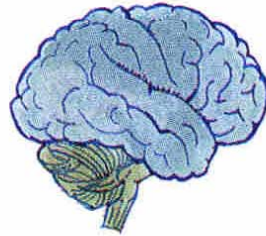
- Moc elektryczna: 25 Watów; Liczba stanów: nieograniczona
Zużycie energii: ok. 20% całkowitej, przy 2% masy.
- 40 mld neuronów, 30 mld mózdzek, > 8 mld kora, < 2 mld pozostałe
- Synapsy neuronów:
- kora 4000/neuron, 3×10^{13} połączeń,
- mózdzek 3×10^{12} połączeń,
- pozostałe 2×10^{13} połączeń,
- razem 5×10^{13} ,
- Pojemność rzędu $50 \times 10^{12} = 50$ Tbitów traktując każdą synapsę jako bit.

- Oszacowanie przepływu informacji (świadomego):
Wzrok ok. 5000 bitów/sek;
- Zapamiętanie wymaga 10 sek, czyli ok. 5 kbit/sek.
Pozostałe zmysły 100 bitów/sek,
- Moc obliczeniowa: 5×10^{13} połączeń,
zmiana rzędu 100 Hz, 5×10^{15} operacji/sek









Australopithecus robustus

Homo habilis

Homo erectus

Homo sapiens neanderthalensis

Homo sapiens sapiens



Rekin



Żaba



Żółw



Gołąb



Opos



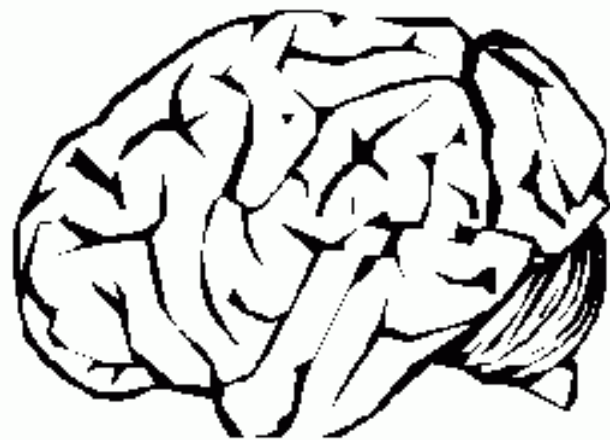
Królik



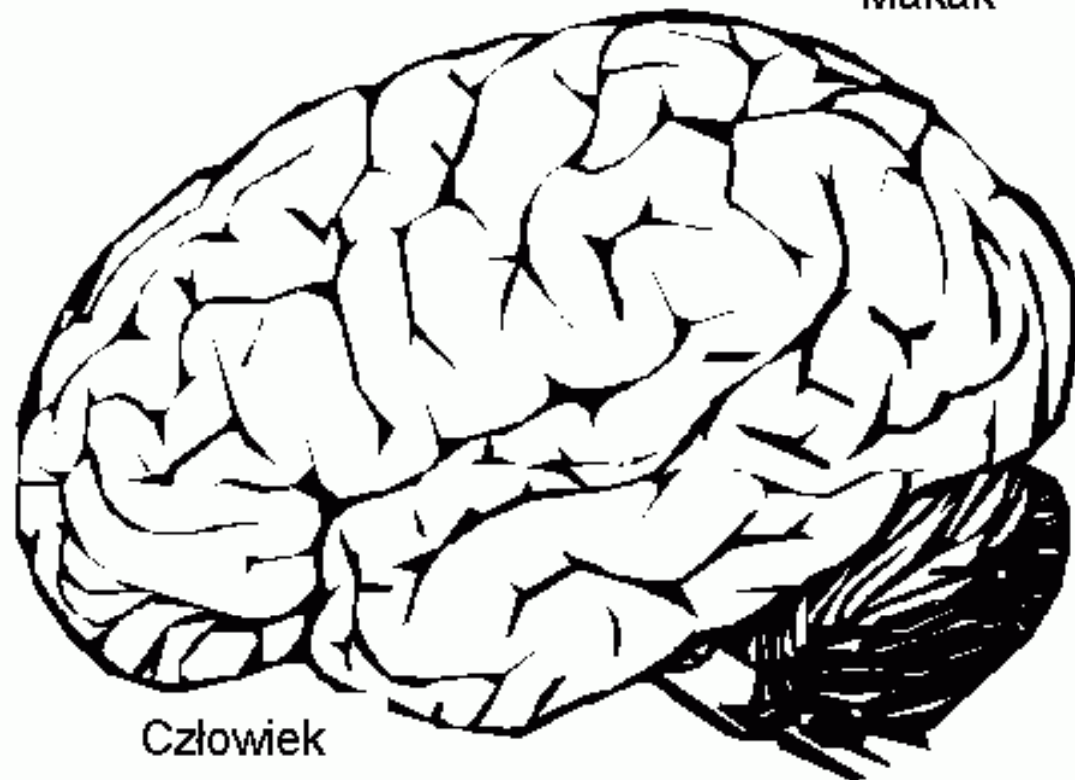
Kot



Makak



Szympanans



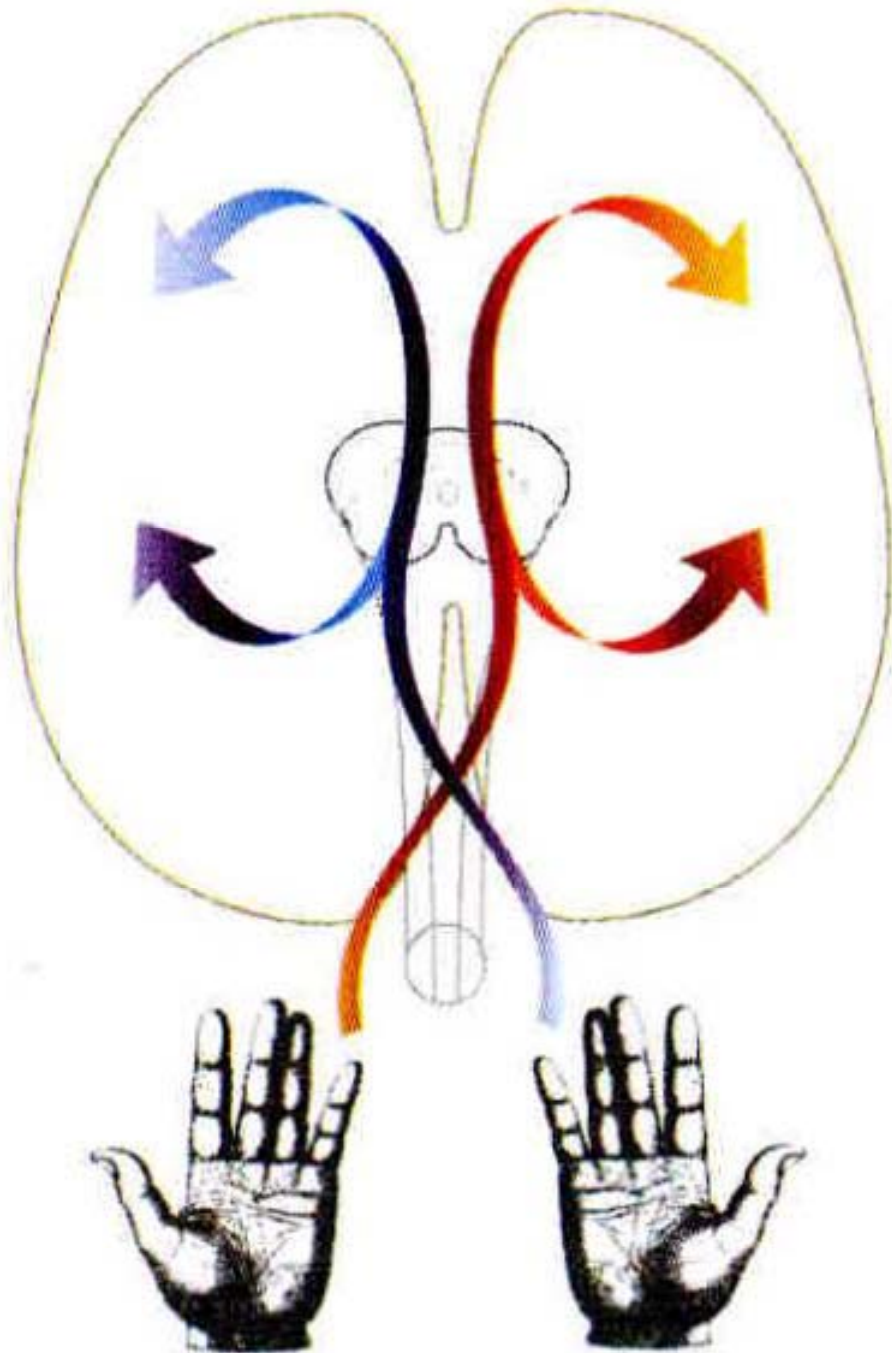
Człowiek

- Uszkodzenia lewej półkuli: trudności z mówieniem, pisanem, czytaniem, matematyką.
Uszkodzenia prawej półkuli: trudności z rozpoznawaniem struktur geometrycznych, twarzy, trudności z rysowaniem, percepcją muzyki.
- Dominacja prawej półkuli - artyści, humaniści; lewa - naukowcy, umysły ścisłe.

- Budowa ciała i mózgu lekko asymetryczna. Asymetria widoczna już na etapie płodowym.
- **Prawa półkula** większa i cięższa niż lewa.
- Więcej materii białej (dłuższe połączenia).
- Część czołowa szersza, wysunięta do przodu
- Niektóre obszary kory ciemieniowej powiększone.

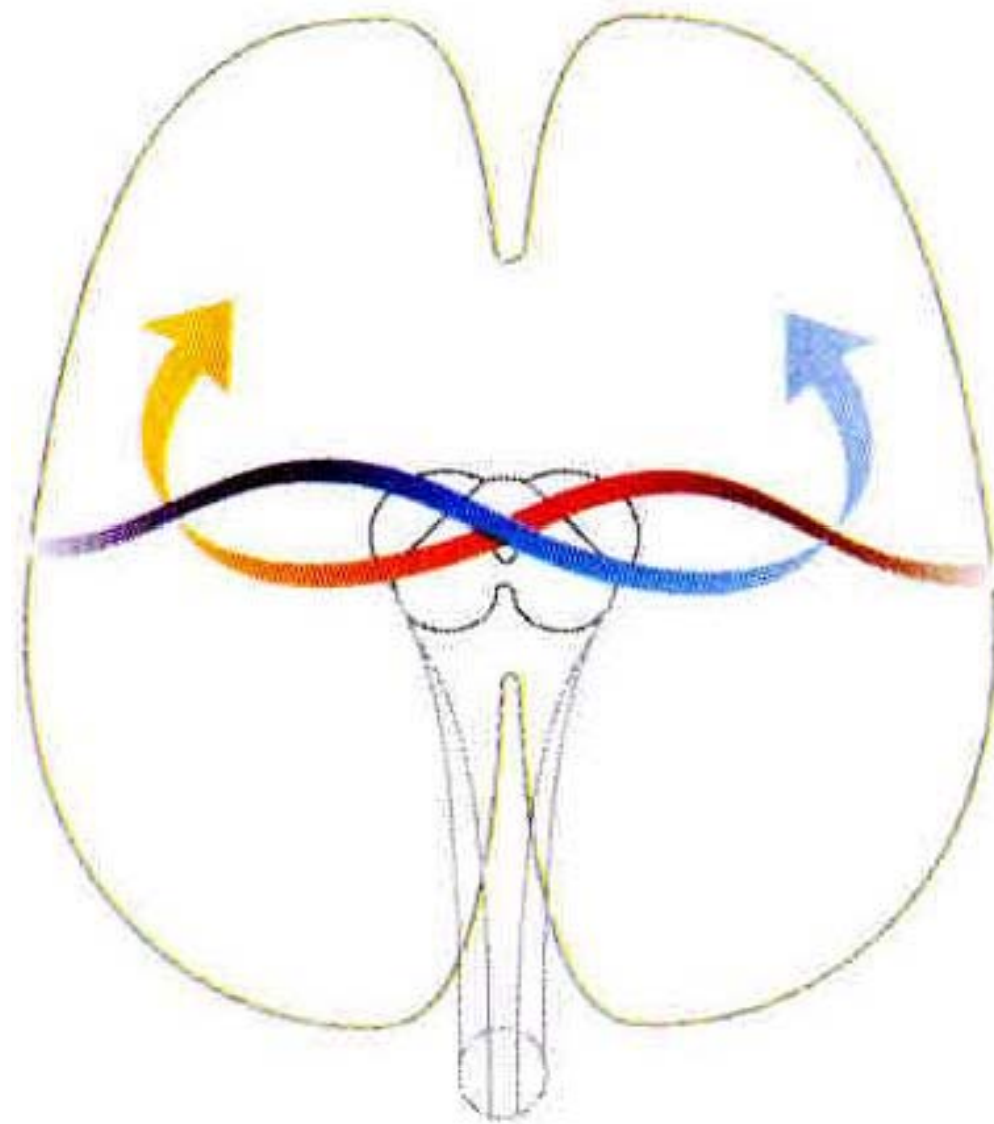
Lewa półkula:

- Część tylna szersza.
- Większa równina skroniowa
- Więcej materii szarej.
- Więcej dopaminy, mniej noradrenaliny.
- Mowa w prawej półkuli: u praworęcznych 4%, u leworęcznych 15% + 15% obie półkule w jednakowym stopniu.
- Mowa docierająca do prawego ucha jest lepiej rozumiana.
- Asymetria mniej widoczna u kobiet.

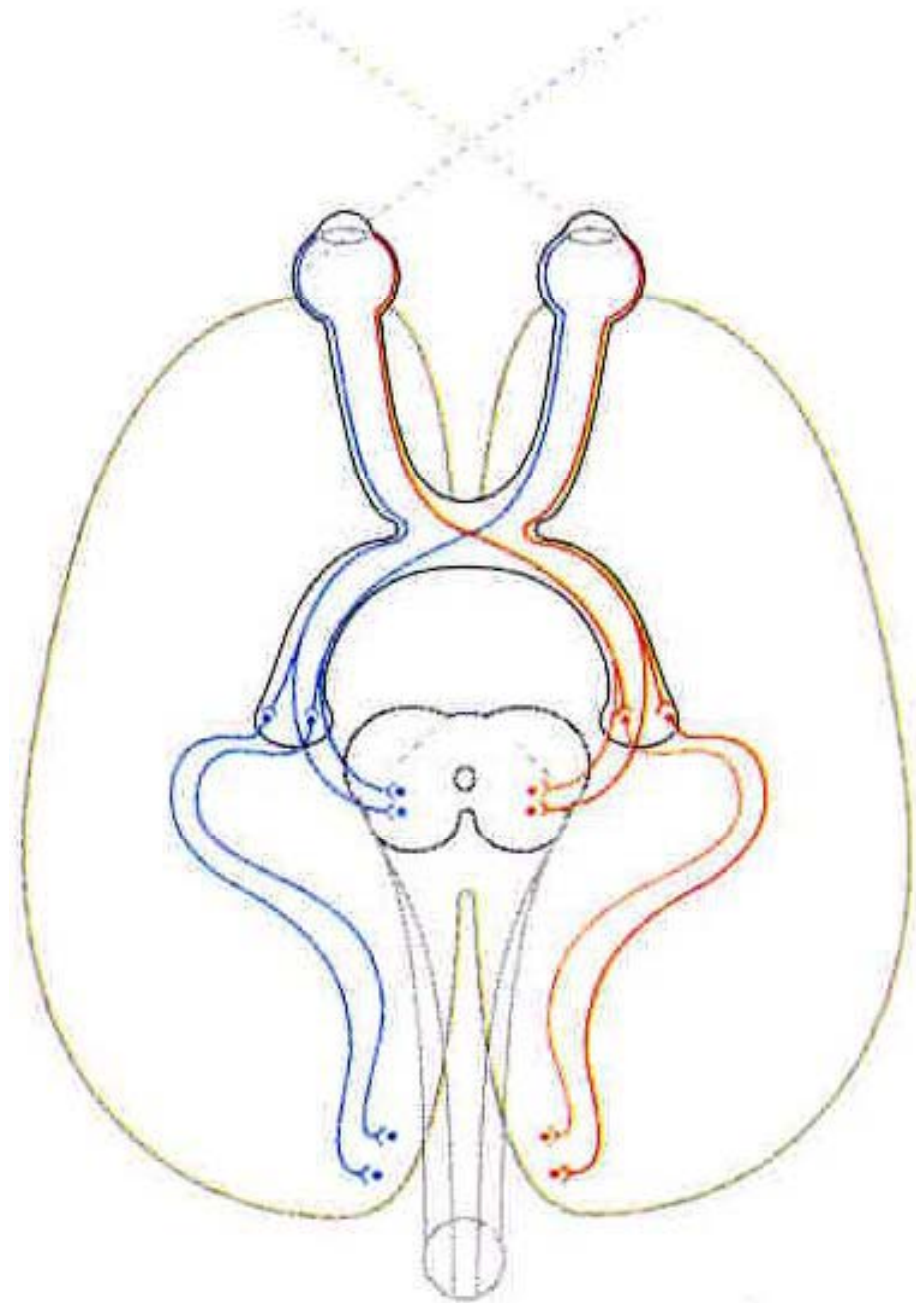


- Skrzyżowane szlaki nerwowe dla bodźców dotykowych i sterowania motorycznego.

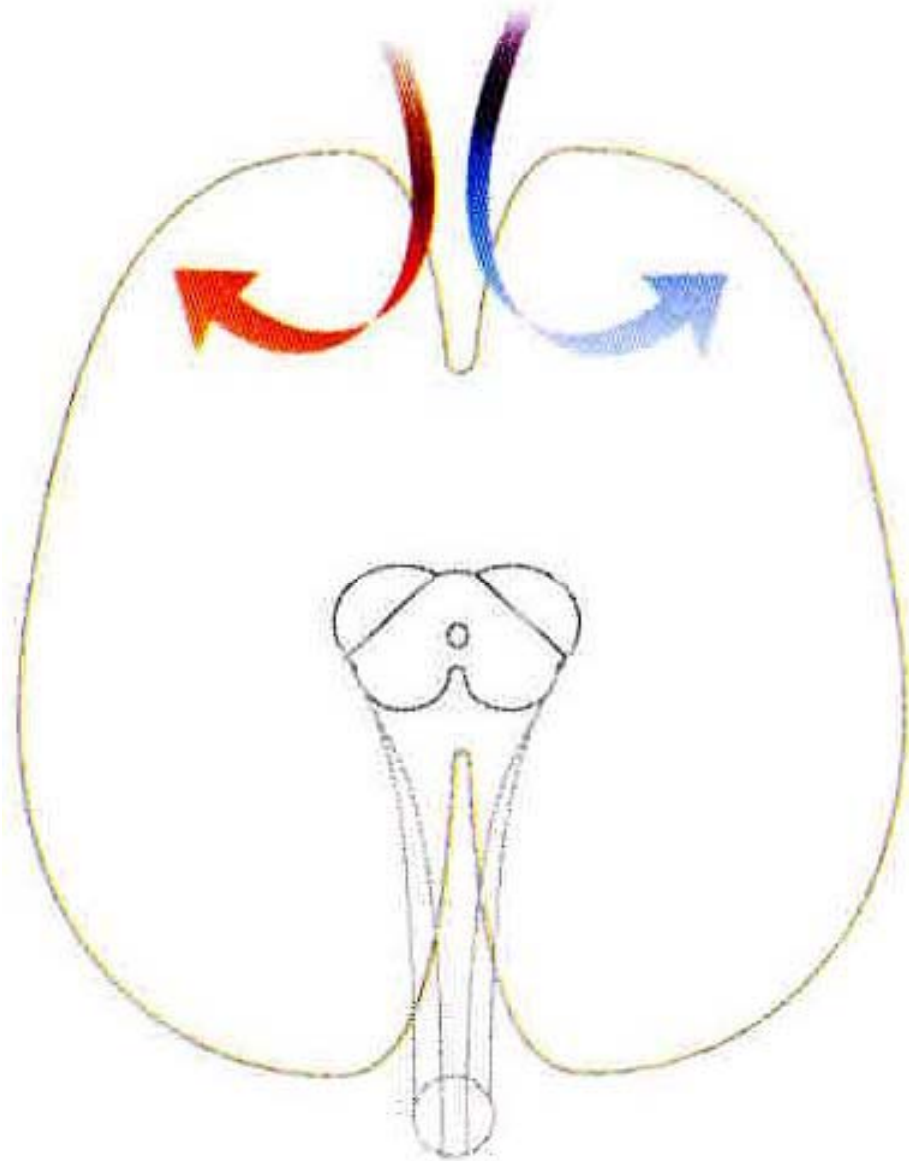
- Bodźce słuchowe. Dźwięki z lewego ucha analizowane są w prawej półkuli i odwrotnie.



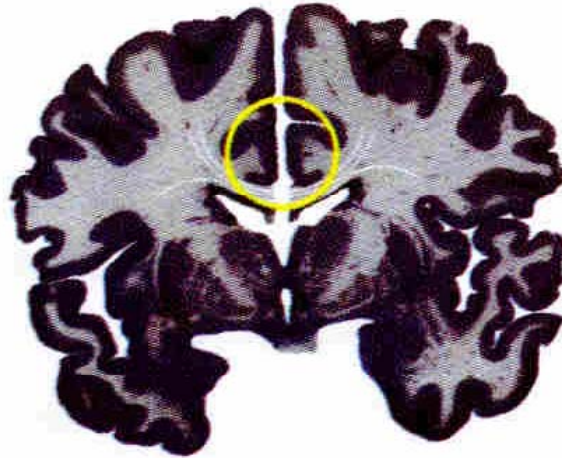
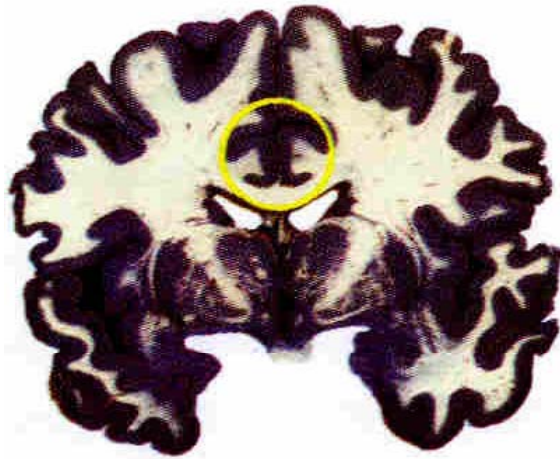
- Bodźce wzrokowe. Lewe pole wzrokowe analizowane jest w prawej półkuli i odwrotnie.



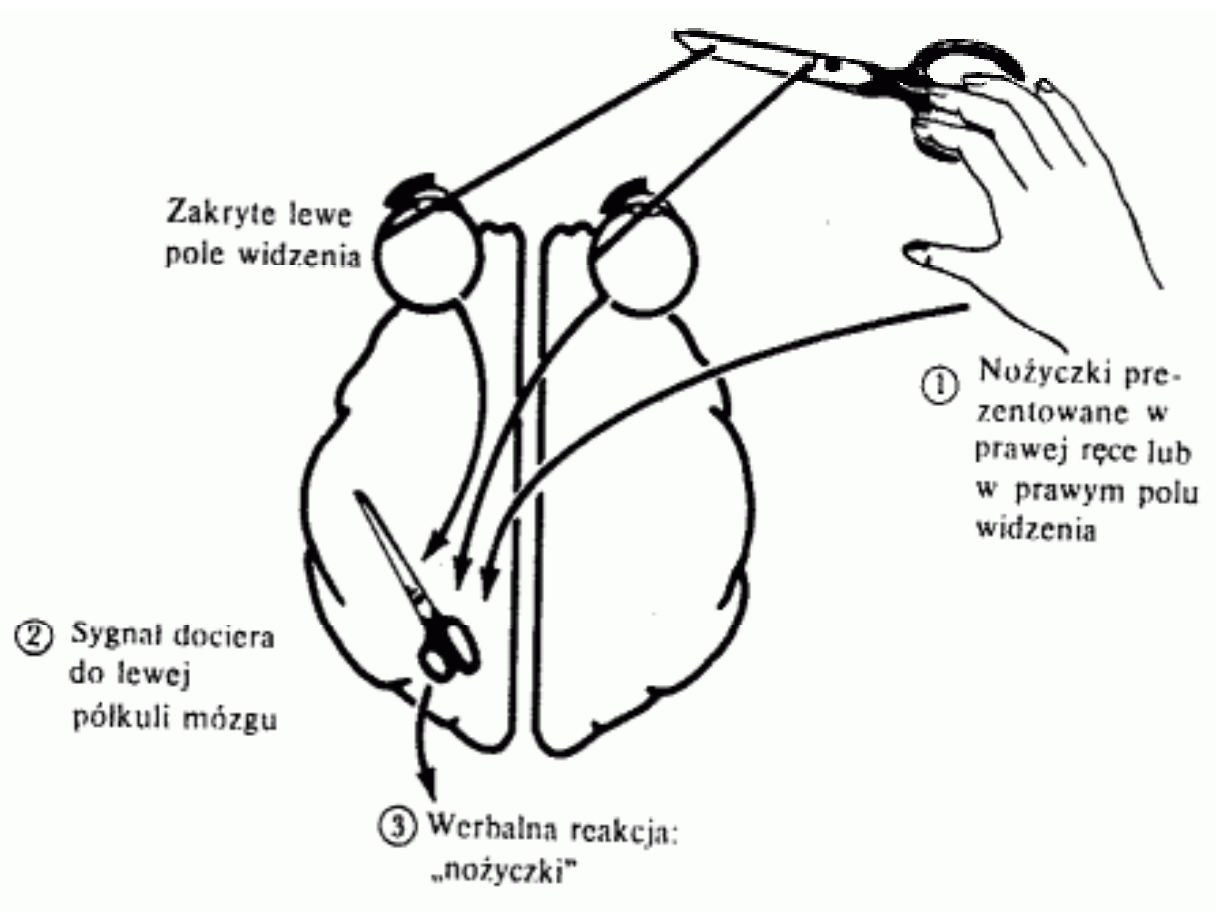
- Bodźce węchowe nie przechodzą przez skrzyżowane szlaki (wyjaśnienie ewolucyjne). Opuszka węchowa powstała z najbardziej wysuniętego do przodu zwoju nerwowego



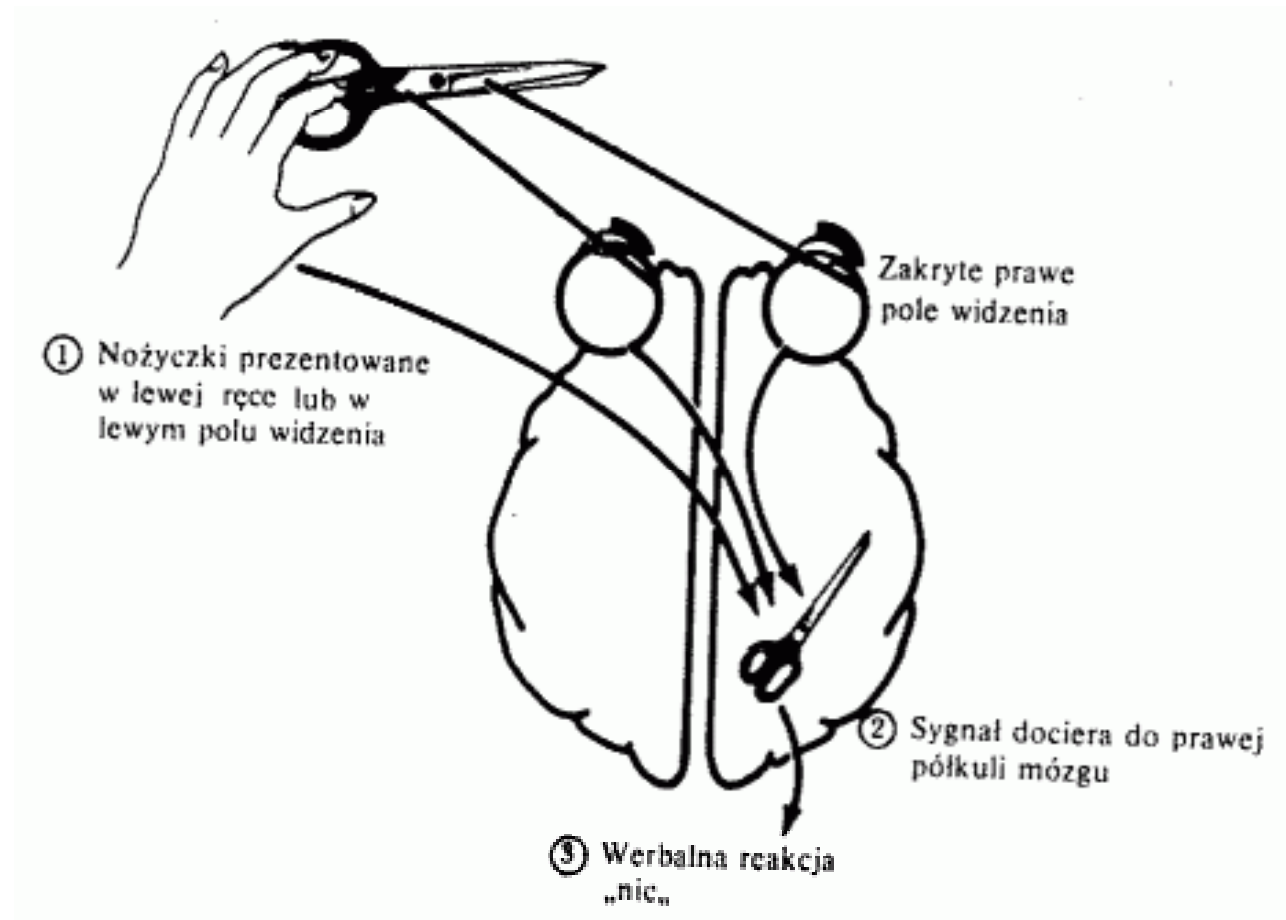
- przecięcie
spoidła wielkiego

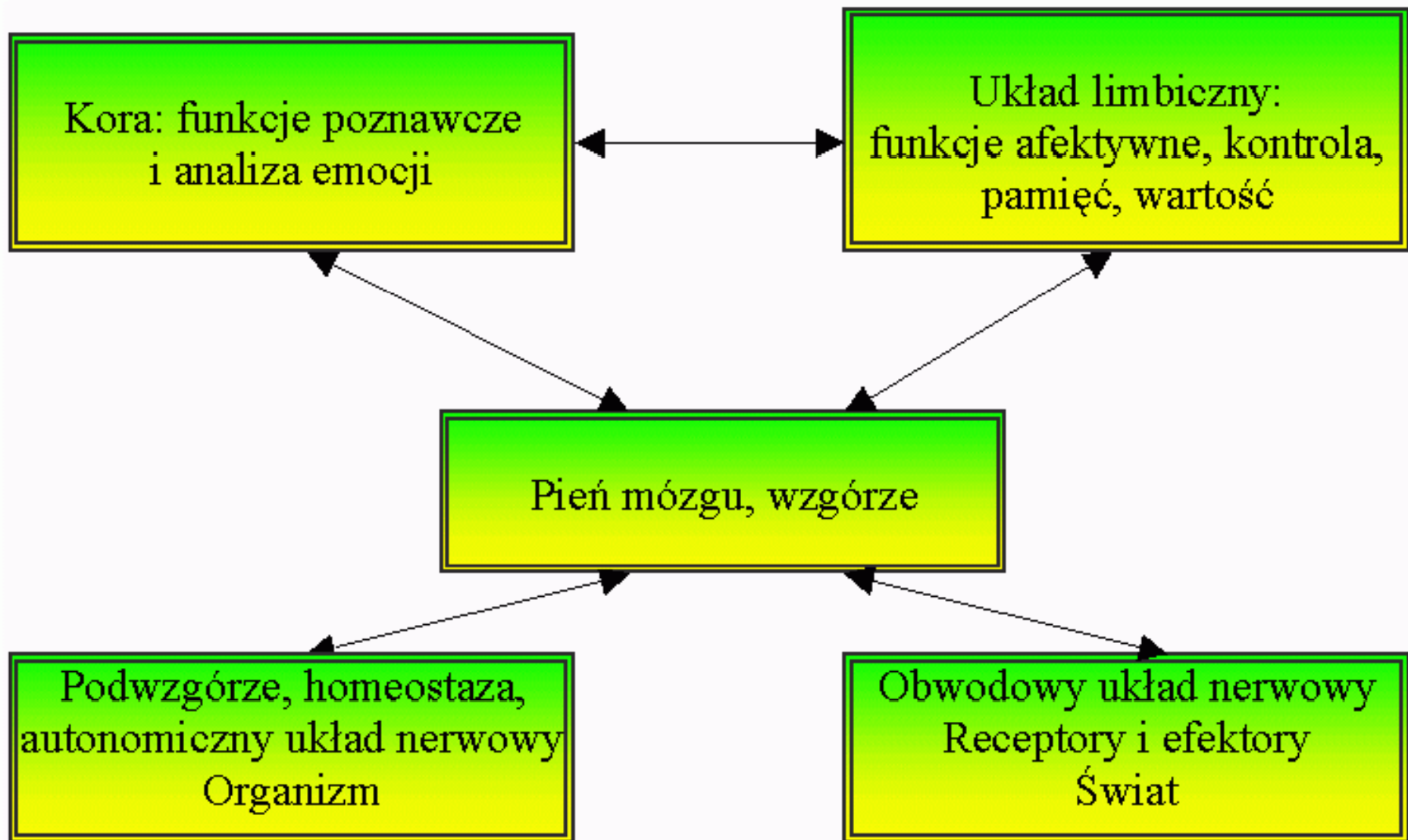


W prawym polu widzenia obiekt jest rozpoznawany i identyfikowany

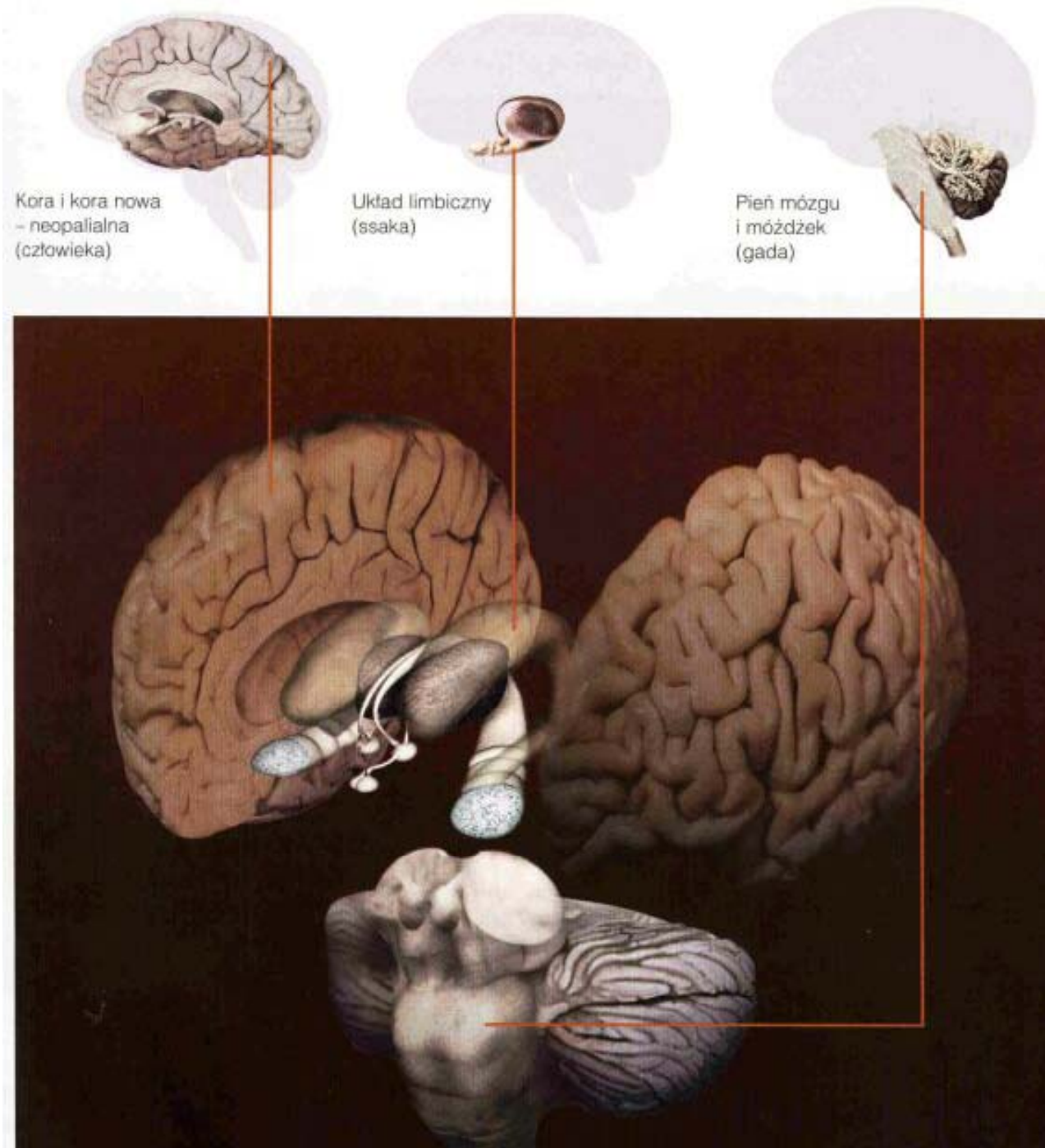


- W lewym polu widzenia pacjent nie potrafi nic powiedzieć, ale potrafi wybrać odpowiedni przedmiot.





W skład układu limbicznego wchodzi kora węchowa, jądra migdałowe, hipokamp, wzgórze, podwzgórze i parę drobniejszych struktur.



Teoria MacLeana: podział mózgu na trzy struktury. Zespół R (reptilian), **pień i śródmózgowie**; świat gadów.

System limbiczny - emocje, zachowania społeczne; świat ssaków.

Kora nowa - język, abstrakcje; świat ludzi i naczelnych.

Ryby mają głównie pień i śródmózgowie, gady słabo rozwinięty układ limbiczny, ssaki (ptaki nieco mniej) korę nową.

Pień i podstawa neuronalna, zawierająca wszystkie układy regulacyjne i reproduktywne organizmu = "zespół R" (Reptilians, gady).

Podwzgórze - reguluje homeostazę:

termoregulacja, rytmy biologiczne, współpraca z autonomicznym układem nerwowym, głodu i pragnienia.

Zespół R bardziej pierwotny niż emocje.

Ochrona terytorium, zachowania agresywne, rytualne, hierarchie społeczne.

Mordowanie "z zimną krwią" - gady!

Wojny zaborcze u ludzi, szympanców, delfinów.

Układ limbiczny, słabo rozwinięty u gadów, dobrze u ssaków ≤ 150 mln lat
Emocje, zachowania opiekuńcze, typowe zachowania dla danego gatunku.

- Kora stara (węchowa), niespecyficzne pobudzenia zapachowe.
- Hipokamp - stary układ pamięci; mechanizm walki-ucieczki
- Podpora - mechanizm oczekiwania i odkrywania nowości.
- Jądra migdałowe (amygdala)- kontrola strachu-agresji.
Drażnienie prądem tych obszarów wywołuje psychozy i halucynacje.
- Podwzgórze z przysadką mózgową - sprzężenie z układem hormonalnym.

Kora nowa, najlepiej rozwinięta u naczelnych, kilkadziesiąt mln lat. Procesy poznawcze, rozwiązywanie problemów, zachowania społeczne, kultura.

Uszkodzenia kory nie zmieniają zachowań gatunkowych.