

Konspekt- Psychofizjologia Widzenia- Wrażliwość zmysłowa

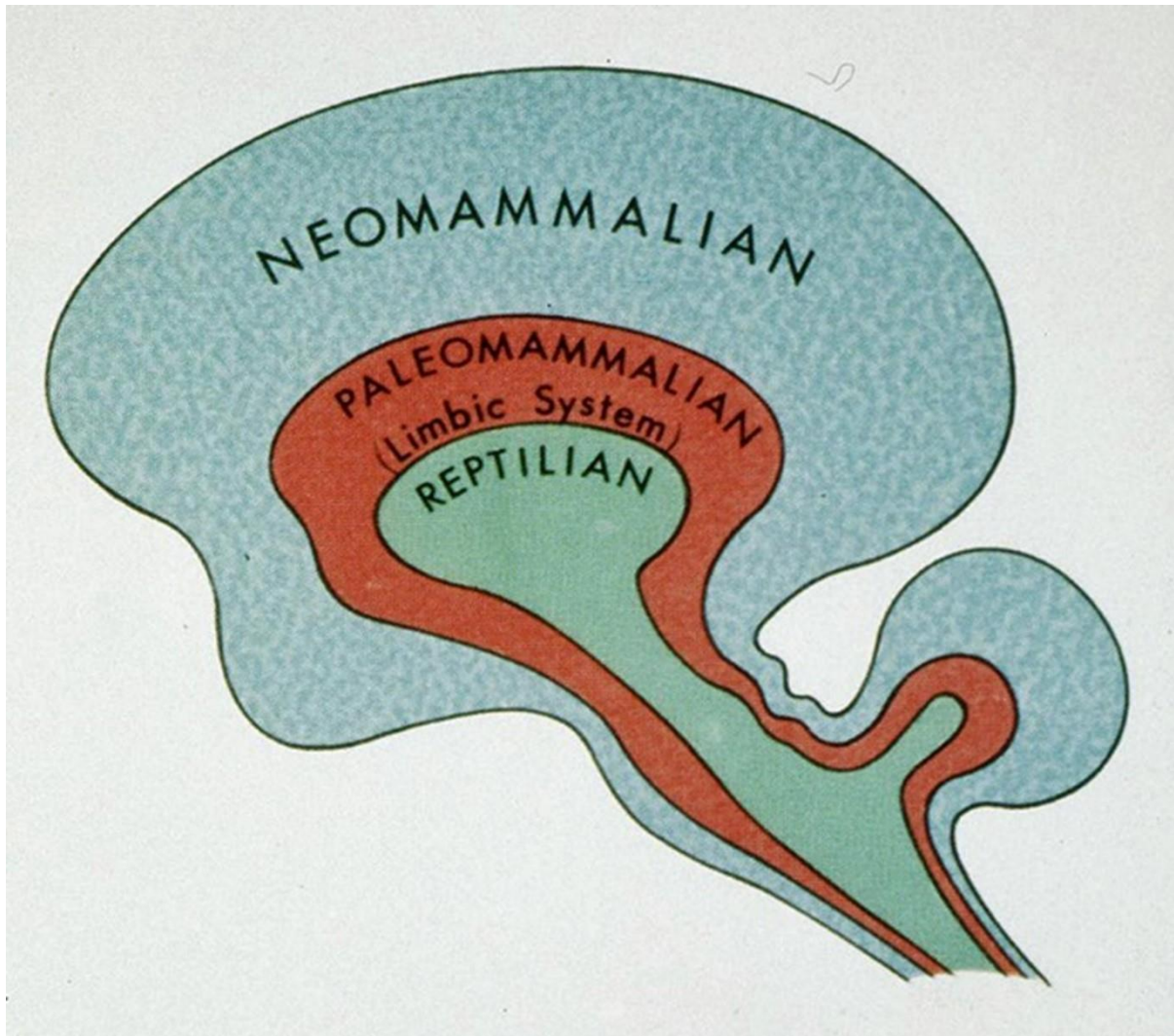
Prof. dr hab. Robert Bartel

Uwaga! Do egzaminu konieczna jest wiedza z wykładów. Wszystkie rodzaje wraz z przykładami zostaną zaprezentowane i omówione na zajęciach!

1. Wstęp i teoria mózgu trójjednego

Cechą wszystkich zwierząt jest wrażliwość, czyli zdolność do reagowania na podniety świata zewnętrznego i wewnętrznego. Dzięki niej można zaspokajać potrzeby, co umożliwia im przetrwanie i rozwój. Środowisko wewnętrzne i zewnętrzne ewoluuje, a organizmy przystosowują się, albo oddziałują przekształcając je w sposób dla siebie korzystny. Aby adekwatnie reagować zwierzęta muszą te zmiany odbierać. Zdolność odbierania informacji jest warunkiem skutecznego działania. Niektóre organizmy przystosowały się do polowania w nocy, a człowiek ujarzmił światło. Rozwój orientacji dokonywał się w związku z komplikującymi się warunkami środowiska i z coraz bardziej złożoną działalnością oraz budową organizmu i jego układu nerwowego. Pokarm jednokomórkowców jest równomiernie rozproszony w wodzie, ale zwierząt lądowych w odległych miejscach. Miały też więcej wrogów. Na początku najistotniejsza orientacja sygnałowa. Wykształciły się, więc wyspecjalizowane narządy coraz lepiej przystosowane do odbierania informacji. Rozwijały się też i komplikował cały układ nerwowy coraz lepiej przystosowany do odbierania określonych informacji. Jego rozwój pozwalał na coraz lepiej przystosowywać się do zmieniających się warunków życia. Polegało to na wytwarzaniu coraz nowszych i bardziej skomplikowanych reakcji na każdy rodzaj bodźców. Rozwijało się i komplikowało także zachowanie. Wraz z coraz bardziej złożoną budową układu nerwowego następował rozwój mózgu. Teoria mózgu trójjednego- Paul MacLean dyrektor Laboratorium Neurofizjologii w National Institute of Mental Health rozszerzył teorię dr James'a Papeza i połączył z odkryciami Zygmunta Freuda. Teoria ta zakłada, że mózg ewoluował od prymitywnej formy u gadów- *reptilian complex*, przez bardziej rozwiniętą u ssaków paleolitycznych- *paleomammalian complex*, aż do ssaków współczesnych- *neomammalian complex*. U człowieka i u naczelnych istnieją wszystkie "trzy

mózgi". Każdy z nich posiada swoją "inteligencję" i pamięć oraz poczucie czasu i przestrzeni.



Rysunek 1 Teoria Mózgu Trójjednego- Paul McLean i wyodrębnione trzy struktury rozwoju ewolucyjnego

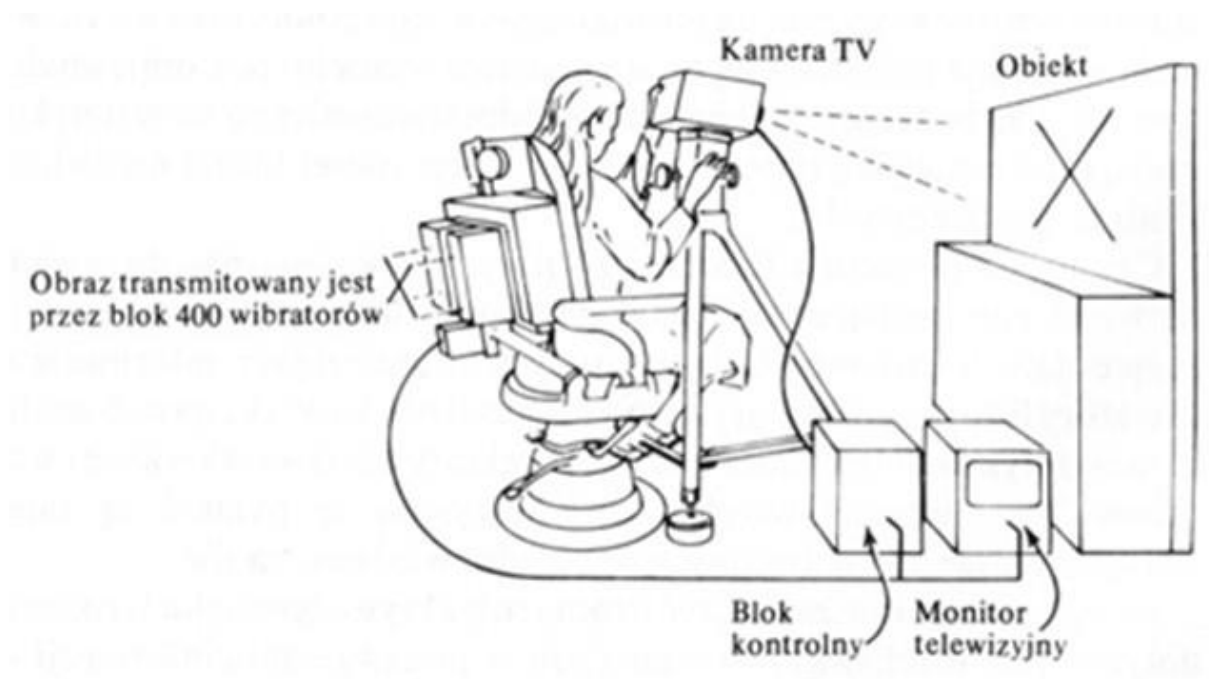
2. Interpretacja bodźców

Receptory to wyspecjalizowane grupy komórek wrażliwych na określony rodzaj bodźców. Odbierają je z otoczenia, przekształcają w impuls nerwowy i wysyłają do ośrodków na wyższych piętrach układu nerwowego. Receptory dzielimy na:

- Interoceptory- w organach wew. np. płuca, nerki, serce- odruchowa regulacja działania układu krążenia oddychania itp.
- Prioprioreceptory- np. w mięśniach, ścięgnach, stawach - odbierają bodźce powstałe na skutek zmian w napięciu mięśni, położeniu kończyn.

- Eksteroceptory- znajdujące się na powierzchni ciała. Odbierają one bodźce z otoczenia i dzielimy je na:
 - kontaktowe- np. smaku, dotyku, temperatury;
 - odległościowe (telereceptory)- np. wzroku, słuchu, węchu, temperatury.

Niektóre bodźce mogą mieć charakter pośredni i tak np. bodźce cieplne jednym razem mogą mieć charakter kontaktowy, a innym razem odległościowy.



Rysunek 2 Widzenie skórne według badań P. Bach-y-Rity

Równocześnie bodziec nieadekwatny działając na określony receptor może wywołać specyficzne dla niego wrażenie- np. siatkówka oka daje wrażenie błysku zarówno pod wpływem światła, jak i prądu elektrycznego;- drażnienie prądem elektrycznym kubków smakowych wywołuje wrażenia smakowe itp. Fakty te przyczyniły się do sformułowania prawa specyficznej energii zmysłowej Johannaes Mullera:

Impulsy docierające do mózgu zawierają nie tyle informacje o właściwościach bodźców działających na zmysły, ile informacje o rodzaju pobudzonych receptorów.

Konsekwencją tego prawa była teza o niemożności obiektywnego poznania rzeczywistości.

Bodźce to czynniki fizyczne lub chemiczne, które działając na odpowiedni receptor wywołują wrażenie. Bodźce różnią się: modalnością, jakością i intensywnością.

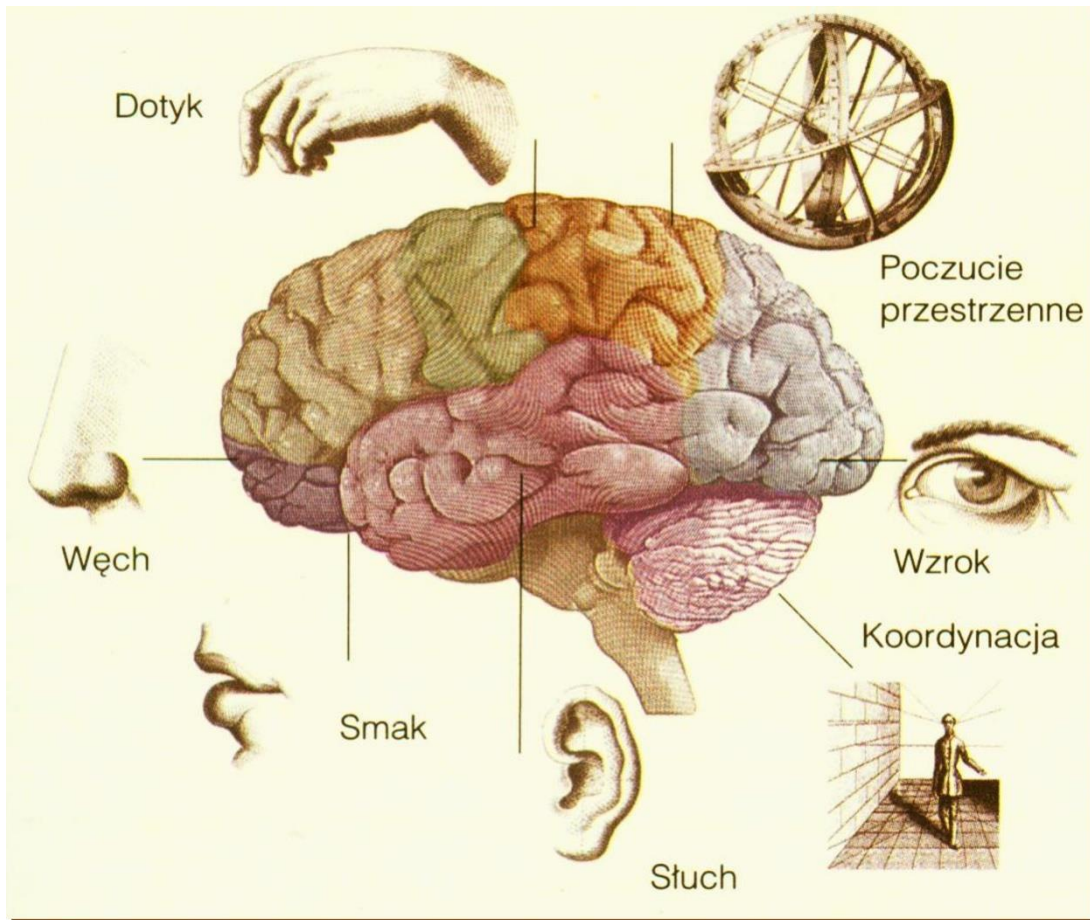
- Modalność bodźca to cecha, którą różnią się od siebie bodźce działające na różne receptory, np. bodźce optyczne, akustyczne, węchowe itp.;
- Jakość bodźca to cecha, którą różnią się od siebie bodźce działające na ten sam receptor, np. różnica pomiędzy zielonym, a czerwonym itp.;
- Intensywność, czyli siła bodźca to cecha, którą różnią się od siebie bodźce o tej samej jakości, ale mające różną moc fizyczną, np. bodźce akustyczne o tej samej wysokości i barwie, ale różnej głośności lub światło o tej samej barwie, ale innym natężeniu.

Wrażenie to najprostszy, jednorodny proces psychiczny, powstający pod wpływem działania prostego bodźca, na receptor jednego rodzaju. Wrażenie jest odbiciem tylko jednej cechy przedmiotu w oderwaniu od pozostałych jego właściwości.

- Modalność- wrażenia wzrokowe, słuchowe, smakowe, itd.;
- Jakość- np. receptory wzroku odbierają wrażenia jasności i różnych kolorów;
- Intensywność- np. w natężeniu światła, ale zależy to od: siły bodźca, warunków jego działania i stanu receptora.

Analizator to zespół składający się z receptora, dróg wstępujących oraz właściwych dla danego zmysłu ośrodków w centralnym układzie nerwowym.

Różne modalności bodźców mają swoją lokalizację w różnych okolicach kory mózgowej. Impulsy z poszczególnych grup wyspecjalizowanych receptorów docierają do odpowiednich pól projekcyjnych.



Rysunek 3 Kora mózgowa z zaznaczonymi polami projekcyjnymi dla różnych zmysłów

Jakość bodźca zależy od:

- szczegółowej lokalizacji w polu projekcyjnym;
- grubości włókien dróg nerwowych;
- amplitudy i czasowego rozkładu przewodzenia impulsów nerwowych.

Intensywność bodźca zależy od:

- częstotliwości impulsów nerwowych;
- ilości pobudzonych włókien;
- rodzaju pobudzonych receptorów.

3. Zjawiska związane z interpretacją bodźców

Z modalnością wrażeń związane są zjawiska synkinezji, synestezji, sensybilizacji i asocjacji. Wyspecjalizowanie receptorów i fakt istnienia w mózgu odrębnych pól projekcyjnych nie wyklucza wzajemnego współdziałania zmysłów.

Sensybilizacja to zjawisko uwrażliwienia receptorów jednego ze zmysłów pod wpływem bodźców działających na inny zmysł. Polega ono więc na wzajemnym oddziaływaniu na progi wrażliwości.

Na przykład w sytuacji ekspozycji na barwę czerwoną lub pomarańczową wzrasta natężenie słyszalnych szmerów. Niektóre wrażenia słuchowe lub węchowe zmieniają wrażliwość receptora wzroku, np. w czasie zatrucia pokarmowego zwiększa się wrażliwość węchu i wzroku (światłowstręt), co ma charakter ochronny powstrzymując organizm przed spożywaniem posiłków.

Synestezja to zjawisko polegające na tym, że bodziec działający na jeden ze zmysłów wywołuje oprócz wrażenia specyficznego także wrażenie z zakresu innych zmysłów tzn. niespecyficzne.

Na przykład termiczne działanie barw- kolory długofalowe działają jako ciepłe, a krótkofalowe, jako zimne. Barwy oddziałują również na zmysł smaku i słuchu. Inne wrażenia np. akustyczne mogą powodować powstanie wrażeń termicznych, np. intensywny świst wiatru spowoduje wrażenie chłodu.

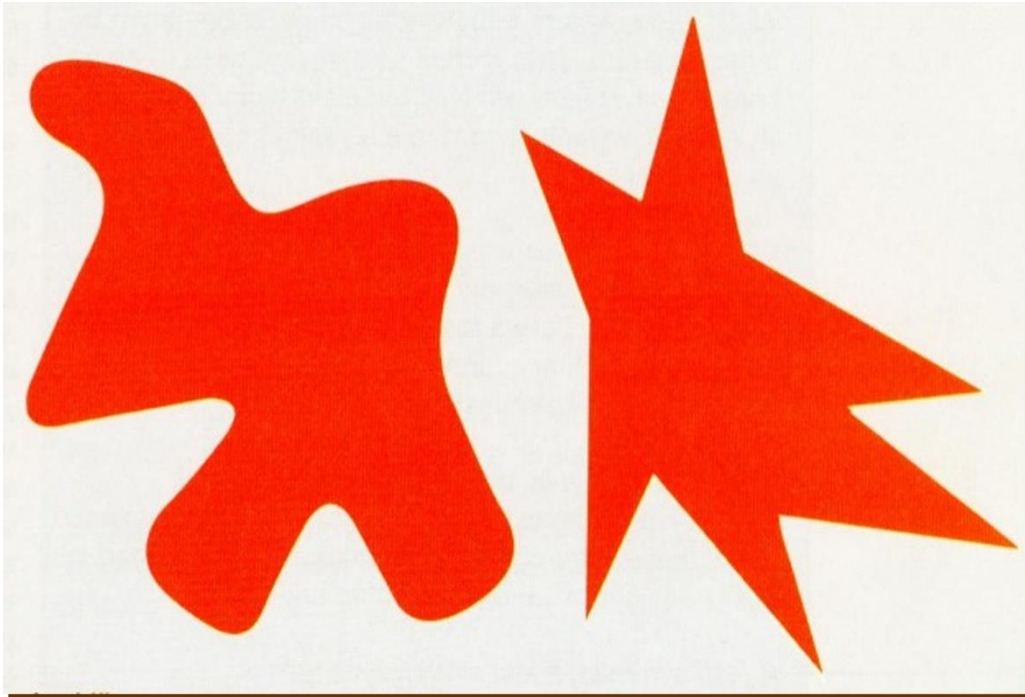
Zjawisko synestezji jest charakterystyczne dla większości ludzi i przyczyniło się do umiejętności posługiwania się przenośnią i powstania wspólnego słownictwa.

Istnieje ok. 50 form synestezji. Częściej występują u kobiet i osób twórczych. Szczególną zdolność do w tym zakresie posiada jedna osoba na dwieście- są to tzw. synestetycy.

Najczęściej spotyka się wrażenia:

- różnych kolorów wywołanych przez dźwięki;
- smaku wywołanego przez barwę: zielony- gorzki, żółty- kwaśny, różowy- słodki;

- wrażenia określonych kolorów wywołanych przez różne kształty.

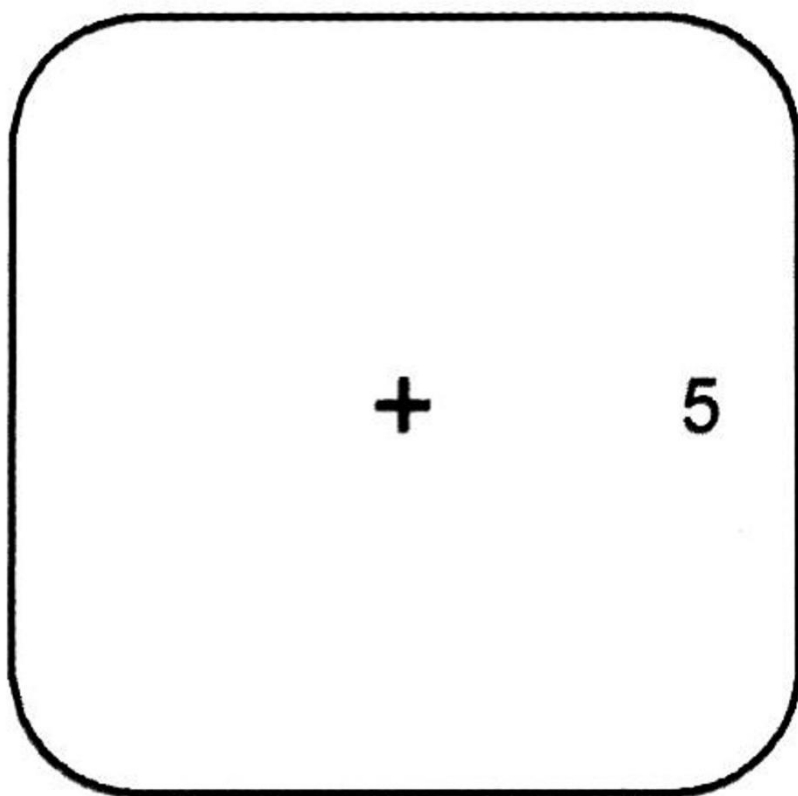


Rysunek 4 Dwa kształty, jeden obły drugi. Który z nich to Kiki, a który Buba?

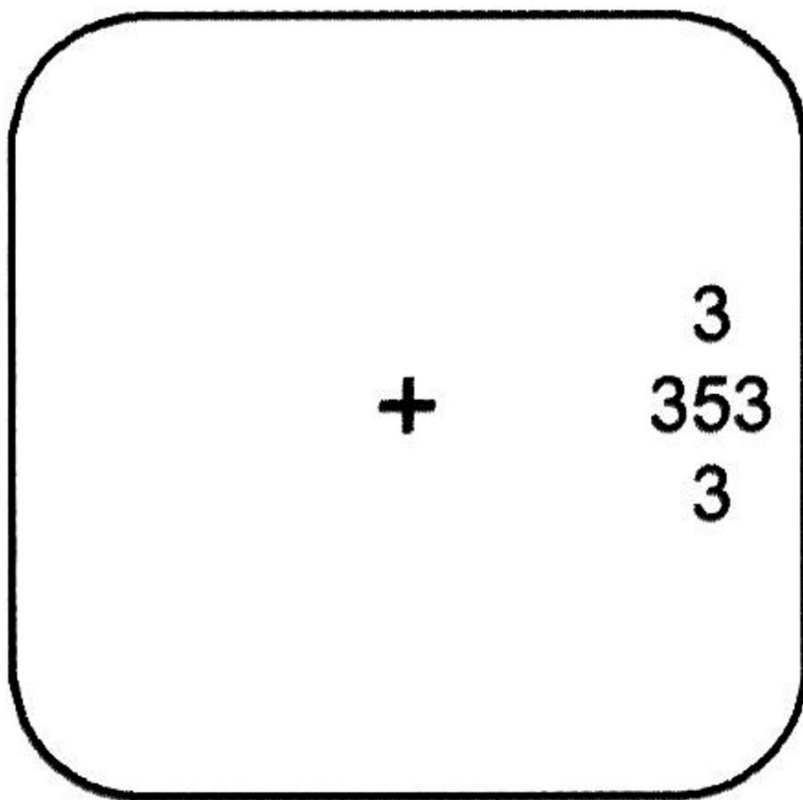
Większość naukowców wyraża dzisiaj pogląd, że mowa powstała w wyniku głosowej komunikacji afektywno-emocjonalnej lub w wyniku kombinacji obrazowej z głosową (Goldin-Meadow S. 1999 za Vetulani, J., 2011, s. 33) Savage-Rumbaugh E.S. i inni 1998 za Vetulani, J., 2011, s. 33) Jedną z najbardziej znanych, teorię Corbalisa (Corbalis M.C., Lea S.E.G. 1999 za Vetulani, J., 2011, s. 33) głosi, że prymitywny język hominidów opierał się na prostych gestach, których nie można traktować w kategoriach języka. Według niego protohominidzi, którzy żyli około 6-7 milionów lat temu do sygnalizowania niebezpieczeństwa, czy emocji stosowali zarówno gesty, jak i dźwięki. Następnie jakieś 4-5 milionów lat temu hominidzi typu australopiteka zaczęli używać rąk w celu przekazywania bardziej złożonych komunikatów. U Homo habilis i Homo erectus żyjących około 1-2 miliony lat temu gestykulacja rękoma i dźwiękowa była syntaktyczna i symboliczna. Dopiero jakieś 100 tysięcy lat temu, kiedy to nastąpił szybki wzrost mózgu, kształtujący się Homo sapiens zaczął używać języka mówionego, natomiast gestykulacja zaczęła pełnić rolę pomocniczą (Vetulani, J., 2011, s. 33).

Synkinezja to zjawisko polegające na tym, że ośrodki analizy kształtu i słuchu w płatach czołowych mózgu wywołują pobudzenie okolic ruchowych biorących udział w procesie mówienia.

Z licznych badań na zjawiskami synestezji, asocjacji, sensybilizacji, czy synkinezji dowiadujemy się także, że są one charakterystyczne dla wszystkich ludzi i w szczególności w swojej wizualnej formie, przyczyniły się do umiejętności posługiwania się przenośnią i powstania wspólnego słownictwa. Inaczej mówiąc nasza mowa, brzmienie poszczególnych słów itp. uformowały się w taki, a nie inny sposób głównie pod wpływem kształtu, materii, faktury i barwy tego, co aktualnie spostrzegaliśmy. Według Ramachandrana i Hubbarda gesty i symbole wizualne człowiek stopniowo przekształcił w ruchy warg i mięśni twarzy, a wydawane przez niego dźwięki zaczęły być realizowane poprzez ruchy mięśni ust i języka w drodze zjawiska synkinezji (Ramachandran V.S., Hubbard E.M. 2004, s.77). Wyjaśniają oni, że istnieją nawet neuroanatomiczne podstawy potwierdzające słuszność tego poglądu. Polegają one między innymi na tym, że ośrodki analizy kształtów i słuchu w korze wywołują pobudzenie okolic ruchowych biorących udział w procesie mówienia, a zlokalizowanych w płatach czołowych. Nasze mózgi posługują się, więc wrodzonymi regułami przekładania tego, co widzimy i słyszymy na ruchy warg naśladujące charakter dostrzeganych bodźców. Poza tym zaobserwowali także rozprzestrzenianie się pobudzenia nerwowego pomiędzy sąsiadującymi ośrodkami ruchowymi odpowiadającymi na przykład za kontrolę sekwencji ruchów składających się zarówno na gestykulację, jak i kierujących ruchami warg. Tak oto ich zdaniem powstały pierwsze słowa. Natomiast w tworzeniu składni kluczową rolę mogło odegrać sekwencyjne wykonywanie i łączenie różnych czynności. Na podstawie poglądów głoszonych przez Patricię Greenfield z University of California w Los Angeles stawiają również tezę, że: „...płaty czołowe mózgu, których ewolucyjny rozwój był pierwotnie związany z wytwarzaniem złożonych narzędzi, mogły rozszerzyć zakres swoich funkcji na całkiem nowy rodzaj czynności- łączenie słów w zwroty i zdania. W ten właśnie sposób prawdopodobnie zaczęła się tworzyć składnia



Rysunek 5 i 6 Proszę zafiksować wzrok na centralnym krzyżyku. Czy bez odrywania od niego wzroku, kątem oka dostrzegacie cyfrę pięć? Z kolei zafiksujcie wzrok na krzyżyku poniżej. Czy i teraz, bez odrywania od wzroku, kątem oka dostrzegacie tę piątkę?



Synestetycy potrafią także rozpoznawać ukryte cyfry. Każdy człowiek bez trudu rozpozna cyfrę z boku pomimo skupienia uwagi na środkowym krzyżyku. Nie potrafi jej jednak zidentyfikować, gdy otoczona jest przez inne. Synestetyk zauważy ją od razu opierając się na wrażeniu nieco innego koloru, który u niego wywołuje. Asocjacje, czyli skojarzenia polegają na tym, że każde przeżycie pozostawia ślad w naszej pamięci. Ślady te tworzą między sobą, jak i różnymi ośrodkami nerwowymi mniej lub bardziej trwałe połączenia.

Asocjacje powstają w wyniku skomplikowanych procesów biochemicznych, a ich anatomicznym podłożem są pola skojarzeniowe leżące na obwodach pól projekcyjnych w korze mózgowej. W wyniku działania bodźca wrażenia z pól projekcyjnych rozprzestrzeniają się na pola skojarzeniowe.

Kiedy np. po zjawisku A zawsze następowało zjawisko B to jeżeli w przyszłości pojawi się A to automatycznie będziemy oczekiwać zjawiska B.

Asocjacje można podzielić na:



- obiektywne (typowe), np. przestrzenne, termiczne, grawitacyjne i kinestetyczne dział. barw,
- intersubiektywne, działające na szerszą lub węższą grupę osób, np. symboliczne oddziaływanie barw,
- osobnicze (indywidualne), które jest zależne od osobistych doświadczeń jednostki.

Natężenie asocjacji zależy od:

- liczby powtórzeń- im częściej dwa elementy występują razem tym silniej są kojarzone w przyszłości;
- „ wieku” skojarzeń- z upływem czasu są coraz słabsze;
- natężenia emocjonalnego- im silniejsze emocje towarzyszyły ich powstaniu tym bardziej trwałe;
- motywacji- im silniejsza motywacja towarzyszy powstawaniu danej asocjacji tym większe będzie jej natężenie w przyszłości.

Z intensywnością wrażenia związane jest zjawisko adaptacji i kontrastu.

Adaptacja polega na tym, że przy jednostajnie działającym bodźcu intensywność wrażenia maleje im dłuższy czas działania podniety. Zmniejsza się częstotliwość impulsów nerwowych i następuje przystosowanie. Przykładem może być adaptacja do ciemności, jasności lub do barwy.

Kontrast to zmiana wrażliwości receptora pod wpływem bodźców działających uprzednio lub równocześnie.

Przykładem jest kontrast następczy do jasności- po wrażeniu ciemności nasila się wrażenie jasności - lub smaku- po wrażeniu słodkości nasila się wrażenie kwaśności itp.

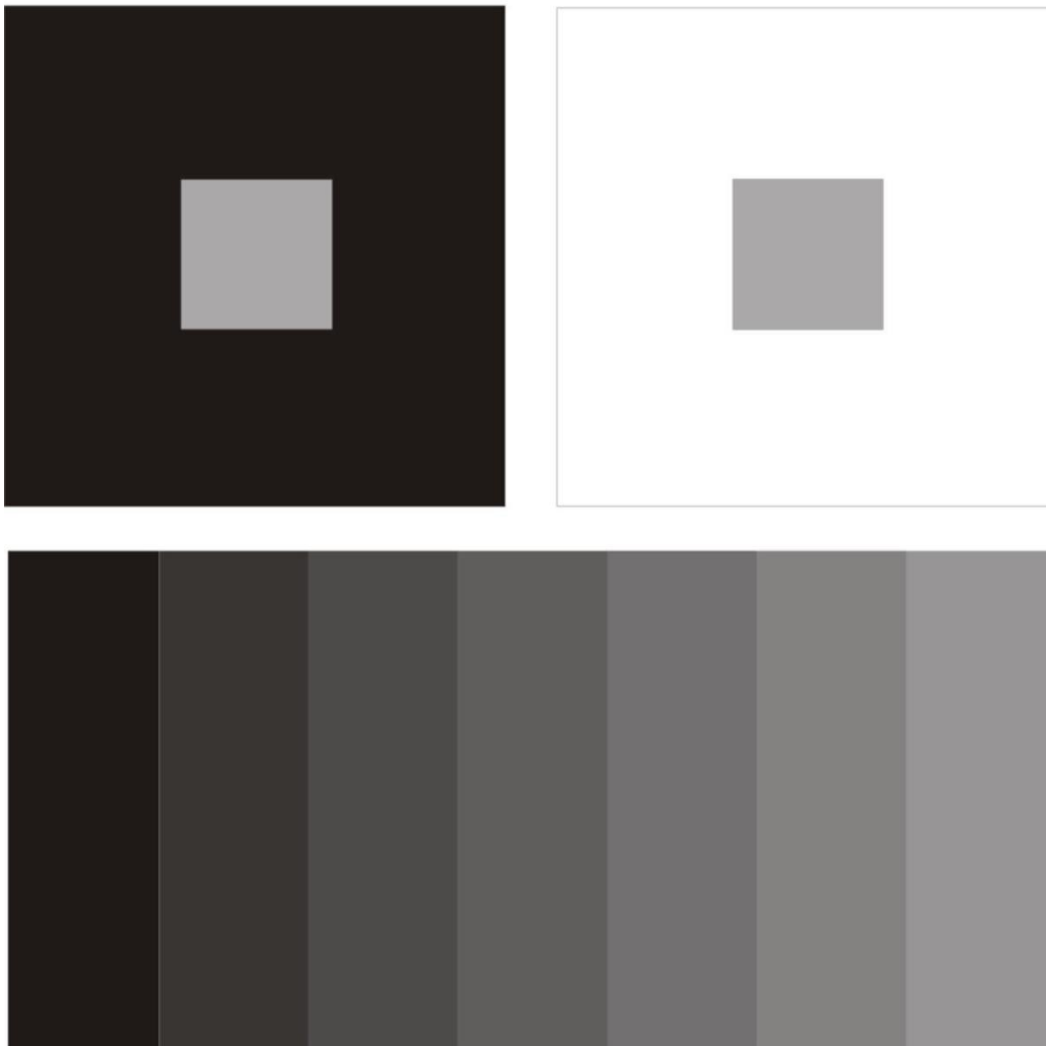
Kiedy bodźce występują równocześnie to występuje zjawisko kontrastu symultanicznego- -ta

sama szara plama wydaje się ciemniejsza na jasnym tle, a jaśniejsza na ciemnym.

Kontrast następczy- powstaje powidok, czyli negatywny obraz następczy.

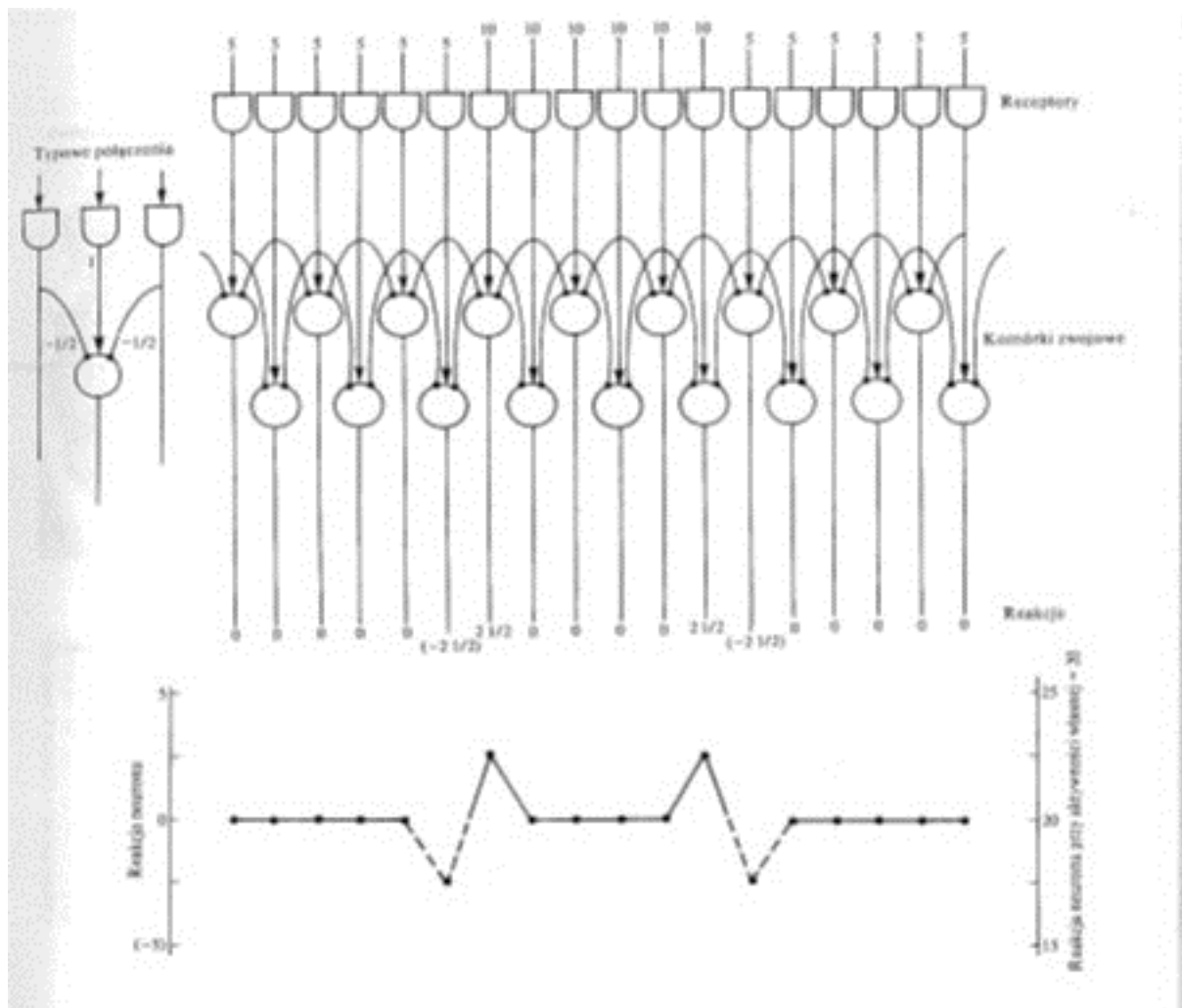
Kiedy bodźce występują równocześnie to występuje zjawisko kontrastu symultanicznego (równoczesnego).

U góry kontrast symultaniczny, a na dole tzw. pasy Macha, czyli przykład kontrastu granicznego), dzięki któremu wyraźnie widzimy kontury obiektów. Powstaje on między innymi w wyniku hamowania bocznego, w którym reakcje jednej komórki są odjęte od reakcji sąsiedniej komórki zwojowej (patrz schemat poniżej).



Rysunek 7 U góry szary kwadrat na czarnym i na białym tle. Czy różnią się jasnością? Jeśli tak to, który jest ciemniejszy? U dołu widać tzw. pasy Macha. Czy kolejne szarości są tej samej

jasności? Jeśli nie to gdzie wydają się jaśniejsze, a gdzie ciemniejsze?



Rysunek 8 Mechanizm hamowania (hamowania i wzmacniania) bocznego polegającego na odejmowaniu reakcji jednej komórki zwojowej od drugiej

Kontrast symultaniczny i graniczny powstaje w wyniku:

- Mikroruchów oczu, kiedy powidok tła nachodzi na figurę.
- Mechanizmu hamowania bocznego (hamowania i wzmacniania bocznego, kontrastu indukowanego) polegającego na lokalnym i iluzyjnym rozjaśnianiu się jaśniejszej plamy w sąsiedztwie ciemniejszej. Jednocześnie ciemniejsza plama na granicy z jaśniejszą jeszcze bardziej ciemnieje, dzięki czemu spostrzegamy coś, czego w naturze nie ma, a więc linię. W przypadku barw chromatycznych w sąsiedztwie pobudzonej części siatkówki np. barwą purpurową nastąpi proces przeciwny, czyli silna aktywność

czopków zielonoczerwonych, co w mózgu wywołuje wrażenie barwy dopełniającej (niebieskiej),

- Współdziałania neuronów na wyższych piętrach układu nerwowego, czego przykładem jest symultaniczny kontrast dwuocny. Jeśli na jedno oko zadziałamy bodźcem czerwonym to barwy widziane drugim będą przesunięte w kierunku niebieskich.

Hamowanie boczne polega na tym, że komórki w siatkówce oka, w cieple kolankowatym bocznym i w obszarach kory odpowiadających za widzenie reagują głównie na krawędzie a nie na jednorodnie pokolorowaną powierzchnię, czyli że mózg dokonuje analizy granic obiektu. Wydobycie podstawowych cech obiektów na obrazie powoduje wzmocnienie samego sygnału. Związane jest to z detektorami cech, z których podstawowe znajdują się na siatkówce oka i są nimi skupiska komórek receptorycznych. Między innymi możemy wyszczególnić detektory linii poziomych, pionowych, skośnych, czy łuków, ale najważniejszymi w rozpoznawaniu obrazu są detektory kątów (Lindsay, P., Norman, D., 1984, s.78-80 i 140-141; Mączyńska-Frydryszek i inni, 1991, s. 43-45; Młodkowski, J., 1998, s. 39-42; Maruszewski T., 2001, s.38). Ten specjalny mechanizm fizjologiczny jakim jest hamowanie boczne objawia się w postaci kontrastu granicznego polegającego na lokalnym i iluzyjnym rozjaśnianiu się jaśniejszej plamy w sąsiedztwie ciemniejszej. Jednocześnie ciemniejsza plama na granicy z jaśniejszą jeszcze bardziej ciemnieje, dzięki czemu spostrzegamy coś, czego w naturze nie ma, a więc linię.

W przypadku barw chromatycznych figura zabarwia się zawsze w kolorze dopełniającym do barwy tła!!

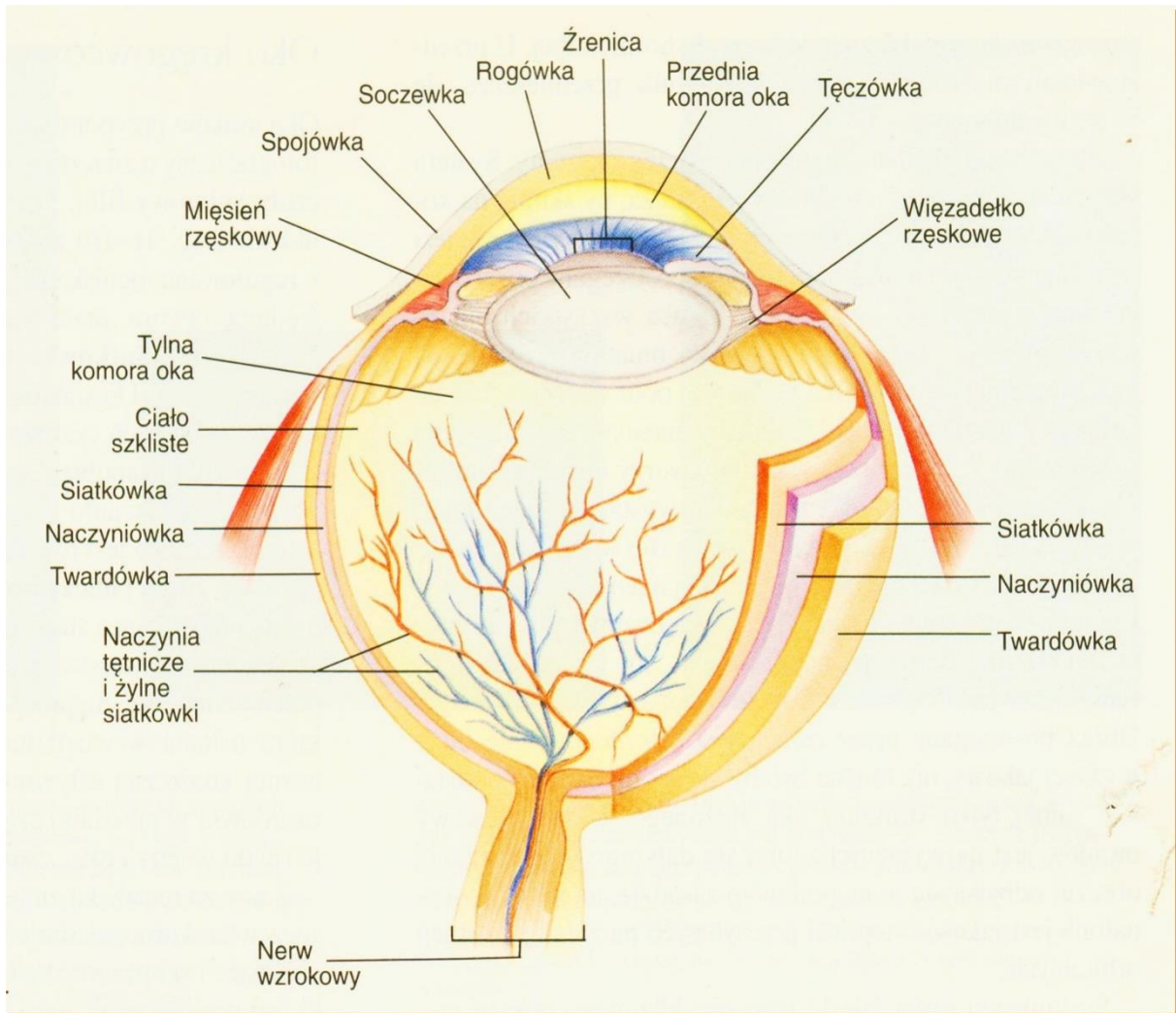
4. Budowa oka i receptory wzroku

Wzrok człowieka jest najczulszym ze zmysłów i wykrywa energię świetlną już ok. 10 fotonów. Czułość ta pozwala np. dostrzec światło świecy z odległości 6 km. Zasadniczą rolę w jego odbiorze pełni mózg, a oko przekształca tylko bodziec wzrokowy w postaci fal elektromagnetycznych na serię impulsów nerwowych.

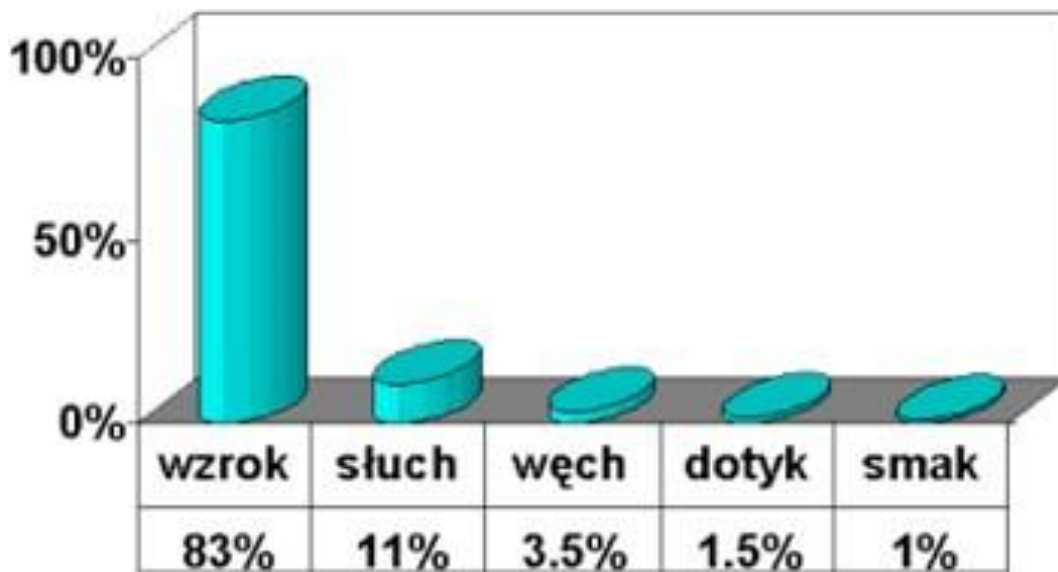
Za pomocą wzroku człowiek odbiera ponad 80% informacji z otoczenia. Na pozostałe zmysły-

słuch, węch, smak, dotyk, zmysł kinestetyczny, cenestetyczny i bólu- przypada niecałe 20 %.

Światło widzialne to dla człowieka fale o długości 380nm- 780nm.



Rysunek 9 Schemat przedstawiający budowę oka



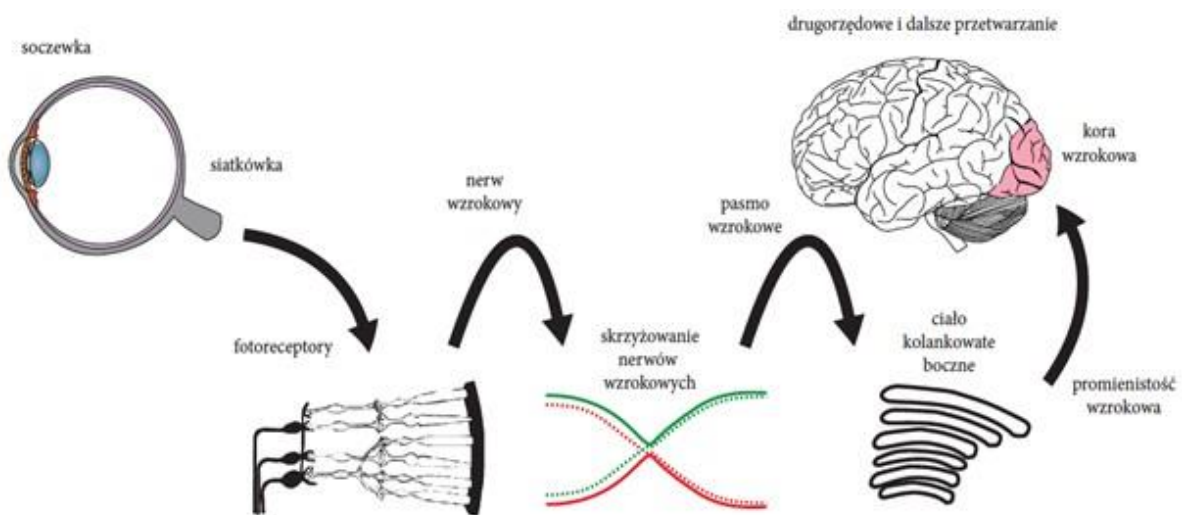
Rysunek 10 Proporcjonalny udział poszczególnych zmysłów w odbiorze informacji z otoczenia

Receptorami wzroku są komórki światłoczułe- pręciki i czopki.

Pręciki działają nawet w bardzo słabym oświetleniu i dzięki nim rozróżniamy barwy achromatyczne od bieli do czerni poprzez wszystkie rodzaje szarości (jasność). Nie odbieramy jednak pozostałych cech barw- nasycenia i jakości. Widzenie przy pomocy pręcików nosi nazwę widzenia skotopowego (nocnego) w zakresie 0,0001- 0,035 cd/m². W pręcikach znajduje się substancja światłoczuła- rodopsyna (purpura wzrokowa). Rozpada się ona pod wpływem światła, a regeneruje w ciemności. Proces regeneracji ma charakter ciągły i uzupełniający. Energia powstająca w wyniku rozpadu rodopsyny powoduje powstanie impulsu nerwowego, który poprzez kolejne piętra układu nerwowego dociera do mózgu. Następnie jest rozkodowywany w polu projekcyjnym i powstaje wrażenie światła. W siatkówce jednego oka jest ok.120 mln. pręcików, których gęstość rośnie wraz z oddalaniem się od centrum.

Czopki są mniej czułe na światło są odpowiedzialne za widzenie fotopowe (dienne) w zakresie powyżej 3,5 cd/m². Ich największe zagęszczenie znajduje się w okolicy plamki żółtej, a szczególnie dołka centralnego, gdzie grubość siatkówki jest najmniejsza (ok. 0,12mm; w pozostałej części ok. 0,4mm). Istnieją trzy rodzaje czopków, a każdy z nich odbiera inny fragment widma:

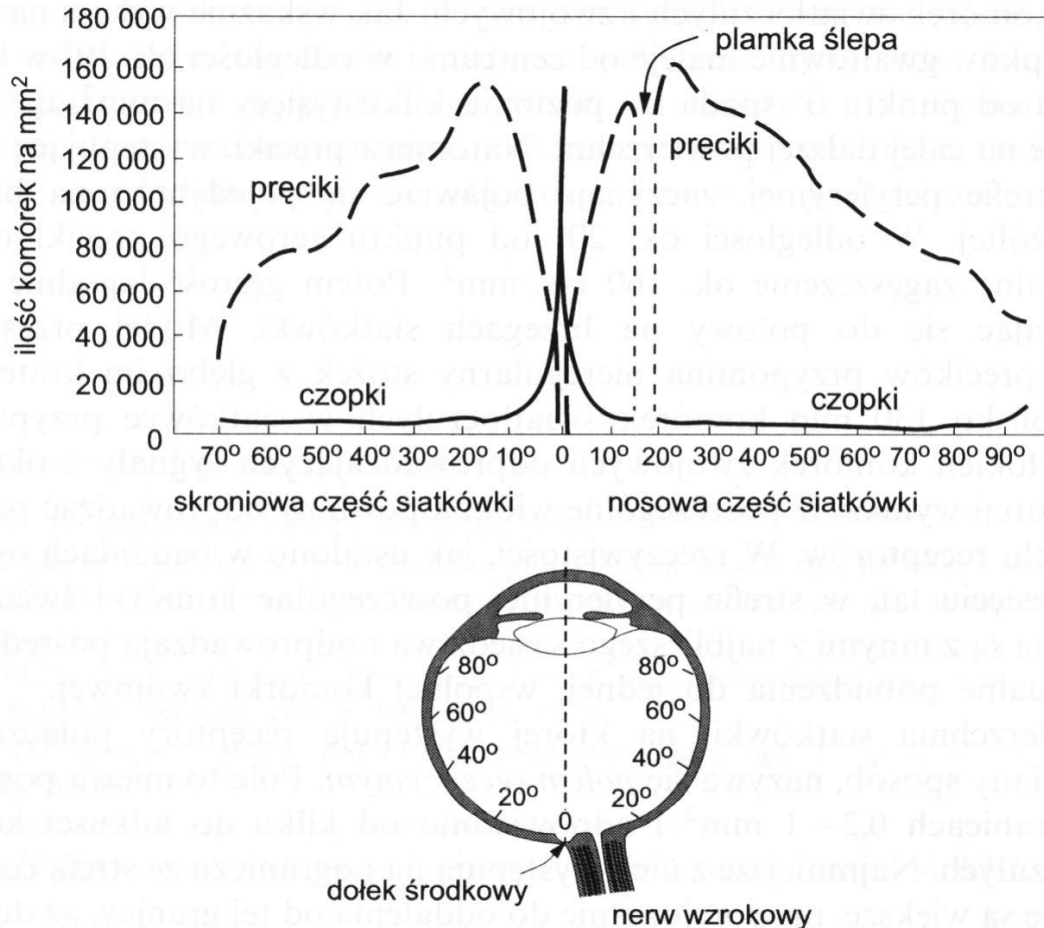
- cyjanolaby (niebieskoczułe), spośród czopków najbardziej wrażliwe na światło oraz na długość fali ok. 450nm;
- chlorolaby (zielonoczułe), o średniej wrażliwości na światło i najbardziej wrażliwe na fale ok. 530nm;
- erytrolaby (czerwonoczułe), najmniej wrażliwe na światło i najczulsze na długość fali ok. 650nm zawierają jodopsynę.
- W siatkówce jednego oka znajduje się 6-7mln czopków. W obojgu oczach posiadamy więc ok. 254mln receptorów, które przesyłają informację do mózgu za pomocą ok. 1,6mln włókien nerwowych. Dla porównania ekran kineskopu starego typu (CRT) zbudowany był tylko z ok. 250 tys. Punktów i to na dużo większej powierzchni.



Rysunek 11 Schemat budowy drogi wzrokowej

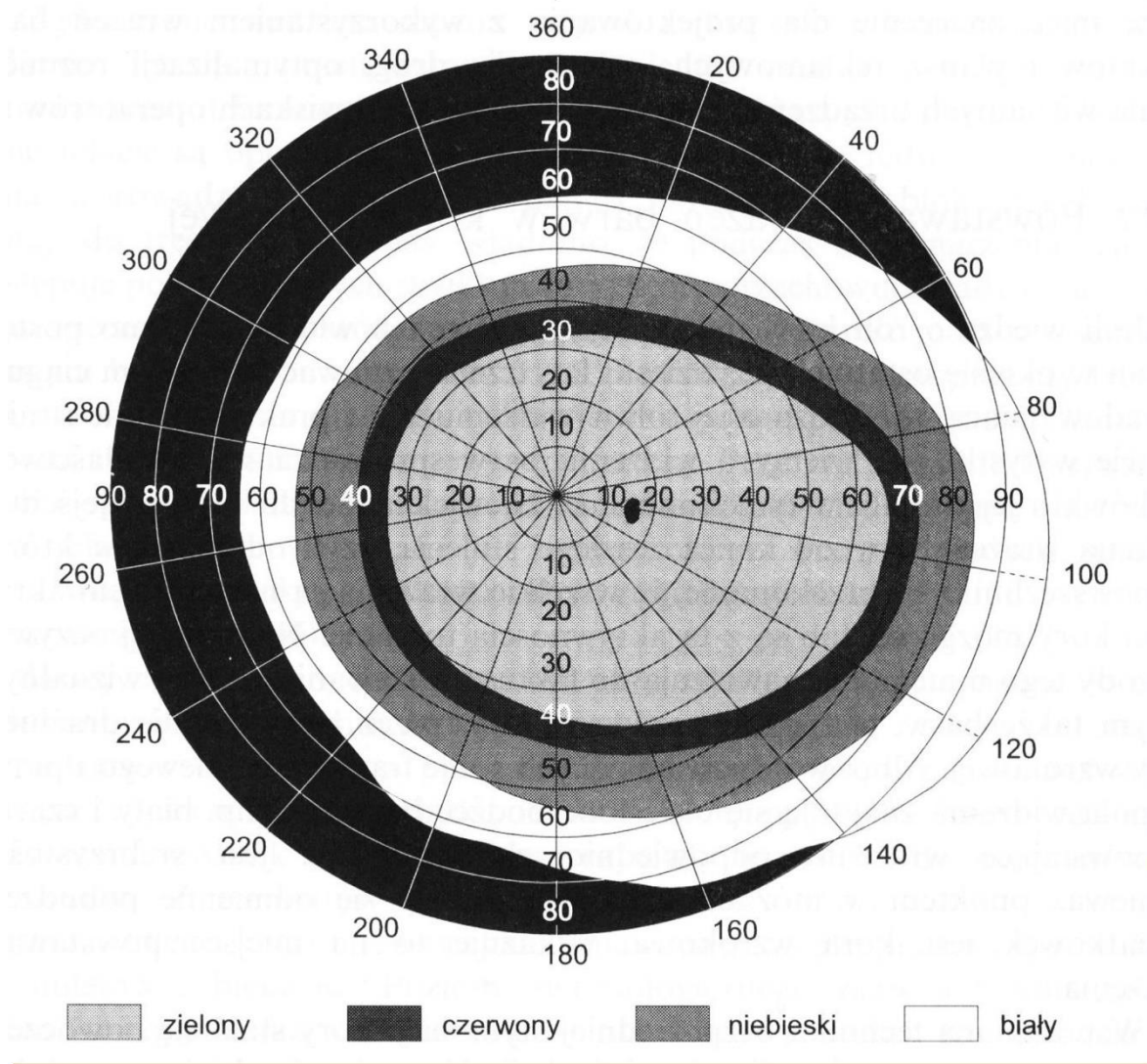
Rysunek 12 Gęstość rozmieszczenia receptorów na siatkówce

Wrażliwość receptorów wzrokowych jest dziesięciokrotnie większa niż w przypadku receptorów węchowych, sto razy większa niż receptorów dotykowych i dziesięć tysięcy razy



większa niż receptorów słuchowych. Wrażliwość poszczególnych receptorów na światło

Na granicy widzenia skotopowego ($0,0001-0,035 \text{ cd/m}^2$) i fotopowego mamy do czynienia z widzeniem zmierzchowym w zakresie $0,035-3,5 \text{ cd/m}^2$ w którym występuje zjawisko Purkiniego – błękity i zieleń jaśnieją, a oranże i czerwienie ciemnieją. Powyżej $3,5 \text{ cd/m}^2$ zaczynamy różnicować ton barwy i mamy do czynienia z widzeniem fotopowym. W kolejności: błękity, turkusy, zieleń, seledyny, żółcienie, oranże, czerwienie (ok. 12 lx), a fiolety dopiero powyżej 15 lx .



Rysunek 13 Pola widzenia jednoocznego

Pole widzenia jednooczne jest ograniczone budową anatomiczną:

- od strony łuków brwiowych kątem ok. 50 stopni;
- od strony nosowej kątem ok. 60 stopni;
- od strony policzkowej kątem ok. 70 stopni;
- od strony skroniowej kątem ok. 100 stopni.

Pole widzenia jednooczne jest jednak zróżnicowane w zależności od barwy.

Dla barw achromatycznych jest największe i odpowiada wyżej podanym wartościom.

Natomiast dla barw chromatycznych jest mniejsze i wynosi dla:

- niebieskiego - 50-80stopni,
- dla czerwieni - 40-70stopni,
- dla zieleni - 30-60stopni.

Na siatkówce jest również miejsce, gdzie nie ma komórek receptorycznych i jest to plamka ślepa, czyli miejsce gdzie odchodzi nerw wzrokowy.

bliskich, dysparacja może osiągnąć ok.5stopni, a przy dalekich ok.2". Najbardziej sprzyjająca mieści się w granicach 5'-10'.

Należy jeszcze dodać, że bodźce wzrokowe z lewej połowy pola widzenia każdego oka trafiają do prawej półkuli i na odwrót.

W polu widzenia obuocznego wyróżniamy:

- Pole ostrego widzenia- od 1' (ostrość wzroku) do ok. 8 stopni - rozpoznawanie obiektów, wyraźnie dostrzegalne szczegóły, najlepsze widzenie kolorów;
- Pole środkowe- do ok. 70stopni - coraz gorsze rozróżnianie kolorów, percepcja ruchu i kontrastu;
- Pole okalające - od 70 do 160stopni - obraz zamazany i nieczytelny, widzimy tylko barwy achromatyczne, ruch i ostry kontrast oraz ogólne warunki oświetlenia, co jest istotne dla stałości widzenia barw.

W związku z powyższym wyróżniamy dwa zasadnicze systemy:

- Strefa peryferyczna i wzgórki czworacze górne - system lokalizacji obiektów,
- Strefa centralna, ciała kolankowate boczne i kora wzrokowa- system identyfikacji obiektów.

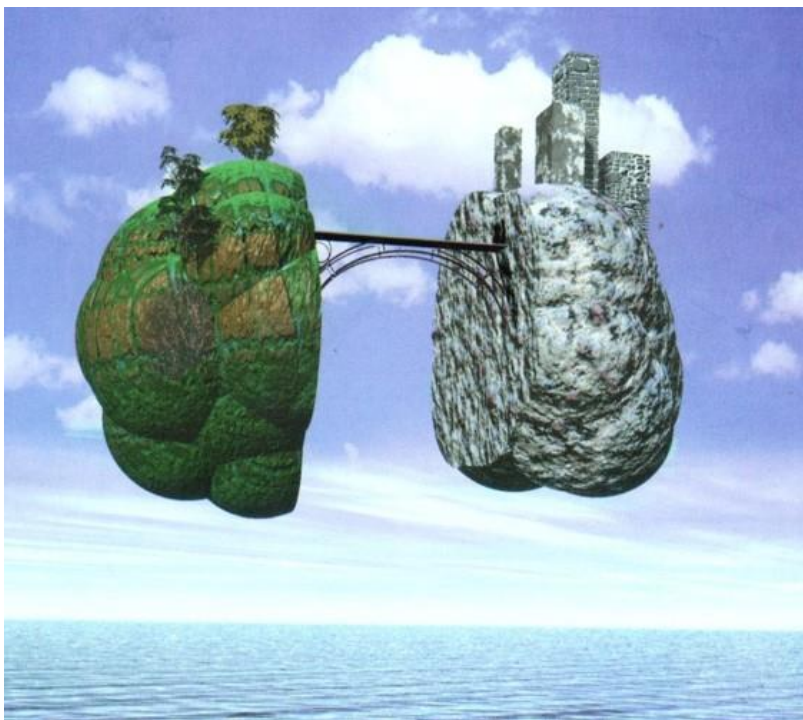
Zarówno ostrość widzenia jak i spostrzeganie kolorów zależą od odległości żółtej plamki na ścianie siatkówki. Obraz blisko centralnego pola widzenia jest widziany z dużą ilością szczegółów. Im dalej, tym zdolność do rozróżniania kolorów jak i ostrość widzenia maleją. Widzenie z udziałem jedynie wzgórków czworaczych górnych to tzw. ślepowidzenie (blindsight), które spowodowane jest uszkodzeniem kory lub promienistości wzrokowej.

W przypadku ślepoty korowej (np. niedokrwienie) sprawność działania wzgórków czworaczych górnych pozostaje niezakłócona. Pozwala to w ograniczonym zakresie odbierać informacje wzrokowe, które wpływają na zachowanie, choć pozostają nieuświadomione! Pacjenci posiadają zdolność lokalizacji miejsca, ruchu, kształtu a czasami nawet w ograniczonym zakresie koloru. Jednak badani "nic nie widzą" tylko zgadują! Informacja dociera przez wzgórze i wzgórek wzrokowy do wyższych pięter układu wzrokowego i płata ciemieniowego. W miarę treningu pacjenci mogą nabrać wprawy w "wyczuwaniu" widoku. Ślepowidzenie zdiagnozowano w 1917 roku u żołnierzy, którzy odnieśli rany w czasie I wojny światowej. Największy rozgłos zyskały jednak wyniki badań opublikowane w 1974 roku przez Weiskrantza i współpracowników. Pacjentowi usunięto guz w płacie potylicznym wraz z pierwszorzędną korą wzrokową. Potrafił rozróżnić proste figury o różnych kształtach (litery "O" i "X"), choć świadomie nie mógł ich dostrzec.

5. Mózg a interpretacja danych sensorycznych

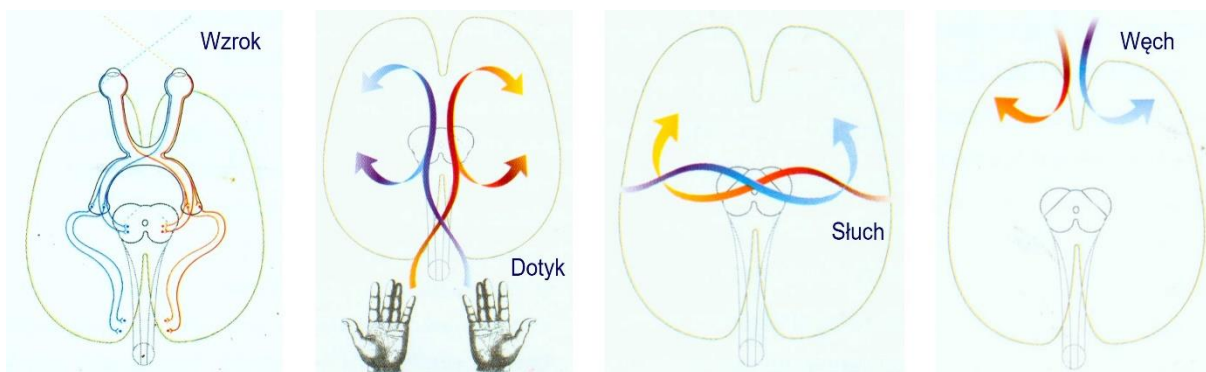
Mózg człowieka jest połączeniem dwóch umysłów. Pod względem fizycznym każda z półkul stanowi lustrzane odbicie drugiej. Są one połączone pasmem włókien, które umożliwiają stały dialog pomiędzy nimi. Informacja docierająca do jednej jest niemal natychmiast przesyłana do drugiej za pośrednictwem ciała modelowego tzw. spoidła wielkiego. Dzięki temu percepcja świata jest zharmonizowana w jednolity strumień świadomości. Jednak

każda z nich ma własny sposób przetwarzania informacji i różne predyspozycje. Lewa półkula jest analityczna, logiczna, precyzyjna i wrażliwa na upływ czasu. Prawa jest bliższa emocjom, orientacji przestrzennej i przetwarza informacje w sposób holistyczny.

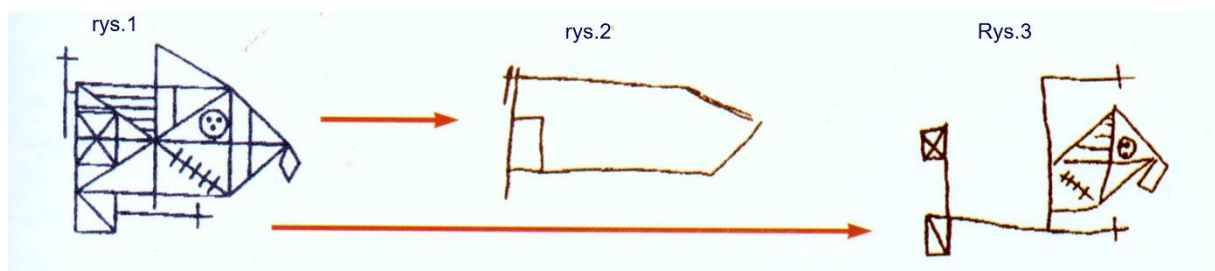


Rysunek 16 Lewa i prawa półkula mózgowa połączone tzw. spoidłem wielkim inaczej ciałem modelowatym

W większości zmysłów bodźce wejściowe, np. wzrokowe z prawej strony pola widzenia trafiają do lewej półkuli, a z lewej strony pola widzenia trafiają do prawej. Wyjątkiem od zasady krzyżowania się bodźców jest węch.

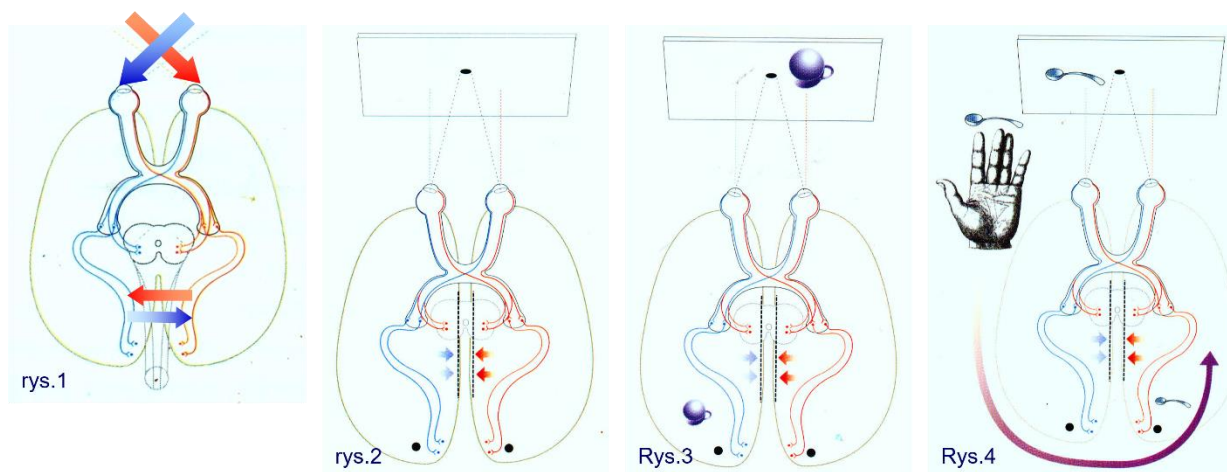


Rysunek 17 Przekrzyżowanie nerwów wzrokowych, dotykowych i słuchowych oraz brak przekrzyżowania węchu



Rysunek 18 Schemat badania figurą Reya pacjentów z uszkodzeniem jednej z półkul (rys.1). Opis poniżej

Figura Reya -pacjentów z uszkodzeniem jednej półkuli proszono o skopiowanie (rys.1). U osób z wadą w lewej półkuli kontury były w miarę dokładne, ale brakowało wielu szczegółów (rys.2). Natomiast u osób z uszkodzeniem prawej półkuli widoczne są szczegóły, ale brakuje ogólnego kształtu (rys. 3).

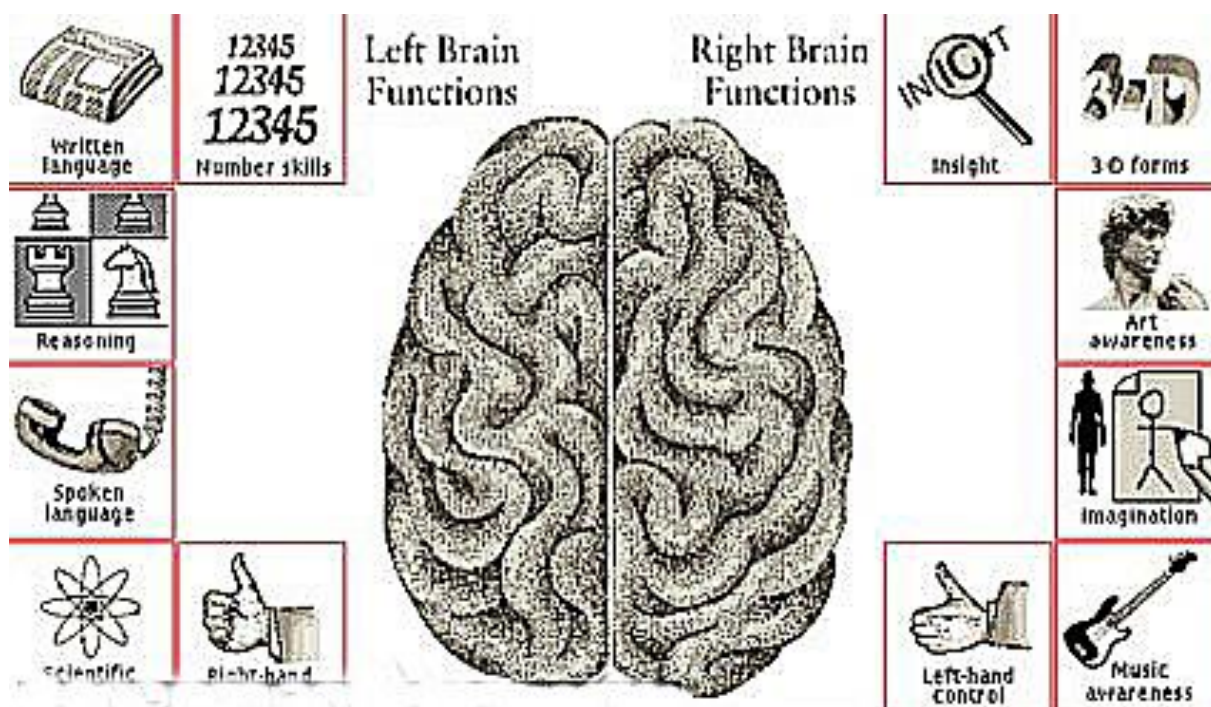


Rysunek 19 Schemat badania pacjentów z przeciętym spoidłem wielkim. Opis w tekście poniżej

W normalnych warunkach informacje wzrokowe przepływają między obydwoma półkulami, dzięki czemu obie strony mózgu otrzymują pełen obraz (rys. 1). Jednak u osób, którym przecięto połączenia nerwowe pomiędzy półkulami informacja zostaje uwięziona w każdej z osobna. Jeśli gałki oczne są nieruchome to każda z półkul otrzymuje informacje tylko z przeciwległej strony pola widzenia. Badanych proszono o fiksowanie wzroku na czarnym punkcie w środku ekranu (rys. 2).

Następnie rzucano zdjęcie kubka na prawo od niego na 1/20sek. Obraz ten trafiał tylko do lewej półkuli. Zapytani, co widzieli odpowiadali zgodnie- „kubek” (rys. 3).

Następnie na lewo rzucano zdjęcie łyżeczki, której obraz trafiał do prawej półkuli. Ponieważ ta strona nie dysponuje mową badani nie mogli powiedzieć, co widzieli. Natomiast potrafili jedynie za pomocą dotyku lewą ręką wybrać wśród wielu przedmiotów właśnie łyżeczkę, mimo iż nie potrafili jej nazwać (rys. 4).



Rysunek 20 Predyspozycje i funkcje lewej i prawej półkuli mózgowej. Opis w tekście poniżej.

Bodźce słowne przetwarzane są głównie przez lewą półkulę, a obrazowe przez prawą. Jeśli dotykamy czegoś lewą ręką to znajduje to odzwierciedlenie w prawej półkuli mózgowej i na odwrót. Jeżeli gramy w gry logiczne lub uczymy się to aktywują się przede ośrodki w wszystkich ośrodkach w lewej, ale jeżeli rysujemy coś lub gramy na instrumencie to w prawej półkuli itp..