

[Poprzedni rozdział](#) | [Wstęp do kognitywistyki - spis treści](#).

Złożone czynności psychiczne: [Język i mowa](#) | [Muzyka i mózgi](#) | [Humor](#) | [Matematyka i mózgi](#) | [Talent](#) | [Inteligencja i geniusz](#) | [Kreatywność](#)



B9.1 Złożone czynności psychiczne



Umysł można definiować różnie, w teorii Newella i Simona to system kontrolny określającym zachowanie organizmu w oddziaływaniach ze złożonym środowiskiem. To wymaga systemu poznawczego, który przetwarza informacje zmysłowe w złożony sposób, pozwalając na racjonalne działanie.

Elementarne czynności związane z percepcją, [pamięcią](#), [uwagą](#), to procesy widoczne nawet u prymitywnych zwierząt.

Złożone czynności psychiczne to [świadomość](#), [poczucie tożsamości i jaźń](#), [osobowość](#), [teoria umysłów](#), [kreatywność](#), [język](#), [myślenie](#), [rozumowanie](#), [wola i poczucie sprawstwa](#), [wyobrażenia](#), ... czyli subiektywnie uświadamiane procesy wynikające ze złożonej pracy całego mózgu.

Czy i w jakim stopniu takie czynności są zlokalizowane? Czy w ich realizacji zaangażowana jest większość struktur mózgu, czy tylko kilka wyspecjalizowanych?

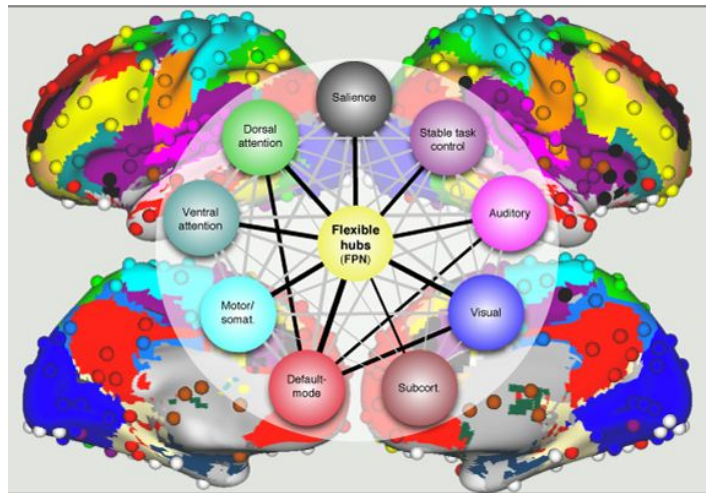
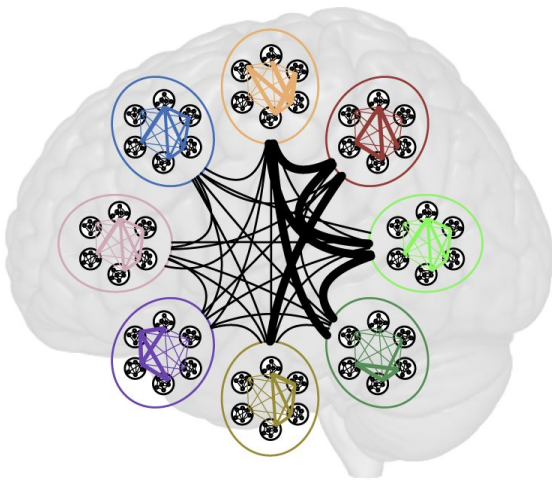
Aktywność mózgu związana z percepcją skupiona jest w wyróżnionych obszarach. Mowa aktywizuje obszary kontrolujące ruch, ale na ile myślenie lub inne wyższe czynności są zlokalizowane? Pełna lokalizacja takich czynności jest mało prawdopodobna, ale również lokalizacja prostszych czynności jest kwestionowana (Anderson, 2010). Mózg może wykorzystywać te same obszary do różnych celów, dlatego można im przypisać udział w wielu funkcjach, ale żaden z tych obszarów nie jest za nie w pełni odpowiedzialny. Oznacza to, że powinna tu być duża wariancja aktywności licznych obszarów, bo złożone czynności są wynikiem ich wzajemnej współpracy, koniecznej w sytuacjach wykraczających poza typowe schematy postrzegania-działania.

Perspektywa ewolucyjna może wyjaśnić podstawowe mechanizmy działania mózgu. Z obserwacji rzadkich przypadków urodzeń dzieci, które nie mają oczu, uszu, nosa, receptorów dotyku, a nawet języka wiemy, że może to być wynik mutacji genetycznej wpływającej na powstawanie określonego białka. Zachowania zwierząt są często bardzo wyrafinowane, szczególnie zachowania godowe, tańce i śpiewy ssaków, ptaków a nawet ryb, ale są to zachowania schematyczne, które ewoluowały przez bardzo długi czas. Zmysły pozwalają na odbieranie sygnałów dzięki analizie cząsteczek w powietrzu, wodzie i glebie za pomocą zmysłu węchu i smaku, wibracjom gruntu i powietrza od infradźwięków (słonie, walenie) do ultradźwięków (nietoperze), precyzyjnej analizy nacisku pozwalające na orientację za pomocą dotyku, koniecznej dla utrzymania równowagi, informacji zawartych w promieniowaniu elektromagnetycznym od głębokiej podczerwieni (żmije) do ultrafioletu (owady), wykrywania słabych pól elektrycznych i magnetycznych. Ta ogromna różnorodność sygnałów pochodzących ze zmysłów zamieniana jest na elektryczne impulsy i wydobywana jest z nich informacja przydatna do działania. Mózgi mają specyficzne struktury odpowiedzialne za analizę sygnałów zmysłowych i instynktowne reakcje na jej wyniki (Eagleman, 2020).

Szybkie **uczenie się w naturalnym środowisku jest procesem selekcji możliwości** wybranych przez naturę na drodze doboru naturalnego. Jednakże dotyczy to tylko podstawowych form percepcji. Możliwe jest też wolniejsze, trwające wiele miesięcy i lat uczenie się, związane z pojawieniem się w środowisku nowych przydatnych informacji, afordancji skłaniających do działania. Tak było w przypadku wynalazku języka, pisma, muzyki czy matematyki. Potrzebne były wyspecjalizowane obszary mózgu by szybko zamienić informację akustyczną w ciąg fonemów pozwalających na rozumienie słów w różnych warunkach, informację wzrokową w rozpoznawanie grup znaków, co pozwoliło na ciche, szybkie czytanie, czy wykonywanie zapisanej w postaci nut muzyki. Większa gęstość zaludnienia po powstaniu miast wymusiła potrzebę rozpoznawania twarzy. Automatyzacja takich czynności wymaga specjalizacji wybranych obszarów

kory mózgu. Te nowe funkcje mogą ulegać specyficznym uszkodzeniom na wiele sposobów, które bada neuropsychologia. Systemy o dużej elastyczności działania w zmiennych warunkach nie mógł wyewoluować, jest to kwestia kultury, gromadzenia wiedzy, edukacji i zdolności do uczenia się niż biologicznej ewolucji. Ma to swoją cenę - w zorganizowanych społeczeństwach presja selekcyjna nie jest już związana z inteligencją, uczeniem się rzeczy istotnych i przydatnych do przetrwania. Zgodnie z prawem [Kopernika-Greshama](#) w demokracji gorszy pieniądz (model świata) wypiera lepszy.

Wszystkie złożone funkcje wymagają synchronizacji przepływu informacji w obrębie całego mózgu. Chociaż używamy ogólnych pojęć, takich jak widzenie, pamięć czy mowa, to każdy złożony proces umysłowy jest wynikiem współpracy wielu systemów w mózgu. Sieci neuronowe, realizujące podstawowe funkcje związane ze zmysłami, zawierają gęsto ze sobą połączone grupy neuronów, a przepływ pomiędzy nimi kontrolowany jest przez "zmysł wspólny" (common sense), realizowany dzięki obszarom czołowo-ciemiennym. Te obszary tworzą elastyczny system, "węzeł komunikacyjny", przez które przepływa informacja synchronizująca aktywność innych podsieci. Sieć DMN (wzburzeń podstawowych) jest pewnym wyjątkiem, korzysta z informacji innych sieci i włącza się w czasie, w którym nie wykonujemy żadnych konkretnych zadań. Schematycznie jest to przedstawione na poniższych rysunkach (za Cole i inn. 2003).



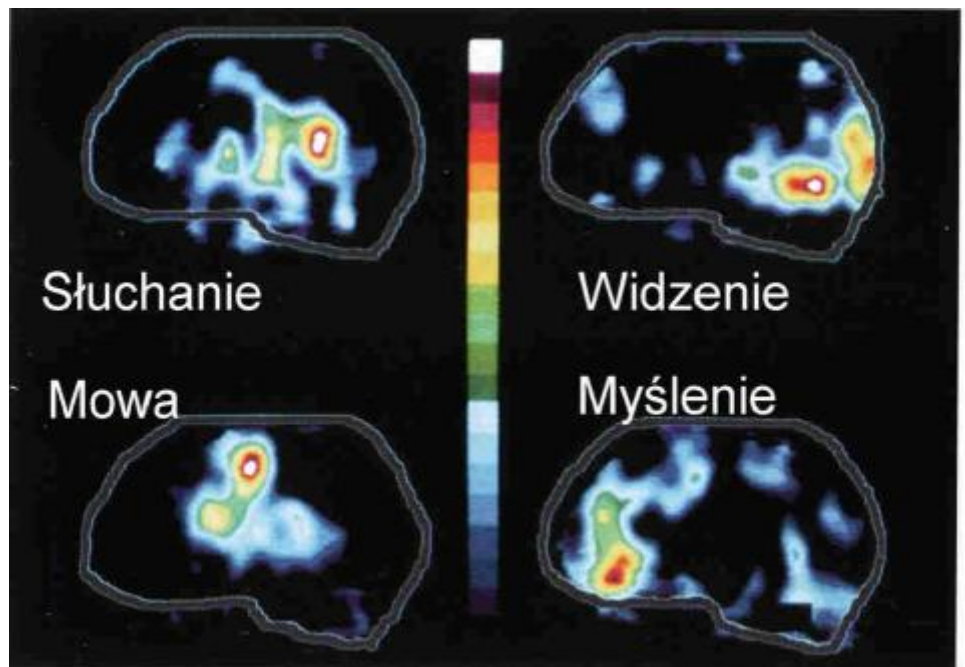
B9.2 Język i Mowa

Komunikacja istnieje w przyrodzie od początku ewolucji. Nawet bakterie komunikują się ze sobą za pomocą sygnałów chemicznych, wywołując świecenie jeśli jest odpowiednio duża koncentracja bakterii. Dzięki temu ryby przyplływają w to miejsce i połykając bakterie przyczyniają się do ich rozpowszechnienia. To zjawisko znane jest jako "[mleczne morze](#)" i zostało opisane przez Juliusza Verne w książce „20 000 mil podwodnej żeglugi”. [Nieświszczuki](#) potrafią przekazywać bardzo złożone informacje o zagrożeniach, udało się rozszyfrować bogaty [słownik komunikatów](#), oparty na gwizdach i piskach. Komunikacja chemiczna, akustyczna i wizualna jest powszechna, jednakże ludzki język jest znacznie bardziej rozwiniętą umiejętnością.

Dzieci uczą się języka bez wysiłku - czy jest to wrodzona specyficzna umiejętność czy wynik działania ogólnych mechanizmów poznawczych w określonym środowisku?

Są tu dwie szkoły: natywiistów, takich jak Chomsky, który początkowo uznał język za zbyt złożony, by się go nauczyć, a więc wymagający specjalnych mechanizmów poznawczych, rodzaj instynktu. W późniejszych latach ten pogląd uległ

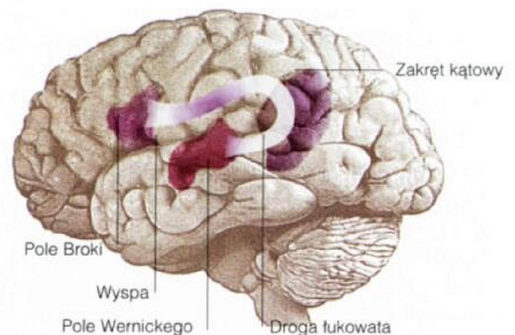
modyfikacji: forma języka jest w znacznym stopniu określona przez czynniki wewnętrzne, a więc mechanizmy mózgu. W tej formie nie jest to pogląd radykalnie odmienny od przekonania konstruktywistów, że język jest umiejętnością, którą uczymy się podobnie jak innych, w oparciu o ogólne mechanizmy poznawcze mózgu. Są cztery poziomy, od których zależą umiejętności językowe: fonologiczny - prawidłowe słyszenie i wytwarzania odpowiednich dźwięków; słownictwa; rozumienia morfologii i gramatyki. Uczymy się ich prawie równolegle, w każdym razie wzajemnie na siebie wpływają.



1. Nabywanie języka zaczyna się jeszcze przed narodzinami, chociaż dotyczy to głównie wyczucia rytmu, intonacji języka; czytanie nienarodzonym dzieciom powoduje, że silniej reagują (głównym wskaźnikiem jest ssanie) po narodzeniu na wcześniej czytane teksty.
2. Prawidłowe połączenie słów i widzianych obiektów lub odczuwanych wrażeń jest rzeczą trudną, zwłaszcza w przypadku abstrakcyjnych pojęć czy emocji, na które trudno jest wskazać.
3. Pomimo tego uczenie się słownictwa jest szybkie, w wieku około 6 lat dziecko zna 10-14 tysięcy słów.
4. Dzieci mają tendencje do regularyzacji, uczą się morfologii (np. -y by utworzyć liczbę mnogą), nauka nietypowych form jest wolniejsza.
5. Już w drugim roku życia pojawia się pewne zrozumienie reguł syntaktycznych języka, prawidłowego łączenia i znaczenia kolejności wyrazów.

Główne struktury zaangażowane w [rozumienie i tworzenie mowy](#) to:

- Okolice [zakrętu kąтового](#): obszar kojarzeniowy dla słuchu, wzroku, nazw; jego uszkodzenia zaburzą czytanie i pisanie; zaangażowany np. w rozumienie metafor czy odróżnieniu [Booba od Kiki](#).
- [Obszar Wernickego](#) w płacie skroniowym; uszkodzenia powodują [parafazje](#), mówienie bez sensu, niegrammatyczne, zły wybór słów i łączenie wyrazów, ale pozostaje prawidłowy rytm i wymowa.
- [Ośrodek Broki](#); uszkodzenia wywołują afazje motoryczne, niezdolność do prawidłowych wypowiedzi pomimo prawidłowego rozumienia.
- Wiele rodzajów [afazji](#) powstaje w wyniku specyficznych uszkodzeń tych obszarów.

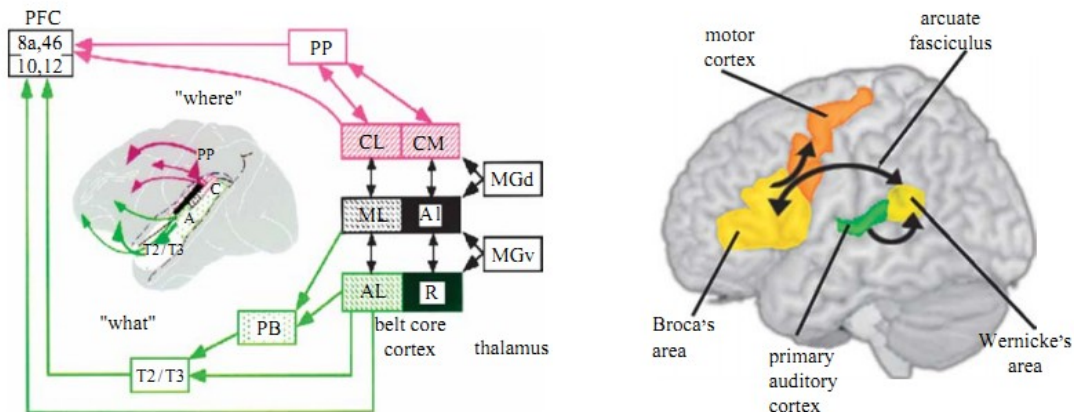


Ośrodek Wernickiego, znajdujący się w tylnej części zakrętu skroniowego (górnym płacie skroniowym) kory mózgu tradycyjnie uważano za obszar istotny dla rozumienia mowy, ale ostatnie badania (Binder 2017)

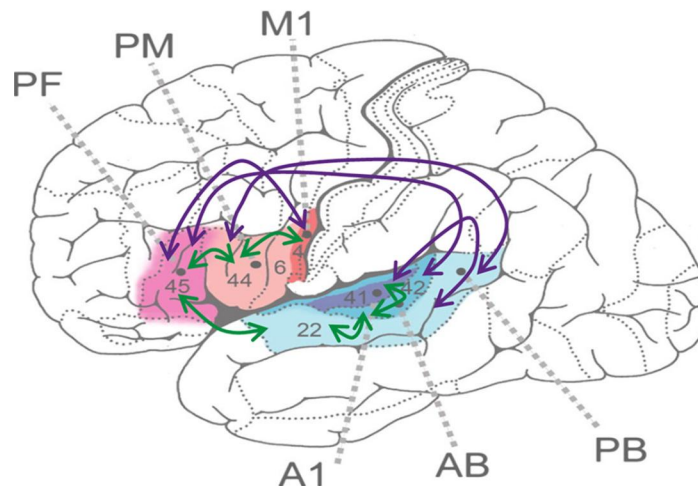
wskazują na specjalizację tego obszaru w reprezentacji sekwencji fonemów, koniecznych do produkcji mowy. Lokalne lezje tego obszaru prowadzą do [afazji przewodzenia](#), charakteryzującej się problemami z powtarzaniem słów. Rozległe uszkodzenia obszaru Wernickego prowadzą do [afazji receptywnej \(afazji Wernickego\)](#), w której występują trudności z rozumieniem pisma i mowy, przy zachowaniu płynności mowy pozbawionej sensu. Również pismo osób z taką afazją często pozbawione jest sensu.

W mózgu makaka przetwarzanie informacji słuchowej wykorzystuje dwie drogi, podobnie jak dla informacji wzrokowej. Bodźce słuchowe po przetworzeniu przesyłane są do kory przedczołowej, umożliwiając podejmowanie decyzji.

Szlak brzuszny (zielony): informacja z jąder wzgórza (MGd, MGv) trafia do środkowo-bocznej (ML) i tylnobocznej (AL) części kory słuchowej, a stąd do okolic pasa słuchowego (parabelt cortex, PB) i obszarów T2/T3 w przedniej części bruzdy skroniowej górnej (STS), oraz do kory przedczołowej (PFC).



Szlak grzbietowy (czerwony): sygnały z tylnobocznych (CL - caudolateral) i tylnoprzyśrodkowych (CM - caudomedial) okolic bruzdy skroniowej górnej, analizujących lokalizację przestrzenną, przesyłane są do kory ciemieniowej (PP) i przedczołowej (PFC), gdzie zostaną wykorzystane do podjęcia planów wspomagając orientację przestrzenną.

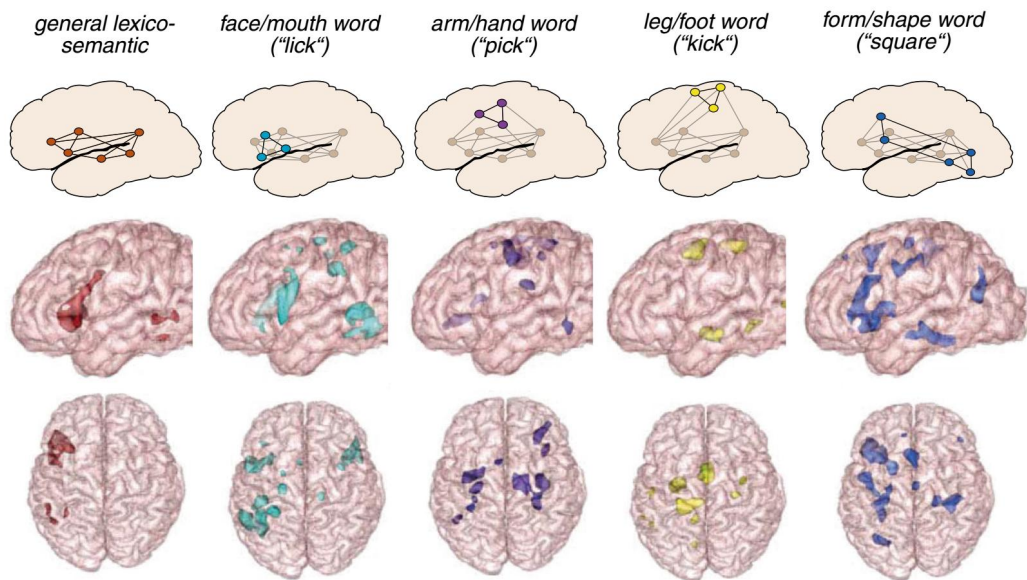


Dokładniejszy schemat połączeń obszarów zaangażowanych w analizę mowy jest bardziej skomplikowany (Rilling i inn. 2008). Reprezentacja słów jest rozproszona w górnych obszarach skroniowych, jest to: pierwotna kora słuchowa (A1), pas słuchowy (AB), pas rozszerzony (PB, obszar Wernickego), oraz w tylnych obszarach kory czołowej: to boczno-brzuszną kora przedczołową (PF) i przed- ruchową (PM, obszar Broki), kora ruchowa (M1). Te obszary mają numery w atlasie Brodmanna, zaznaczone na rysunku.

Z obrazowania mózgu u osób o lewopółkulowej dominacji funkcji językowych wiemy że:

1. Słowa dotyczące konkretnych pojęć (rzeczowników - przedmiotów, osób, zwierząt, jedzenia, narzędzi) są najsilniej skorelowane z aktywacjami w lewym płacie skroniowym.

2. Słowa określające działanie (czasowniki) aktywizują lewy płat kory przedczołowej, dolnej części zakrętu czołowego i kory przedruchowej.
3. Słowa aktywują leksykalno-semantyczne sieci w korze skroniowej i czołowej, widać różnice w aktywacji obserwowanej w fMRI w reakcji na słowa "lizać, złapać, kopnąć" i "kwadrat". Dokładniejszy rozkład aktywacji dla różnych słów jest [w atlasie semantycznym laboratorium Gallanta](#), a aktywacje kory dla różnych [kategorii słów są tutaj](#).

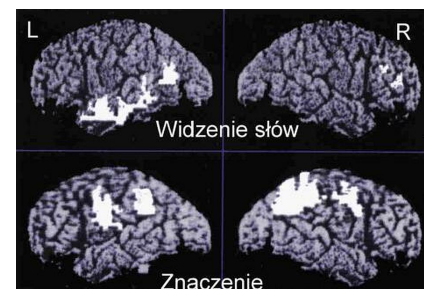


Rys: Pulvermüller, Garagnani Wenekers, Biol Cybern (2014)

4. Można rozróżnić rozpoznawanie - wiedzieć, czym coś jest, gdy rozległa aktywacja semantyczna pozwala na właściwą reakcję, od nazwania, reprezentacji fonologicznej, czyli przypominanie formy symbolu oznaczającego danych obiekt.
5. Podobne kategorie, np. narzędzia mechaniczne i sztuczne, są zlokalizowane blisko siebie.
6. Lesje przedniej części kory dolnoskroniowej i dolnej części zakrętu skroniowego powodują problemy z nazywaniem zwierząt.
7. Lesje tylnej i bocznej części kory skroniowej oraz zakrętu nadbrzeżnego powodują problemy z nazywaniem narzędzi.
8. Kodowanie pojęć jak i nazw dla znanych osób lub przedmiotów prowadzi do silniejszych aktywacji z przodu w stosunku do regionów odpowiedzialnych za kodowanie nazw i koncepcji ogólnych.
9. Problemy z rozpoznawaniem konkretnych pojęć lub kategorii pojęć skorelowane są z uszkodzeniami wyższych obszarów asocjacyjnych w obszarze ciemieniowo-skroniowym (TP).

Widzenie słowa i liczenie znajdujących się w nim sylab wywołuje całkiem inne pobudzenie niż widzenie i zastanawianie się nad znaczeniem słowa.

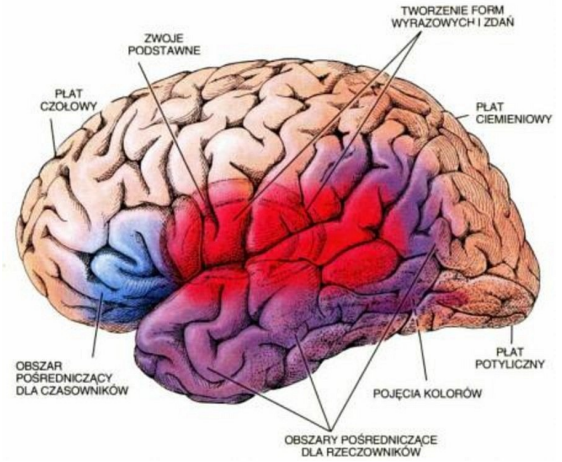
Koncepcja narzędzia, którym potrafimy się posługiwać aktywizuje obszar połączony z somatyczną i wzrokową korą sensoryczną, korą ruchową, a więc blisko ośrodków przetwarzających sygnały o ruchu ręki i analizujących wzrokowe sygnały związane z ruchem.



Formy rzeczownikowe i czasownikowe kodowane są w innych obszarach kory.

Lesze obszary kory słuchowej mogą doprowadzić do zaniku zdolności posługiwania się jakąś kategorią pojęć językowych, np. pojęć rzeczy znanych bezpośrednio w odróżnieniu od abstrakcyjnych nazw.

Rozumienie, wiedza, zakłada zdolność do działania, pobudzenie kory przedczołowej i ruchowej, kory skojarzeniowej zaangażowanej w pamięć epizodyczną, użycia danego słowa w sensie schematu senso-motorycznego, więc reprezentacja pojęć musi aktywować takie obszary.

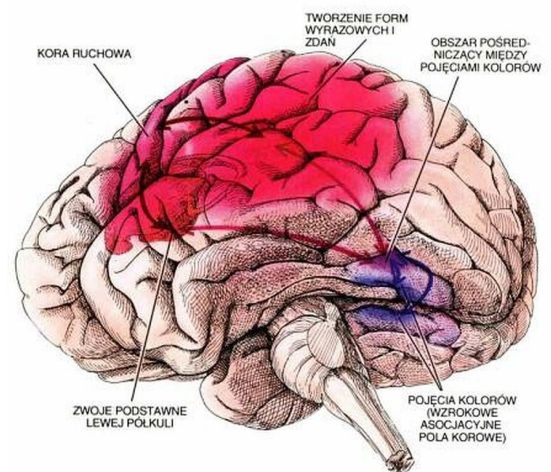


VWFA, czyli **Visual Word Form Area** to region w obszarze zakrętu wrzecionowatego (BA 37), w tylnej górnej części zakrętu dolnoskroniowego, kodujący wizualną formę słów.

W jaki sposób rozpoznajemy i nazywamy kolory? Sposób widzenia kolorów i struktura barw są niezależne od kultury, ale [pojęcia dotyczące kolorów](#) są kulturowo uwarunkowane.

Na Nowej Gwinei kilka plemion ma tylko dwa określenia na kolory podstawowe, jaskrawy i stłumiony. Niektóre kultury Melanezji, Australii i Afryki wykształciły 3 nazwy na kolor, wyróżniając czerwony i żółty, od jasnych i ciemnych. System 4 kolorów jest dość rzadki i dodaje kategorię zielony/niebieski. System 5 kolorów jest popularny w wielu językach natywnych obu Ameryk i Afryki, odróżnia czarny, biały, czerwony, żółty i zielony/niebieski. Szósty kolor powstaje przez rozróżnienie zielony-niebieski. Siódmy dodaje brązowy. W systemach mających osiem do jedenastu kolorów pojawiają się: pomarańczowy, różowy, szary i purpurowy.

Poza podstawowymi kolorami są inne, ale nie używane powszechnie, a tylko przez ekspertów, lub też wiążą kolory z konkretnymi obiektami.



Ciekawostki: T. King, [Human Color Perception](#), Cognition, and Culture: Why "Red" is Always Red.

Mamy liczne [kulturowe skojarzenia](#) związane z kolorami.

[Eskimosi i liczne kolory śniegu](#), które mają specyficzne nazwy w językach Inuitów i Yupik to słynny mit miejski. To są języki fleksyjne, podobnie jak polski, stąd możliwość tworzenia różnych wariacji wokół tego samego rdzenia, np. biały - białawy, bielutki, bieluśki, bielusiańki ... W językach narodów północy są istotnie liczne słowa (około 300) związane ze śniegiem, rodzajami śniegu, śladów na śniegu itd. Podobnie Beduini mają liczne określenia dla rodzajów piasku.

[Tęcza bez niebieskiego koloru?](#) Istotnie, do czasów Renesansu w Europie rozróżnienie zielonego i niebieskiego było nieznanne. W wielu językach - arabskim, chińskim, japońskim, koreańskim, wietnamskim, tureckim, staroirlandzkim, walijskim jest jedno słowo na zielony/niebieski. Również języki starożytne nie miały określenia na kolor niebieski. "Odyseja" Homera wymienia kolor czarny 200 razy, biały 100 razy, czerwony 15, żółty i zielony po 10 raz, ale nie ma niebieskiego. Teraz mamy niebieskie niebo i wodę, ale nie mając unikalnej nazwy zwracamy uwagę tylko na szare lub białe fale czy chmury, a przecież jest znacznie więcej odcieni.

Dlaczego mamy 7 kolorów tęczy? To zasługa Newtona, do 5 podstawowych kolorów (czerwony, żółty, zielony, niebieski i fioletowy) rozszczepionego światła dodał jeszcze dwa (pomarańczowy i indygo), by mieć 7 kolorów. Liczba 7 była dla starożytnych Greków magiczna: 7 planet, cudów, grzechów, dźwięków w gamie, dni tygodnia ... no to i 7 kolorów.

Percepty i symbole.

Reprezentacja symboliczna powinna przywołać stan mózgu podobny do tego, jaki powstaje w momencie przeżywania danego perceptu. Słowa mogą pobudzać wyobraźnię, czyli aktywacja reprezentacji symbolicznych (fonologicznych) w korze słuchowej może pobudzić aktywację znacznych obszarów mózgu, pozwalając na interpretację danego pojęcia, nadając mu sens i umożliwiając skojarzenia.

Wypowiedzenie słowa czy zdania wymaga aktywności obszarów ruchowych (ośrodku Broka i kory przedruchowej) i inicjacji tego procesu przez zwoje podstawy mózgu.

Nazwy kolorów kodowane są w obszarze tylnej kory skroniowej i dolnej ciemieniowej, lezje tych obszarów wywołują zaburzenia uniemożliwiające aktywację fonologicznych reprezentacji. Uszkodzenia kory wzrokowej w obszarze V4 prowadzą do utraty pojęć i wrażeń dotyczących kolorów. Uszkodzenia [zakrętu językowego](#) (przyśrodkowa powierzchnia potyliczno-skroniowa) prowadzą do **anomalii kolorów**, czyli braku kojarzenia nazwy i koloru przy normalnym widzeniu kolorów (np. zdolnością do uporządkowania podobnych do siebie kolorów jak widzimy to w tęczy), chociaż pojęcia są znane i formy wypowiedzi są poprawne.

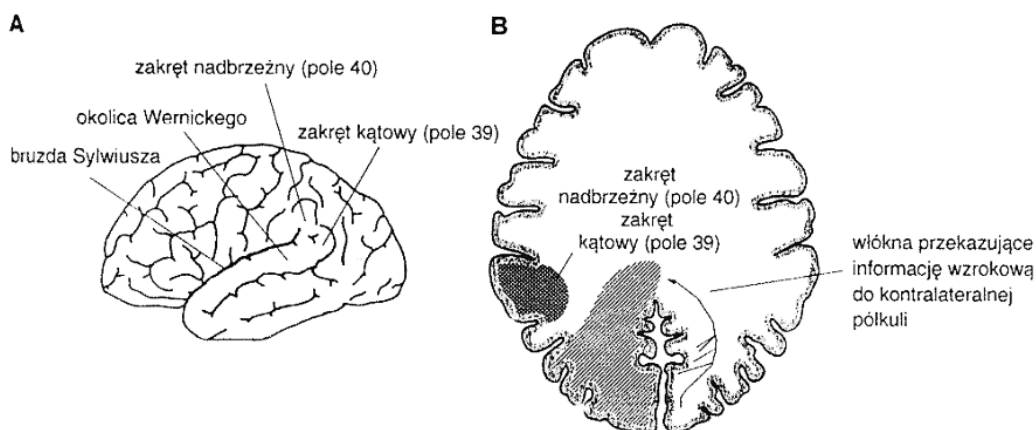
Aleksja bez agrafii to niezdolność do czytania przy zachowanej zdolności kopiowania i pisania słów.

W kulturach, w których używa się kilku różnych alfabetów (np. w Japonii) zaobserwowano przypadki utraty zdolności czytania jednego z nich, ale prawidłowym czytaniu drugiego; podobnie w przypadku samej agrafii, można [zapomnieć pisowni jednej z form](#) alfabetu!

Głośne czytanie może być możliwe, ale przy cichym nie zawsze pobudza się sens słów, a więc nie rozumie się czytanego tekstu. Ciche czytanie rozpowszechniło się prawdopodobnie dość późno [Saenger 1977], między 11-14 wiekiem, chociaż wyjątki mogły pojawiać się wcześniej (Eisenstein 1983).

Być może mechanizm semantycznej interpretacji w czasie czytania w wyniku pobudzania mózgu bezpośrednio po identyfikacji znaków pisanych (grafemów) mógł się najłatwiej rozwinąć przez połączenie wzrokowego postrzegania i bezpośredniego działania (głośnej wymowy), bo słyszane słowa można było rozumieć. Po pewnym czasie część kory (VWFA, Visual Word Form Area w obszarze zakrętu wrzecionowatego) wyspecjalizowała się w rozpoznawaniu formy wzrokowej słów, bezpośrednio pobudzając reprezentacje fonologiczne i semantyczne. Wewnętrzny przepływ informacji w mózgu nie jest idealny, czasami zewnętrzna pętla (fizyczne działanie, głośna wypowiedź) pomaga w integracji informacji. Głośne mówienie, [wyjaśnianie i udzielanie sobie instrukcji](#), jest częste u dzieci. Zalecane jest też w autoprogramowaniu swojego zachowania, daje to dobre efekty w nauce (nazywa się to [cognitive self-instruction](#)). Psycholodzy uważają, że werbalizacja i mówienie do siebie wpływ głównie na skupienie uwagi, zwiększając efektywność uczenia się (Hatzigeorgiadis, i Galanis, 2017).

Wielu ludzi głośno do siebie mówi. Jest to uznawane za normalne zachowanie, chociaż jest też częstym objawem schizofrenii, jest też częste u dorosłych z syndromem Downa.



Ryc. 8. Schematyczne uszkodzenia mózgu występujące w aleksji i agrafii. **A** — uszkodzenia zakrętu kąтового (pole 39) zaznaczonego na grzbietowo-bocznej powierzchni lewej półkuli wiązane są zazwyczaj z nabytymi zaburzeniami czytania i pisania. **B** — przekrój horyzontalny mózgu przedstawiający uszkodzenie w korze wzrokowej lewej półkuli i w tylnej części spoidła wielkiego, występujące w tzw. aleksji bez agrafii. Informacja wzrokowa z prawej nieuszkodzonej kory wzrokowej nie może zostać przekazana do zakrętu kąтового w lewej półkuli, odpowiedzialnego m.in. za znaczeniową interpretację bodźców wzrokowych

Dysleksje i specyficzne zaburzenia rozwoju mowy i języka są częstym problemem wynikającym z różnorodnych zaburzeń procesów związanych zarówno z percepcją zmysłową (wzrokową, fonologiczną) jak i integracją tych procesów.

Nasilone objawy dysleksji ma około 3-4% uczniów a słabsze objawy ponad 10%, przy czym dyslektykami są 4 razy częściej chłopcy niż dziewczynki. Ma to zapewne podłoże genetyczne (chromosom Y jest znacznie krótszy niż X) i procesami rozwojowymi (poziom testosteronu w rozwoju płodowym).

Hyperleksja to zaburzenie, w którym pomimo nieprzeciętnej sprawności w czytaniu dzieci mają problemy z zrozumieniem sensu i liczne problemy w nauce, przypominające autyzm.

Myślenie i intuicja

"Myślenie to najtrudniejsza praca, zapewne dlatego tak niewielu się w nią angażuje" (Henry Ford).

Myślenie koncepcyjne jest wynikiem złożonych aktywacji mózgu.

Słowa, pojęcia są reprezentowane w rozproszony sposób w mózgu. W górnej części kory skroniowej i tylnej części kory czołowej, zwykle jednostronnie (najczęściej lewostronnie), zakodowana jest ich **forma fonologiczna**. U osób potrafiących czytać te obszary pobudzają się nie tylko pod wpływem bodźców słuchowych ale również wzrokowych. U osób słabo czytających ("sylibizujących") widać wpływ aktywacji kory czołowej na ruch ust.

Myślenie wymaga złożonych modeli pojęciowych, które trzeba utworzyć na podstawie fragmentarycznych obserwacji, łączące je w spójne reprezentacje złożonych sytuacji. Mapy przestrzenne powstały ewolucyjnie dość wcześnie, pozwalając na nawigację w przestrzeni. Umożliwiają to **komórki miejsca** w hipokampie i komórki sieci (Grid cells) w **korze śródwęczowej** w formacji hipokampa. Ten mechanizm neuronowego systemu lokalizacji przestrzennej odkryty został przez małżeństwo Moserów i John O'Keefe, za co w 2104 roku otrzymali Nagrodę Nobla. Czasami określa się go jako "GPS w mózgu". Kora śródwęczowa należy do obszarów przejściowych, pomiędzy starą korą hipokampa i korą skroniową.

Mamy obecnie silne dowody na to, że ten mechanizm orientacji uległ rozszerzeniu pozwalając na tworzenie map kognitywnych, abstrakcyjnych map relacji pomiędzy pojęciami, wykształcających się na skutek uczenia różnych aspektów pojęć. Odkryto (Park i inn, 2020), że kora śródwęczowa (EC), brzusznoboczna kora przedczołowa (vmPFC) oraz środkowa **kora oczoczołowa** (mOFC) porządkują abstrakcyjne i relacyjne cechy informacji pozwalając na wyciąganie wniosków opartych na podobieństwie aktywacji tych obszarów. Wektory neuronalnej aktywności w EC, vmPFC/mOFC porównywane ze sobą za pomocą odległości Euklidesowej pokazały podobieństwo odpowiadające relacjom uczonych pojęć (eksperyment dotyczył relacji dotyczących hierarchii społecznych w zakresie kompetencji i popularności dwóch grup ludzi).

Zrozumienie danego pojęcia wymaga jego skojarzenia z innymi, a to zachodzi dzięki aktywacjom w obrębie większej części mózgu. Potrzebna jest do tego większa energia związana z pobudzeniem dużych grup neuronów niż do aktywacji werbalnych symboli odpowiadającym pojęciom. Rozumienie poezji wymaga większej aktywności mózgu niż rozumienie prozy, bo wywołuje więcej skojarzeń.

U osób głuchych, które uczą się języka migowego, reprezentacja symboliczna nie jest tak jednoznaczna jak w przypadku osób słyszących, stąd skojarzenia pojęć są mniej precyzyjne (McEvoy, Marschark, & Nelson, 1999). Karen Emmorey (San Diego State University) badała osoby posługujące się językiem migowym. Aktywacje mózgu są u nich podobne jak u osób używających języka mówionego.

Ośrodki mózgu zaangażowane w rozumienie i generowanie mowy kategoryzują stany mózgu i przypisują im etykiety słowne, które umożliwiają komunikację.

"Interpretator" to zachodzący w mózgu proces, który usiłuje stworzyć racjonalny model zachowania, przypisując komentarze słowne do serii powiązanych ze sobą stanów mózgu (Gazzaniga 1997), a więc powiązać werbalne komentarze z sekwencją stanów mózgu.

Interpretator ma jednak ograniczony dostęp do informacji, nie wszystko co dzieje się w mózgu do niego dociera, a jego możliwości skojarzenia danej kategorii stanów z reprezentacjami fonologicznymi słów są dalekie od doskonałości.

Narracyjny model w pełni opisujący zachowanie, które jest wynikiem działania całego mózgu, nie istnieje. "Ja" nie może w pełni kontrolować zachowania. W efekcie teoretyzowanie na temat przyczyn swojego zachowania prowadzi do konfabulacji i racjonalizacji, a nie odkrywania prawdy o sobie.

Pojemność pamięci roboczej dla długich słów jest mniejsza niż dla krótkich, np. cyfry walijskie są długie więc mniej można zapamiętać. Ograniczenie może wynikać z czasu potrzebnego do wypowiedzenia zapamiętanych słów czy cyfr w ciągu 2 sekund (Marschark, Mayyer 1998), co wiąże się z czasem spontanicznego zaniku aktywności neuronów.

Powtarzanie sobie zdania ma więc sens, utrzymuje aktywność odpowiednich wzorców w mózgu dłużej, dając większe szanse na pojawienie się interesujących skojarzeń i głębsze zrozumienie.

Język związany jest z myśleniem. Czy bez języka można myśleć? Jaka jest **różnica pomiędzy myśleniem a przetwarzaniem informacji?**

Widać to dobrze na [przykładzie roślin](#). Przetwarzanie informacji pozwala im na komunikację, mają zmysł chemiczny, różne tropizmy, w pewnym stopniu kontrolują swój wzrost w zależności od warunków pogodowych i rodzaju gleby.

Myślenie logiczne i empatia to dwa wzajemnie wykluczające się stany mózgu. Ma to dalece idące konsekwencje. W sytuacjach wymagających działania nadmierna empatia tylko je hamuje.

Czym jest intuicja? Czy można ją uznać za rodzaj myślenia?

Jeśli nie potrafimy logicznie prześledzić swojej drogi rozumowania, ale jesteśmy przekonani co do słuszności podjętej decyzji czy rozwiązania problemu uznajemy to za działanie intuicyjne. Nie potrafimy sobie uświadomić procesu dochodzenia do rozwiązania problemu. Potrafimy sobie uświadomić tylko końcowy efekt złożonego procesu przetwarzania informacji przez mózgi, ale nie pośrednie etapy.

Większość naszych decyzji jest podejmowana intuicyjnie, gdyż skojarzenia zachodzące w skomplikowanych sieciach neuronowych mózgu trudno jest uchwycić za pomocą logicznie uzasadnionych kroków postępowania. Sieci neuronowe wykazują reakcję na bodźce, ale próba uzasadnienia tej reakcji jest najczęściej tylko konfabulacją, a nie realnym wyjaśnieniem. Osoba cierpiąca na fobię może wymyśleć wiele powodów by uzasadnić swój strach, ale jego źródłem jest reakcja jąder migdałowatych i jej wpływ na procesy zachodzące w korze.

Wbrew pozorom komputery nie mają kłopotów z intuicyjnym działaniem: wystarczy, że do oceny wykorzystają złożone funkcje podobieństwa obiektów lub problemów, które mają rozwiązać. Próba logicznego uzasadnienia decyzji sztucznych sieci neuronowych jest bardzo trudna i niezbyt dokładna (Duch, 2007).

Język i komunikacja

Psycholog [Albert Mehrabian](#) uważa, że uczucia i nastawienia są tylko w niewielkim stopniu przekazywane werbalnie. Jego słynna reguła to: w ocenie na ile lubimy daną osobę liczy się w 7% słowa, 38% ton głosu i 55% wyraz twarzy i język ciała.

Jak smakuje durian? Jak to opisać komuś, kto go nie próbował? Język nie pozwala zbyt precyzyjnie opisać obiektów lub wrażeń, których nie znamy, służy bardziej do wskazywania na stany mózgu, które umożliwiają zrozumienie.

Czy język wpływa na sposób myślenia?

Hipoteza Sapira-Whorfa głosi, że różnice w sposobie wyrażania różnych kulturowych i poznawczych kategorii mają wpływ na sposób myślenia.

Jest rzeczą oczywistą, że znajomość specjalistycznego słownictwa pozwala ekspertom myśleć w inny sposób o problemie. Psychiatra całkiem inaczej będzie oceniał zachowanie pacjenta niż laik w tej dziedzinie. Nowe pojęcia zmieniają możliwe skojarzenia, jeśli poznajemy nowe słowo, to stoi za nim jakaś kategoria pojęciowa, którą potrafimy rozpoznać, bo ma różne własności. Zrozumienie takiego słowa oznacza powstanie związanej z nim aktywacji, reprezentującej jego własności, nadającej mu sens. Kiedy nauczymy się rozpoznawać kształty chmur, poznamy ich nazwy, poprawi się nasza zdolność przewidywania pogody. Język ma więc wielki wpływ na myślenie bo związany jest ze zdolnością do kategoryzacji obserwacji. Różne języki z powodu swojej konstrukcji wymagają ujawniania informacji różnego typu, np. "I met neighbor" nie ujawnia płci, a "Spotkałem sąsiada" tak. Chińczyk nie może powiedzieć "mam brata", musi określić czy

chodzi o starszego czy młodszego brata, bo ma na to dwa różne słowa. Język zależy więc od tego, do czego przykłada się wagę w danej kulturze.

Jednakże nie o to tylko chodzi **w hipotezie Sapira-Whorfa:**

- jej silna wersja zakłada, że kategorie leksykalne określają kategorie poznawcze, więc język determinuje myślenie;
- słaba wersja twierdzi tylko, że kategorie leksykalne mogą mieć pewien wpływ na myślenie i zachowanie.

Nie ma wątpliwości, że słaba wersja hipotezy Sapira-Whorfa jest prawdziwa, ale czy kategorie leksykalne w pełni określają nasz sposób działania i myślenia o świecie? Z wielu powodów to wątpliwa teza.

Analiza wpływu nazw kolorów w różnych kulturach na percepcję koloru przez Browna i Lenneberga w 1954 r. pokazała, że jeśli w języku brak jest rozróżnienia niebieski/zielony to te kolory uznawane są za bardziej do siebie podobne. Różnica między tymi kolorami w spektrum długości fali świetlnej jest rzeczywiście wyjątkowo mała (35 nm, w paśmie 475-510 nm). Białe, czarne i czerwone różnią się znacznie bardziej, to najważniejsze kolory, wpływające na nasze zachowanie. Rozróżnienia językowe wpływają w oczywisty sposób na zmianę możliwych skojarzeń, zwracanie uwagi na inne aspekty rzeczywistości, które wyrażane są za pomocą języka.

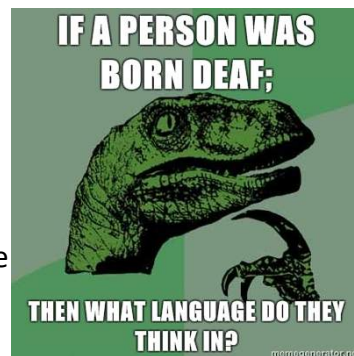
Hiszpanie przypisują mostom, zegarom i skrzypcom cechy męskie, bo są to słowa rodzaju męskiego, a Niemcy bardziej żeńskie, bo u nich są to słowa rodzaju żeńskiego. Odwrotny efekt zaobserwowano dla słów rodzaju żeńskiego w języku hiszpańskim (krzesła, góry) i męskiego w niemieckim. Francuzi przypisują widelcom głosy żeńskie (la fourchette), a Hiszpanie męskie (el tenedor).

Aborygeni, Polinezyjczycy, Balijszczyki, Meksykanie, Namibijczycy, używają **bezwzględnych określeń kierunków** (jak w nawigacji morskiej), np. mówiąc "Butelka stoi na południowym końcu zachodniego stołu", a my egocentrycznych (lewo-prawo). Używanie bezwzględnych określeń kierunków zmusza do zwracania uwagi na orientację przestrzenną, nawet z opaską na oczach po wielu obrotach ludzie utrzymują nadal prawidłową orientację.

Język służy do opisu rzeczywistości, czyli naszych wrażeń zmysłowych. Czy któryś ze zmysłów jest jakoś uprzywilejowany? Skoro wzrok jest naszym najważniejszym źródłem informacji i służy jako podstawa do poznawania świata, a słuch jest niezbędny do komunikacji werbalnej, czy we wszystkich społeczeństwach na świecie bodźce słuchowe i wzrokowe będą opisane bardziej precyzyjnie niż dotykowe, smakowe i zapachowe? Aby to sprawdzić zbadano 20 odmiennych języków używanych w odległych od siebie krajach, w tym 3 języki migowe. Badanym pokazywano spektrum kolorów na 80 paskach, 20 plików dźwiękowych, 10 materiałów o różnych teksturach, napoje o różnych smakach i testy zapachowe. Precyzję rozpoznawania oceniano porównując opisy różnych ludzi tych samych bodźców, co pozwala stworzyć indeks stopnia zakodowania bodźca. W języku angielskim nie było niespodzianek, najlepiej kodowane są kolory i kształty, potem dźwięki, smaki, wrażenia dotykowe i najslabiej zapachy. W wielu językach najlepiej kodowane są jednak smaki, w kilku wrażenia dotykowe i smakowe wyprzedzają wzrokowe, (Majid i inn., 2018). W języku Lao używanym w Laosie smaki opisywane były z absolutną precyzją, w Farsi i Kantońskim z bardzo wysoką, bliską 100% zgodności, a w języku angielskim na poziomie zaledwie 25%. Być może francuscy smakosze poradzili by sobie lepiej. W niektórych kulturach zapachy grają większą rolę, a nazywanie zapachów jest równie łatwe jak nazywanie kolorów. Przykładem jest lud zbieracko-myśliwski Jahai z Półwyspu Malajskiego (Majid, Kruspe 2018), który radzi sobie znacznie lepiej niż ludzie z innych grup etnicznych. Jest to związane z ich trybem życia i rolą zapachów. Zaskakująca jest słaba zdolność opisu wrażeń dotykowych przez osoby używające języka migowego. Nie ma więc uniwersalnej hierarchii precyzyjnego opisu wrażeń zmysłowych, jest to silnie zależne od kultury.

Czy można normalnie żyć bez znajomości języka?

Próby wychowania dzieci bez kontaktu z językiem, której efekty próbował zbadać w starożytności faraon Psammetichus I, a w wiekach średnich Frederick II, Jakub V Stewart i Akbar Wielki, pokazały jedynie, że słyszenie mowy jest konieczne do jej nauki. Takie dzieci wydawały jedynie niezrozumiałe dźwięki, które



trudno jest skojarzyć ze słowami jakiegoś języka.

Nie tylko dzieci zdziżały, ale i osoby głuche, których nie uczy się od dziecka języka, mogą być niezdolne do komunikacji. Wiele można się nauczyć z przypadków osób głuchych od urodzenia, takich jak [Idefonso](#) opisany przez [Susan Schaller](#) (1995), którego nie uczono języka migowego. Brak języka wiąże się z niezdolnością do komunikacji symbolicznej, ale ludzie pomimo tego potrafią samodzielnie przeżyć, a nawet rozwijając pewne talenty.

Słowa określające emocje są trudne do przetłumaczenia, ale rozpinają tę samą przestrzeń odczuć, chociaż aproksymują afektywne reakcje w różny sposób.

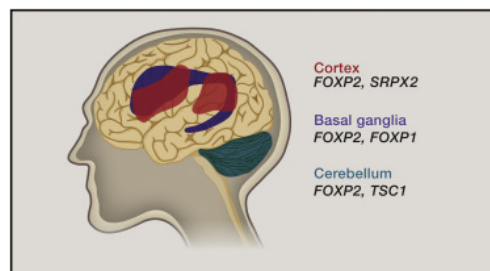
Użycie odpowiednich metafor na początku dyskusji wpływa na ocenę argumentów, np. jeśli przestępstwo to wirus to lepiej leczyć, jeśli bestia to lepiej zamykać w klatce i karać. Większy wpływ na użyte metafory zaobserwowano u demokratów niż u republikanów, co zgadza się z ogólnymi przewidywaniami wynikającymi z rozumienia stabilności i plastyczności - republikanie są bardziej konserwatywni, ich mózg mniej plastyczny (Thibodeau, Boroditsky 2011). Wpływ ten jest jednak złożony, a korelacje często są słabe. Związki pomiędzy językiem, kulturą i poznawaniem bada psycholingwistyka.

Niektóre **słowa nie tylko trudno przetłumaczyć ale mają też trudno uchwytty sens** różny w zależności od kontekstu, stąd wiele znaczeń w słownikach leksykograficznych, np. umysł, świadomość czy inteligencja. Dlatego pytania ogólnie, nie odnoszące się do konkretnej sytuacji eksperymentalnej, często nie mają zadawalających odpowiedzi.

Japońskie słowo **kansei** ma 60 definicji, odnoszących się do takich aspektów jak subiektywnie odczuwana, niewyjaśnialna funkcja, ulotna emocja, nieuświadomione odczucie, ekspersja wiedzy opartej na niewerbalizowanym doświadczeniu życiowym, interakcja intuicji i inteligentnego działania, reagowania i oceny w intuicyjny sposób, odwoływanie się do wyobraźni. Pomimo tak niejasnej definicji istnieje "inżynieria **kansei**", odwołująca się do emocjonalnych reakcji użytkowników związanych z własnościami produktów. Jest to podejście znajdujące zastosowanie też w Europie, np. [Kansei Engineering w Szwecji](#), również w Polsce są seminaria na ten temat.

Istnieją też w różnych językach pojęcia, które są symbolem stanów wymagających dłuższego opisu, np. [duńskie hygge](#), oznaczające przyjemną formę codziennego włączenia się w bezpieczne, przytulne, zrównoważone, spontaniczne i całościowo traktowane życie towarzyskie.

Chater i inn (2009) stworzyli teoretyczny model ewolucji wpływu czynników genetycznych na rozwój języka. Geny zmieniają się powoli, mogą więc być odpowiedzialne za rozwój języka tylko dla jego bardzo stabilnych aspektów, tymczasem język zmienia się zbyt szybko by genetyka mogła go kontrolować. **Mutacje genu FOXP2** tworzącego białko o tej samej nazwie są widoczne u osób z silnymi zaburzeniami mowy, zwykle **apraksją werbalną albo rozwojową apraksją mowy**, czyli niezdolnością do planowania (praksją) ruchów aparatu głosowego. Jednakże białko FOXP2 jest jednym z najlepiej ewolucyjnie zachowanych białek. Gen FOX2 u ludzi różni się zaledwie dwoma dodatkowymi aminokwasami w stosunku do naczelnych, a tylko trzema w stosunku do myszy. Mutacje kilku innych genów prowadzą również do zaburzeń mowy. niewielkie zmiany genetyczne mogą mieć wielki wpływ na rozwój nowych zdolności.



Struktury genetyczne umożliwiające powstanie mowy nie zmieniały się wraz z kulturą, były od niej znacznie starsze. To język ewoluował tak, by dopasować się do możliwości mózgu. Samo powstanie języka i większe możliwości komunikacji, a więc i współpracy, gromadzenia wiedzy, mogło wpłynąć na wiele funkcji i do pewnego stopnia wywierać presję selekcyjną powodującą specyficzny rozwój mózgu. Jednakże szybki rozwój różnych języków przez ostatnich kilkanaście tysięcy lat nie miał już zapewne silnego wpływu na ewolucję mózgu. Biologia nie mogła ko-ewoluować wraz ze zmianami w językach; dotyczy to większości aspektów gramatyki i własności syntaktycznych zdań wymaganych do komunikacji.

[Język silbo](#), czyli **język gwizdów** rozwinął się na jednej z wysp Kanaryjskich (Gomera), umożliwiając porozumiewanie się pomiędzy zboczami dolin na duże odległości. Wysokość gwizdów naśladuje dźwięki lokalnego dialektu hiszpańskiego. Mózgi przetwarzają te dźwięki w [podobny sposób jak język mówiony](#).

Czy niewerbalny język byłby doskonalszy niż oparty na werbalizowanych symbolach?

Media często fantazjują na temat telepatycznej, niewerbalnej formy komunikacji. Zmieniłoby to całkiem nasz sposób myślenia. Precyzyjne logiczne rozumowanie nie byłoby zapewne możliwe. Komputery cyfrowe są uniwersalne, dyskretyzacja i składanie sekwencji symboli pozwalają im na wykonanie dowolnych programów. Komputery analogowe nie są uniwersalne, są raczej tworzone do konkretnych celów, nie opierają się na przetwarzaniu dyskretnych symboli. Zwierzęta niezdolne do komunikacji symbolicznej radzą sobie dobrze dzięki przystosowaniom ewolucyjnym, ale zmiana środowiska jest dla nich zabójcza.

Delfiny i zębowce używają narządu pozwalającego na echolokację, ultradźwiękowe fale odbijają się od obiektów, mogą je w pewien sposób "oświetlić". Wyobraźmy sobie, że żyjemy w półmroku i komunikujemy się oświetlając latarką różne przedmioty, a inne osoby w okolicy widzą na co patrzymy. Pewna komunikacja jest możliwa, pomaga to w zbiorowym polowaniu, można w ten sposób przekazać swoje proste intencje działania. ale Trudno jest jednak stworzyć abstrakcyjne pojęcia, przydatne w rozwiązywaniu złożonych problemów. Nie wydaje się by jakiegokolwiek zwierzęta prowadziły filozoficzne dysputy.

Eksperymenty prowadzone początkowo na szczurach, a później [z udziałem ludzi](#) pozwalają do pewnego stopnia na niewerbalną komunikację, przeniesienie aktywacji pomiędzy mózgami. Z jednej strony mierzone są aktywacje EEG mózgu, a z drugiej za pomocą impulsy pola magnetycznego indukują podobne aktywacje. Dzięki temu można **przesłać jakieś informacje od mózgu do mózgu** alfabetem Morse'a. To na razie bardzo prymitywna forma osiągnięcia rezonansu między mózgami (Duch 2013), ale w przyszłości może stać się bardziej wyrafinowana, przekazując np. stany emocjonalne. Nie zastąpi to jednak werbalnej komunikacji.

Kiedy myślimy o ewolucji człowieka nie porównujemy zdolności małp człekokształtnych z ludźmi wychowanymi w rozwiniętych społeczeństwach, tylko z ludźmi z plemion o najmniej złożonej kulturze. Przepaść pomiędzy światem ludzi i zwierząt nie wyda się nam wtedy tak duża. Z drugiej strony ludzie ci mają znacznie bardziej złożone mózgi niż człekokształtne małpy, więc ich dzieci odpowiednio wyedukowane w współczesnych miastach nie różnią się poziomem inteligencji od swoich rówieśników. Szympansy czy orangutany nie są zdolne do osiągnięcia zbliżonego poziomu rozwoju. Złożoność mózgu ma tu decydujące znaczenie.

B9.3 Muzyka i mózgi

Instykt muzyczny jest wrodzony. Śpiewy ptaków i reakcje na dźwięki typu "stroszenia piórek" mają ważną funkcję związaną z doborem płciowym.

Można wyróżnić pierwotną, wtórną i trzeciorzędową słuchową korę muzyczną. Lateralizacja funkcji obu półkul widoczna jest już u niemowląt; najczęstsze są preferencje lewouszne dla muzyki i prawouszne dla mowy.

Związek muzyki z emocjami jest wyraźny. Czy to wesoła czy smutna melodia? Wiedzą to nawet osoby bez muzycznego słuchu.

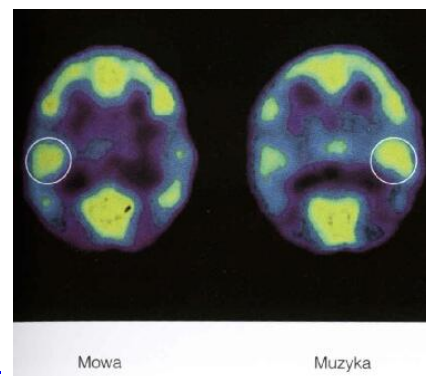
Dlaczego we wszystkich kulturach istnieje muzyka? [Spowodowały to ważne czynniki ewolucyjne](#).

Wokalizacja pomaga zwierzętom oznajmić, że to ich teren. Muzyka pomagała zdobyć partnerkę (partnera), przekraczając bariery pomiędzy stadami zwierząt i ludzkimi plemionami. Analiza uzębienia dowodzi, że w społeczeństwach pierwotnych mężczyźni zostawali w tej samej grupie, a kobiety zmieniały grupy (wiemy to z analizy [ilości izotopów strontu w zębach](#)).

O ewolucji i muzyce więcej jest w [rozdziale na temat słuchu](#).

Słuch absolutny jest rzadki, w Europie ma go 1 osoba na 10.000. W kulturach, które posługują się językiem tonalnym (np. chińskim czy wietnamskim) występuje znacznie częściej ([por. Diana Deutsch](#)).

[Amusia](#) to niezdolność do określenia względnej wysokości dźwięku, powtórzenia melodii; zwykle prowadzi to do całkowitego braku zainteresowania muzyką. Amuzja prawie nie występuje tam, gdzie są języki tonalne. Śpiewanie ma dobroczynny wpływ na osoby z chorobą Alzheimera, Parkinsona i inne, pobudzając emocje. Śpiewanie czy wybijanie rytmu ma wpływ na synchronizację procesów w mózgu. ([How singing unlocks the](#)



[brain](#)). Osoby głuche mają również poczucie rytmu, inne zmysły dostarczają im informacji o procesach rytmicznych.

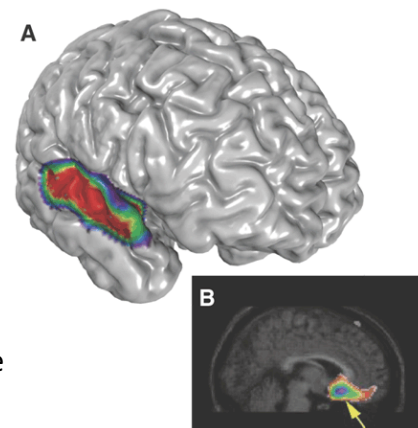
Wyobrażenie melodii prowadzi do aktywacji kory słuchowej w tylnej części górnego zakrętu skroniowego prawej półkuli, co widać w eksperymentach przy użyciu fMRI (Halpern et al. 2004).

Świadome wyobrażenie jakiegoś epizodu, odczuwanego wrażenia, wymaga aktywacji odpowiedniej kory zmysłowej, która analizuje w specyficzny sposób dane dochodzące z receptorów lub pobudzenia nadchodzące z obszarów pamięci; dzięki pobudzeniu kory wtórne obszary analizujące dane zmysłowe mogą dokonać właściwej interpretacji.

Podobnie dzieje się w przypadku wyobrażeń wizualnych, które aktywizują pierwotną korę wzrokową.

Opis relacji przestrzennych przedmiotów i zwierząt aktywizuje korę ciemieniową.

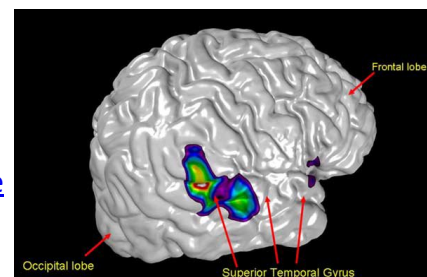
Drażnienie prądem kory zmysłowej wywołuje halucynacje.



Czy w konstrukcji muzyki w różnych regionach świata są jakieś niezmienniki?

Wrażliwość tonalna jest kulturowo uwarunkowana, osoby wychowane na muzyce klasycznej lub popularnej w krajach zachodu często nie lubią muzyki indyjskiej, perskiej lub chińskiej. Podział na [dysonanse i konsonanse](#) jest wszędzie podobny, chociaż skale muzyczne są różne. Kołysanki mają wszędzie podobną strukturę, powolne tempo, proste powtarzające się elementy.

Percepcja rytmu u niemowląt w 6 i 12 miesiącu pokazuje tendencje do specjalizacji w rozpoznawaniu tylko tych rytmów, które są w danej kulturze obecne.



Ani [tamaryny](#) ani [marmozety](#) nie wykazały preferencji dla konsonantów, mogąc wybierać miejsca w labiryncie, w których było słycać różne akordy. Zdradzają natomiast preferencje do kołysanek w porównaniu z techno, prawdopodobnie z powodu wolniejszego tempa. Ponieważ najbardziej preferują ciszę można sądzić, że dźwięki kołysanek mniej im przeszkadzały słyszeć inne te dźwięki, które zwierzęta uważają za istotne.

Język mówiony może być [szczególnym rodzajem muzyki](#), jak twierdzą autorzy pracy [Music and early language acquisition](#).

Amnezja rzadko upośledza funkcje związane z muzyką, pomimo zaburzeń pamięci epizodycznej. Świadczy to o bardziej rozproszonym przetwarzaniu muzyki w mózgu niż w przypadku pamięci zdarzeń czy faktów. Również w przypadku zaburzeń językowych, np. jąkania czy afatycznego zaburzenia płynności mowy, śpiewna wymowa lub próba wyśpiewania zamiast wymówienia bywa łatwiejsza, stąd zastosowania terapeutyczne treningu muzycznego.

B9.4 Humor

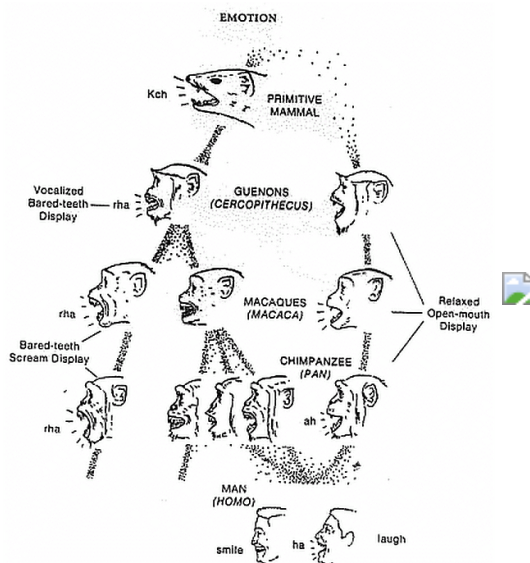
Pierwsze systematyczne obserwacje emocji u zwierząt zrobił już Darwin, opisując wyniki w książce "O wyrazie uczuć u człowieka i zwierząt" (1872).

Śmiech skojarzył mu się z różnymi reakcjami zwierząt. Reakcje emocjonalne zwierząt nie zawsze można łatwo zinterpretować, ale daje się odróżnić agresję związaną z napięciem mięśni i szczerzeniem kłów od śmiechu, w którym jest częściowe rozróżnienie mięśni twarzy.

Na czym polega poczucie humoru? Jaka jest funkcja śmiechu?

Humor występuje we wszystkich kulturach, chociaż są oczywiste różnice i nie wszystkich śmieszności to samo. [Śmiech](#) nie musi wiązać się z humorem, może być wynikiem [laskotek](#), podobne reakcje widać u zwierząt -

nawet szczury mają łaskotki! Porównano wokalizacje pod wpływem łaskotek niemowląt i bardzo młodych antropoidów. Podobieństwo tych dźwięków układa się w taki sam sposób jak drzewa filogenetyczne oparte na informacji genetycznej.



Żarty pobudzają oczekiwania, napięcie, kończąc się zamianą oczekiwanej interpretacji na inną, równie logiczną. To jest podobne do reakcji wynikającej z procesów twórczych przy szukaniu wyjścia z impasu spowodowanego anomalią. Śmiech to sygnał społeczny pokazujący, że anomalia jest trywialna, alarm jest fałszywy. Jeśli napięcie rośnie to zamiast rozładowania przez śmiech może skończyć się strachem. Jeśli ktoś poślizgnie się na skórce od banana to nas śmieszy, ale jak rozbije głowę to już nie, wkraczają mechanizmy empatii. Niektóre osoby mają tendencję do reagowania uśmiechem obserwując tragiczne sytuacje, określa się to mianem "nerwowego uśmiechu". Psycholodzy proponowali różne wyjaśnienia, najbardziej prawdopodobne wydaje się powiązanie śmiechu z obniżeniem poziomu stresu, związanego z takimi obserwacjami (White i Winzelberg, (1992).

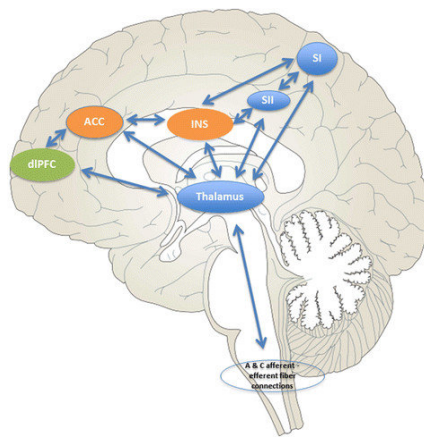
Łaskotki początkowo wywołują napięcie i strach, ale potem pojawia się reakcja zawiadamiająca, że nic groźnego się nie dzieje. Niektórzy nie mogą jednak przewyciężyć strachu przed łaskotaniem. Nie można się samemu połaskotać, tak jak trudno się samemu nastraszyć, zbyt dobrze przewidujemy rezultaty swojego działania.

Trzy główne obszary odpowiedzialne za humor realizują różne funkcje:

- Poznawcze: [kora przedczołowa](#), pozwala zrozumieć sens żartu.
- [Ruchowe](#): śmiech inicjowany jest przez dodatkowe pole ruchowe.
- Afektywne: [jądro półleżące](#) zaangażowane jest w ekspresję emocji.

Asymbolia bólu to zjawisko wynikające z uszkodzenia połączeń kory wyspy z korą zakrętu obręczy, co uniemożliwia prawidłową interpretację sygnałów czuciowych. W efekcie sygnały bólu nie są interpretowane, nie wywołują negatywnych reakcji, mogą nawet wywołać śmiech.

W analizie bodźców bólowych bierze udział wiele obszarów mózgu (określa się to jako "macierz bólu", pain matrix), integrując pierwotne odczucie z złożonymi funkcjami dotyczącymi pamięci, uwagi, emocji i samoregulacji zachowania. Sygnały bólowe z nerwów czuciowych dochodzą do wzgórza i stamtąd trafiają do pierwotnej i wtórnej kory somatosensorycznej (SI, SII), kory wyspy (INS), kory przedniej zakrętu obręczy (ACC) i grzbietowo-bocznej kory przedczołowej (dlPFC). Te obszary wzajemnie się pobudzają, może więc dojść do ich aktywacji bez dopływu bodźców bólowych do wzgórza. Podobnie się dzieje z układem wzrokowym, w którym mogą powstać wrażenia wzrokowe bez dopływu informacji z siatkówki. Są znaczne indywidualne różnice w żywości i intensywności doznań zmysłowych związanych z wyobrażeniami, od ich całkowitego braku do mieszania się wyobrażeń z normalną percepcją. Podobną sytuację mamy w percepcji bólu.



B9.5 Matematyka i mózgi

Skąd wiem, że $2+2=4$ lub $5>4$? Zapamiętałem i mam wrażenie, że rozumiem, że to prawda. Trzeba odróżnić zdolności matematyczne od wycucia sensu niewielkich liczb, które można nazwać "Zmysłem liczbowym" (number sense). Rozumienie pojęcia liczb naturalnych mają do pewnego stopnia zwierzęta. Warto się orientować czy liczba przeciwników jest większa niż członków swojego stada, atakować czy uciekać. Lwy atakują jeśli mają przewagę liczebną, potrafią więc ocenić, że $5>3$. Noworodki potrafią skojarzyć obrazki składające się z 4-18 geometrycznych elementów z sekwencjami sylab o tej samej liczbie elementów - słysząc sygnały patrzą dłużej na obrazki, jeśli liczba różnych sylab w sekwencji zgadzała się z liczbą obiektów na obrazku (V. Izard i inn, PNAS 2009).

Zaskoczeniem było odkrycie, że plemiona [Pirahã i Mundurucu](#) z Amazonki **nie znają liczebników**, nie potrafią liczyć i nie odróżniają pudełka z rysunkiem 3 i 4 ryb, ale mają pewne wycucie wielkości liczb (por. [dyskusja na końcu tej strony](#)). Mundurucú nie potrafią liczyć powyżej 5 (dodawać lub porównywać liczb) ale już w wieku 7-13 lat wykazują zrozumienie abstrakcyjnych pojęć geometrycznych, chociaż nie uczą się tego w szkole. Na wiele pytań dotyczących geometrii płaskiej - punktów reprezentujących wioski, linii, odległości - odpowiadali prawidłowo w 90% a geometrii na sferze w 70%.

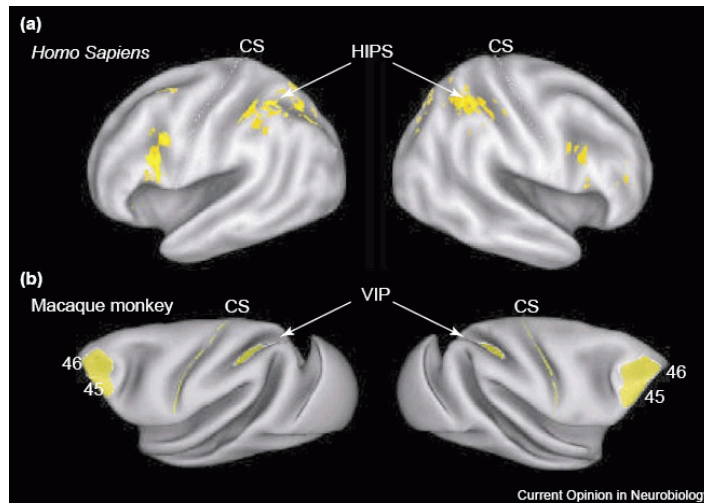


Porównywalne wyniki osiągają dzieci w szkołach USA i Francji ucząc się geometrii (V. Izard i inn. PNAS 2011). Nie brakuje im więc zdolności do myślenia przestrzennego.

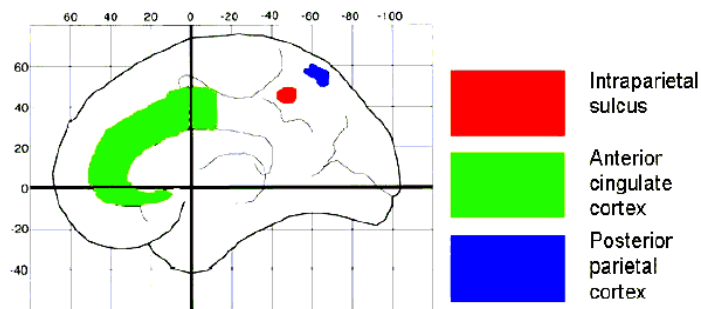
Język Pirahã ma 3 samogłoski i 8 spółgłosek, może być zarówno mówiony jak i gwizdany (co przydaje się do porozumiewania się w dżungli). Składa się z niewiele ponad 50 słów, np. jedno na ojca i matkę, brak w nim określeń kolorów czy liczb. Nie mają tańców, muzyki, sztuki i religii - to prawdopodobnie wymaga bogatszych wyobrażeń symbolicznych. W języku Indian Amondawa z Amazonki nie ma określenia na czas, osobnego pojęcia na zdarzenia w czasie, zmienia się imiona gdy zmienia się role dorastając. Można więc żyć prawie bez języka. Analiza zdolności takich plemion [doprowadziła badaczy do wniosku](#), że **liczby nie zmieniają naszego wycucia wielkości czy liczebności obserwowanych obiektów**, ale pozwalają nam zapamiętać i porównać ilościowo sytuacje w różnym czasie, miejscu, obserwowane w różnych sposób. Jeśli w amazońskiej dżungli nie było takich potrzeb nie było też powodu by stosować symbole języka dla rozróżniania wielkości.

Zaburzenia płata ciemieniowego po wylewie nie zaburzają pamięci, ale czasem nie pozwalają odpowiedzieć na pytanie: czy 5 leży pomiędzy 2 i 4?

Aktywność płatów ciemieniowych konieczna jest zarówno do wyobraźni arytmetycznej jak i rozumienia relacji przestrzennych; podobnie jest u zwierząt. Płaty skroniowe odpowiedzialne są za pamięć faktów, np. tabliczki mnożenia.

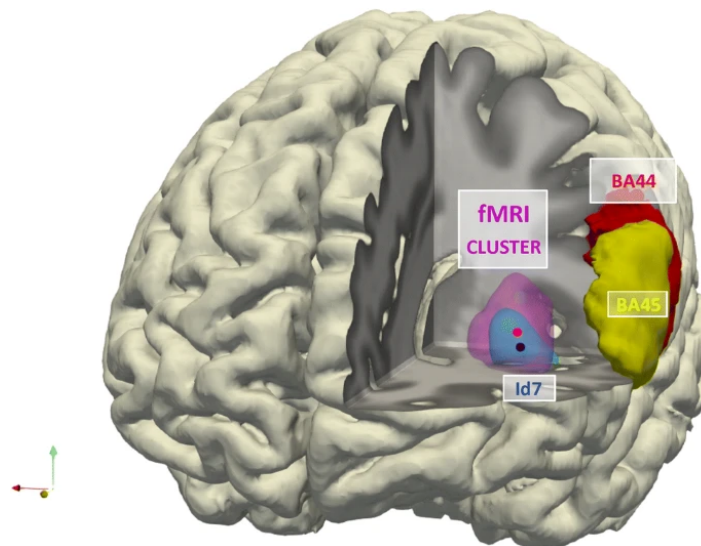


Neurony aktywne w czasie liczenia znajdują się w obszarze HIPS, czyli poziomego odcinka bruzdy śródciemieniowej w płacie ciemieniowym.



Obszary mózgu aktywne w czasie rozwiązywania równań (Luna 2004)

Dokładniejsze odróżnienie obszarów mózgu zaangażowanych w przetwarzania informacji ilościowych, operacji logicznych i językowych możliwe było w oparciu o eksperyment ([Grodzinsky i inn., 2020](#)), w którym uczestnicy najpierw słuchali poleceń nakazujących porównanie wielkości dwóch zbiorów (np. mniej niż połowa kropek jest niebieska), a następnie oglądali obrazki i naciskali przycisk prawda-falsz. W takim eksperymencie można łatwo regulować poziom trudności pokazując obrazki o różnej złożoności. Jak uzasadniają autorzy pracy słowo "mniej niż" zawiera ukryte logiczne zaprzeczenie "więcej niż". To powoduje wyraźne wydłużenie czasów reakcji prawie u wszystkich badanych. Analiza danych fMRI pokazała różnice głównie w dwóch obszarach. Pierwszy leży w lewej przedniej części kory wyspy, gdzie zidentyfikowano na podstawie budowy komórkowej tego regionu podgrupę określoną jako Id7. Aktywacja w przypadku pojawienia się negacji była tu wyższa niż przy jej braku. Drugim obszarem jest lewy górny zakręt skroniowy, którego aktywność związana jest z aspektami językowymi. Rozumienie logicznego sensu wymaga aktywacji specyficznego regionu mózgu, który nie jest związany z postrzeganiem różnic ilościowych ani werbalnym opisem.

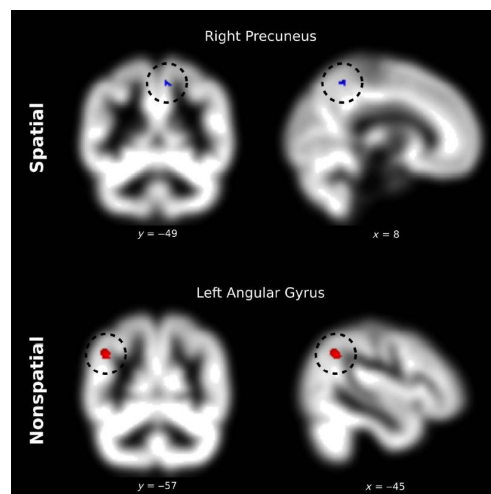


Obszary Id7 w przedniej części kory wyspy, którego aktywność związana jest z logicznym zaprzeczeniem (Grodzinsky i inn, 2020).

Dyskalkulia to niezdolność do rozumienia liczb i pojęć matematycznych, np. oceny która liczba jest większa. Może się też wiązać z trudnościami oceny upływu czasu, określenia kierunków, porządku sekwencji zdarzeń, ruchów tanecznych i innych sekwencji. **Dyskalkulia rozwojowa** jest obecnie rozpoznaną chorobą genetyczną. Wiemy już sporo na temat [mechanizmów liczenia w mózgu](#) (Stanislas Dehaene).

Czy wszyscy ludzie w ten sam sposób rozumieją sens liczb?

Początkowo sądzono, że reprezentacja liczb ma naturę przestrzenną, przypomina liczby na osi czy też klawiaturę fortepianu, od małych po lewej stronie, niskich tonów, do dużych, po prawej stronie. Jednakże część osób nie odwołuje się do przestrzennych metafor związanych z położeniem tylko do innych wrażeń zmysłowych, takich jak jasność, wielkość, czy siła nacisku. Stwierdzono różnice anatomiczne w ilości szarej materii, u osób o orientacji przestrzennej więcej w okolicach prawego przedklinka, a u pozostałych lewego zakrętu kąтового



Różnice w ilości szarej materii u osób preferujących przestrzenne lub nieprzestrzenne rozumienie liczb.

Savant syndrome, czyli **zespół sawanta**, to niezwykle zdolności arytmetyczne, pamięciowe, artystyczne czy ruchowe osób upośledzonych. Takie zdolności wynikają prawdopodobnie ze specjalizacji kory kosztem innych funkcji.

Oliver Sacks opisał [autystycznych braci](#) dla których przyjemnością było "widzenie liczba pierwszych". Nie ma niestety wiarygodnych danych dotyczących tego typu zdolności, nie wiadomo jak duże liczby mogą przeanalizować i ile czasu to zajmie, ani jakim algorytmem się posługują (M. Yamaguchi, 2009). Sawanci są "niewolnikami algorytmu", nie potrafią się adoptować, w większości przypadków cierpią na jakąś formę autyzmu. [Rüdiger Gamm](#) jest niezwykle przykładem zdolności sawanta, który odkrył swoje zdolności w wieku 21 lat. W odróżnieniu od innych sawantów potrafi stosować swoje zdolności do nowych

zadań.

Sawantów bada się między innymi w [Center for the Mind](#) w Sidney; stymulacje za pomocą pola magnetycznego (TMS) wywołują u niektórych ludzi zbliżone efekty.

Czym jest to wrażenie "wiem, rozumiem"?

Można pamiętać tabliczkę mnożenia, ale nie mieć poczucia, że zna się prawidłową odpowiedź.

Prawdopodobnie konieczne jest pobudzenie układu nagrody (płatą czołowego) po prawidłowo wykonanym działaniu, pomagającym stwierdzić, że mózg gotowy jest na nową porcję informacji.

Ciekawostka: zdolności matematyczne nie są wrodzone ani nie są związane z rasą. W połowie 20 wieku i na początku programu kosmicznego [NASA zatrudniała](#) sporą grupę czarnych kobiet o unikalnych zdolnościach matematycznych, nazywanych "black women computers". Między innymi te kobiety obliczały trajektorię pierwszego lotu astronauty Alana Sheparda w 1961 roku. Ta historia stała się znana dopiero w 2016 roku po nakręceniu filmu "[Ukryte działania](#)" (Hidden figures).

[B9.6 Talent](#)

Czym jest talent?

Zdolności lub talent oznaczają łatwość osiągnięcia wysokiego poziomu kompetencji w jakiejś dziedzinie. Talent zależy od rozwoju i współpracy specyficznych obszarów mózgu, dlatego może dotyczyć wybranych dziedzin i nie jest tożsamy z ogólną inteligencją (widać to szczególnie w przypadku sawantów). Do rozwoju talentu potrzebna jest silna motywacja, kombinacja zachowań celowych i sprawności mechanizmów percepcji, które nie zależą bezpośrednio od woli.

Spekulacje: podstawową rolę wydaje się tu grać wyobraźnia.

[Wyobraźnia](#) jest zdolnością pobudzenia skojarzonych z danym kontekstem lub powstających spontanicznie wrażeń, wspomnień i skojarzeń. Są mocne dowody (Buchsbaum i inni 2012) na to, że wyobrażenia przywołują podobny stan mózgu jak percepcja.

Odróżnia się amuzję czuciową i amuzję ruchową lub motoryczną (niezdolność do produkowania muzyki).

[Amuzja](#) jest skorelowana z problemami wyobraźni przestrzennej. W artykule [Amusia is associated with deficits in spatial processing](#) pokazano, że osoby z amuzją gorzej radzą sobie z rotacją mentalną (potrzebnej np. do grania w tetrisa), ale za to wykazują mniejszą interferencję przy jednoczesnym wykonywaniu dwóch czynności wymagających wyobraźni słuchowej i przestrzennej.

Wyobraźnia może funkcjonować doskonale w obszarze abstrakcyjnych pojęć czy słowotwórstwa, ale nie wizualnym czy muzycznym.

Mozart słyszał wewnątrz melodie, po prostu spisywał to, co wytwarzał jego mózg; jest to wbrew pozorom dość częste u kreatywnych ludzi.

Nie każdy potrafi przypomnieć sobie szczegółowo jakiś obiekt, przechowując w pamięci np. wyobrażenie melodii, lub znajomej twarzy. Trudności w odtworzeniu jak i wyobrażeniu sobie w szczegółach nowych obiektów (wizualnych, dźwiękowych, ruchowych) mogą wynikać z niedostatecznie silnych pobudzeń wstecznych kory zmysłowej. W tej sytuacji jeśli pamiętam melodię będę słyszał, czy została wybrana właściwa nuta, ale nie będę mógł jej wskazać lub nazwać; osoby obdarzone absolutnym słuchem potrafią nazwać każdą nutę, a osoby ze zwykłym słuchem muzycznym potrafią nazwać kolejną nutę, pamiętając interwał.

Wydaje się więc, że należy rozróżnić słuch związany z rozpoznawaniem (kiedy sygnały dostarczane są przez projekcje wstępujące, bottom-up), od tego związanego z odtwarzaniem lub wyobrażaniem (projekcje zstępujące, top-down).

Jeśli u kogoś zaburzone jest przetwarzanie dźwięków to nie będzie zainteresowany muzyką i nie ma szans by się czegokolwiek nauczyć. Jeśli tylko wsteczne sprzężenie jest zaburzone to przejawia się to w postaci trudności z wyobrażeniem melodii, graniem ze słuchu, zapamiętywaniem muzyki, więc taka osoba nie będzie miała talentu do grania na instrumentach czy śpiewania, chociaż może lubić muzykę. Powinno to być

widac w potencjalach wywołanych przez reakcję na kolejne dźwięki prostej melodii, ale nie ma jeszcze badań w tym zakresie.

Osoby, które mogą sobie wyobrazić i przypomnieć dźwięki generują odpowiednie oczekiwania i grając na instrumencie mogą na tej podstawie wykonywać odpowiednie ruchy.

Prawdopodobny schemat pobudzeń wygląda tak: (tylna kora skroniowa i ciemieniowa - wyobraźnia) => pierwotna kora słuchowa => kora przedruchowa.

Równolegle: kora ciemieniowa => kora przedruchowa.

Amuzja wyobrazeniowa osłabia pierwszą drogę, ale druga jest czynna, więc chociaż nie słyszy się wewnątrznie to można grać nie mając pojęcia co z tego wyjdzie, z punktu widzenia świadomości jest się jedynie słuchaczem.

Kreatywność jest niezależna od inteligencji, związana jest bardziej z produktywnością i krytyczną oceną.

Kreatywność wymaga tworzenia wielu idei i odrzucania słabych pomysłów, to główny czynnik wyróżniający kreatywne osoby. Inteligencja nie zawsze wiąże się z kreatywnością. Teoria amerykańskiego psychologa Donalda Campbella **Blind Variation Selective Retention (BVSR), czyli wariantów generowanych na ślepo i selektywnie przesiewanych**, ma coraz lepsze uzasadnienie empiryczne, potwierdzają ją też komputerowe symulacje.

B9.7 Inteligencja i geniusz

Temat ten już [częściowo omówiliśmy w B3.5.](#)

Chociaż nie ma powszechnej zgody jak zdefiniować inteligencję badania w tym obszarze rozwijają się dobrze. Już w 1923 roku rozumiano, że najlepiej jest uznać w kontekście badań psychometrycznych, że **"inteligencja jest tym co mierzy test IQ"** (Boring EG. Intelligence as the tests test it. New Repub 1923). Jak z każdym pojęciem mającym liczne potoczne znaczenia pojęcie inteligencji można zdefiniować jednoznacznie tylko w określonym kontekście operacyjnym.

Celem badań nad inteligencją jest zrozumienie przyczyn indywidualnych różnic, jak i stworzeniem modelu pokazującego jak inteligencja i te różnice powstają w wyniku procesów zachodzących w mózgu.

Za ojca psychometrii można uznać **Francisa Galtona** (zajmował się również biometrią, w tym odciskami palców i innymi cechami antropometrycznymi). Pierwszą osobą, która wprowadziła pojęcie ilorazu inteligencji w oparciu o zadania o różnym stopniu trudności był francuski psycholog Alfred Binet, autor (wspólnie z lekarzem Teodorem Simonem) testu do badania ogólnej sprawności intelektualnej (inteligencji) u dzieci.

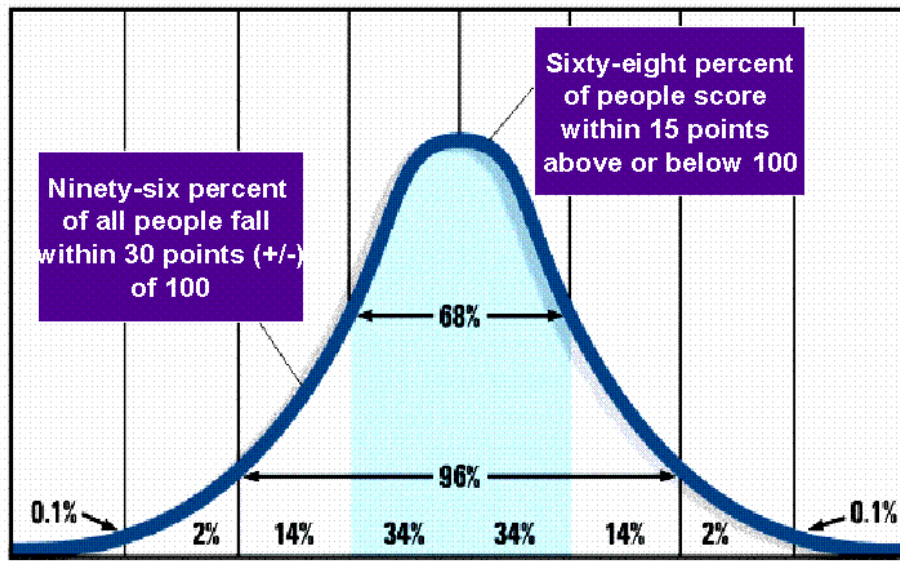
Testy dla dzieci w różnym wieku mają różny stopień trudności i pozwalały na ocenę "wieku umysłowego", opartego na przeciętnych wynikach dzieci o określonym wieku. IQ obliczano jako $100 \times \text{wiek umysłowy} / \text{wiek życia}$, a więc $\text{IQ}=100$ oznacza średni wynik odpowiedni dla danego wieku. Takie testy inteligencji rozwojowej Stanforda-Bineta stosowano do lat 1980.

W 1939 roku David Wechsler wydał **Test Inteligencji Wechsler-Bellevue dla dorosłych**, w którym nie odwoływał się do wieku umysłowego (dla dzieci powyżej 13 roku życia takie postępowanie nie różnicowało dobrze inteligencji). Rozkład wartości współczynnika inteligencji mierzony za pomocą standardowych testów **Stanforda-Bineta na iloraz inteligencji** zastosowany do większej grupy jest w przybliżeniu rozkładem Gaussa o średniej 100 i odchyleniu standardowym około 15, a to znaczy, że ma duże odchylenia od średniej. Test Wechslera sumuje liczbę wszystkich uzyskanych punktów (wynik surowy) i porównuje ją ze średnią dla danej grupy wiekowej, a różnicę dzieli przez wartość odchylenia standardowego wyników surowych w danej grupie wiekowej. By zachować zgodność wyników z testem Stanforda-Bineta wartość IQ oblicza się dla danej grupy wiekowej W za pomocą wzoru:

$$\text{IQ} = 100 + 15(\text{wynik surowy} - \text{średnia surowa}(W)) / \text{odchylenie standardowe}(W)$$

Jeśli średnie się zgadzają to $IQ=100$; jeśli różnica = odchylenie standardowe to mamy $IQ=115$, osiąga to około 1/6 całej populacji.

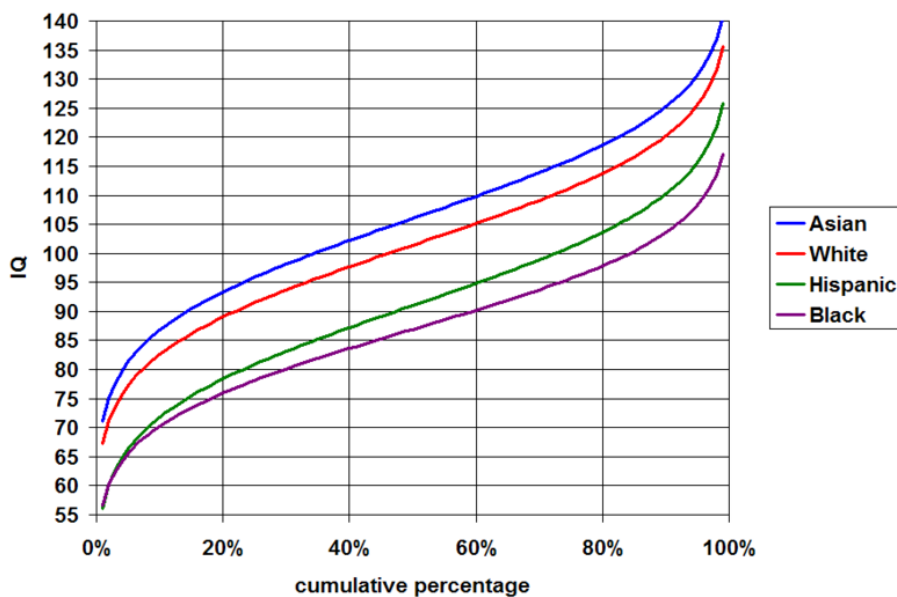
W rozkładzie Gaussa dla 2/3 osób IQ mieści się w przedziale $[85,115]$, a 96% w przedziale $[70,130]$, a więc około 1/6 (dokładnie 16%) ma IQ powyżej 115 a 2% powyżej 130.



Wyniki różnią się dość istotnie dla różnych populacji. Wśród najbardziej inteligentnych ludzi przeważają obecnie Azjaci (dla $IQ > 200$ prawie wyłącznie).

Trudno wyciągać jednoznaczne wnioski z takich badań bo zbyt wiele czynników wpływa na wyniki (np. populacja hiszpańskojęzyczna w USA nie jest reprezentatywna, bo dominują w niej najbiedniejsi emigranci o niskim IQ).

Pojemność pamięci roboczej chińczyków dla cyfr wynosi około 9 (Naveh-Benjamin i Ayres, 1986), więc jest aż o dwie cyfry wyższa niż w przypadku Europejczyków (jest tak również dla słów). Wiąże się to z szybkością wymowy cyfr w danym języku. Wskazuje to na szybsze możliwości kojarzenia w przypadku krótkich nazw, może wynikać z tonalnej struktury języka mówionego i ideograficznej pisanego. Używanie symboli matematycznych czy logicznych bez aktywacji reprezentacji werbalnych prawdopodobnie usprawnia proste operacje numeryczne. Wymaga to oczywiście pewnego treningu w posługiwaniu się symbolami.



Zwiększona motywacja i nagrody pieniężne za wyniki testów mogą [polepszyć wynik](#) testu IQ nawet o 10-15 punktów (2/3 do 1 odchylenia standardowego)!

Średnia co pokolenie może zwiększyć się nawet o 10 punktów - jest to [efekt Flynna](#), który wynika prawdopodobnie zarówno z poprawy warunków zdrowotnych, lepszego odżywiania, bogatszego środowiska

(np. zabawek) i wychowania dzieci rozbudzającego aktywność intelektualną.

Jednakże rezultaty z ostatnich lat są niepokojące, w wielu krajach średnie IQ uległo obniżeniu, nazywa się to "negatywnym efektem Flynna" (Dutton i inni 2016).

Tradycyjny pomiar inteligencji był często krytykowany, gdyż mierzy tylko jeden rodzaj aktywności człowieka, stąd pomysł wyodrębnienia **różnych składowych inteligencji**. Można to zrobić na wiele sposobów.

Philip Vernon odróżnił zdolności werbalne (czynnik słowny, liczbowy, szkolny) i zdolności praktyczne (sprawność mechaniczna, zdolności przestrzenne i zdolności manualne).

Donald Hebb a po nim Raymond Cattell rozróżnił **inteligencję płynną**, biologicznie zdeterminowaną podstawę sprawności wszelkich czynności intelektualnych, od

inteligencji skryształowanej, wyniku zastosowania inteligencji płynnej w życiu, sprawności rozwiązywania problemów na podstawie tego, czego się nauczono.

L.L. Thurstone uznał rozumienie słów, płynność słowna, zdolności liczbowe, przestrzenne, rozumowanie, pamięć i szybkość spostrzegania za czynniki w miarę niezależne, które można mierzyć, oraz istnienie czynnika nadrzędnego, który nazwał zdolnością indukcji.

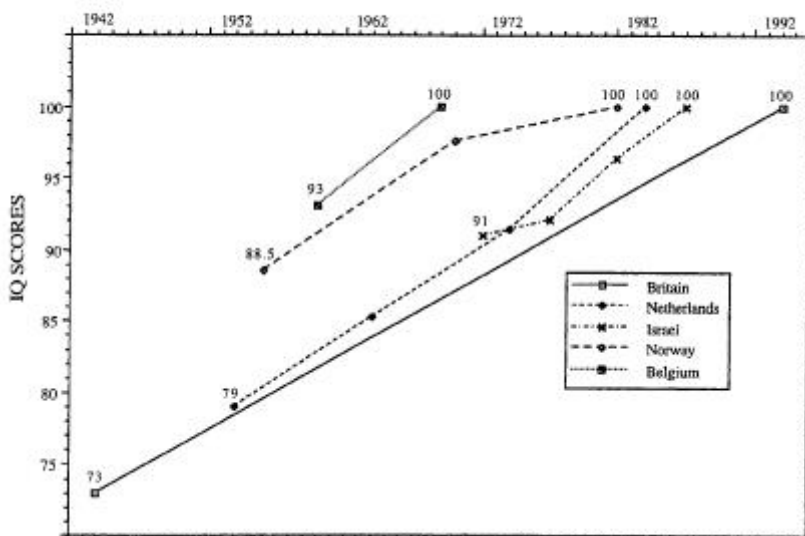
Szukanie niezależnych czynników doprowadziło [J.P. Guilforda](#) do wyróżnienia wielu (ok. 120) nieskorelowanych ze sobą (ortogonalnych) czynników składających się na strukturę intelektu, czynników dotyczących rodzaju operacji umysłowych (ocenie, zapamiętywanie i przypomnienie, poznanie, rozumienie, uświadamianie sobie, konwergencyjne i dywergencyjne myślenie, kreatywność, zdolność do oceny), rodzaju działania bądź mentalnego przedstawienia (behawioralny - działania ludzi, semantyczny, symboliczny, konkretny, wyobrażony), wytworów mentalnych operacji (przekształcenia, implikacje, klasy, relacje, systemy, elementy, jednostki).

Czy za inteligentnym zachowaniem stoi jakiś jeden wspólny czynnik "ogólnej inteligencji", określany symbolem g, czy wiele różnych funkcji poznawczych? Jakie procesy zachodzą w mózgu w przypadku rozwiązywania problemów wymagających inteligencji?

Początkowo próbowano stworzyć teorię ogólnej inteligencji. Spearman uznał, że korelacje wyników z różnych testów powinny mieć jedną wspólną przyczynę, a więc w analizie danych eksperymentalnych indywidualne różnice powinny się dać wyjaśnić za pomocą jakiegoś ukrytego czynnika, który nazwał czynnikiem g ogólnej inteligencji (g=general). Jednakże nie udało się wyróżnić takiego jednego parametru, stąd pomysł hierarchicznych modeli w których pojawia się grupa częściowo ze sobą powiązanych parametrów zależnych od ogólnego czynnika.

Model CHC. Popularny model posługujący się takimi parametrami ukrytymi ([model Cattell-Horn-Carroll](#), CHC) uwzględnia 3 poziomy opisujące funkcje poznawcze, specyficzny, szeroki i ogólny. Pozwala to na dopasowanie parametrów na poziomie drugim oceniających sprawność pamięci krótko i długotrwałej, szybkości przetwarzania informacji, szybkości decyzji i czasów reakcji, układu słuchowego i wzrokowego, czytania i pisanie, umiejętności numerycznych, rozumowania płynnego (wymagającego postrzegania złożonych zależności, kreatywności) i skryształowanego (wyuczonego i opartego na zdobytej wiedzy). Na każdą z tych zdolności składa się szereg specyficznych zdolności mierzonych różnymi testami. Szerokie zdolności zależą w teorii CHC na poziomie ogólnym od czynnika g, ale nie jest to jeden czynnik, tylko wynik budowy mózgu, połączeń (konektom, mielinizacja aksonów decydujących o szybkości synchronizacji). Model CHC potrafi wyjaśnić wiele aspektów inteligencji związanej z procesami uczenia się, rozumowania, rozwiązywania problemów, ale by miał rzeczywiście dobre podstawy należy go powiązać z obiektywnie

The Flynn Effect



mierzalnymi procesami zachodzących w mózgu, a w szczególności ze strukturą konektomu i połączeń funkcjonalnych.

Rozróżnienie inteligencji płynnej i skryalizowanej okazało się bardzo użyteczne do wyjaśniania indywidualnych różnic i jest obecnie powszechnie stosowane.

Inteligencja płynna zmniejsza się z wiekiem, ale skryalizowana nie. Pojemność pamięci roboczej jest pozytywnie skorelowana z inteligencją płynną ale nie z skryalizowaną. Badania funkcjonalnym rezonansem również pokazują odmienne procesy odpowiedzialne za oby typy inteligencji w mózgu.

Analiza licznych eksperymentów, w których badano aktywację mózgu w czasie rozwiązywania zadań wymagających inteligencji doprowadziła Junga i Haiera (2007) do sformułowania Teorii Integracji Ciemieniowo-Czołowej (Parieto-Frontal Integration Theory, P-FIT). Autorzy starali się wyróżnić te obszary mózgu, które zidentyfikowano przynajmniej w ok. 10 eksperymentach.

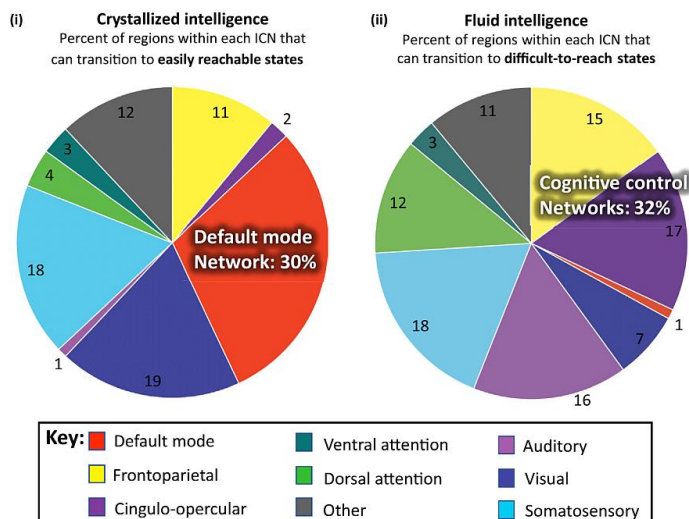
P-FIT zakłada, że informacja zmysłowa ulega wstępnemu rozpoznaniu w pierwszo i drugorzędowej korze zmysłowej, skojarzeniom i integracji:

1. Na etapie pobudzenia mamy do czynienia z aktywacją kory wzrokowej, zwykle słuchowej i wzrokowej, od pierwotnej kory zmysłowej po obszary drugorzędowe gdzie mamy do czynienia z klasyfikacją perceptów. W przypadku wzroku jest to kora pozaprążkowa (obszary V2, V3, V4 i V5) i zakręt wrzecionowaty, a dla słuchu ośrodek Wernickego odpowiedzialny za analizę składni mowy.
2. Rezultaty przetwarzania danych zmysłowych trafiają do okolic górnej kory ciemieniowej, zakrętu nadbrzeżnego, kąowego, w których dochodzi do skojarzenia informacji, odwołania do pamięci semantycznej i skojarzeniowej, aktywacji pozwalających na zrozumienie sensu informacji.
3. Kora ciemieniowa połączona jest pęczkiem podłużnym górnym z czołowymi i przedczołowymi obszarami, dzięki czemu aktywizuje się pamięć robocza, pozwalająca na porównanie różnych skojarzeń, a więc testowanie kroków prowadzących do rozwiązania problemu.
4. Rozwiązania oceniane są przez przednią przyśrodkową korę obręczy, która specjalizuje się w ocenianiu błędów a jej aktywność potrafi zahamować proces tworzenia dalszych, alternatywnych rozwiązań.

Teoria P-FIT ma obecnie silne wsparcie eksperymentalne, nowsze badania wskazują na te same struktury w mózgu, ale są to duże obszary, zaangażowane w wiele różnych czynności.

Nie jest to jednak teoria wyjaśniająca szczegóły tworzenia się rozwiązań. By to wyjaśnić potrzeba modelu opartego na symulacjach działania sieci neuronowych zaangażowanych w ten proces. Prawdopodobnie korelacje pomiędzy różnymi metodami badania inteligencji, mające świadczyć o istnieniu czynnika g, nie wynikają z istnienia jakiejś jednej, ukrytej cechy, a są jedynie emergentną własnością mózgu, działania sieci neuronowych w różnych sytuacjach.

Sieciowa teoria inteligencji ([Barbey, 2018.](#)) odwołuje się do tego jak łatwo jest przechodzić pomiędzy różnymi stanami, osiągalnymi łatwo lub trudnymi do osiągnięcia. Wyróżniając mniejsze obszary w obrębie rozległych sieci neuronowych (ICN, intrinsic connectivity networks) można zobaczyć, które z nich biorą udział w przejściach do takich stanów. Inteligencja skryalizowana ma sporo takich obszarów w obrębie sieci DMN i wzrokowych (zapewne prowadzących do szybkich bezpośrednich skojarzeń); inteligencja płynna ma takich regionów wiele w obrębie kory słuchowej (symboliczna reprezentacja pojęć), szlaku grzbietowego uwagi (świadomej kontroli), oraz sieci obręczowo-wieczkowej (cingulo-opercular network) czyli obszarów bliskich kory słuchowej ([wieczko przykrywa korę wyspy](#)).



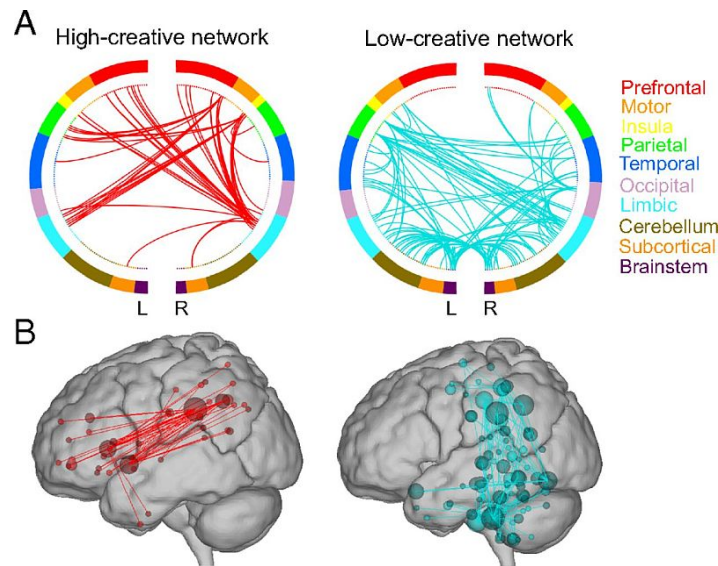
Również kreatywność wiąże się z funkcjonalnymi sieciami, w których większy przepływ aktywacji obserwujemy pomiędzy płatem czołowym i ciemieniowym niż między obszarami kory zmysłowej (Beatty i inn. 2018; [Sunavsky & Poppenk, 2020](#)).

W szczególności zarówno objętość (ilość szarej i białej materii) w obrębie dolnego zakrętu czołowego (IFG), jego połączenie z regionem dolnego płacika ciemieniowego (IPL) przez pęczek podłużny górny (SLF) pozwalające na silne funkcjonalne połączenie pomiędzy IFG-IPL, jest skorelowana dodatnio z kreatywnością. Te struktury są kluczowe dla sprawnej rekrutacji regionów sieci DMN (wzbudzeń podstawowych) przez centralną sieć wykonawczą (ECM, executive control network). Ważna jest też brzuszna sieć uwagowa, kontrolująca orientację uwagi na istotne aktywacje w mózgu.

Prawdopodobnie kreatywność wzrasta jeśli jesteśmy w stanie skupić uwagę i wykorzystać te obszary mózgu, które zwykle biorą udział w sieci wzbudzeń podstawowych. Kontrola wykonawcza, intencjonalne wykorzystanie obszarów mózgu do wykonywania użytecznych analiz, jest na poziomie psychologicznym związana ze zdolnością do skupienia się, unikania rozproszenia. To zdolność, której powinniśmy się uczyć.

Teoria **inteligencji adaptacyjnej** ([Roberta Sternberga](#)) oparta jest na ideach ewolucyjnych. Testy inteligencji nic nam nie mówią o zdolności człowieka do adaptacji, zdolności do dostrzegania i rozwiązywania realnych problemów. W efekcie pomimo wzrostu zdolności do rozwiązywania testów narastają problemy społeczne i środowiskowe, a miara IQ okazała się nieistotna bo jest słabo skorelowana ze zdolnością do osiągnięcia istotnych celów życiowych. Stąd Sternberg próbuje oceniać słabe i mocne strony z punktu widzenia kreatywności (generacji przydatnych pomysłów), zdolności analitycznych (oceny tych pomysłów), praktycznych (wprowadzania ich w życie) i mądrości (pozytywnego wpływu tworzonych idei). Taka próba dekompozycji złożonego pojęcia "inteligencja" sprowadza się do analizy elementarnych funkcji poznawczych, które pozwalają na realizację tych zdolności. Przykładem takich funkcji jest zdobywanie potrzebnej wiedzy dzięki selekcji informacji i porównania jej przydatności do realizacji celu. Teoria adaptacyjnej inteligencji odwołuje się do wcześniejszych prac na temat "inteligencji sukcesu" (successful intelligence) i inteligencji praktycznej, próbując opierać się na eksperymentach w bardziej złożonych, naturalnych warunkach.

Sternberg, R. J. (2019). [A theory of adaptive intelligence and its relation to general intelligence](#). Journal of Intelligence 7(4): 23.



Teorie inteligencji skupiające się głównie na rozumowaniu i rozwiązywaniu problemów były krytykowane jako zbyt wąskie. [Howard Gardner](#) rozwinął szerszą teorię **inteligencji wielorakiej**, wyróżniającą 8 głównych aspektów funkcjonowania:

- językową, przejawiającą się w zdolnościach komunikacyjno-oratorskich;
- matematyczno-logiczną, posługiwaniem się pojęciami abstrakcyjnymi;
- wizualno-przestrzenną, związaną orientacją przestrzenną i wyobraźnią wzrokową;
- muzyczną;
- interpersonalną, rozpoznawaniem uczuć i intencji ludzi, zdolnością do empatii;
- intrapersonalną, rozumieniem samego siebie;
- cielesno-kinestetyczną;
- przyrodniczą (ekologiczną), postrzegania, rozumienia i wykorzystywania przyrody.

Teoria Gardnera zdobyła znaczny rozgłos jednak nie doprowadziła do stworzenia głębszych modeli lub lepszych wyjaśnień niż teoria CHC.

[Daniel Goleman](#) wprowadził pojęcie **inteligencji emocjonalnej**, związanej z inte i intra-personalną w inteligencji wielorakiej.

Inteligencja emocjonalna ma według niego obejmować:

- intrapersonalne kompetencje psychologiczne - samoświadomość, kontrolę i ocenę;
- interpersonalne relacje społeczne - empatię, asertywność, perswazję, przywództwo, współpracę;
- prakseologiczne, motywacje, zdolności do adaptacji i sumienność.

Inteligencja duchowa to pojęcie opisujące zdolność do integracji informacji (również wynikające z własnych doświadczeń) i nadawania im uogólniającego sensu.

Pojęcie inteligencji duchowej rozumiane jest w różny sposób, istotny jest tu meta-poziom integracji informacji racjonalnych i emocji, transcendencja pozwalająca na dostrzeganie sensu.

Inteligencja zmienia się z wiekiem, inteligencja duchowa pojawia się późno i nie u każdego.

Ostatnie prace nad inteligencją podważają istnienie jednego, ogólnego procesu odpowiedzialnego za czynnik g. Inteligencja ogólna, w postaci korelacji między różnymi testami, może się w modelach matematycznych analizujących działanie wielu wyspecjalizowanych podsystemów odpowiedzialnych za specyficzne funkcje biorące udział w rozwiązywaniu takich testów. Mając wiele funkcji nie można za pomocą analizy danych empirycznych odróżnić modeli postulujących ogólny czynnik g od takich, w których takiego czynnika nie ma. Psychometria nie wystarcza by ocenić różne teorie inteligencji ([D.J. Bartholomew i inn.](#)). Nawet mając wiele zupełnie nieskorelowanych ze sobą specyficznych funkcji ich współdziałanie w rozwiązywaniu problemów w wyniku uczenia się stwarza wrażenie istnienia czynnika g ogólnej sprawności umysłowej.

Rozwiązywanie problemów wymaga aktywacji ogólnych mechanizmów mózgu, takich jak mechanizmy

uwagi i pamięć robocza, które biorą udział w wielu procesach (opisuje to [Process Overlap Theory](#)). Ponieważ testy oceniające inteligencję odwołują się do wielu takich mechanizmów ich jednoczesna aktywacja tworzy wspólny podzbiór powodujący korelację pomiędzy wynikami osiąganymi w tych testach, a analiza danych przypisuje to jednemu czynnikowi inteligencji ogólnej.

Badania sieci funkcjonalnych w czasie rozwiązywania łatwych i trudnych zadań pokazują związki poziomu wykonania zadań wymagających pamięci roboczej i modularnością oraz globalną sprawnością sieci (odwrotnością odległości mierzonej liczbą synaps pomiędzy współpracującymi ze sobą obszarami, im mniej synaps tym lepsza koordynacja). Globalna sprawność jest pozytywnie skorelowana z inteligencją płynną. Wiemy też, że grupy neuronów znajdujące się w obszarach należących do sieci wzbudzeń podstawowych (DMN) w przypadku trudniejszych zadań mogą włączyć się do sieci wykonawczych, pomagając w rozwiązaniu problemu, zwiększając sprawność pamięci roboczej. Sieci funkcjonalne, na tym samym koniektomie strukturalnym, potrafią się więc zreorganizować zależnie od potrzeb, włączając dodatkowe moduły. Sprawność procesów reorganizacji, szybkość resynchronizacji, ma wpływ na wyniki testów inteligencji. Zadania wymagające świadomych, złożonych działań prowadzą do większej integracji różnych obszarów mózgu, a działania wykonywane automatycznie do większej modularności sieci funkcjonalnych. **Hipoteza sprawności neuronalnej** ([neural efficiency hypothesis](#)) głosi, że dla zadań o małym lub średnim stopniu trudności osoby o wysokiej inteligencji mają stosunkowo słabą aktywację w mózgu, zużywając na szukanie rozwiązań niewiele energii. Jednak przy zdaniach o wysokim stopniu trudności, z którymi osoby o niższej inteligencji sobie nie radzą, aktywacja ich mózgow jest wyższa (Neubauer i Fink 2009). Sprawność procesów neuronalnych zależy też od stopnia znajomości problemu. Osoby, których ogólna inteligencja nie jest wysoka, ale znają tematykę zdania bardzo dobrze, mogą go rozwiązać bez większego wysiłku mierzonego poziomem aktywacji mózgu.

Praktyczne wnioski dla efektywnej nauki oparte na tej teorii można [znaleźć tutaj](#).

B9.8 [Kreatywność](#)

Kreatywność to zdolność do tworzenia rozwiązań które są nowe i interesujące. Kreatywność wymaga wiedzy, na której może się oprzeć, oraz aktywnego szukania w przestrzeni skojarzeń, które w oparciu o tą wiedzę mogą się utworzyć.

Inteligencja i kreatywność są z sobą słabo skorelowane. Dlaczego? Inteligencja nie wymaga tworzenia nowych rozwiązań, ale wymaga by istniały ścieżki skojarzeń. Kreatywność wymaga tworzenia nowych, szybko pojawiających się nowych ścieżek skojarzeń, bierze w tym większy udział prawa półkula mózgu.

Jeśli mamy sieć neuronową, nauczoną regularności na poziomie prostych struktur, np. liter, fonemów, morfemów, prefiksów i sufiksów w danym języku to mamy przestrzeń, w której działają procesy torowania (prymowania). Każde słowo, bodziec czy zdarzenie pobudza szereg mikroobwodów, które nauczyły się reagować na elementy składowe takich bodźców.

Fragmety reprezentacji mogą się pobudzić na tyle, by możliwe się stały różnorodne połączenia w wyniku fluktuacji aktywności mikroobwodów w mózgu, pobudzane przez fale EEG, dzięki czemu pojawiają się silnie zsynchronizowane kombinacje elementarnych pobudzeń; na poziomie mentalnym takie stany wiążemy z wyobraźnią.

Nie wszystkie aktywacje mózgu są na tyle interesujące by warto je było sobie uświadomić, a więc by mogły się pojawić na poziomie mentalnym. Wybieranie najbardziej istotnych pobudzeń dokonuje się dzięki skojarzeniom fonologicznym, semantycznym i emocjonalnym, otwierając dostęp do pamięci roboczej poprzez procesy typu "**zwycięzca bierze większość**".

Kreatywność = substrat (nauczone sieci) + wyobraźnia (fluktuacje aktywacji mózgu) + filtrowanie (emocje i skojarzenia).

Dzięki temu możemy tworzyć i rozumieć całkiem nowe słowa, ale również analizować i tworzyć obrazy, wyobrażać sobie nowe smaki itd. Można to nazwać prostą kreatywnością, z której korzystamy bez przerwy. Chociaż możliwe są inne formy kreatywności są one bardzo rzadkie i nie jest rzeczą jasną, czy ich natura wymaga odmiennych wyjaśnień.

Przykładem mogą być nietypowe twierdzenia i dowody [Ramanujana](#) w matematyce. Ramanujan był genialnym samoukiem, zajmował się teorią liczb, hipergeometrycznymi szeregami nieskończonymi, całkami i funkcjami eliptycznymi. Jego pomysły zaskakiwały matematyków z Cambridge, dokąd go zaproszono i gdzie spędził 5 lat. Nie zawsze jego twierdzenia okazywały się prawdziwe i wielu z nich Ramanujan nie potrafił udowodnić, jednakże jego intuicja była niezwykła. Analizy sposobu jego myślenia dokonał J. Rehling w swojej pracy doktorskiej (2001).

Teoria memów jak i teoria ewolucji są szczególnymi przypadkami zaproponowanej przez psychologa D.T. Campbella (1960) teorii **BVSR** procesów twórczych.

Twórcze procesy - ewolucyjne, kulturowe, indywidualne - wymagają dwóch kroków: wyobraźni, opartej na ślepych (z punktu widzenia celu) kombinacjach elementów (**blind-variation, BV**), oraz selekcji interesujących (przydatnych) kombinacji (**selective-retention, SR**), stąd nazwa BVSR tej teorii.

Mózgi dają przestrzeń neuronalną, w której możliwa jest ślepa wariacja, powstawanie kombinacji różnych elementów zgodne z doświadczeniem, które narzuca na ślepe kombinacje strukturę probabilistyczną, nie jest to więc przypadkowe szukanie.

W przypadku tworzenia nowych słów kombinacje nie dające się łatwo wymówić nigdy nie powstają, a kombinacje nie mające morfemów kojarzących się z istniejącymi słowami nie będą interesujące. Jest to w dodatku proces dynamiczny, podlegający torowaniu przez poprzednio usłyszane słowa. Selekcja w mózgu wynika z pojawienia się kombinacji, które pasują do istniejących struktur w mentalnych przestrzeniach, które pobudzają mózgi emocjonalnie.

Nowe kierunki sztuki rozpatrywać można jako eksplorację możliwości układu nerwowego, tak jak robi się to w ramach [neuroestetyki](#). Przyjemność związana z oglądaniem obrazów czy słuchaniem muzyki musi być związana z odpowiednimi reakcjami mózgu, a więc połączeniami pomiędzy obszarami analizującymi strukturę muzyczne czy wzrokowe.

Widać to w analizie konektomu, połączeniach długimi aksonami (to jest biała materia) pomiędzy obszarami górnego zakrętu skroniowego (STS) i obszarami związanymi z emocjami i przetwarzaniem bodźców społecznych, korą wyspy i przyśrodkową korą przedczołową; gęstość tych połączeń koreluje się z wrażliwością na muzykę (Sachs i inni, 2016).

Jak możemy wzmocnić swoją kreatywność? Można znaleźć setki porad na ten temat, np. w książce: "Brain Hacks. 200+ Ways to Boost Your Brain Power" (Adams Media, 2018). Zwykle sprowadzają się do zdrowego trybu życia, właściwego odżywiania, snu, unikania stresu, gier logicznych, ćwiczeń fizycznych, medytacji, gry na instrumencie itd.

Głębszą analizę znajdziemy w książce R.G. Best, J.M. Best, [Brain Apps: Hacking Neuroscience To Get There](#) (Booklocker.com 2017). Nowe idee nie pojawiają się w próżni tylko w ocenianie zapamiętanych faktów, epizodów. Jak głosi stara sentencja łacińska "Nihil novi sub sole" – nic nowego pod słońcem, wszystko jest remiksem łączącym fragmenty wcześniejszych epizodów. Dotyczy to wszelkich form sztuki, ale w nauce zdarzają się odkrycia autentycznie nowe, które zmieniają świat. Rzymianie przeniesieni do naszego świata zapewne dostrzegliby wiele zupełnie nowych rzeczy pod tym samym Słońcem.

Geniusz i genetyka

Wyjątkowymi zdolnościami, przejawiającymi się w kreatywności i oryginalności dzieł uznawanych za genialne zajmował się [Sir Francis Galton](#), w szczególności stworzył [historiometrię](#), wykładając swoje poglądy w książce "Hereditary Genius" (1869).

Nie ma jednak jednoznacznej definicji geniuszu, chociaż proponowano by np. uznać osoby z IQ powyżej 180 za genialne. Powyżej IQ ~120 zanika korelacja pomiędzy sukcesami a wynikami testów na inteligencję. To oznacza, że potrzebne jest pewne minimum ale superinteligencja nie gwarantuje sukcesu.

Cudowne dzieci osiągają wyniki dorosłych ekspertów przez skończeniem 15 roku życia.

Istnieje korelacja pomiędzy geniuszem a szaleństwem: ewolucja eksperymentuje na ślepo (Andreasen 2005; Pickover 1998). Aż 80% wśród najbardziej uznanych pisarzy cierpi z powodu zaburzeń emocjonalnych i zaburzeń nastroju, poeci często z powodu cyklofrenii (Andreasen 2005). Wytrwałość w dążeniu do celów jest jedną z podstaw sukcesu. Powtarzanie pomyłek, upór, związane jest z mutacją A1 receptorów

dopaminowych D2, co wpływa na interakcje przyśrodkowej kory przedczołowej (pMFC) z hipokampem (Ullsperger, Klein, 2007, 2008).

Próby powiązania liczby lat poświęconych edukacji z genetycznymi markerami skończyły się niepowodzeniem. Przebadano 300,000 ludzi i wyróżniono 74 markery genetyczne, ale ich wkład do osiągnięć edukacyjnych oceniono na poziomie 0.4% (A. Okbay et al. Nature <http://dx.doi.org/10.1038/nature17671>; 2016). Uwzględnienie 9 mln wariantów genetycznych daje wyjaśnia jedynie 3.2% różnic w długości formalnej edukacji.

W ciągu ostatnich 3 mln lat doszło dwukrotnie do duplikacji genu SGRAP2 i jak pokazano (Megan Dennis, Uni. Washington, 2011) miało to wpływ na migrację neuronów i powiększenie kory mózgu.

Są silne indywidualne korelacje IQ i rozmiarów kory u dojrzewającej młodzieży; porównanie skanów mózgow zrobionych po 4 latach pokazały znaczne indywidualne różnice w rozwoju kory, pozytywnie skorelowane z różnicami w testach IQ: w ekstremalnych przypadkach było to zmniejszenie o 18 i zwiększenie o 21 punktów procentowych.

Talent, kreatywność i inteligencja to różne pojęcia: widać to szczególnie wyraźne w przypadku sawantów (Kalbfleisch 2004).

Czy **korelacja między zaburzeniami psychicznymi i kreatywnością** naprawdę istnieje? Paradoks "szalonego geniusza" polega na tym, że zarówno odpowiedź tak jak i nie jest prawdziwa. Jeśli mierzyć kreatywność oceniając jakieś dzieła danego człowieka, które uznawane są za ważne (artystyczne czy intelektualne), to mamy dwie możliwości: 1) Wśród kreatywnych osób najwybitniejsze są najbardziej zagrożone chorobami psychicznymi, oraz 2) Wśród wszystkich ludzi osoby kreatywne cieszą się lepszym zdrowiem psychicznym niż osoby mniej kreatywne. Oba te stwierdzenia są prawdziwe ([Simonton, 2014](#)). Procent zaburzeń psychopatologicznych w ciągu całego życia wśród dużej grupy osób uznawanych za kreatywne jest mniejszy niż w przypadkowo wybranej grupie osób o tej samej liczebności.

Z drugiej strony wśród osób, które w ciągu swojego życia stworzyły bardzo wiele wybitnych dzieł proporcja takich zaburzeń jest znacznie wyższa niż przeciętna. Takich osób jest jednak bardzo mało, w ogólnej statyce osób kreatywnych nie będą miały wielkiego wpływu. Te proporcje zależą też od obszaru działalności, najmniej zaburzeń jest u naukowców (u najwybitniejszych są tylko łagodne zaburzenia), u artystów i pisarzy ocena ich kreatywności rośnie w niewielkim stopniu liniowo wraz z oceną siły zaburzeń psychicznych ([Simonton, 2014a](#)).

[Bezpośrednie porównanie](#) ilu artystów i naukowców w Szwecji cierpiało z powodu różnych problemów psychicznych, od schizofrenii, silnych uzależnień po samobójstwa, pokazało korelację jedynie z chorobą dwubiegunową, jedynie wśród autorów książek jest pewna korelacja z innymi zaburzeniami.

[Wielu geniuszy](#) cierpi na upośledzenia specyficznych funkcji; można być geniuszem w jednej dziedzinie a w innych zupełnie sobie nie radzić. Mniej niż 10% osób cierpiących na autyzm [to sawanci o nadzwyczajnych zdolnościach](#): większość potrafi podać dzień tygodnia dla dowolnej daty; często mają fenomenalną pamięć, czasami potrafią szybko liczyć w pamięci, wykazują zdolności orientacji przestrzennej, lub zdolności muzyczne. Około 10% wszystkich sawantów ma nabyty zespół sawanta po rozległych udarach, uszkodzeniach mózgu lub częściowego otępienia. Około połowa sawantów cierpi na autyzm, pozostali mają różne uszkodzenia mózgu. Wśród sawantów jest bardzo mało kobiet.

[Lista genialnych sawantów.](#)

Przykłady: [Derek Paravicini](#), genialny niewidomy muzyk, [wideo na TED](#).

Jan Becker i Rüdiger Gamm to ludzkie kalkulatory

Style uczenia?

Większość pedagogów jest przekonana, że uczniowie uczą się łatwiej, jeśli styl uczenia jest dostosowany do ich preferencji. Te preferencje wiążą się zwykle z wzrokiem, słuchem lub ruchem (określanym jako preferencje [kinestetyczne](#)). Rozważano też inne sposoby uczenia przeciwstawiając prezentacje werbalne i wizualne, wymagające rozumowania lub intuicji, liniowe - holistyczne.

Kontrowersje wokół stylów uczenia trwają od dawna i nie widać dowodów potwierdzających, że takie style uczenia mają jakiś wpływ na efektywność nauczania.

Zadanie:

Realizacja złożonych funkcji wymaga ekstrakcji określonych informacji, od receptorów zmysłowych do wykonania ruchu lub podjęcia decyzji. Spróbuj naszkicować przykładowe ścieżki aktywacji dla takich czynności, np: czytania i wykonania jakiegoś polecenia, tłumaczenia zdania z obcego języka, zadania matematycznego, czy odczytania nut i odtworzenia muzycznej frazy, lub innego złożonego zadania.

Przykładowe pytania (tu dość ogólne, na egzaminie będą bardziej szczegółowe):

1. Wyższe czynności psychiczne i ich mózgową realizacja.
2. Organizacja ośrodków mózgu związanych z mową.
3. Jakiej funkcji związanej z mową realizowanej są przez półkulę dominującą, a jakie przez przeciwległą?
4. O czym mówi hipoteza Sapira-Whorfa i jakie argumenty ją popierają?
5. Czym objawiają się parafazje i jakie uszkodzenia mózgu je powodują?
6. Co to jest anomia kolorów i jakie uszkodzenia ją powodują?
7. Jaka jest funkcja korowych struktur przyśrodkowych?
8. Jakie obszary mózgu zaangażowane są w rozumienie pojęć matematycznych?
9. Co to jest dyskalkulia i z jakimi uszkodzeniami mózgu jest związana?
10. Jakie struktury zaangażowane są w procesy planowania?
11. Do czego w procesach myślenia potrzebna jest mowa?
12. Jakie cechy mózgu korelują się pozytywnie z inteligencją.
13. Kreatywność i jej korelaty biologiczne.
14. Jakie procesy mogą być odpowiedzialne za talent artystyczny?
15. Jakie trzy obszary w mózgu związane są z humorem?
16. Czym się różni inteligencja płynna i skryzalizowana.
17. Na czym polega teoria kreatywności Campbella?
18. Czy geniusze cierpią zwykle na zaburzenia psychiczne?

Literatura:

[Neuroscience of Text Comprehension](#), Cognitive Psychology and Cognitive Neuroscience Wikibook

Język i myślenie.

- Duch W, Komunikacja jako rezonans między mózgami, w: Współczesne oblicza komunikacji i informacji. Problemy, badania, hipotezy. Red. E. Głowacka, M. Kowalska, P. Krysiński. Wyd. Naukowe UMK, Toruń 2014, str. 19-50
- Maryanne Wolf, Proust and the Squid: The Story and Science of the Reading Brain, Harper 2008.
- Edward Sapir Kultura, język, osobowość, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1978
- Benjamin Lee Whorf, Język, myśl i rzeczywistość, Wydawnictwo KR, Warszawa 2002
- [Lera Boroditsky](#), Jak język kształtuje myśl. Świat Nauki (3/2011)
- P. H. Thibodeau, L. Boroditsky, Metaphors We Think With: The Role of Metaphor in Reasoning. PLoS ONE 6(2), e16782 (2011)
- [Guy Deutscher](#), Through the Language Glass: Why the World Looks Different in Other Languages, Metropolitan Books 2010.
- Nick Chater, Florencia Reali and Morten H. Christiansen, [Restrictions on biological adaptation in language evolution](#). PNAS vol. 106, str. 1015-1020, 2009

Inteligencja, geniusz i kreatywność.

- Anderson, M.L. [Neural re-use as a fundamental organizational principle of the brain](#). Behavioral and Brain Sciences 33(3), 245-313, 2010.
- Andreasen N.C, The Creating Brain: The Neuroscience of Genius. Dana Press, 2005.
- Beaty et al. (2018). [Robust prediction of individual creative ability](#) from brain functional connectivity. PNAS, 115(5), 1087–1092.
- Binder, J. R. (2017). Current Controversies on Wernicke's Area and its Role in Language. Current Neurology and Neuroscience Reports, 17(8), 58.
- Buchsbaum B.R, S. Lemire-Rodger, C. Fang, H. Abdi, The Neural Basis of Vivid Memory Is Patterned on Perception. Journal of Cognitive Neuroscience 2012, doi:10.1162/jocn_a_00253
- Campbell D.T.(1960) Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes. Psychological Review 67:380–400.
- Conway, A.R. A., & Kovacs, K. (2015). New and emerging models of human intelligence. Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science, 6(5), 419–426. <https://doi.org/10.1002/wcs.1356>
- Deary, I. J., Penke, L., & Johnson, W. (2010). The neuroscience of human intelligence differences. Nature Reviews Neuroscience, 11(3), 201–211. <https://doi.org/10.1038/nrn2793>
- Duch W, Intuition, Insight, Imagination and Creativity. IEEE Computational Intelligence Magazine 2(3), 40-52, 2007.
- Dutton, E., van der Linden, D., Lynn, R. (2016). The negative Flynn Effect: A systematic literature review. Intelligence, 59, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.10.002>
- Eagleman D. (2020) Livewired : The Inside Story of the Ever-Changing Brain. Canongate Books Ltd.
- Eisenstein E.L, The Printing Revolution in Early Modern Europe, Cambridge University Press, 1983.
- Klein T.A, M. Reuter,D.Y. von Cramon,M. Ullsperger, [Genetically Determined Differences in Learning from Errors](#). Science 318, 1642 (2007); Comment: Vol. 321. no. 5886, p. 200
- Goleman D, Inteligencja ekologiczna, Dom Wydawniczy REBIS, 2009
- Hatzigeorgiadis, A., Galanis, E. (2017). Self-talk effectiveness and attention. Current Opinion in Psychology, 16, 138–142. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.05.014>
- Kalbfleisch, M. L. (2004). Functional neural anatomy of talent. Anatomical Record. Part B, New Anatomist, 277(1), 21–36. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20010>
- Modell A.H, [Imagination and the Meaningful Brain](#), MIT Press 2003
- Naveh-Benjamin, M, Ayres, T. J. (1986). Digit span, reading rate, and linguistic relativity. The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 38(4), 739–751.
- Neubauer, AC; Fink, A. "Intelligence and neural efficiency". Neurosci Biobehav Rev. 33: 1004–23.
- Park, S. A., Miller, D. S., Nili, H., Ranganath, C., & Boorman, E. D. (2020). Map Making: Constructing, Combining, and Inferring on Abstract Cognitive Maps. Neuron, 107(6), 1226-1238.
- Pickover C.A, Strange Brains and Genius. Plenum Trade 1998.
- Rilling J.K. i inn. The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. Nature Neuroscience 11:426–428, 2008
- Rehling, J. "Letter Spirit (Part Two): Modeling Creativity in a Visual Domain". Doktorat, Indiana University, (2001).
- Ross M.D, Owren, M.J, Zimmermann, E. Reconstructing the Evolution of Laughter in Great Apes and Humans. Curr. Biol.
- Saenger Paul, Space Between Words: The Origins of Silent Reading. Stanford Uni. Press, 1997.
- Simonton D.K. (2010) Creative thought as blind-variation and selective-retention: Combinatorial models of exceptional creativity. Physics of Life Reviews 7: 156-179
- Simonton, D. K. (2014). The Mad-Genius Paradox: Can Creative People Be More Mentally Healthy But Highly Creative People More Mentally Ill? Perspectives on Psychological Science, 9(5), 470–480.
- Stein K, The genius engine. J. Wiely 2007
- Schaller, Susan. 1995. A Man Without Words. Berkeley: University of California Press.
- White, S, Winzelberg, A. (1992). Laughter and stress. Humor, 5, 343-355
- Yamaguchi M, [On the savant syndrome and prime numbers](#), Dynamical Psychology 2009.
- Zohar D, I. Marshall, Inteligencja duchowa, Dom Wydawniczy Rebis, Poznań 2001
- Zwolińska Ewa, Neuronauka w muzyce. Kwartalnik Pedagogiczny 227, 52-78, 2013
- [Understanding Emotions in Mathematical Thinking and Learning](#)
- [Extraordinary People: Understanding Savant Syndrome](#)

- Kalbfleisch M.L. [Functional neural anatomy of talent](#), The Anatomical Record Part B: The New Anatomist, 277B, 21-36 (2004).
- M.D. Ross i in. [Reconstructing the Evolution of Laughter in Great Apes and Humans](#) 19, P1106-1111 (2009)

Referaty na temat kreatywności:

- [Umysł i sztuka w świecie rzeczywistym i wirtualnym](#). Kreatywny sztuczny mózg. Wirtualny świat fikcji, sztuki i fantazji (PPT 4.2 MB).
- [Twórczość, Intuicja, Mózgi i Komputery](#).
- [Twórczość, Mózgi i Komputery](#) (PPT 1.9 MB).
- [The incredible inventions of intuitive AI](#)

Procesy wglądu (Eureka) są również opisane w tych referatach.

Prace na temat kreatywności są na stronie [projektu komputerowej kreatywności](#).

[John Cleese na temat kreatywności](#) oraz [5 rzeczy sprzyjających kreatywności](#) - sporo praktycznych uwag.

Cytowanie: Włodzisław Duch, Wstęp do Kognitywistyki. Rozdz. B09: Złożone czynności psychiczne. UMK Toruń 2020.

[Następny rozdział](#). | [Wstęp do kognitywistyki - spis treści](#).