

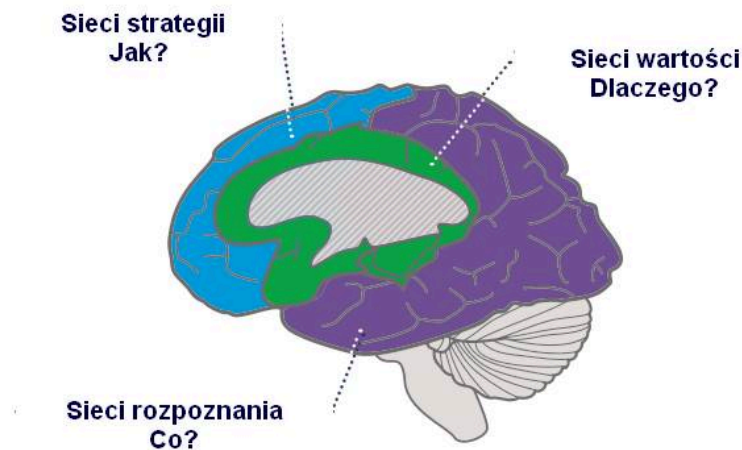
[Poprzedni rozdział.](#) | [Jak działa mózg - spis treści.](#)

[1. Budowa ogólna](#) | [2. Dwa mózgi w jednym](#) | [3. Komisurotomia](#) | [4. Słaba współpraca półkul](#) . [5. Filozofowie o tożsamości](#) .

Duże wrażenie też wywołał na mnie film "This Weirdly Smart, Creeping Slime Is Redefining Our Understanding of Intelligence". [This is blob](#) . Śluzowiec, protista, który potrafi się do pewnego stopnia uczyć i rozwiązywać optymalizacyjne problemy. Jeśli ustawimy źródła pożywienia tak jak stacje na mapie metra Tokio utworzy główne ścieżki połączeń, które przypominają rzeczywiste rozwiązanie. Podstawowe funkcje mają naprawdę głębokie korzenie.

## A11. Działanie mózgu: najprostsze teorie.

Co możemy powiedzieć o działaniu mózgu bez wnikania w szczegóły jego budowy? Nie będzie to głęboka wiedza naukowa, tylko pierwsze przybliżenie, dające początkową orientację. Dobrze się przyjrzeć najprostszym opisom działania mózgu by nie dać się nabrać na mity i pozorne wyjaśnienia, które nam oferują. Omówiliśmy już trzy obszary reprezentujące różne etapy ewolucji. Można też podzielić cały mózg na obszary rozpoznające (orientacja, kora zmysłowa), emocjonalne (korę i struktury limbiczne, regulujące emocje, określanie wartości), oraz obszary kory zajmujące się planowaniem (strategią działania).



W tej części omówimy dokładniej funkcje lewej i prawej półkuli. Najpierw jednak potrzebujemy trochę więcej ogólnych informacji o budowie mózgu. Niektóre jego części nazwy mają łacińskie (od cerebrum) lub greckie (od encephalon) rdzenie. Niestety w literaturze często używa się kilku nazw na określenie tych samych struktur. To wyniki słabej komunikacji pomiędzy ośrodkami badawczymi z czasów sprzed ery Internetu.



### A11.1. Budowa ogólna.

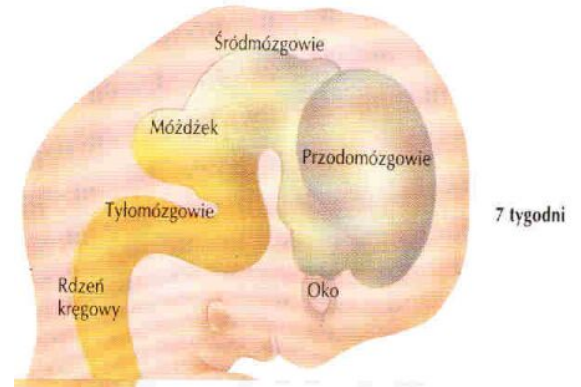


Ewolucyjną odpowiedzią na potrzeby związane z przeżyciem organizmów była specyficzna budowa mózgow.

### Podział ogólny struktur mózgu:

- Przodomózgowie obejmuje większą część mózgu:
  - [kresomózgowie](#)
  - [międzymózgowie](#),
  - [śródmózgowie](#) i
  - [tyłomózgowie](#) z [rdzeniem przedłużonym](#).

Ten podział jest rzadko używany w pracach medycznych czy neurofizjologicznych.

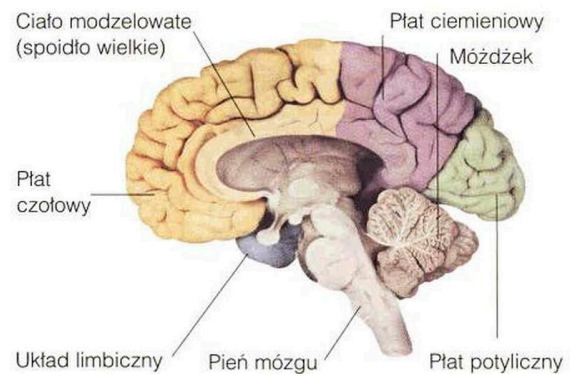


- Kora mózgu, ośrodki podkorowe i pień mózgu.
  - [Kora nowa, neocortex](#) (lub isocortex), ewolucyjnie najmłodsza, ma 6 warstw neuronów i leży na powierzchni mózgu.
  - [Kora stara, archicortex](#), ma tylko 3 warstwy neuronów, znajduje się w strukturach układu limbicznego (rąbkowego), układzie węchowym i hipokampie.
  - [Pień mózgu](#) ma skupiska neuronów, którym w większości nie da się przypisać struktury warstwowej. Im starsze struktury tym są głębiej, stąd podział McLeana na funkcje przypisane do trzech obszarów.

[Pień mózgu](#) odpowiedzialny jest za regulację podstawowych funkcji organizmu: oddychanie, pracę serca, regulację ciśnienia krwi, temperatury organizmu, metabolizmu, odruchowe reakcje oka, reakcje kaszlu, integrację bodźców ruchowych i czuciowych, poziomu przytomności (twór siatkowaty), **współpracę z układem hormonalnym** ([przysadka mózgowa](#)). Zanik funkcji pnia mózgu to śmierć całego organizmu.

[Układ limbiczny](#) jest w większości pomiędzy pniem mózgu i podwzgórzem a korą nową, zalicza się do niego również [korę zakrętu obręczy](#).

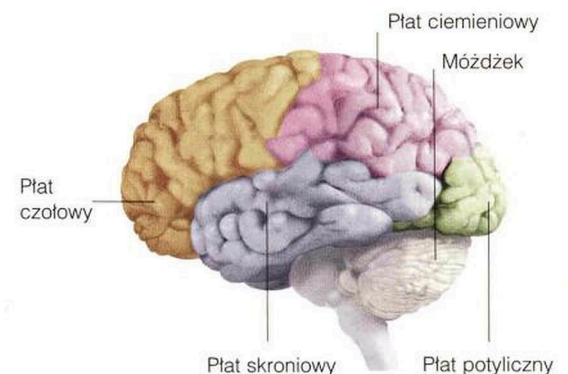
Kontroluje emocje i [motywacje](#), popędy organizmu (instynktowne czynniki wpływające na zachowanie), pamięć ruchów, konsolidację pamięci.



Cztery płaty [kory mózgu](#): czołowy, ciemieniowy, potyliczny, skroniowy.

W części przyśrodkowej jest płat piąty, czyli [kora zakrętu obręczy](#), a w dole bocznym mózgu, pod płatem skroniowym mamy [korę wyspy](#); są to de facto dodatkowe płaty kory.

[Móżdżek](#) jest wyraźnie widoczny jako odrębna struktura; jego główne zadanie to kontrola i koordynacja ruchów, ale pełni też wiele innych funkcji.



Najprostsze teorie działania mózgu, którym się przyjrzymy:

- 2 półkule - lateralizacja funkcji.
- 3 struktury - spojrzenie ewolucyjne.
- Płeć mózgu - różnice męskie-żeńskie, ying-yang.
- Biochemia - równowaga hamowania i pobudzenia.

- Podejście socjobiologiczne.

Nieco bardziej złożone teorie:

- Podział na funkcje 4 lub 5 płatów: zgrubna lokalizacja
- Dokładniejszy podział na 10 struktur (8 półpłatów+układ limbiczny+pień mózgu).
- Model cybernetyczny: definiuje liczne moduły przetwarzające informację i ich współdziałanie, podejście systemowe.

**Cybernetyka** jest nauką o systemach sterowania, przetwarzaniu i przekazywaniu informacji w takich systemach. Można ją więc stosować zarówno do opisu zjawisk na poziomie przepływu informacji w mózgu jak i opisu zjawisk społecznych (**socjocybernetyka**).

Cybernetyczne podejście wykorzystywane jest do kontrolowania ekonomii jako przepływu materiałów i środków finansowych; oparty na cybernetyce **projekt Cybersyn** w Chile służył w latach 1971-73 do kontroli całej gospodarki. Cybernetyka została wchłonięta przez kilka innych nauk.

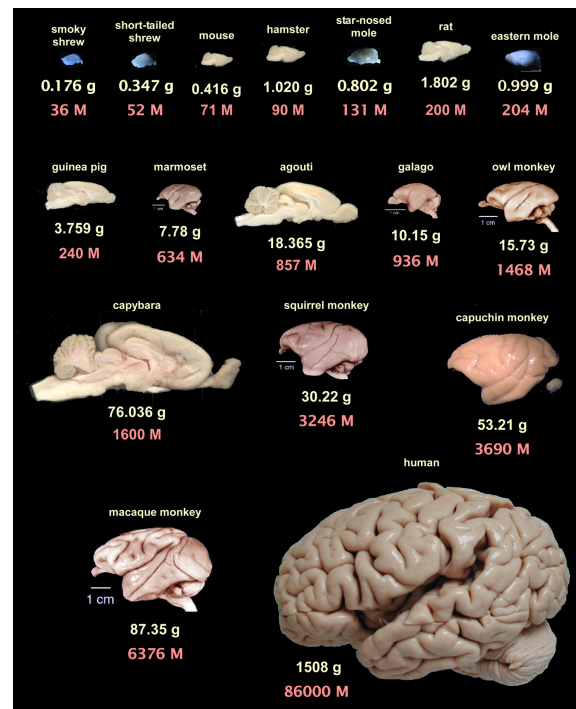
Znacznie bardziej złożone teorie wymagają omówienia szczegółowej roli różnych obszarów mózgu, warstwowej (laminarnej) budowy kory mózgu, biofizyki neuronów, konektomiki i neurodynamiki badającej stany kolektywne dużych grup neuronów. Szczegółowe modele symulacyjne omawiane były na wykładzie **Modelowanie Funkcji Mózgu**.

Proste podejścia pozwalają zrozumieć działanie mózgu koncepcyjnie, są więc w tym sensie "lepsze" niż teorie bardziej zaawansowane, które dostarczają szczegółowych odpowiedzi, ale nie ułatwiają zrozumienia ogólnych koncepcji. Co więcej, szczegółowe odpowiedzi są z natury rzeczy bardzo skomplikowane, zależne od wielu czynników, trudno jest je zastosować do wyjaśnienia bardziej złożonych funkcji mentalnych. Dyskusja nad najbardziej adekwatnym poziomem i sposobem opisu zjawisk mentalnych **nadal się toczy**.

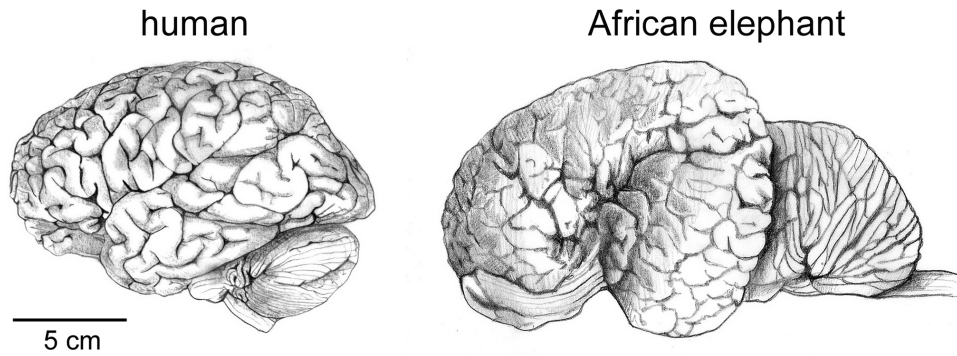
Jak **złożone są mózgi** różnych zwierząt?

Liczba neuronów jest tylko jedną z miar tej złożoności, liczba synaps jest lepszą, ale trudno o dobre dane. Najprostszy układ nerwowy ma nicienie **C. elegans**, żyjący w glebie, ma około 1 mm długości i zaledwie 302 neurony, znana jest dokładna struktura ich połączeń.

Gatunek	Neurony kory
Caenorhabditis elegans	302
Ślimaki	7.000-20.000
ślimaki morskie	
Mrówki	10.000-100.000
Homar	100.000
Mucha	100.000
Karaluch, pszczoła	1 mln
Mysz	4 mln
Szczur	15 mln
Pies	160 mln
Kot	300 mln
Ośmiornica	300 mln
Rezus	480 mln
Koń	1.200 mln
Goryl	4.300 mln
Delfin	5.800 mln
Szympan	6.200 mln
Orka	10.500 mln



Porównanie masy mózgu i liczby neuronów



Kora człowieka liczy około 16.5 mld neuronów, a całkowita liczba neuronów w naszym mózgu to około 86 mld, [kora słonia](#) ma 5.6 mld neuronów, ale aż 257 mld neuronów w całym mózgu, bo w mózdzku jest aż 251 mld. Trąba słonia ma ponad 40 000 mięśni, człowiek ma tylko 639 mięśni w całym ciele. Słoń potrzebuje więc wielkiego mózdzku do precyzyjnego sterowania trąbą! Delfiny i wieloryby mają proporcje pomiędzy liczbą neuronów w korze i mózdzku nieco mniejsze, ale większe niż ludzie (porównanie [mózgów ludzi i delfinów](#)).

To są szacunkowe dane z pracy [Rotha i Dicke \(2005\)](#) i dotyczą neuronów w korze nowej; liczba wszystkich neuronów jest znacznie większa i podana jest po prawej stronie pod masą mózgu. Oceny z innych prac różnią się dość mocno ([lista z Wikipedii](#)), indywidualne różnice są również znaczne, więc należy traktować takie porównania tylko orientacyjnie. [Kaszaloty](#), mięsożerne wieloryby mają mózgi o największej masie, osiągając 7.8 kg u dorosłych samców. Orki są na drugim miejscu, z mózgiami dochodzącymi do 5.4-6.8 kg. Mają też około 43 mld neuronów w korze, a więc znacznie więcej niż ludzie.

Większość ssaków rodzi się z mózgiami sięgającymi 90% masy dorosłego, ale ludzkie noworodki mają tylko 28%, słonie 35%, delfiny butlonose 42%, a szympansy 54% masy dorosłego osobnika.

Połowa komórek mózgu człowieka to [komórki glejowe](#), a nie neurony; w korze mamy aż 80% komórek glejowych i 20% neuronów, za to w mózdzku proporcje są odwrotne.

**Czy mózg ludzki jest w jakiś szczególny sposób nietypowy?** Takie przekonanie panowało do niedawna: mamy pewnie więcej genów, większe mózgi a szczególnie większy współczynnik encefalizacji (masę mózgu podzieloną przez masę ciała) itp. Jednak takie twierdzenia są obecnie kwestionowane (Herculano-Houzel 2009), wygląda na to, że nasze mózgi są dość typowe dla [ssaków naczelnych](#) naszych rozmiarów; to goryle i w mniejszym stopniu orangutany mają zbyt duże ciało w stosunku do liniowej zależności między masą mózgu-masą ciała dla prawie 500 naczelnych.

Liczba neuronów w mózgu zwierząt z innych rzędów (np. gryzoni) jest wyraźnie mniejsza niż naczelnych przy tej samej masie mózgu, co wynika z innego **sposobu ich upakowania** i relacji do innych komórek. Nie oznacza to, że można po prostu przemnożyć liczby neuronów w mózgu szczura przez 1000 i uznać, że przy tej samej masie mózgu co człowiek (czyli 1000 razy większej) byłoby aż tyle neuronów. Współczynnik wzrostu jest różny dla zwierząt należących do różnych rzędów. Mózg gryzonia o masie 1.5 kg miałby około 7 razy mniej neuronów niż mózg człowieka. Mamy za to inne proporcje obszarów mózgu, w szczególności większą niż to wynika z prostego skalowania wielkości całego mózgu naczelnych część kory przedczołowej.

Całkowita liczba neuronów w mózgu słonia jest 3 razy większa niż u człowieka (ok. 257 mld), ale w samej korze aż 3 razy mniejsza, a 97.5% [neuronów w mózgu słonia](#) jest w jego mózdzku! Różne [porównania są w tym artykule](#).

**Jaki procent mózgu wykorzystujemy?**

Skąd wzięło się takie pytanie? Jest to jeden z [najbardziej popularnych mitów miejskich](#). Skąd się biorą takie mity? Jest to typowy mem, użyteczny w reklamie, powstały w okresie, kiedy funkcja większości obszarów mózgu nie była znana. Jaki sens może mieć takie pytanie?

Uszkodzenia (leżje) dowolnej części mózgu prowadzą do utraty lub pogorszenia specyficznych funkcji. Czemu natura miałaby pozwolić na tak kosztowny do utrzymania organ, którego w 95% nie wykorzystuje? Czy mamy jakieś inne niewykorzystane organy? Badania nad uszkodzeniami mózgu w połowie 20 wieku pokazały (m. inn. prowadził je [Karl Lashley](#)), że usunięcie różnych obszarów nie pogarszało wyników w prostych testach zapamiętywania labiryntu u zwierząt. Stworzyło to wrażenie, że część mózgu może być zbędna.

Czy to znaczy, że lepiej być nie może? Ależ nie, ucząc się nowych rzeczy wykorzystujemy coraz lepiej możliwości mózgu. Nieco lepiej jest zapytać: jakie są możliwości, a jakie ograniczenia mózgu, jak się szybciej uczyć? To zależy od neuroplastyczności, czyli procesów, które ułatwiają zmiany struktury mózgu, ale o tym będzie w przyszłych wykładach.

**Jak daleko jesteśmy od szczytu swoich możliwości?** Np. jaki procent mocy obliczeniowej mózgu możemy przeznaczyć na abstrakcyjne myślenie?

Naiwna ocena: szybkość Deep Blue oceniano w prostych testach (operacje na macierzach) na około  $10^{11}$  binarnych operacji na sekundę (10 Gflops). Ostrożnie zakładając, że w procesy myślowe w mózgu zaangażowanych jest tylko 4% z  $10^{14}$  połączeń przesyłających 50 impulsów na sekundę, a każdy impuls to około 5 bitów (to jest około 30 poziomów aktywności

lub określenia dokładnego czasu wysłania impulsu), dostajemy przepływ informacji rzędu  $10^{14} \cdot 5 \cdot 50 \cdot 4 / 100 = 10^{15}$  bitów, czyli 10 tysięcy razy więcej niż Deep Blue. Przegrana Kasparowa z tak powolną maszyną świadczy tym, że w myślenie abstrakcyjnej zaangażowanych jest znacznie mniej niż 1% możliwości przetwarzania informacji przez mózgi ...



Gdyby wszystkie neurony wysyłały 50 impulsów na sekundę mózg pracowałby z mocą 2000 Watów! Ponieważ moc mózgu to tylko ok. 20 Watów, w danym momencie jedynie 1% neuronów pracuje z tak dużą częstotliwością, ale ten 1% to co chwilę inne grupy neuronów. Zamiast długo i ciężko pracować [neurony pobudzają się na krótko](#), przesyłają informację i odpoczywają wiele razy w ciągu sekundy. Całe szczęście, bo ciężka praca wyzwała sporo ciepła, a 2000 Watów wystarczy by ugotować mózg w ciągu minuty ...

Oceny z pracy [Peter Lennie, The Cost of Cortical Computation \(2003\)](#).



## A11.2. Dwa mózgi w jednym.



Jakie sprzeczne ze sobą wymagania stoją przed mózgami?

- Precyzyjnie analizować wybraną informację, jednocześnie postrzegając wszystkie istotne bodźce by w razie potrzeby się na nich skupić.
- Sprawnie wykonywać kilka funkcji jednocześnie, ale bez wzajemnego zakłócania.
- Zapewnić możliwość dalszego działania pomimo częściowego uszkodzenia.

Dla osiągnięcia optymalnego kompromisu przydatny jest podział mózgu na dwie podobne, ale nie identycznie działające półkule. Lateralizacja pozwala nam wykonywać inne ruchy lewą i prawą ręką, wykonywać asynchroniczne ruchy nogami, mówić lub słuchać i wykonywać czynności manualne. Badania kurczaków pokazały, że jednym okiem potrafią obserwować czy nie nadlatuje drapieżny ptak, a drugim rozpoznawać ziarno i odróżniać je od kamieni. Kurczaki chowane w ciemności nie wytworzyły specjalizacji półkul i w efekcie często dziobały kamienie. Ptaki śpiące w stadzie mają wartowników na obrzeżach grupy, obserwujących jednym okiem okolicę, podczas gdy drugie oko i połowa mózgu odpoczywa. Reakcje na zagrożenie są u większości zwierząt szybsze gdy nadchodzi ono z lewej strony. Są więc ewolucyjne przyczyny, dla których lateralizacja funkcji występuje u wielu gatunków kręgowców i niektórych bezkręgowców. ([Vallortigara, Rogers, 2020](#).)

Powszechnie uważa się, że są **dwa sposoby myślenia: logiczny i intuicyjny**, czyli męski i kobiecy? Czy jednak taki podział ma sens?

Myślenie intuicyjne oparte jest na pamięci i reakcjach emocjonalnych, doświadczeniu, postrzeganiu całości, jest trudne do zwerbalizowania, przypomina bardziej postrzeganie niż rozumowanie.

Myślenie logiczne jest trudniejsze, wymaga sekwencyjnego przetwarzania informacji, więc zdarzają się często pomyłki. Relacja intuicji i logiki zależy bardzo od sytuacji, często potrzebna jest logiczna weryfikacja intuicyjnych decyzji.

Mamy [dwie półkule mózgu](#), połączonych ze sobą wiązką około 200 mln szybko przewodzących impulsy aksonów (czyli dobrze zmienilizowanych włókien nerwowych), nazywaną spoidłem wielkim lub ciałem modzelowatym. Może to wyjaśnia dwa rodzaje myślenia? Półkule mózgu rozdzielone są cienkim sierpem mózgu (flax cerebri), który stanowi przedłużenie opony twardej (po wyschnięciu wygląda to jak kość).

Pierwsze informacje o [lateralizacji funkcji mózgu](#) podał Paul Broka, w 1861 roku; historia i wątpliwości dotyczące tego doniesienia opisana jest w książce Draaisma (2009).

Uszkodzenia lewej półkuli są związane z trudnościami z mówieniem, pisanem, czytaniem, matematyką.

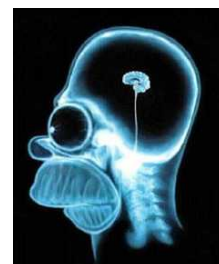
Uszkodzenia prawej półkuli powodują trudności z rozpoznawaniem struktur geometrycznych, twarzy, trudności z rysowaniem, percepcją muzyki.

Wiedza popularna:

Dominacja prawej półkuli - artyści, humaniści; lewa - naukowcy, umysły ściste.

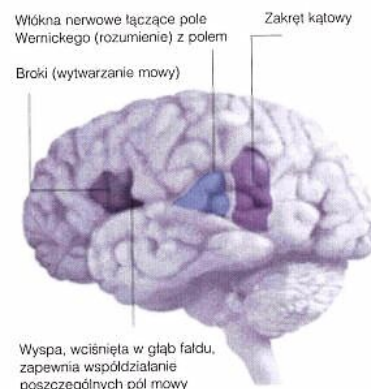
Prawa półkula - wschodni mistycyzm, lewa półkula - zachodni racjonalizm (R. Ornstein).

Częste hasła podejrzanych organizacji to: Rozwiń intuicję prawej półkuli! Wykorzystaj cały mózg! Już wiemy, co by się działo z mózgiem wykorzystującym 100% swojej mocy. Podobnie jak komputer taki mózg potrzebował by naprawdę dobrego chłodzenia ...



## Metody badania różnic między półkulami.

- Uszkodzenia mechaniczne mózgu: obserwacje z XIX wieku, [Paul Broca](#) i [Karl Wernicke](#) zlokalizowali mowę w lewej półkuli.
- Obserwacje zmian w wyniku guzów, wylewów i chorób.
- Lateralna prezentacja krótkich bodźców - chociaż spoidło wielkie i pozostałe drogi przekazują informację do drugiej półkuli następuje utrata jej dokładności i wymagany jest do tego czas rzędu 20-40 ms.
- Badania EEG, MEG, potencjałów wywołanych: blokowanie alfa, wyższe częstotliwości.
- Obrazowanie czynności mózgu - [MRI](#), [PET](#), pokazują mózg w trakcie pracy.
- [Test Wada](#), zwany próbą amytalową, wyłącza ją na krótki czas jedną z półkul.
- Eksperymenty z osobami po komisurotomii.



W latach 1940 nie umiano sobie poradzić z ciężkimi przypadkami padaczki. Napady "grand mal", powodujące utratę przytomności, próbowano powstrzymać przecinając spoidło wielkie ([2-min film](#)) - 200 milionów aksonów tak, by nadmierne pobudzenie nie obejmowało całego mózgu. Takie [operacje komisurotomii](#) okazały się sukcesem, efekty uboczne nie były zwykle uciążliwe.

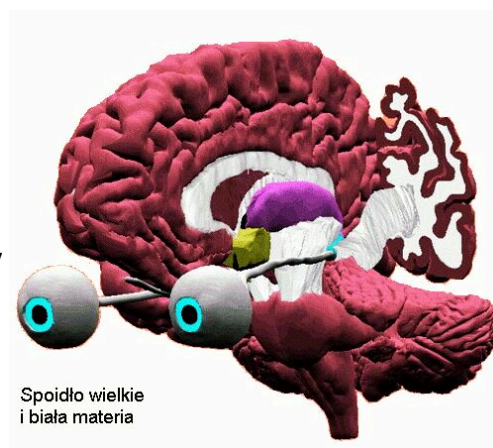
Jak to wpływa na zachowanie? Każda półkula działa niezależnie. Ale ... są to osoby chore, z uszkodzeniem mózgu, spoidło przednie i spoidło hipokampa zwykle u nich zostaje, więc pozostaje słaby przepływ informacji.

Budowa ciała i mózgu jest lekko asymetryczna. Asymetria widoczna jest już na etapie płodowym. Różnice widoczne są już na poziomie budowy cytoarchitektonicznej i poziomie biochemicznym. Prawa półkula jest:

- Nieco większa i cięższa niż lewa.
- Ma więcej białej materii (więcej połączeń odległych struktur).
- Część czołowa jest szersza, bardziej wysunięta do przodu.
- [Szczelina Sylwiusza](#) oddzielająca płat skroniowy od ciemieniowego kończy się zagięciem ku górze.
- Niektóre obszary kory ciemieniowej są powiększone.

Lewa półkula różni się tym, że:

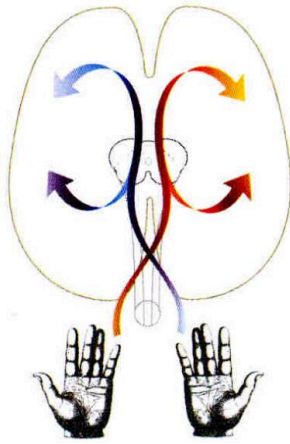
- Część tylna jest szersza.
- Szczelina Sylwiusza jest dłuższa o ok. centymetr i prosta.
- Większa jest też równina skroniowa (planum temporale) i ośrodek Broki.
- Jest więcej materii szarej.
- Jest w niej więcej dopaminy, a mniej noradrenaliny.



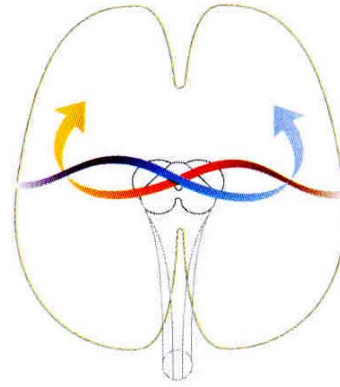
Mowa zlokalizowana głównie w prawej półkuli występuje tylko u 4% praworęcznych. U leworęcznych jest to u ok. 15%, a dodatkowo u 15% obie półkule analizują i tworzą mowę w jednakowym stopniu. Asymetria mniej widoczna jest u kobiet. Mowa docierająca do prawego ucha jest nieco lepiej rozumiana, gdyż sygnały trafiają z większą precyzją do lewej półkuli. Rozpoznawanie złożonych kształtów jest trochę lepsze w prawym polu widzenia (sygnał dociera do lewej półkuli). Szybka ewolucja mózgu i wzrastająca złożoność przetwarzanej informacji, zwłaszcza związanej z mową, stała się możliwa dzięki specjalizacji półkul. Mutacje dotyczące obszarów kory po jednej stronie nie psuły funkcji wykonywanych przez drugą półkulę. Specjalizacja pozwala na nabywanie nowych umiejętności przy zachowaniu poprzednich. Spoidło wielkie pozwala na koordynację tych obszarów, które powinny ze sobą współpracować (Gazzaniga, 2020).

Lateralizacja funkcji u zwierząt jest zwykle słabo widoczna, ale u ptaków tylko uszkodzenia lewej półkuli upośledzają śpiewanie. U niektórych małp funkcje wzrokowo-przestrzenne są silniej przetwarzane w lewej półkuli. Preferencje ssaków (prawdopodobnie i gadów oraz ryb) do obracania się w jednym kierunku są wynikiem różnic poziomu dopaminy w lewym i prawym prążkowie. To wystarczy by powstały niesymetryczne skurcze mięśni.

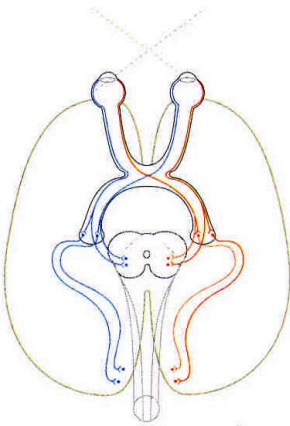
Szlaki nerwowe prowadzące od narządów zmysłów do obszarów przetwarzających.



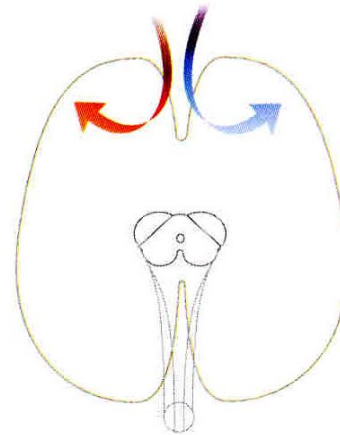
Skrzyżowane szlaki nerwowe dla bodźców dotykowych i sterowania motorycznego.



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. Specjalne okulary skierowują obraz tylko do prawej i lewej półkuli.



Bodźce węchowe nie przechodzą przez skrzyżowane szlaki. Może to mieć wyjaśnienie ewolucyjne: opuszka węchowa powstała z najbardziej wysuniętego do przodu zwoju nerwowego prymitywnych organizmów.

Nawet węch wykazuje pewne asymetryczne zróżnicowanie. Receptory węchowe w prawym nozdrzu bardziej powodują rejestrowanie wrażeń, wywoływanie skojarzeń. Receptory z lewego nozdrza trochę lepiej rozpoznają zapachy. Tracimy wrażliwość na zapachy: całkowita **anosmia (niewrażliwość)** dla niektórych grup zapachów (np. "miętowych") obejmuje ok. 3% ludzi. W krajach rozwiniętych częściowa anosmia obejmuje znaczny procent ludności, np. ponad 20% osób ma "dysfunkcji zapachu" (podobnie ze smakiem). Związki z upośledzeniem węchu i smaku osób palących papierosy pokazano w badaniach na populacji ponad 1300 osób w Niemczech ([Venneman i inni, 2008](#)).

**Ręczność:** u antropoidów zaobserwowano jedynie słabe preferencje do praworęczności przy używaniu narzędzi. Poza tym praworęczność (prawołopność?) nie jest spotykana u zwierząt. Za to już u australopiteków i neandertalczyków dominowała praworęczność. Ewolucja praworęczności była stopniowa: przed 70.000 lat mogło być już około 2/3 praworęcznych, jak można wywnioskować z asymetrii szkieletów lub z artefaktów materialnych, kierunku nacięć z lewej do prawej (por. przegląd [Cashmor i inni](#) (2008), silnej dominacji u neandertalczyków, podobnej do ponad 90% obserwowanych obecnie. Genetyczne przyczyny rozwoju praworęczności u ludzi wynikają prawdopodobnie z dwunożnej postawy, ułożenia niemowlęcia tak, że głowa jest po lewej stronie przy sercu matki, podtrzymywane jest przez lewą rękę, więc prawa była bardziej swobodna i mogła wykonywać bardziej precyzyjne ruchy; to wiąże się z ogólnie większą precyzją działania przypisywaną lewej półkuli.

Ręczność jest w znacznej mierze uwarunkowana genetycznie. Leworęcznymi jest 20% bliźniaków mono jak i heterozygotycznych. Leworęczny potomek pojawia się u 2% prawo-praworęcznych rodziców; 17% prawo-leworęcznych i 46% lewo-leworęcznych.

Problemy takie jak padaczka, zaburzenia immunologiczne, problemy z uczeniem występują częściej u leworęcznych.

[Gen LRRTM1](#) dziedziczony ze strony ojca, tworzący białka membranowe decydujące o własnościach neuronów, zwiększa prawdopodobieństwo leworęczności i niektórych chorób psychicznych.

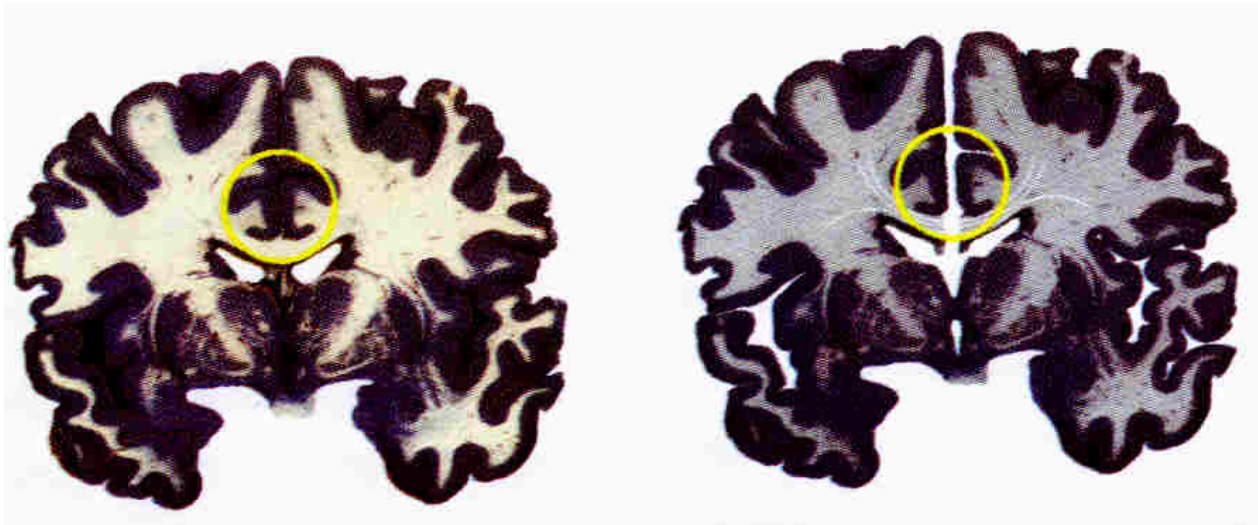


## A11.3. Komisurotomia.

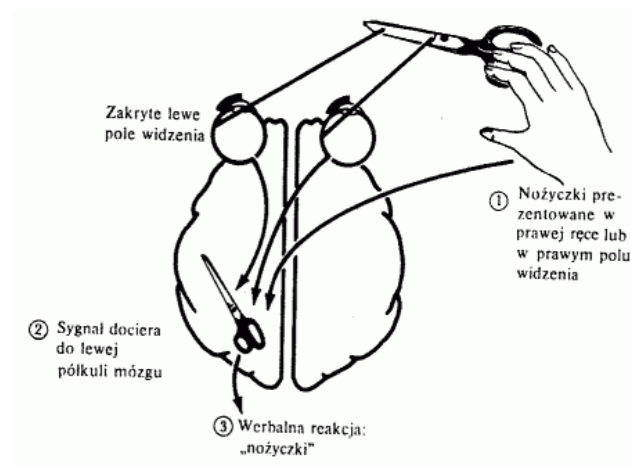


Usunięcie całej półkuli mózgu w dzieciństwie może nie zostawić łatwo zauważalnych skutków (ale pewne upośledzenie funkcji, w których specjalizuje się dana półkula zostaje). Dzięki neuroplastyczności mózg wykazuje wielką zdolność do kompensacji pewnych deficytów.

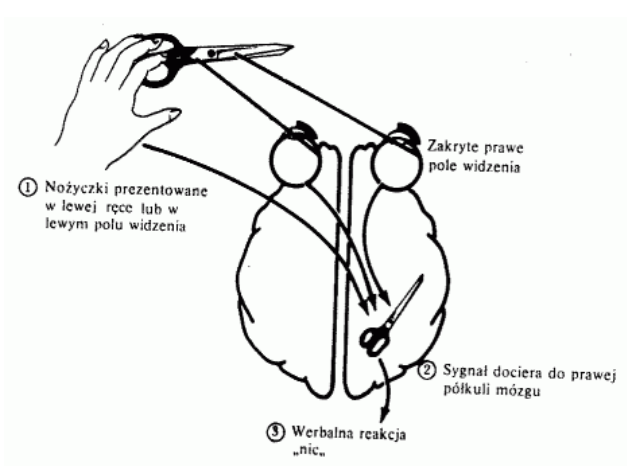
Eksperymenty z dorosłymi pacjentami po przecięciu spoidła wielkiego prowadzone były przez [Rogera Sperry](#) (Nobel 1981) od lat 1950, a w latach 1960 również przez Michela Gazzanigę. Takie obserwacje prowadzone są do tej pory, chociaż niewiele jest osób po operacji.



[Komisurotomia - przecięcie spoidła wielkiego.](#)



W prawym polu widzenia obiekt jest rozpoznawany i identyfikowany.

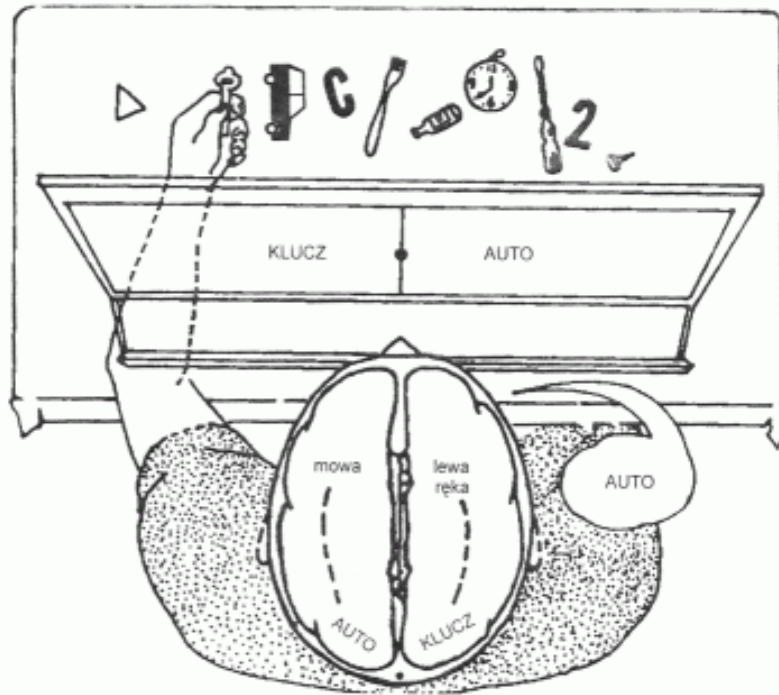


W lewym polu widzenia pacjent nie potrafi powiedzieć, co widzi. Jego prawa półkula to wie, bo potrafi wybrać odpowiedni przedmiot kierując lewą ręką.

Pokazywane jest dwuczęściowe słowo, np. "HAT | BAND", czyli przepaska na czoło. Lewe oko widzi w lewym polu widzenia HAT, a prawe w prawym polu widzenia BAND, co trafia do lewej półkuli, która potrafi je głośno odczytać.

Jednak pacjent zapytany o jaki "band" chodzi, odpowiada - może "rubber band, jazz band". Poproszony by to napisał lewą ręką trzymaną wewnątrz pudełka pisze HAT, ale nie potrafi powiedzieć, co napisał!





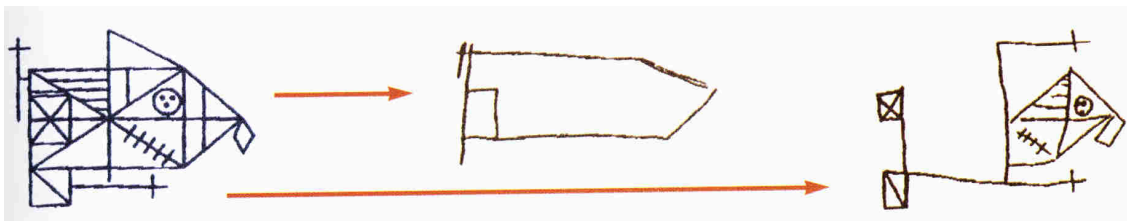
Eksperymenty z poleceniami i rozpoznawaniem przedmiotów przez dotyk

Podobne doświadczenie można zrobić ze słowami KLUCZ | AUTO i wyszukiwaniem obiektu. Zapytany co widzi po lewej stronie pacjent odpowiada "błysk światła", ale wybiera lewą ręką samochodowy klucz.

Jeśli pacjent trzymał w każdej z rąk przedmiot, który został schowany do pudełka, a następnie miał wyciągnąć go lewą ręką, twierdził, że nie wie co robi, chociaż prawidłowo wyciągnął szukany przedmiot. Z prawą ręką nie było problemu, wszystko przebiegało normalnie.

Prawa półkula przez dotyk może rozpoznać plastikową cyfrę i pokazać odpowiednią liczbę palców. Lewa półkula zgaduje źle podając co to za cyfra.

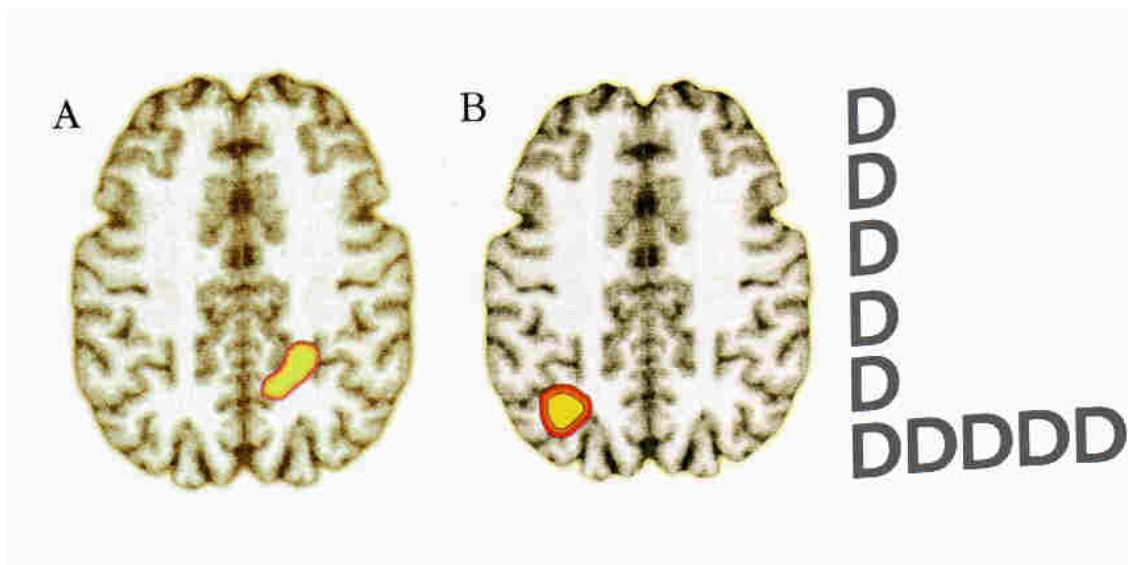
Szkicowanie obiektów:



Eksperymenty z rysowaniem w lewym i prawym polu widzenia

Kopiowanie rysunku oglądanego przez prawą półkulę dało tylko ogólny zarys, a lewą półkulę - tylko szczegóły.

Skupienie się na literach D powoduje aktywację lewej półkuli; na kształcie L - prawej. Prawa półkula dostrzega las (niska zdolność rozdzielcza), lewa pojedyncze drzewa (wysoka zdolność rozdzielcza). W ten sposób uzupełniają się wzajemnie. Możliwy jest konflikt "bimanualny" między półkulami: Gazzaniga opisuje sytuacje w których prawa ręka walczy z lewą! Jedna zapina guziki koszuli a druga próbuje je rozpiąć, bo chce nałożyć inną. Jedna ręka szarpie żonę a druga próbuje ją powstrzymać. Jest to jedna z odmian [zespołu obcej ręki](#), w którym traci się kontrolę nad ruchami swojej ręki ([2-min wideo](#)). Obydwie półkule wydają się mieć inne plany i motywację. Opisano przypadek chłopca po operacji z niewielkimi zdolnościami mowy w prawej półkuli: chociaż integracja odpowiedzi była znaczna, prawa półkula oceniała je bardziej krytycznie i potrafiła wyrazić całkiem odmienne, własne ambicje.



Którą literę dostrzeżliście najpierw? Widać to po aktywacji kory.

[Test na działanie prawej półkuli](#)

[Test na działanie lewej półkuli](#)

[Test prawa-lewa](#) (QuizMe!)

Test lewa-prawa z [A real me](#).

## Interpreter i konfabulacje

Gazzaniga (1970) opisuje eksperyment, w którym płonący budynek pokazany w lewym polu widzenia wywołuje wzburzenie, chociaż pacjent nie rozumie przyczyn swojego pobudzenia. Następuje próba racjonalizacja sytuacji, konfabulacje, np. oskarżenie jednego z badaczy o wywołanie zdenerwowania.

Podobne doświadczenia prowadzono z rozśmieszaniem, prawa półkula widząc zabawny rysunek inicjuje śmiech, chociaż pacjent twierdzi, że nic nie widział i nie wie dlaczego się śmieje. Racjonalna, lewa półkula obserwując reakcje emocjonalne organizmu tworzy konfabulacje, zapewniając ciągłość narracji wewnętrznej, dając pozory rozumienia przyczyn i skutków. Gazzaniga wnioskuje, że to działanie "interpretera" w dominującej półkuli mózgu, procesów odpowiedzialnych za wnioskowanie, nie dopuszczających niepewności, odpowiedzi "nie wiem", stwarzających pozory spójnej narracji. W ostateczności, kiedy nie da się utrzymać takiej narracji, można zwalić przyczyny swojego zachowania na kuszenie złego licha

...

Przykłady działania interpretera u pacjentów po komisurotomii, opisane w Gazzaniga (2011).

Słowa pokazywane krótko po lewej stronie trafiają do prawej półkuli (RH), słowa po prawej trafiają do lewej (LH), np.:

- dzwon -- muzyka. Pacjent (LH) komentuje: muzyka; proszony by wskazał obrazek wybiera dzwon. Pytany: czemu dzwon? odpowiada - "Ostatnia muzyka, jaką słyszałem to były dzwony".
- banan -- czerwony. Rysując lewą ręką pacjent wybiera czerwony pisak i rysuje banana. Czemu? "Bo to najłatwiej narysować lewą ręką".
- Lewa półkula tworzy narrację, wybiera np. obrazki, które pasują do wcześniej opowiedanej historii, chociaż nie były wcześniej pokazywane, prawa trzyma się tego, co widziała i niczego nie dodaje.
- Chłopak zapytany głośno "Kim jest twoja ulubiona" (obydwie półkule to słyszą) po czym do prawej półkuli (lewego ucha) dochodzi "dziewczyna", nie wie o co jest pytany, ale rumieni się, jest zakłopotany, pisze lewą ręką imię dziewczyny, ale nie potrafi powiedzieć, co zrobił.
- Polecenie "podnieś banan" trafiające do prawej półkuli powoduje podniesienie lewą ręką leżącego na stole banana, jednakże pacjenci wymyślają różne interpretacje, np. "lubię banany" czy "byłem głodny".

Ocena, która lampka przypadkowo mignie, przy prawdopodobieństwie migania czerwonej na poziomie 80%, a zielonej 20%, jest prawidłowo wykonywana przez szczury i gołębie ... Zwierzęta wybierają opcję najczęstszą. Podobnie racjonalnie zachowują się dzieci do 4 roku życia. Ludzie dorośli bez zaburzeń neurologicznych próbują różnych reguł i osiągają tylko 67% poprawnych odpowiedzi, nawet gdy się im powie, że jest to przypadkowe zdarzenie (Gazzaniga 2011). W przypadku pacjentów z przeciętym spoidłem jeśli informacja trafiała do prawej półkuli wybierana była zawsze lampka czerwona. Lewa półkula zmieniała swoje decyzje, próbując stworzyć jakiś schemat.

Prawa półkula jest więc bardzo "dosłowna", trzyma się faktów. Lewa półkula konfabuluje tworząc narrację. Odwołuje się do przekonań, które mają decydujący wpływ na interpretację tego co obserwujemy.

**Czemu nie potrafimy się powstrzymać przed konfabulacją?** Możemy tu tylko spekulować. Używanie mowy oznacza, że jest sekwencja stanów, z których każdy związany jest z brzmieniem słowa, reprezentacją fonologiczną, która przechowywana jest w korze słuchowej, w obszarze Brocka w płacie czołowym. Ma też część semantyczną, czyli połączenia o różnej sile z obszarami mózgu, które kodują cechy słów, cechy odnoszące się do ich własności znanych z doświadczenia: percepcji, emocji, ruchu. Takie stany, wywołane przez rozumienie słów dotyczących pytania, nie są stabilne, zmieniają się spontanicznie na inne. Wynika to ze sposobu pracy sieci neuronowych: synchronizacja neuronów trwa krótko, następny stan to kolejna myśl, skojarzenie zależne od kontekstu. Pobudzenia prawej półkuli prawdopodobnie nie wywołują tak rozległych stanów kory, bo nie ma tu reprezentacji fonologicznej, która by mogła wywołać takie pobudzenia. Osoby oburęczne, u których nie widać ścisłej lateralizacji funkcji, mogą mieć większą skłonność do konfabulacji. Pobudzenia słowami lewej półkuli powinny też wywoływać bardziej zróżnicowane stany całej kory (czyli złożoność powinna być większa).

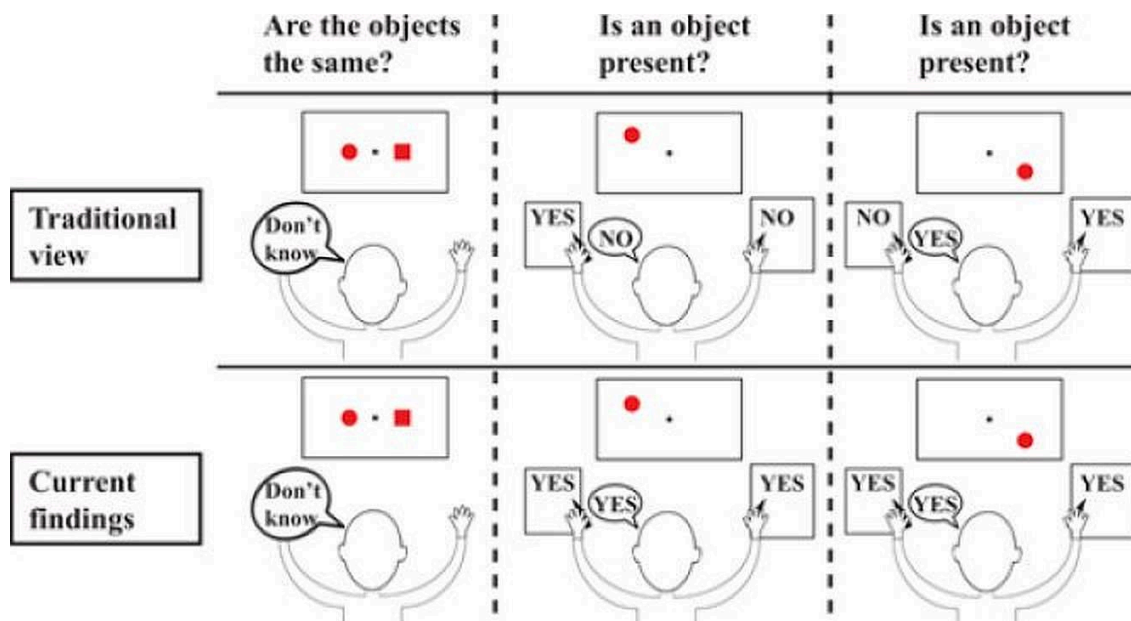
**Mitomania**, zwana też pseudologią, albo patologicznym kłamstwem, polega na patologicznej skłonności do opowiadania kłamstw, przedstawiających opowiadającego w korzystnym świetle. Dzieci opowiadają różne historie, ale prawdziwa mitomania pojawia się już po 20 roku życia u osób obdarzonych wysoką inteligencją.

Badania opublikowane w 2017 roku na dwóch osobach z przeciętym spoidłem wielkim (Pinto i inn. 2017) niespodziewanie pokazały, że potrafiły one powiedzieć i wskazać jedną i drugą ręką, że widzą obiekt w określonym miejscu, zarówno w prawym jak i w lewym polu widzenia. Nie potrafią jednak powiedzieć, czy dwa obiekty, w lewym i prawym polu widzenia, są takie same czy różne.

Wyniki wydają się zaskakujące, gdyż informacja z przeciwległego pola widzenia (np. lewego) trafia głównie do prawej półkuli, w poprzednich doświadczeniach tego typu nie obserwowano reakcji werbalnych ani reakcji ręką po przeciwległej stronie (np. prawej). Interpretacja tych obserwacji nie jest jasna, nie mamy wyników funkcjonalnego rezonansu pokazującego co się dzieje w mózгах tych osób.

Może być kilka przyczyn, które umożliwiają obserwowane reakcje. Operacje prowadzone były ponad pół wieku temu, więc badani to osoby w zaawansowanym wieku. Informacja wzrokowa nie jest całkowicie rozdzielona, część informacji z lewego pola widzenia może docierać też do lewej półkuli. Integracja obu półkul przez spoidło przednie, spoidło hipokampa i mózdzek może mieć swój wkład i przez pół wieku mogła u tych osób ulec wzmocnieniu.

Osoby już przed operacją nie miały całkiem normalnych mózgow ...



Którą literę dostrzeżecie najpierw? Widać to po aktywacji kory.

Przypisywanie komuś przekonań to funkcja, w której specjalizuje się skrzyżowanie skroniowo-potyliczne (TPJ) w prawej półkuli, słabiej TPJ po lewej stronie oraz [przedklinek](#) i obszary przyśrodkowe [kory przedczołowej \(MPFC\)](#).

Zwykle oceniamy jako moralnie naganne sytuacje, w których intencje były złe, np. nawet jeśli przypadkowo nie udało się kogoś zabić to sama próba zabójstwa jest karana, podczas gdy nieintencjonalne morderstwo traktowane jest znacznie łagodniej.

U osób z przeciętymi spoidłami brak komunikacji pomiędzy półkulami powoduje przypisywanie przez lewą półkulę ocen moralnych tylko na podstawie końcowego wyniku: skoro nie udało się zabić to nic się nie stało, skoro ktoś przypadkowo doprowadził do czyjejś śmierci to jest winien (Gazzaniga 2011).

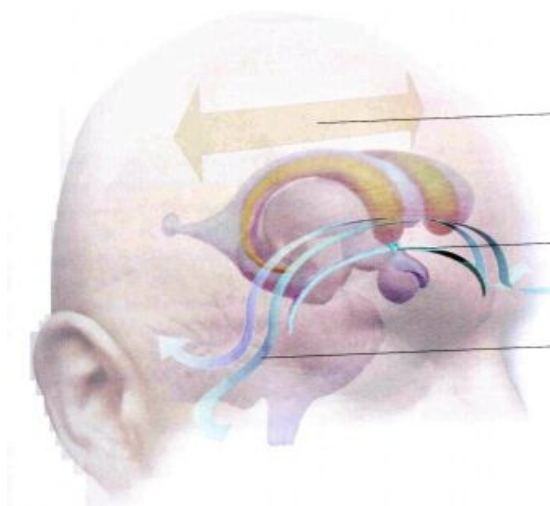
[Ilustracja badań nad rozszczepionym mózgiem](#), niestety część w technologii Flash od 2021 roku nie działa.

**Czy można więc powiedzieć, że świadomość jest tylko w lewej półkuli** (zakładając dominację tej półkuli w funkcjach językowych)?

Jeśli chodzi o werbalną narrację, pozwalającą na opisanie treści świadomości, można tak powiedzieć, chociaż proste komentarze słowne mogą robić obydwie półkule. Prawa półkula zdolna jest do tworzenia takich komentarzy, mogą one też być wyrażane niewerbalnie.

Pacjenci nie zauważają jednak niczego niezwykłego, nie czują się "podzieleni". Nauczyli się patrzeć w taki sposób, że informacja dociera do obu półkul, dzięki głośnemu mówieniu informacja z lewej półkuli dociera też do prawej półkuli, częściowo kompensując braki przepływu informacji wewnątrz.

**Znaczną część tego, co wiemy o sobie to wynik nie tylko informacji przepływającej wewnątrz w naszych mózgach, ale też przez pętlę zewnętrzną, obserwacje wyników swojego działania.**



Spoidła półkul mózgu

Wstępny wniosek: świadomość to proces obejmujący skupianie uwagi na stanach pamięci roboczej, aktywnych podsieciach obejmujących zarówno przetworzone informacje zmysłowe jak i ślady pamięci długotrwałej. Elementy pamięci roboczej reprezentują porcje informacji lub aktywację wyróżnionych obszarów kory, w tym wzorców fonologicznych pojęć skorelowanych z rozległymi aktywacjami mózgu (odczuwanych jako myśli, a po aktywacji kory ruchowej jako wypowiedane słowa). Prawidłowe odpowiedzi w eksperymentach wymagających integracji informacji zakodowanych w globalnej neuronalnej przestrzeni. Obszary przedczołowe przełączają globalny dostęp i wzmacniają aktywację wybranych neuronalnych podsieci. Rozczepienie mózgu nie jest jednak całkowite, pewna integracja jest nadal możliwa.

**Przewaga lewej półkuli** widoczna jest w zadaniach werbalnych a prawej w analizie wzrokowo-przestrzennej, która dominuje w testach geometrycznych, ocenach położenia czy głębi, zniekształconych kształtów lub dźwięków mowy. Uszkodzenia lewej półkuli wywołują **afazje**, a prawej - aprozodie.

**Aprozodia** to zanik zdolności do rozumienia i generacji treści emocjonalnych wypowiedzi słownych, np. złości czy gniewu, monotonna mowa.

Prawa półkula rozpoznaje sens prostych słów, zwłaszcza emocjonalnych, szczególnie przekleństw, słów obscenicznych. Kojarzy też przedmioty związane z oglądanym w danej chwili. Specjalizuje się nie tylko w analizie treści emocjonalnych, ale też subtelnych znaczeń metafor, humoru, antycypacji, morału ....



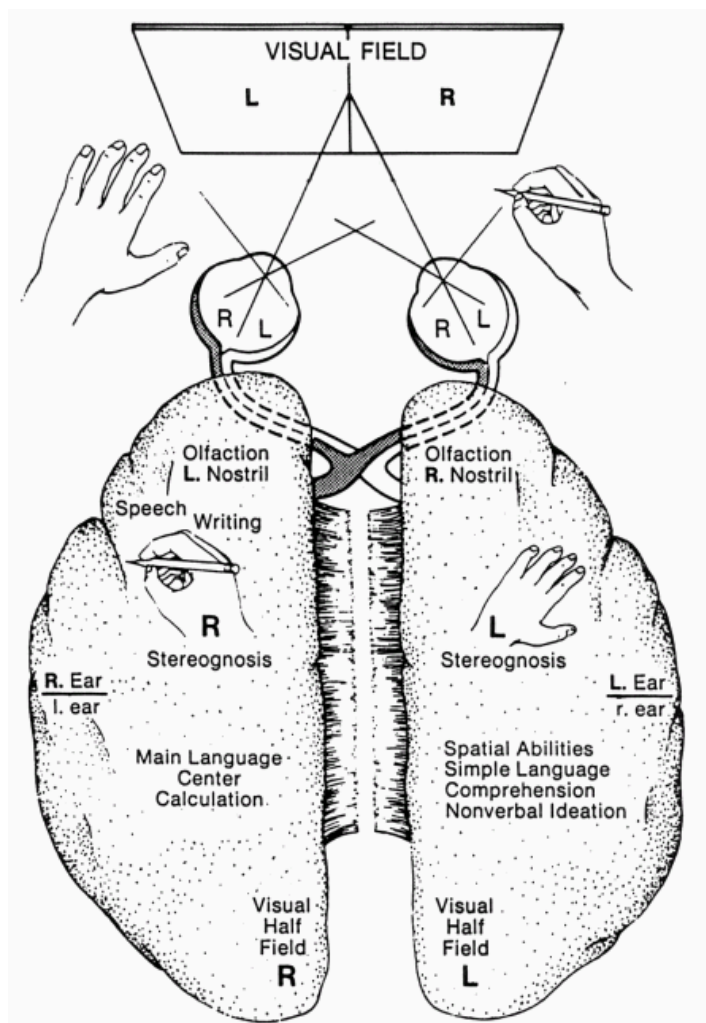
## A11.4. Słaba współpraca półkul.



**Złożone czynności wymagają kooperacji obu półkul, całego mózgu.** To powoduje nacisk ewolucyjny na lokalne przetwarzanie informacji, gdyż przesyłanie jej między półkulami spowalnia proces analizy. Im większy mózg tym większa powinna więc być specjalizacja jego półkul. Jeśli jednak nie ma potrzeby szybkiej reakcji to współpraca będzie prowadzić do zwiększenia liczby połączeń pomiędzy półkulami. W przypadku ludzkiego mózgu oba te efekty powodują stosunkowo wyraźną lateralizację funkcji jak i duże spoidło wielkie.

Uszkodzenia lewej półkuli związane są z depresją, poczuciem winy, zamartwianiem się przyszłością.

Uszkodzenia prawej półkuli powodują nadmierny optymizm, bagatelizowanie choroby, zadowolenie z siebie. Prawa analizuje stany emocjonalne, słowo "uśmiechnij się" pokazane lewej półkuli wywołuje uśmiech, ale prawej nigdy.



Popularne przedstawienie lateralizacji funkcji mózgu.

### **Prawa półkula jest lepiej zintegrowana z układem emocji.**

Filmy czy obrazy widziane lewym okiem wydają się mniej przyjemne, wrogie, niesmaczne. Lewa półkula tłumi stany lękowe wywołane przez aktywność półkuli prawej. W snach prawa półkula dochodzi do głosu, ale trudno to zwerbalizować. Odkrycia dokonywane we śnie, np. pierścieniowej struktury benzenu przez Kekulego (prawdopodobnie anegdotycznej), być może wynikają z większej aktywności prawej półkuli i żywej wyobraźni, pozwalającej na rozpoznawanie struktur we śnie. Czasami niektórzy ludzie mają wrażenie, że istnieje tam obserwator - czy jest to część lewej półkuli, "komentator" Gazzanigi? Niestety trudno zweryfikować takie twierdzenia.



Lewa, cała i prawa część twarzy Albrechta Dürera.

Środkowy obraz to autoportret Dürera, lewy to symetryczny portret lewej połowy a prawy prawej. [Asymetria budowy twarzy](#) jest tu wyraźna; może tu częściowo wynikać z oświetlenia. Warto zrobić sobie zdjęcie i podzielić je na dwie połówki ... wyniki mogą być zaskakujące.

### Z czym kojarzy się nam lewy-prawy?

We wszystkich językach prawe kojarzy się z prawidłowym, słusznym. Stąd prawo, prawda, prawidłowo, po prawicy. Lewe kojarzy się z tym co oszukańcze. Stąd lewizna, lewus, leworęczny, lewy interes, lewak, skrajna lewica. Podobnie jest w wielu językach, np.: ang. "left" to "porzucony", niem. linkisch, franc. gauche = lewy lub niezdarny, łac. sinistralis = leworęczny, diabeł, ang. sinister = złowrogi.

Nie podajemy lewej ręki. W Indiach je się prawą ręką, lewa jest nieczysta. Skąd to tabu leworęczności?

Leworęczni byli pewnie niebezpiecznymi wojownikami. Ang. "left-handed" = podstępny. Liczba osób leworęcznych może być skorelowana z trybem życia. Ponieważ jest to cecha dziedziczna występuje znacznie częściej w społeczeństwach prowadzących częste walki (do 27% leworęcznych), niż w tradycyjnych społeczeństwach pokojowo nastawionych, gdzie może być tylko 3% śmierci z powodu zabójstw ([Faurie, Raymond, 2004](#)).

[10 ciekawostek o leworęcznych](#).

Niepokój emocjonalny to ignorowanie pobudzeń prawej półkuli, która postrzega, że "coś jest nie tak", ale nie potrafi dokładnie przekazać co. Zwykle chodzi o skupienie na czymś uwagi, uświadomienie sobie i zwerbalizowanie problemu. Jeśli niepokój nie znika może dojść do [nerwicy](#).

Aktywność intelektualna tymczasowo może odwrócić uwagę i obniżyć poziom depresji.

Czasami mówimy: "To jeszcze do mnie nie dotarło". Czy zrozumiałem to tylko lewostronnie, rozumienie nie zostało w pełni zintegrowane? Prawa półkula dokonuje ogólnej analizy w emocjonalnym kontekście, a lewa próbuje dociec o co chodzi prawej półkuli i dopasować do tego sensowną narrację.

Teoretyzowanie prowadzi do [konfabulacji](#) i [racjonalizacji](#), a nie odkrywania prawdy, dlatego psychoanaliza nie odkrywa żadnej głębokiej prawdy (ściślej, jest równie efektywna co każde magiczne działanie, które może doprowadzić do silnego pobudzenia emocji, zwiększając neuroplastyczność mózgu).

Czemu tak postąpiłeś? Sam się siebie pytam. Nie wiem, podkuśiło mnie jakieś lichy, to było silniejsze ode mnie. Nie ręczę za siebie. Nie mogę się opanować? Jak to należy rozumieć? Kto nie może "siebie" opanować? Cierpimy na rozdwojenie jaźni? Mój mózg "mnie" do tego zmusił, bo przecież "ja" taki nie jestem, ja tego nie chciałem. "Ja" jest tu modelem, wyobrażeniem o sobie, które nie do końca zgadza się z działaniami mózgu. Dopóki myślimy, że to "ja" mam mózg, a nie mózg ma mnie, takie paradoksy pozostaną. [Ciągłe oszukujemy sami siebie](#). Jak to możliwe, że "ja" oszukuje "siebie"? Chyba, że to "ja" jest tylko teorią umysłu, którą tworzy mózg na swój temat. To mózg ma "ja", a nie odwrotnie, "Interpretator" usiłuje stworzyć racjonalny model zachowania, ale taki model w mózgu składającym się z dwóch półkul nie istnieje! W mózgach, które dobrze integrują aktywność obu półkul ten model odpowiada nieco lepiej rzeczywistości, ale chyba nigdy nie jest doskonały. Usiłujemy tworzyć racjonalizacje wszystkiego, czego doświadczamy, co wykorzystują specjaliści od reklamy.

Szybka, całościowa analiza wstępna, możliwa jest dzięki intuicyjnej aktywności prawej półkuli.

Żałowanie po fakcie to prawdopodobnie wynik ignorowania aktywności lewej półkuli. "Tak mi się wydawało".

"Podoba mi się, choć nie wiem dlaczego", to obserwacja zbyt złożona do analizy logicznej.

Dialog wewnętrzny umożliwia analizę i ocenę spontanicznego działania. "Głęboko w sobie" (popularne w piosenkach "deep within you"), to zapewne odwołanie do prawej półkuli, w którą trzeba się "wstuchać", bo ma trudności w werbalnej komunikacji.

Drobne pomyłki, głupie uwagi, irytujące odczucia ... mogą być wynikiem powolnej współpracy między półkulami.

### Czy można w pełni zintegrować swój model "ja", poznając "siebie"?

Co by to oznaczało? Trening umysłu (mózgu), by reagował on tak, jak chcemy, np. zbliżał się do ideału.

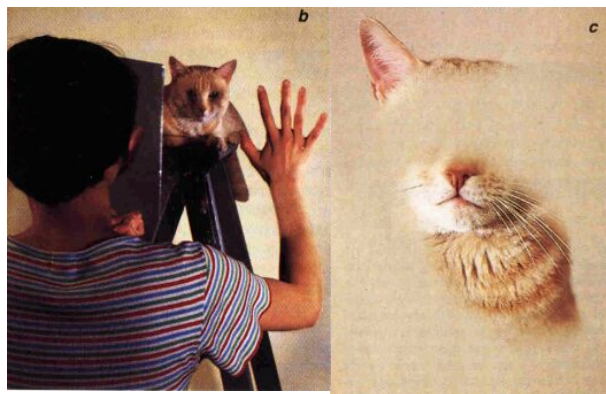
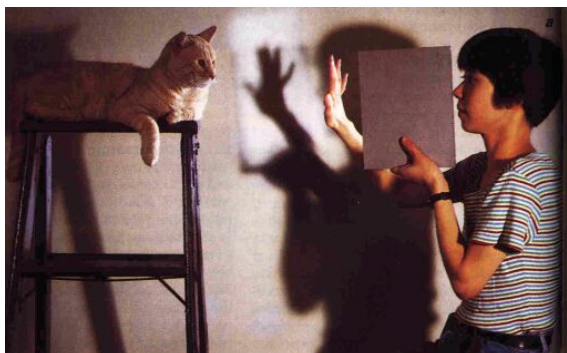
Integracja osobowości wokół jakiegoś ideału czy symbolu jest celem wielu tradycji duchowych, chociaż zwykle wyrażanym w bardzo zawoalowany sposób. Psychoterapia może dążyć do takiej integracji, np. [proces indywidualizacji](#), scalania jaźni, opisany przez Junga, który sądził, że alchemia zajmowała się takim symbolicznym procesem przemiany osobowości. Umysł stawiający sobie cele duchowe pokazuje swoją autonomię, porównując się do jakiegoś ideału stara się zmienić przez trening mentalny powstające w mózgu odczucia, w pełni je zintegrować ze swoimi wyobrażeniami i celami.

Metody oparte na trenowaniu wglądu w swoje procesy umysłowe, utrzymywaniu przytomności ([medytacja mindfulness](#), czyli trening uważności), znajdują szerokie zastosowanie i zostały obecnie przetestowane w bardzo wielu badaniach naukowych. Terapia [Big Mind](#) jest chyba najbliższa jawnego zrozumienia procesu integracji, ale nie ma badań naukowych oceniających jej skuteczność.

Mózg ma ograniczone zasoby energii, procesy analityczne konkurują ze sobą wewnątrz mózgu. Przykład: **eksperyment ze znikającym kotem**.

Jednym okiem obserwujemy kota, drugie widzi jednolicie oświetloną powierzchnię ściany w lustrze. Poruszamy ręką tak, by ją zobaczyć na jednolitym tle.

Kot na chwilę częściowo znika: spontaniczna uwaga kontroluje aktywność układu wzrokowego poświęconą przetwarzaniu nowych bodźców, powodując skupienie nad sygnałami dochodzącymi z oka, w którym coś się szybko zmienia.



**Eksperyment pokazujący interferencję procesów** zachodzących w obu półkulach mózgu można zrobić balansując kijem na wskazującym palcu (Kinsbourne and Cook, 1971). Praworęczni milcząc dłużej balansują prawą niż lewą ręką. Jeśli jednak w czasie balansowania jednocześnie mówimy jest odwrotnie, mówienie wpływa na balansowanie prawą ręką silniej niż na lewą. Zachodzi interferencja pomiędzy obszarami związanymi z językiem (ośrodkiem Brocka) w płacie czołowym i korą ruchową. Lewa ręka kontrolowana przez prawą półkulę nie doznaje tak silnej interferencji, ma więc przewagę. Korzyści ewolucyjne to oddzielenie mowy i obserwacji, minimalizacja interferencji. Ponad 20% ludzi [często myli lewą i prawą stronę](#), znacznie rzadziej górę i dół.

Inne testy stronności mózgu [można znaleźć tutaj](#): dotyczą oczu, nóg, rąk; prosty [test w quizme](#).

#### Specjalizacja półkul - obserwacje:

Nie ma transferu umiejętności jednej ręki do drugiej, wysiłek by nauczyć się pisać lewą ręką jest wyższy niż prawą u praworęcznych.

Myślenie werbalne, mówienie, przeszkadza w działaniach motorycznych, gimnastyce i muzyce, zwłaszcza jeśli jednocześnie czyta się nuty. Dotyczy to czynności, które wymagają planowania, a nie takich, które są automatyczne, grając setny raz utwór z pamięci może być trudno odgonić myśli pojawiające się w tle.

Plastyczność mózgu pozwala prawej półkuli przejąć część funkcji mowy, zwłaszcza jeśli uszkodzenie nastąpiło we wczesnym dzieciństwie.

Istnieje wyraźna specjalizacja lewej półkuli w postrzegania obiektów i ich własności, kontroli uwagi związanej z obiektami. Prawa półkula specjalizuje się w egocentrycznym postrzeganiu relacji ze światem, ocenie możliwości działania; w rezultacie tylko uszkodzenia tylnej części obszarów ciemieniowo-skroniowych prawej półkuli prowadzą do [zespołu nieuwagi stronnej](#), zwanego też **jednostronnym pomijaniem**: zanika możliwość postrzegania lewej części przestrzeni. Pacjent nie może jej sobie wyobrazić!

Uszkodzenia płata skroniowego blisko potylicznego powodują **prozopagnozę**, niezdolność do rozpoznawania twarzy. Cierpi na nią wiele starszych osób.

Może masz skłonności dyslektyczne? Mylisz lewo-prawo? Robisz błędy ortograficzne? **Sprawdź sobie spoidło!** Prosta metoda: zgadnij, który palec dotykany jest za plecami. Lub nieco dokładniej, zgadnij który palec i która z trzech jego części jest dotykana.



Prosty test spidła.

Przy okazji warto poczytać o [iluzjach dotykowych](#), np. [iluzji Arystotelesa](#).

**Czy mamy dwa mózgi i dwie jaźnie?** Sperry tak sądził w odniesieniu do pacjentów z przeciętym spidłem. W 1974 roku napisał, że każda z półkul mózgu "w istocie stanowi sam w sobie świadomy system, postrzegający, myślący, pamiętający, rozumujący, wyrażający emocje i pragnienia, wszystko na typowo ludzki sposób ... zarówno lewa, jak i prawa półkula mogą być jednocześnie świadome różnych, nawet wzajemnie sprzecznych, mentalnych doświadczeń".

Czy mamy do czynienia z rozczepieniem jaźni po komisurotomii, [osobowością wieloraką](#)? Raczej nie. Nadal jest wspólne ciało, doznania czuciowe, synchronizacja ruchów oczu, normalna relacja ja-reszta świata, ocena zdarzeń, położenia ciała w przestrzeni. Nadal pacjenci mają zintegrowane emocje. Rozdzielenie wyższych czynności psychicznych nie powoduje rozczepienia jaźni.

W normalnym mózgu nie ma prostego podziału na specjalizację w zakresie mowy i niewerbalnych analiz wzrokowo-przestrzennych. Jak więc interpretować wyniki doświadczeń?

Jest widoczna **asymetria z punktu widzenia działania**: lewa półkula - analityczna, prawa holistyczna? Ale jak to precyzyjnie określić?

**Analiza częstości przestrzennych sygnału**: prawa półkula reaguje lepiej na rozmyte, wolniejsze zmiany kontrastu, niskie częstotliwości zmian w przestrzeni i czasie, lewa analizuje sygnały z większą precyzją przy drobnych i szybkich zmianach. Jest to konieczne przy analizie mowy, rozróżnianiu dźwięków o częstotliwościach tysięcy herców.

Prawa półkula ma więc niewyraźne wyobrażenie całości, a lewa skupia się na ważnych (emocjonalnie) szczegółach. Optymalne wykonanie złożonej funkcji wymaga współdziałania obu półkul - dwa sprzężone układy stanowią całość.

Dlaczego dochodzi do specjalizacji? Na poziomie neuronalnym naturalne rytmy w prawej i lewej półkuli są odmienne, co zaobserwowano analizując sygnały EEG i fMRI. Lewa półkula wykazuje spontaniczne oscylacje w paśmie gamma, dopasowana jest do analizy fonemów. W prawej półkuli analizującej informacje związane z prozodią mowy dominują wolniejsze oscylacje, w paśmie teta.

Lewa półkula przechowując reprezentacje fonologiczne, może bardziej precyzyjnie kojarzyć symbole, prawa może za to znaleźć "intuicyjnie" bardziej odległe skojarzenia (Giraud 2007).

### **Czy można żyć z jedną półkulą?**

**Hemisferektomia**, czyli usunięcie jednej półkuli z powodów ciężkich problemów medycznych, stosowana jest prawie wyłącznie w przypadku dzieci, ponieważ mają one szanse odzyskać większość funkcji.

W wyjątkowych przypadkach usunięcie połowy mózgu nie powoduje upośledzenia, ale ogólnie im większe były intelektualne możliwości przed operacją tym większe upośledzenie, większość pacjentów wykazuje łagodne lub silne opóźnienia rozwoju.

Usunięcie lewej półkuli zaburza zwykle sprawność posługiwania się językiem, zwłaszcza w zakresie złożonych struktur wymagających głębszej analizy gramatycznej.

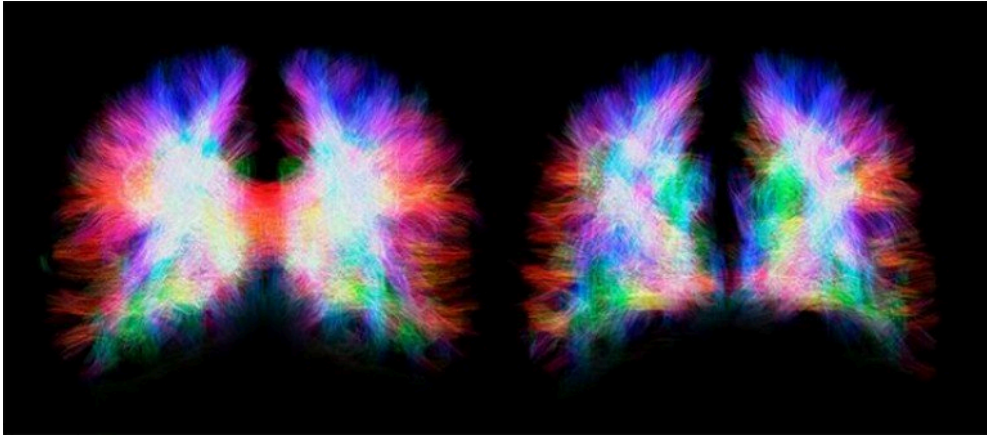
Media pokazują rzadkie przypadki osób, które prawie całkowicie odzyskały sprawność, ignorując ich upośledzenia; oczywiście są to ważne przykłady wskazujące na możliwości regeneracji mózgu i przejęcia funkcji jednej półkuli przez drugą.

Wiele osób (w tym niektórzy psychologowie) próbuje interpretować zachowanie ludzi odwołując się do podziału na dwie półkule. **Dychotomania daje pozory zrozumienia**, ale i tak lepsze to niż tłumaczenia psychoanalityków ...

Coś mnie podkuśiło i zrobiłem głupio? To tylko Twoja prawa półkula ze swoimi własnymi celami, których nasze "ja",



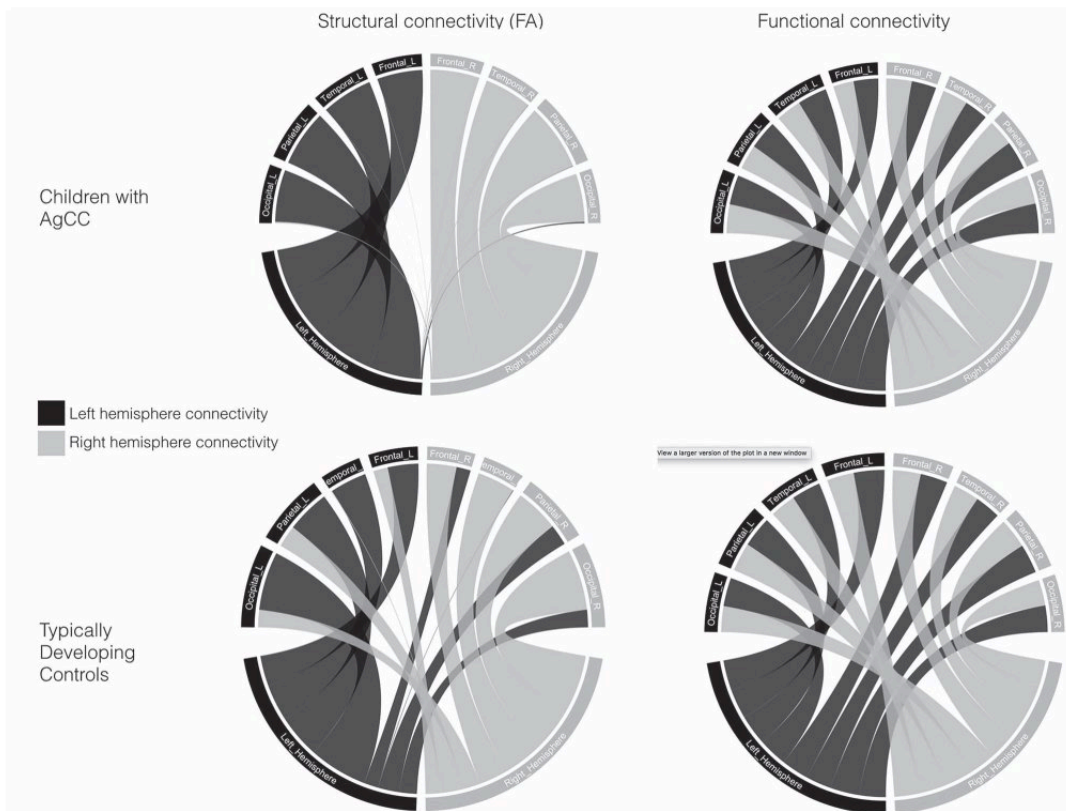
wewnętrzna teoria "siebie", nie akceptuje. Narracyjna, logiczna historia naszego życia po prostu nie istnieje, bo nie wszystko da się zwerbalizować.



Agenеза spoidła wielkiego.

Okazuje się, że jedna na 4000 osób [rodzi się bez spoidła](#) wielkiego! Nazywa się to **agenезą spoidła wielkiego** (AgCC). Tworzenie się spoidła zachodzi pomiędzy 10-12 tygodniem od poczęcia. Około 1/4 z tych ludzi nie wykazuje żadnych zaburzeń, ale pozostałe 3/4 ma niską inteligencję i różne zaburzenia poznawcze. Ponieważ ich mózgi są od początku pozbawione połączenia pomiędzy półkulami jest dużo czasu by doszło do reorganizacji funkcji, co widać w zwiększonej gęstości połączeń wewnątrz półkul. Chociaż brak jest połączeń strukturalnych to połączenia funkcjonalne wyglądają podobnie jak w przypadku zdrowych dzieci!

Badania przeprowadzono na grupie 20 dzieci z AgCC, porównując wyniki z dziećmi zdrowymi (TDC). Mediana IQ dla dzieci bez spoidła wielkiego to 76, a dzieci typowych 113, jest więc duża różnica, ale też duża wariancja, bo dzieci z AgCC miały IQ pomiędzy 66 a 126, a zdrowe 88-136. Nie znaleziono jednak korelacji pomiędzy IQ a konektomem strukturalnym, co wymaga dokładniejszego zbadania innych anomalii ich mózgow. Jak widać na rysunku poniżej u dzieci z AgCC nie ma połączeń pomiędzy półkulami jednakże połączenia funkcjonalne (czyli synchronizacja sygnałów świadcząca o współpracy) są wyraźnie widoczne. Te rysunki w dość nietypowy sposób pokazują jaka część połączeń z poszczególnych płatów trafia do lewej lub prawej półkuli.



Agenеза spoidła wielkiego, strukturalne i funkcjonalne.

Rys. powyżej z publikacji Siffredi i inn. (2020). Structural Neuroplastic Responses Preserve Functional Connectivity and Neurobehavioural Outcomes in Children Born Without Corpus Callosum. [Cerebral Cortex](#) 31, 1227–1239.

Nie jest to telepatia między półkulami, tylko wynik neuroplastyczności, dzięki której powiększają się spoidła wielkie przednie i tylne. Już wcześniej zauważono wpływ własności tych spoidła na funkcje uwagowe. Zróżnicowanie ludzkich mózgow widoczne w strukturze konektomów i funkcjonalnych konektomach jest większe niż się początkowo wydawało. Na razie (11/2020) nie ma jeszcze badań pokazujących jak to wpływa na procesy świadome, ale jeśli połączenia funkcjonalne są w miarę normalne to jest to całkiem inna sytuacja niż w przypadku osób po komisurotomii.

Ciekawostki:

Narysujcie na czole literę Q. Czy ma ogonek w prawo czy w lewo?

Kiedy mówimy lewa półkula [hamuje aktywność prawej](#), a siła tego hamowania jest zależna od gęstości włókien w ciele migdałowatym, łączących tylne części kory związanej z funkcjami mowy.

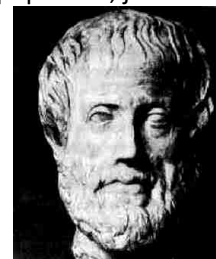


## A11.5. Filozofowie o tożsamości.



Filozofię zostawiamy sobie na koniec, ale w kontekście lateralizacji funkcji i problemu tożsamości warto popatrzeć, jak próbowali sobie z tym radzić ludzie, którzy nie mieli o pracy mózgu, ani o nauce, większego pojęcia.

[Arystoteles](#) (-384 do -322 roku) był zapewne największym greckim filozofem. Jego teoria, nazwana [hylemorfizmem](#), zakłada, uwzględnia istnienie stałej materii (hyle), która przyjmuje różne formy (morphe). Przemiana dotyczy formy, a nie samej materii - dojrzewanie, odmiana, ruch, to przemiany formy. Dzisiaj wiemy, że oprócz formy, rozumianej jako przestrzenny układ cząsteczek, możemy mieć też [formę dynamiczną](#), stan aktywacji neuronów, lub rejestrów i komórek pamięci komputera. To dzięki formie dynamicznej możliwa jest pamięć robocza, która znika po wyłączeniu komputera, lub ulega rozproszeniu w mózgu jeśli nie ulegnie konsolidacji i nie zmieni fizycznej struktury połączeń.



Mamy więc **materię (zajmującą fizycznie miejsce), jej formę (zmieniającą strukturę) i dynamiczną formę**, nie związaną z widocznymi zmianami struktury, tylko zmianami stanu (napięcia, przepływu prądu, częstości oscylacji). Wszystkie te procesy mają podłoże materialne, forma dynamiczna wiąże się z przepływem prądu lub zmianami natężenia pola elektromagnetycznego, a więc z niewidocznymi zmianami struktury.

**Neurologzy** badają wpływ uszkodzeń mózgu (a więc zmian struktury) na jego działanie. **Psychiatrzy** zajmują się aktywacjami różnych funkcji na tej samej strukturze, pomimo braku widocznych uszkodzeń strukturalnych, szukając bardziej subtelnych zmian wpływających na funkcjonowanie sieci neuronów. Mogą to być np. rezultaty złego poziomu neurotransmiterów, różnych cząsteczek chemicznych, niedobór lub nadmiar jonów i mikroelementów, wpływających na pracę mózgu. **Psycholodzy kliniczni** zajmują się głównie formą dynamiczną, różnymi aktywacjami tej samej sieci neuronalnej, którą często można zmienić za pomocą psychoterapii, oddziaływania środowiska, rozmowy.

Arystoteles zakładał, że porządek świata jest celowy: z żołądzia zawsze wyrasta dąb, kamienie spadają w dół, Słońce wstaje rano. Celem nasiona jest stać się drzewem. Celem człowieka jest stać się rozumnym. Jego teoria, zwana [teleologią](#), uważa za cel każdego bytu aktualizację jego formy. Obecnie pozorną celowość organizmów biologicznych wyjaśniamy odwołując się do ewolucji: różne cechy organizmów rozwijają się bez celu, ale pozostają te, które pozwalają przetrwać w określonym środowisku. Celem rozwoju jest taka forma, która w określonym środowisku ma największe szanse na kontynuację istnienia, przeżycie i stworzenie potomstwa. Chociaż nie ma celu nadrzędnego efekt końcowy robi wrażenie celowego. Skóra delfina ma specyficzną budowę by zmniejszyć opór wody i zużycie energii przy szybkim pływaniu. Delfin musi szybko pływać by sprawnie polować na ryby, przetrwać i zostawić potomstwo. Zmiana środowiska powoduje wymieranie wielu gatunków, nie istnieje absolutna, docelowa forma. To dotyczy również ludzi, którzy dostosowali się do różnych warunków, zmieniając nie tylko budowę swoich ciał, ale przede wszystkim mózgow, które zmieniają się znacznie szybciej niż cechy fizyczne ciała. Lateralizacja półkul mózgu i pojawienie się zdolności językowych, a w konsekwencji symbolicznego, logicznego myślenia, jest jedną z konsekwencji tych zmian.

W traktacie ["De anima"](#) (O duszy), napisanym ok. -350 roku, Arystoteles napisał (moje tłumaczenie z przekładu angielskiego):

".. badanie duszy musi należeć do nauk o Naturze ... Fizyk zdefiniuje stany duszy odmiennie od dialektyka; ten drugi uzna złość jako coś w rodzaju chęci odwzajemnienia się za ból bólem, a ten pierwszy zdefiniuje ją jako wrzenie krwi lub gorącej substancji otaczającej serce. Fizyk przypisze złości warunki materialne a dialektyk formę lub formowalną esencję; jest to bowiem formowalna esencja opisująca fakt, chociaż by mogła rzeczywiście zaistnieć musi być uosobiona w materialnym podłożu badanym przez fizyka".

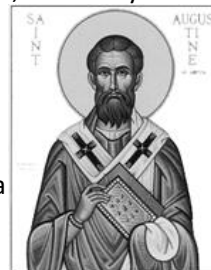
Dialektyk to oczywiście dzisiejszy psycholog, a fizyk to raczej neurobiolog. Arystoteles wyraził tu całkiem współczesną ideę:

mózg jest substratem zdarzeń umysłowych, by mogły one zaistnieć potrzebne jest materialne podłoże w postaci mózgu. **Mózg i umysł to dwie strony tego samego medalu, choć wydaje się to sprzeczne z intuicją.**

W tymże traktacie Arystoteles wyraża bardziej abstrakcyjne idee (Księga I):

Liczby bowiem były uważane za jednoznaczne z ideami i zasadami [...] "Ponieważ dusza uchodziła i za źródło ruchu, i za zdolność poznawczą, dlatego niektórzy złożyli ją z tych dwojga, oświadczając, że jest ona liczbą, która sama siebie porusza". Samo-poruszającą się liczbę może uznać za intuicje abstrakcyjnej, relacyjnej struktury dynamicznej (idei), czyli aktywacji lewej półkuli odpowiedzialnej za symboliczną, racjonalną część umysłu. Jak widać pewne idee Arystotelesa dają się zinterpretować w sposób zgodny z współczesną wiedzą. W starożytności powstało wiele racjonalnych idei, ale też wiele było całkowicie chybionych, tak jak znaczna część fizyki Arystotelesa. Bez podstaw empirycznych nie było możliwości weryfikacji prawdziwości tych idei, dlatego większość uczonych zajmowała się spekulacjami filozoficznymi, oderwanymi od rzeczywistości.

**Teolodzy często odwołują się do teleologii.** [Św. Augustyn](#) dopatrywał się celu w przebiegu historii, zdarzeniach społecznych i wszelkich katastrofach naturalnych czy epidemiach, które próbowano powiązać z boską interwencją, nadając im znaczenie moralne. Wynikało to z przekonania, że cały Wszechświat został stworzony na potrzeby ludzi. Jesteśmy tak ważni, że nic nie może być przypadkowe, a więc wszystko musi mieć sens i moralne znaczenie.



Skąd bierze się taka mania wielkości, którą trudno uzgodnić z naszym doświadczeniem? Nasza prawa półkula ciągle doszukuje się sensu w świecie, dopatrujemy się sensu w przypadkowych plamach ([pareidolia](#)), zdarzenia interpretujemy odwołując się do mitów. To rodzi bardzo niebezpieczne poglądy oparte na spekulacjach i starożytnych mitach. Ewolucja nie troszczy się o przetrwanie żadnych gatunków, wiele form praludzkich już wyginęło. W starożytności było wiele dużych katastrof, po których przetrwały legendarne opisy potopu, wulkanów niszczących Sodomę i Gomorę, trzęsień ziemi niszczących wieżę Babel, i innych obrosłych legendami zdarzeń, którym próbowano nadać moralny sens. Część ludzi próbuje odkryć "plan zbawienia ludzkości" w zawiłej historii zdarzeń, oczekując na Apokalipsę, po której ma nastąpić Sąd Ostateczny. Wielkie tsunami u wybrzeży Indonezji w 2004 roku zabiło ćwierć miliona ludzi, w większości muzułmańskich biedaków mieszkających na Sumatrze, ale też turystów i mieszkańców Tajlandii, Sri Lanki i Indii. Szybko pojawiły się legendy nadające sens temu wydarzeniu. Modlitwy nie powstrzymają trzęsień ziemi ani nie ostudzą wulkanów. System satelitarny wczesnego ostrzegania, wprowadzony po tej katastrofie, może za to uratować wielu ludzi przed kolejnymi tsunami.

**Zasada antropiczna** wprowadza pewnego rodzaju celowość by wyjaśnić rozwój Wszechświata: gdyby prawa fizyki były nieznacznie odmienne to nie powstało by życie i inteligentny obserwator, nikt by nie mógł poznać Wszechświata. Jest to założenie dość oczywiste: istnienie obserwatora oznacza, że musiały być warunki by powstał: musiały powstać gwiazdy, planety, ciężkie pierwiastki. Wnioski filozoficzne z tego faktu są jednak często daleko idące: Wszechświat jest taki, jaki jest by powstał obserwator.

Początkowo sądzono, że oddziaływania grawitacyjne, elektromagnetyczne, słabe i silne muszą być bardzo dokładnie "dostrojone" by wynikające stąd procesy doprowadziły do powstania życia. Może jednak przyszła teoria wszystkiego pokaże, że z prostych założeń wynika, iż jest to jedyny możliwy wszechświat ... a może życie możliwe jest w różnych wszechświatach, czyli wieloświecie? Jeśli zmienić nie jedną, ale równocześnie kilka stałych określających fizyczne oddziaływania to istnieją całe wyspy stabilności warunków, przy których w dość różnych wszechświatach mogłoby powstać życie i obserwator. Życie w naszym Wszechświecie potrzebowało miliardów lat, by powstały złożone biologiczne organizmy. Inne wartości stałych fizycznych mogą sprzyjać szybszemu powstaniu inteligentnych form życia. [Krytyka zasady antropicznej](#) pokazuje, że przekonanie o wyjątkowości naszego wszechświata jest wątpliwe.

[Galileusz](#) (1564-1642) był pierwszym nowożytnym uczonym, który odróżnił zjawiska fizyczne od subiektywnych wrażeń. Ciepło może być ruchem atomów Demokryta, a jednocześnie nie jest odbierane jako ruch, musi więc uruchamiać w nas jakieś procesy, prowadzące do powstania wrażenia ciepła.

[Kartezjusz \(Rene Descartes, 1596-1650\)](#) był pierwszym wybitnym nowożytnym filozofem umysłu, żyjącym na pograniczu średniowiecza. Jego czasy były bardzo burzliwe: częste wojny religijne, zderzenie teorii Kopernika, Keplera i Galileusza z autorytetem Arystotelesa. Jego zasługą jest wyraźne oddzielenie umysłu, opisanego jako rzecz poznająca, *res cogitans*, od ciała i przedmiotów fizycznych (*res extensa*), czyli tego, co poznaje od tego co jest poznawane. Szukając wiedzy pewnej uznał, że wszystkie obserwacje empiryczne są niepewne, tylko wiedza oparta na myśleniu, np. wiedza matematyczna, jest całkowicie pewna. Uznał więc myślenie za esencję umysłu.

Słynne stwierdzenie Kartezjusza "Cogito, ergo sum", tłumaczone jako "myślę, więc jestem", sprowadza nasze poczucie tożsamości do funkcji lewej półkuli. Patrząc na cały organizm powinniśmy raczej powiedzieć "Ja jestem, ja istnieję". Mechanizmy poznawcze, działania mózgu, ukryte są przed myśleniem; myślenie jest ich wynikiem. Myślenie koncepcyjne zakłada pewien język, a ten jest wynikiem komunikacji społecznej, narzucającej specyficzne formy myślenia, a nie prawdy absolutne. Kartezjusz zapomniał o dzieciach, które początkowo nie myślą koncepcyjnie, a z pewnością istnieją. Jestem, bo doświadczam zmian (a nie tylko myślę); nie ma mnie gdy zmiany ustają (np. w czasie anestezji). Zamiast tego doszedł do przekonania, że:



Ja jestem, ja istnieję; to jest pewne. Jak długo jednak? Oczywiście, jak długo myślę; bo może mogłoby się zdarzyć, że gdybym zaprzestał w ogóle myśleć, to natychmiast bym cały przestał istnieć.

Czy zaprzestanie myślenia, np. w głębokim śnie lub śpiączce, jest równoważne z nieistnieniem? Obiektywnie nie, ale subiektywnie tak, jeśli przez myślenie rozumiemy wszystkie procesy przetwarzania informacji w mózgu, a nie tylko myślenie koncepcyjne. Chociaż Kartezjusz poszukiwał prawdy absolutnej, nie potrafił zakwestionować argumentów religijnych. Idee wrodzone, w tym ideę bytu doskonałego, uznał za niepodważalne. Istnienie świata uznał za fakt, bo w Biblii opisano jego stworzenie. Psychologia rozwojowa, badająca jak idee formują się w umysłach małych dzieci, powstała 300 lat po nim.

Innym wybitnym prekursorem kognitywistyki był [Baruch \(Bento, Benedykt\) Spinoza](#).

"Etyka metodą geometryczną wyłożona" Spinozy zawiera szereg propozycji, uzasadnianych podobnie jak twierdzenia matematyczne.



- **Ludzki umysł jest ideą ludzkiego ciała.**
- Ludzka wolność ludzi polega załedwie na tym, że człowiek zna swoje pragnienia, nie zna natomiast przyczyn, które je wywołują. Wolność to świadoma konieczność.
- Ludzkich postępów nie wyśmiewać, nie opłakiwać, nie potępiać, lecz zrozumieć.
- Miłość nie jest niczym innym jak stanem przyjemności, radością, której towarzyszy wyobrażenie przyczyny zewnętrznej.

Baruch Spinoza wolał pozostać rzemieślnikiem szlifującym soczewki niż zostać profesorem w Heidelbergu; zaproszenie zawierało bowiem warunek "niezakłócania powszechnie przyjętej religii", którego nie mógł zaakceptować. W liście z 30.03.1673 roku Spinoza pisze: "nie wiem w jakich granicach musi mieścić się wolność filozofowania by nie wywołać wrażenia, że moją intencją jest zakłócanie powszechnie przyjętej religii". Za rozpowszechnianie poglądów Spinozy jego przyjaciel Aadrian Koerbagh zmarł w więzieniu w 1669 roku; życie Spinozy było również w niebezpieczeństwie. Stąd napis na **nagrobku Spinozy: Caute! (Ostrożnie!)** Wszystkie jego dzieła były przez stulecia wyklęte, zarówno przez świeckie jak i kościelne władze.

O związkach neurobiologii emocji z poglądami Spinozy [Antonio Damasio](#) napisał znakomitą książkę "W poszukiwaniu Spinozy" (2005).

[David Hume](#) (1711-1776), szkocki sceptyk, napisał "[Traktat o naturze ludzkiej](#)" (1739) i "[Badania dotyczące rozumu ludzkiego](#)" (1748).

Jego celem było zastosowanie metody naukowej Newtona do zbadania natury umysłu. Doszedł do wniosku, że nie ma idei wrodzonych, wszystkie idee proste powstają z prostych wrażeń. Umysł opiera się na skojarzeniach, przyczynowych, czasowych, korelacjach. Związków przyczynowych nie można jednak wywieść z korelacji.



Przy końcu XIX wieku takie idee stały się podstawą pierwszych teorii psychologicznych. [Asocjacionizm](#) podkreślał, że myślenie to kojarzenie zdarzeń, złożone akty psychiczne są wynikiem kojarzenia wrażeń. Dzięki skojarzeniom powstają nowe połączenia w mózgu, odruchy warunkowe, które w tym okresie badał [Ivan Pawłow](#). Związek pomiędzy zdarzeniami ma naturę psychologiczną, "jest rodzajem przyciągania w świecie mentalnym jak i fizycznym, przejawiając się w licznych i zróżnicowanych formach", pisał Hume. Nie ma nic absolutnie pewnego czy trwałego. Nawet poszukiwania trwałej jaźni kończą się niepowodzeniem. Hume analizując stany swojego umysłu zauważył, że może dostrzegać jedynie różne percepty. Dlatego "ja" może być tylko strumieniem perceptów, połączonych skojarzeniami, łączącymi wspomnienia z przeszłości, pozwalając utworzyć idee osobowej tożsamości. Przekonanie o ciągłości istnienia jest więc fikcją, "uciekamy się do pojęcia duszy, jaźni i substancji, ażeby zamaskować zmianę". Takie oparte na introspekcji przemyślenia 2000 lat wcześniej głosiły różne szkoły filozofii buddyjskiej. Introspekcja nie pozwala na dostrzeżenie umysłu, za strumieniem stanów mentalnych nie widać żadnych ukrytych mechanizmów. „Umysł to teatr pewnego rodzaju, gdzie liczne percepcje zjawiają się kolejno, przesuwają się to w tę, to w inną stronę, przeliszgują się i znikają, to znów mieszają się ze sobą w nieskończonej ilości różnych postaw i sytuacji”, napisał Hume w jednym ze swoich listów. Dualizm substancji jest więc fałszywy, Kartezjusz nie miał racji. Nasze poczucie tożsamości jest głębsze niż tylko werbalna narracja.

Również [Immanuel Kant](#) (1724-1804), na długo przed Darwinem zauważył, że **umysł jest odbiciem środowiska, w którym się rozwija**, nie mamy więc wiernej kopii rzeczywistości. Dostępna nam wiedza zależy od natury umysłu i jego możliwości poznawczych. Nie jest to tylko wiedza abstrakcyjna. Wiedza wewnętrzna, dotycząca świata psychiki, nie jest doskonalsza niż wiedza o świecie fizycznym (Kant zrozumiał to na długo przed psychologią rozwojową). Nie znamy siebie, mamy tylko wyobrażenia o sobie, pewien model własnego zachowania, reakcji, skłonności. Introspekcja jest zwodnicza, konieczny jest całościowy opis zachowania, uwzględniający wszystkie procesy. Psychologia to potwierdziła 100 lat po Kancie. Każda obserwacja jest przefiltrowana, zinterpretowana w oparciu o kategorie myślowe. Nie ma czystej obserwacji, o interpretacji decyduje teoria, do której się odwołujemy. Jeśli ktoś zachoruje lekarze stwierdzą, że to wirus, zwolennicy new age, że sam jest temu winien (bo według nich człowiek pozytywnie myślący nie choruje), ludzie religijni że to kara boża, a szamani, że to

atak demona ... Ten sam fakt, różne interpretacje i niestety różne konsekwencje.

**Podstawowe kategorie - czas, przestrzeń - to według Kanta dane apriorycznie, niezależne od doświadczenia.** Postrzeganie zakłada relacje czasowe i przestrzenne. To wynika z dominacji wzroku, konstrukcji mózgu wykorzystującego procesy widzenia do orientacji przestrzennej. Słuch opiera się na relacjach czasowych. Analiza sygnałów zmysłowych, sposób eksploracji wizualnej, wymaga skomplikowanego mechanizmu sterowania ruchami oczu i integracji informacji z różnych zmysłów, w tym zmysłu równowagi i propriocepcji.

Niektórzy zwolennicy Kanta uznali potrzebę badań psychologicznych dla zrozumienia natury umysłu. Percepcja możliwa jest dzięki wiedzy apriorycznej dotyczącej postrzeganych obiektów. Np. percepcja 3D jest niemożliwa bez wiedzy apriorycznej o tym jak wygląda świat, wrażenie głębi trzeba się nauczyć interpretować we wczesnym dzieciństwie. Z tego powodu mamy wrażenia 'figur niemożliwych', np. rysunków Eschera. Nie jest to tylko wiedza werbalna, ale [ucieleśnione poznanie](#).

Jednak dominującym kierunkiem w filozofii umysłu w XX wieku stała się [filozofia kognitywna](#), w której działanie umysłu uznano za wynik oddziaływań uniwersalnych symbolicznych reprezentacji formalnych. Znaczenie pojęć lub zdarzeń jest wynikiem świadomego użycia reprezentacji umysłowych do formułowania sądów logicznych. Podkreślano rolę języka i analiz wypowiedzi, wiedzy o świecie, uwarunkowań ewolucyjnych i neurobiologicznych form naszego myślenia.

Poszukiwano dobrych metafor dla zrozumienia umysłu w analogiach z procesami obliczeniowymi.

Umysł traktowano jako "odcieleśniony", oderwany od niewerbalizowalnych form percepcji i działania. Wittgenstein pisał: "Granice mego języka oznaczają granice mego świata. Logika wypełnia świat; granice świata są też jej granicami. Nie ma podmiotu myśli i wyobrażeń." Wynika stąd, że nie ma umysłu poza procesami myślenia, wyobrażania ... To kolejny pomysł na opis działania mózgu oderwany od fizycznej rzeczywistości, konceptualizacja procesów, która nie opisuje głębokich mechanizmów odpowiedzialnych za nasze zachowanie.

Takie poglądy dominowały prawie do końca ubiegłego wieku. W oparciu o nie próbowano stworzyć sztuczną inteligencję już w latach 1950, np. w ramach projektu "General Problem Solver", czyli Ogólnego Rozwiązywacza Problemów. Dopiero w 1986 roku pojawiła się alternatywa w postaci [neurofilozofii, a później teorii enaktywne](#), skupiające się na roli ciała.

#### Zadania:

**Wykonajcie ćwiczenia z balansowaniem i testy stronności, opiszcie swoje wrażenia.**

**Co wiem o sobie w wyniku obserwacji swoich mentalnych stanów, a co dzięki obserwacji skutków swojego działania? Czy mogę to powiązać z prostymi modelami mózgu omawianymi w tym wykładzie, czy też są one niewystarczające?**

**Czy zauważasz swoje tendencje do konfabulacji? W jakich sytuacjach?**

Pytania, na które powinniście znać odpowiedzi po przeczytaniu notatek do tego wykładu:

1. Co zwiększa szanse przeżycia organizmu? Jak to się wiąże z poglądami Arystotelesa?
2. Czemu karaluchy mają włoski na nogach?
3. Narysuj, gdzie mieści się 6 płatów kory mózgu.
4. Na czym polega wyjątkowość mózgu człowieka?
5. Czy szczur o masie mózgu takiej jak człowiek byłby równie inteligentny?
6. Mózg słonia jest większy niż człowieka; czemu słoń nie jest od nas bardziej inteligentny?
7. Oceń, jaki procent mózgu wykorzystujemy. Jaki sens można nadać temu pytaniu?
8. Jakie sprzeczne wymagania stoją przed mózgami i jak natura je rozwiązuje?
9. Jaka jest rola interpretera i jak się przejawia u pacjentów z komisurotomią.
10. Jakimi metodami bada się lateralizację funkcji mózgu?
11. Jakie są różnice anatomiczne między półkulami mózgu?
12. Co to jest komisurotomia i jakie wnioski płyną z badań pacjentów po takim zabiegu?
13. Jak można scharakteryzować różnice w przetwarzaniu informacji wzrokowej lewej i prawej półkuli?
14. Jakie są efekty uszkodzeń lewej i prawej półkuli?
15. Jakie zmiany w rozumieniu postaw moralnych powoduje komisurotomia.
16. Czy świadomość mieści się w lewej półkuli? Co się dzieje jeśli ją wyłączymy?
17. Jakie znaczenie ewolucyjne mogła mieć specjalizacja półkul?
18. Co to jest aprozodia?
19. Czemu kot widziany w lewym polu widzenia znika, gdy machamy ręką w prawym polu widzenia?
20. Czy można w pełni "poznać siebie"? Co takiego chcemy się dowiedzieć?
21. Co może oznaczać nieokreślony niepokój emocjonalny?
22. Jak można interpretować stwierdzenie: "To jeszcze do mnie nie dotarło"
23. Jak można sprawdzić sprawność swojego spoidła?
24. Co to jest hylemorfizm i jak pomaga w zrozumieniu poczucia tożsamości?
25. Dlaczego teleologia jest błędna?

26. Uzasadnij, dlaczego lewa półkula nie odpowiada w pełni za nasze poczucie tożsamości.

### Literatura

1. Arystoteles, [Metafizyka](#).
2. Budohoska W, Grabowska A, Dwie półkule - jeden mózg, Wiedza Powszechna, Warszawa 1994
3. Doidge N. (2017). Mózg zmienia się sam. Wyd. Vital.
4. Draaisma D, Rozstrojone umysły. PIW 2009
5. Gazzaniga M, [Istota człowieczeństwa](#). Co czyni nas wyjątkowymi. Wyd. 2, 2020.
6. Gazzaniga M, Po obu stronach mózgu. Moja przygoda z neuronauką. Copernicus Center Press 2017
7. Gazzaniga M, O tajemnicach ludzkiego umysłu. Biologiczne korzenie myślenia, emocji, seksualności, języka i inteligencji. Książka i Wiedza, Warszawa 1997
8. Gazzaniga M, Who is in charge? Free Will and the Science of the Brain. Ecco 2011
9. Giraud AL, Endogenous cortical rhythms determine cerebral specialization for speech perception and production. Neuron 2007 Dec 20;56(6):1127-34.
10. Górka T., Grabowska A., Zagrodzka J., red, Mózg a zachowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997
11. Herculano-Houzel S, [The human brain in numbers: a linearly scaled-up primate brain](#). Front. Hum. Neurosci. 3, 1-31, 2009
12. Hume D. [Traktat o naturze ludzkiej](#) |
13. Hume, D. [Badania dotyczące rozumu ludzkiego](#)
14. Ingram J, Płonący dom. Odkrywając tajemnice mózgu. Prószyński i Ska, 1997.
15. Janiszewski L, G. Barbacka-Surowiak, J. Surowiak, Neurofizjologia porównawcza Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
16. LeDoux J, Mózg emocjonalny. Wyd. Media Rodzina, Poznań 2000.
17. LeDoux J, Synaptic Self. How are brains become who we are. Viking 2002.
18. Lennie P. (2003). [The Cost of Cortical Computation](#). Current Biology 13, 493–497, 2003.
19. Mroziak J, Równoważność i asymetria funkcjonalna półkul mózgowych. Uniwersytet Warszawski, Warszawa 1992
20. Pinto Y. i inn. Split brain: divided perception but undivided consciousness. Brain (2017) aww358
21. Roth G, Dicke U, [Evolution of the brain and intelligence](#). Trends in Cognitive Sciences 9(5), 250-257, 2005
22. [Uomini N.T.](#), Prehistory of handedness, Journal of Human Evolution 57(4): 411-419, 2009

Popularne:

23. [Greater Good Magazine](#).

---

Cytowanie: [Włodzisław Duch](#), Wstęp do Kognitywistyki. Rozdz. A11: Da mózgi w jednym? UMK Toruń 2025.

[Następny rozdział: Socjobiologia i płęć.](#) | [Wstęp do kognitywistyki - spis treści](#).