

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

Pamięć: | [Rodzaje pamięci](#) | [Anatomia pamięci](#) | [Pamięć epizodyczna](#) | [Pamięć semantyczna](#) | [Pamięć robocza](#) | [Zaburzenia pamięci](#) | [Niedoskonałości pamięci](#) | [Uwaga](#)

You've been misled by the thoughts in your head ...
Emerson, Lake, and Palmer - The Endless Enigma

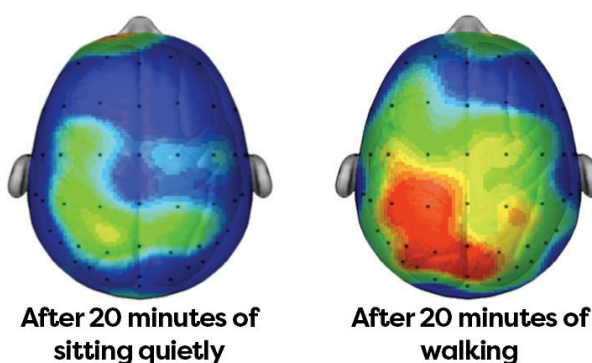


[B20. Pamięć i uwaga](#)



Czym jest pamięć? Wszelkie zmiany struktury i funkcji mózgu można traktować jako rodzaj pamięci zdarzeń, które do tej zmiany doprowadziły. Jednakże zmiana zachowania w wyniku zmiany funkcji mózgu nie zawsze pozwala na odkrycie, jakie zdarzenie je spowodowało. Psycholodzy wymyślają różne podziały i modele, tworząc konstrukty psychologiczne, pozwalające na opisywanie różnych obserwacji i eksperymentów dotyczących pamięci. Nie zawsze takie opisy oddają rzeczywistość, czyli zmiany zachodzące w mózgu, uwidaczniające się na poziomie mentalnym czy wpływające na zachowanie. Dlatego spojrzenie na pamięć i uwagę od strony procesów zachodzących w mózgu pozwala zrozumieć więcej niż modele psychologiczne, chociaż są one nadal punktem wyjścia.

Pamięć jest oczywiście związana z procesami uczenia. Użyteczne porady jak się uczyć i lepiej zapamiętać materiał są [na tej stronie](#). Trzeba robić notatki, streszczać, powtarzać, kojarzyć ze znanymi informacjami, tłumaczyć innymi, czyli często odwoływać się do informacji, które chcemy zapamiętać i zrozumieć. Można w tym celu użyć ChatGPT lub inny model językowy AI, trzeba w nim tylko utworzyć [odpowiednią osobowość](#). Dobrze robić krótkie przerwy w nauce, najlepiej na gimnastykę lub spacer. Neurony nie lubią długo pracować nad tym samym problemem. Notowanie, zwłaszcza pisać ręcznie, pobudza korę ruchową, a to spory obszar. Pomagają też mapy myśli i [metoda Cornell](#).



Research/scan compliments of Dr. Chuck Hillman, University of Illinois

Pierwsze teorie zapamiętywania skojarzeń stworzyli psycholodzy już w 19 wieku. [Psychologia asocjacyjistyczna](#) zakładała, że wszystkie stany mentalne i akty psychiczne są wynikiem skojarzeń wrażeń zmysłowych. Otworzyło to drogę do [behawioryzmu](#).

W 1902 **Iwan Pawłow** odkrywa odruchy warunkowe. Badając psy, które nauczył kojarzyć dźwięki z jedzeniem, zauważył, że psy śliniły się słysząc dźwięki, przewidując nadejście jedzenia. Odruch bezwarunkowy (US, reakcja na jedzenie) dzięki parowaniu neutralnego bodźca (CS, dźwięku) wywołał powstanie odruchu warunkowego (CR). Nazywamy to klasycznym warunkowaniem, albo uczeniem Pawłowa.

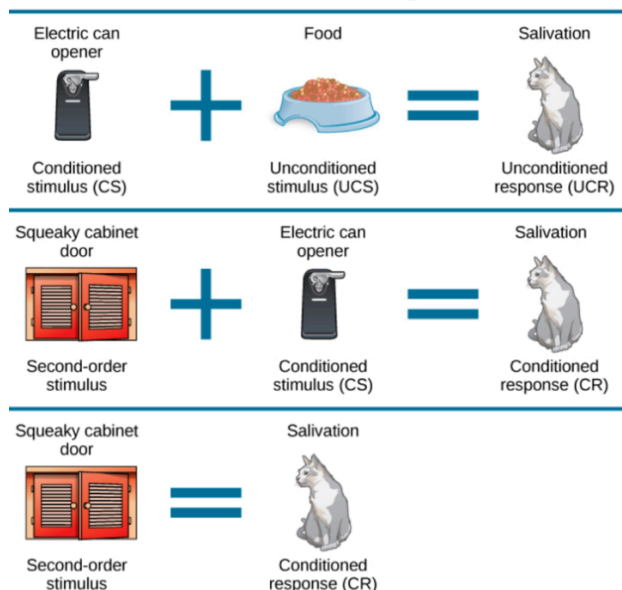
John Watson i Brian Skinner tworzą na tej podstawie teorię [behawioryzmu](#), opartą na założeniu, że wszystko daje się wyjaśnić za pomocą reakcji na bodźce. Watson w 1913 roku napisał manifest behawioryzmu, a później określił cel psychologii jako przewidywanie reakcji na bodźce, jak i odkrywanie czynników powodujących daną reakcję.

Klasyczne warunkowanie okazało się dość ograniczone do jednego bodźca, nie dało się nauczyć psy reagujące na dźwięki by reagowały również na światło. Zjawisko to nazwano wzajemnym blokowaniem bodźców warunkowych. Jednakże możliwe było stworzenie sekwencji bodźców, np. wzrokowych skojarzonych z dźwiękiem, który był bodźcem warunkowym. Mamy więc łańcuch CS2 => CS1 => US, tworzący [warunkowanie drugiego rzędu](#). Takie zachowanie można zaobserwować nie tylko u ssaków, ale też i u pszczoł. Próby wyjaśnienia takich procesów uczenia się doprowadziły do powstania teorii matematycznych, takich jak model [Rescorla i Wagnera](#) (1972), a następnie współczesnych teorii uczenia się opartych o procesy Markowa i [teorię wzmacniania](#).

Pamięć nie jest zjawiskiem jednorodnym, istnieje wiele różnych [podsystemów pamięci](#), korzystające z innych struktur podkorowych i obszarów kory. Pozwala to rozwiązać dylematy stabilności plastyczności, szybkie zapamiętywanie i powolne nabywanie wiedzy i umiejętności. Zmiany w mózgu pozwalające zapamiętać pewne stany (zdarzenia, fakty, sekwencje ruchów czy emocje) nastąpić mogą na wiele sposobów, zarówno w czasie pobudzenia (rejestracja), przechowywania jak i późniejszego odtwarzania informacji. Rozróżnienia są tu niezbyt ostre, reakcje mózgu są złożone i trudno je jednoznacznie podzielić na reakcje niezależnych podsystemów.

Kurs [Principles of Learning and Memory](#), John F. Kihlstrom, University of California, Berkeley, dobrze przedstawia historię badań psychologicznych nad uczeniem się i pamięcią.

Higher-Order / Second-Order Conditioning

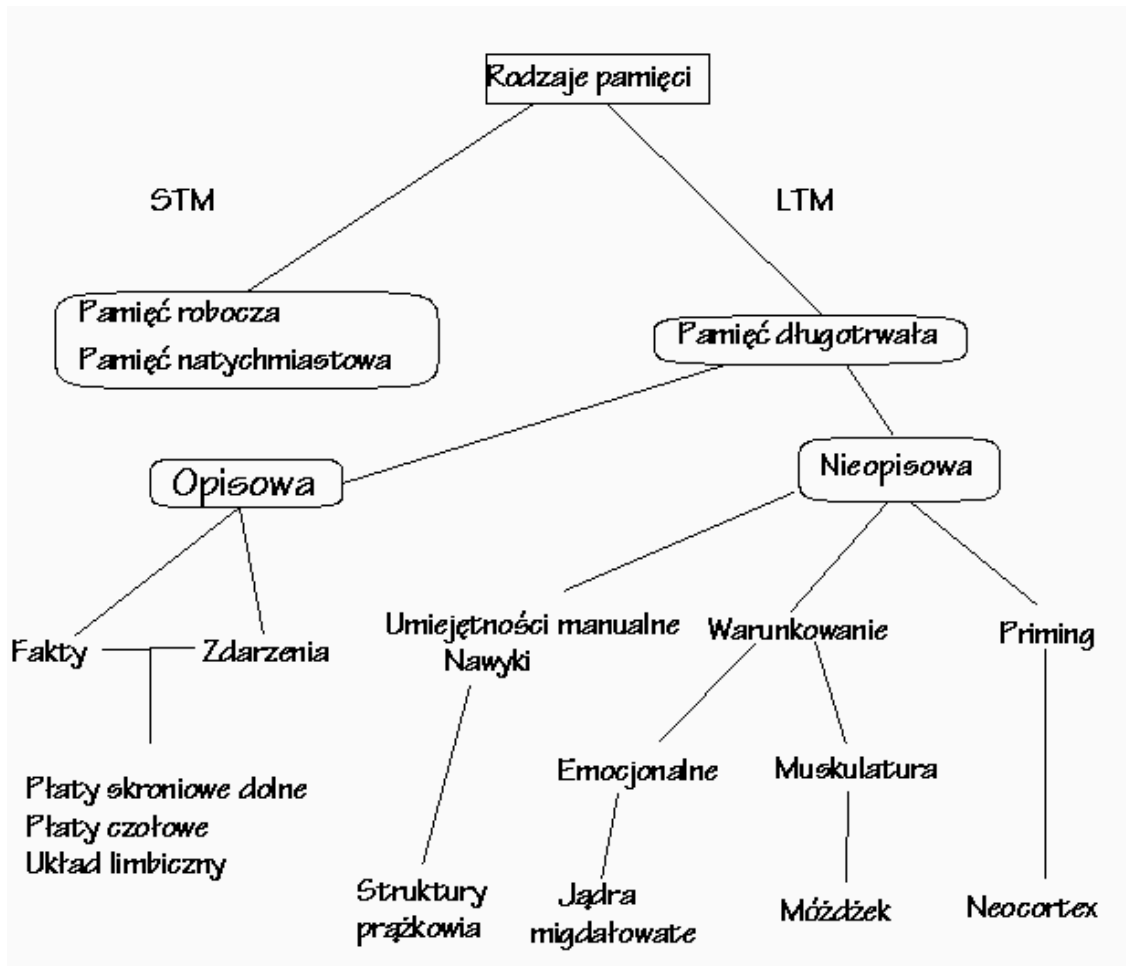


B20.1 Rodzaje pamięci

Pamięć podzielić można ze względu na czas trwania:

- [Pamięć długotrwała](#) trwa lata.
- [Pamięć krótkotrwała](#), w tym pamięć operacyjna, trwająca kilka minut, a przy ciągłym odświeżaniu nawet do godzin. To część złożonego mechanizmu [pamięci roboczej](#).
- Pamięć natychmiastowa, ultrakrótka: [ikonograficzna](#), [pętla fonologiczna](#): do kilku sekund.

Analogie z pamięcią komputerową spowodowały pojawienie się takich nazw jak [pamięć podstawowa \(primary memory\)](#), utożsamiana z pamięcią krótkotrwałą, dostępną natychmiast, oraz pamięć wtórna, wymagająca nieco dłuższego czasu by dostarczyć informacje, utożsamiana z pamięcią długotrwałą. Te nazwy pojawiają się czasami nadal w literaturze fachowej, ale w odniesieniu do pamięci biologicznej nie mają głębszego sensu.



Pamięć można też podzielić ze względu na funkcje:

- **Pamięć rozpoznawcza (recognition memory)** umożliwia rozpoznanie, że postrzegaliśmy to wcześniej, choć pewnie bym sobie sam nie przypominał, gdyby nie powtórna ekspozycja.
- **Pamięć opisowa (deklaratywna):** [epizodyczna](#), w tym pamięć [autobiograficzna](#), oraz [pamięć semantyczna](#), czyli fakty, wiedza ogólna o świecie, dająca się zwerbalizować.
- **Pamięć nieopisowa (niedeklaratywna)** to pamięć
 1. proceduralna (sekwencje czynności, umiejętności),
 2. [odruchów warunkowych](#) (gotowości reakcji, dyspozycyjności),
 3. [habitacji](#) lub sensytyzacji (nieasocjacyjna), oraz
 4. [torowania \(priming\)](#).

Pamięć może być jawna (świadoma, explicit) lub utajona (nieświadoma, implicit).

Jawna to taka, którą można sobie uświadomić, a więc w jawny sposób przypomnieć;

pamięć może być [utajona \(nieświadoma, implicit\)](#), a więc wpływająca na decyzje mózgu w sposób utajony, nieświadomy.

Układ pamięci emocjonalnej to często pamięć utajona, ale dzięki połączeniom hipokamp-kora przejściowa-ciało migdałowe niektóre wpływy mogą stać się jawne, chociaż nietrudno tu o błędy w interpretacji.

Pamięć można podzielić też na **retrospektywną**, czyli intencjonalnego przypominania sobie, i **pamięć prospektywną**, czyli przypominania w określonym czasie, że mamy coś zrobić. Znaczna część naszej codziennej działalności wymaga przypominania sobie, że należy coś zrobić o określonym czasie. Tu potrzebne są wskazówki wewnętrzne - lub w określonym kontekście - bo przypomnienie dotyczy zdarzeń zewnętrznych. Jak to możliwe, że bez nastawienia alarmu o określonej porze coś sobie przypominamy?

Początkowo sądzono, że konieczne jest monitorowanie procesu, inicjowanego przez intencję by sobie coś w przyszłości przypomnieć - to teoria "uwagi i pamięci przygotowawczej", nazywana "PAM, [preparatory attentional and memory](#)). Eksperymenty nie w pełni się z tym zgadzają, takie procesy wymagają sporo energii i

mogłyby zakłócić normalne funkcjonowanie.

Bardziej prawdopodobny jest model wielu procesów, który mogą prowadzić do spontanicznego przypominania sobie o zadaniu do wykonania w określonym czasie. Częściej zapominamy o rzeczach, które należy zrobić o określonym czasie, a łatwiej sobie przypominamy, jeśli mamy w otoczeniu konkretne wskazówki. Nasz zegar wewnętrzny nie jest zbyt precyzyjny, a uwaga może być skoncentrowana na czymś innym. Może pojawić się jakaś wskazówka, np. ktoś zadzwoni, wtedy zwracamy uwagę na telefon i przypominamy sobie, że mieliśmy gdzieś zadzwonić. Może inne czynności zwróciły naszą uwagę i zaczynamy monitorować czas przypominając sobie co mamy zrobić. Jeśli jest to rutynowa czynność to zwykle są różne wskazówki, że czas ją wykonać. Kora przedczołowa jest zaangażowana tylko w przypadku pamięci wykorzystującej wskazówki, ale nie czas.

Pamięć prospektywna wymaga aktywacji struktur pamięci retrospektywnej, oraz funkcji wykonawczych. Mechanizm działania jest nadal dość tajemniczy. Jakie wskazówki powodują, że budzę się parę minut przed czasem nastawionego alarmu? W środowisku nie ma dźwięków, które mi o tym by przypominały. To wydaje się być funkcją wewnętrznego zegara biologicznego, realizowaną przez niewielkie [jądra nadskrzyżowaniowe](#). Pewną rolę mogą też odgrywać hormony stresu ACTH, które przygotowują organizm do działania. Kilka chorób, np. schizofrenia, choroba Parkinsona, ale i stwardnienie rozsiane czy niedokrwistość sierpowatokrwinkowa upośledza funkcjonowanie pamięci prospektywnej.

Aktywacja [kory przedczołowej](#) i hipokampa może być odpowiedzialna za [pamięć roboczą](#), a więc pewnego rodzaju notatnik, który pozwala przechować przez krótki czas jakieś informacje, przerwać wykonywaną czynność, zająć się czymś innym, po czym powrócić do wykonywanej czynności. Wymaga to zarówno aktywacji pamięci krótkotrwałej jak i mechanizmów uwagi, kontrolujących dostęp do pamięci; a więc **pamięć robocza to dynamiczny proces utrzymywania aktywnej pamięci**. Warto rozróżnić procesy fizyczne od dynamicznych. Procesy fizyczne prowadzą do formowania się trwałych zmian w mózgu, zmian pobudliwości neuronów i połączeń synaptycznych. Procesy dynamiczne działają na sieciach o fizycznie ustalonej strukturze. Po uaktywnieniu prowadzą do stanów pobudzenia sieci, wpływając na nasze zachowanie i pozwalając rozpoznać myśli i wyobrażenia.

Pamięć krótkotrwała jest rezultatem chwilowego pobudzeniem kory. Aktywacja neuronów wynika nie tylko z pobudzeń dzięki silnym połączeniom synaptycznym, ale również z obniżenia progów pobudliwości ostatnio używanych neuronów, tworząc specyficzne ścieżki łatwiej się pobudzających konfiguracji neuronów, aktywując podsieci odpowiedzialne za działanie, wyobrażenia czy myśli.

Analogia komputerowa: W przypadku komputerów mamy też pamięć krótko i długotrwałą: RAM, w której są aktualnie używane informacje, znikające po uruchomieniu innego zadania lub wyłączeniu zasilania, oraz pamięć dyskową, w której jest wiele informacji i programów, w danym momencie nieaktywnych, która nie znika po wyłączeniu zasilania. Część informacji w pamięci długotrwałej może nie być nigdy aktywowana, podobnie jak część wspomnień, których nie da się przywołać jeśli nie pojawi się odpowiedni kontekst, sytuacja, w której te wspomnienia będą przywołane. Warto też rozróżnić pamięć strukturalną nabytą pamięć długotrwałą. Pamięć strukturalna to połączenia wewnątrz komputera, kiedyś można je było zmieniać inaczej łącząc elementy kablami, teraz rzadko mamy szansę coś zmienić, np. dodając nowe karty w komputerach stacjonarnych. Zmieniamy w ten sposób strukturę i możliwości naszego systemu. To można porównać do ogólnej ustalonej ewolucyjnie struktury układu nerwowego, która zmienia się bardzo wolno. Długotrwała pamięć nabyta możliwa jest dzięki zmianom substratu, stanu namagnesowania dysków lub stanu komórek pamięci, a w przypadku pamięci biologicznej zmian na poziomie połączeń między neuronami i wewnętrznymi procesów w neuronach, które nie zaburzają ogólnej struktury a jedynie ją trochę modyfikują.

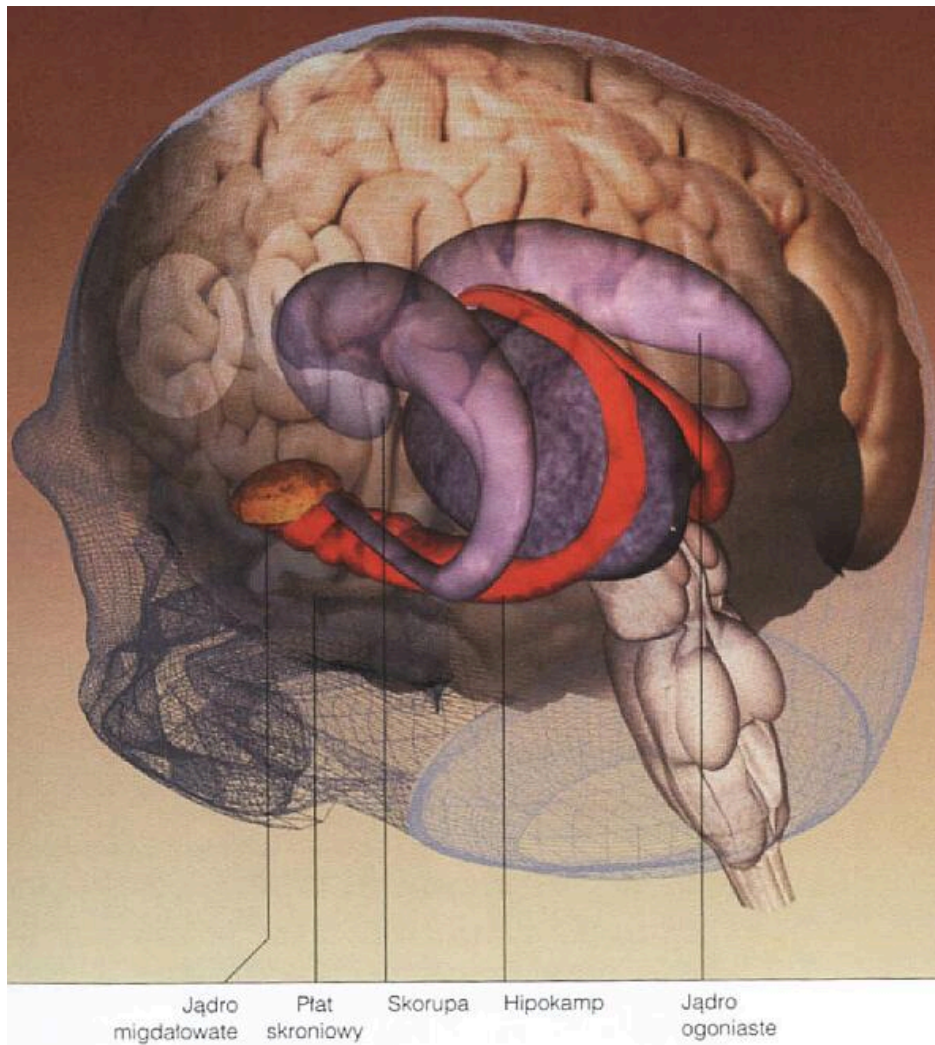
Spróbuj [dorównać szympansowi!](#) W 0.6 sek szympans zapamięta miejsce i sekwencję 9 cyfr na ekranie.

[Ayumu](#) to jeden z szympansów o doskonałej pamięci.

Nawet szczury radzą sobie lepiej niż my (Lehrer, Howe we decide, 2009).

B20.2 Anatomia pamięci

Cały mózg służy pamięci bo jest "plastyczny", czyli ciągle zmienia swoją strukturę na różnym poziomie. Można wyróżnić struktury anatomiczne służące różnym rodzajom pamięci:

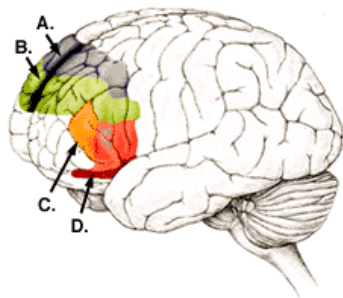


- [Kora mózgu](#): różne obszary biorące udział w realizacji konkretnych funkcji pozwalające na długotrwałe zapamiętywanie. W szczególności kora analizująca sygnały zmysłowe i ruch na różnym poziomie zmienia się pozwalając na zapamiętanie nowych wrażeń i umiejętności.
- [Płat ciemieniowy](#) zawiera szkicownik wzrokowo-przestrzenny, ważny dla pamięci krótkotrwałej jak i długotrwałej pamięci skojarzeniowej.
- [Hipokamp](#) jest kluczową strukturą dla pamięci przestrzennej oraz pamięci epizodycznej o czasie życia rzędu wielu dni.
- [Ciało migdałowe](#) jest najważniejszą strukturą dla pamięci emocjonalnej (utajonej).
- [Pamięć proceduralna](#), pamięć umiejętności realizowana jest przez prążkowie, czyli skorupę i [jądro ogoniaste](#), oraz jądra [podstawy mózgu](#), [mózdzek](#) korę ruchową i pętle wzgórzowo-korowe.
- [Jądro ogoniaste](#) - pamięć genetyczna, instynktowne formy zachowania, silnie aktywne u zakochanych, zaburzenia prowadzą do zachowań obsesyjno-kompulsywnych.

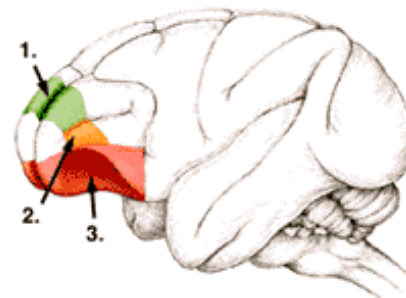
[Kora przedczołowa](#) bierze udział w tworzeniu się krótkotrwałej pamięci roboczej (operacyjnej, PR). Wyróżniono za pomocą metod obrazowania następujące podobszary:

Mózg człowieka

Mózg makaka



- A. PR - przestrzenna
- B. PR - przestrzenna, działania zależne od woli (self-ordered tasks)
- C. PR - przestrzenna, obiektów i werbalna, działania zależne od woli i myślenie analityczne
- D. PR - obiektów, myślenie analityczne



- 1. PR - działania zależne od woli (self-ordered tasks)
- 2. PR - przestrzenna, działania zależne od woli
- 3. PR - obiektów

Molekularne podstawy pamięci.

Wiele czynników ma wpływ na zmiany w mózgu: odżywianie, dostarczanie glukozy i tlenu komórkom, przepływ [pływu mózgowo-rdzeniowego](#). Na strukturę mózgu odpowiedzialną za pamięć wpływa bezpośrednio przewodnictwo synaptyczne oraz pobudliwość neuronów.

- Zmiany synaptyczne wpływają na wzorce powstających pętli aktywności, wzmacniając lub osłabiając wzajemny wpływ neuronów na siebie; te zmiany mogą być zarówno szybkie jak i powolne.
- Zmiany wewnątrz neuronu powodują depolaryzację całej błony komórkowej, a przez to większą pobudliwość neuronów, łatwiejszą aktywację różnych pętli.

Większość [synaps](#) przekazuje impulsy wykorzystując złożone procesy biochemiczne. Neurotransmitery i neuromodulatory wydzielane przez neurony i znajdujące się w płynie międzykomórkowym wpływają na otwieranie lub zamykanie kanałów jonowych w membranach neuronów, przez które wędrują jony, naładowane atomy wapnia, sodu, potasu, chloru i innych pierwiastków. Ten skomplikowany mechanizm pozwala na bardzo złożone sterowanie aktywnością neuronalną, sprzężenie tej aktywności z regulacją stanu całego organizmu. [Synapsy elektryczne](#) są znacznie rzadsze. Zbudowane są z kompleksu białek zwanych [koneksynami](#), mogą gwałtownie zmienić swoją przewodność po przejściu szybkiej serii impulsów pobudzających, zapamiętując ważne epizody.

Wewnętrzna depolaryzacja neuronu, powstająca po silnym pobudzeniu serią impulsów receptorów glutaminowych i modulowana przez receptory dopaminowe, może [odpowiadać za pamięć krótkotrwałą](#). Taka zmiana pobudliwości neuronu w przypadku prostych organizmów takich jak [niciansie ma wpływ na ich zachowanie](#).

Za powolne uczenie jest zapewne odpowiedzialne [długotrwałe wzmocnienie synaptyczne](#) (Long-term Potentiation, LTP), czyli wzrost sprawności przewodnictwa synaptycznego.

[Długotrwałe osłabienie synaptyczne](#) (Long-term Depression, LTD), czyli osłabienie sprawności przewodnictwa synaptycznego, jest procesem przeciwstawnym do LTP.

Obydwa procesy, LTP i LTD, prowadzą do powolnych zmian sposobu reakcji grup neuronów na nadchodzące sygnały, a więc do zmiany skojarzeń, pozwalających wyodrębnić dany stan mózgu od innych stanów, mogą więc być biologicznymi mechanizmami odpowiedzialnymi za powolne uczenie.

ładna animowana ilustracja takich procesów [jest tutaj \(YouTube\)](#).

B20.3 [Pamięć epizodyczna](#)

Początkowo wierzono, że istnieją zlokalizowane [engramy](#) (ślady pamięci). Karl Lashley w latach 1960 szukał takich engramów badając szczury, ale nie udało się ich znaleźć. Pamięć nie jest zlokalizowana w jakimś konkretnym miejscu w mózgu, tylko zapisana w wielu połączeniach pomiędzy neuronami, zmianach

pobudliwości samych neuronów, co decyduje o sposobach pobudzania się podsieci neuronów. Pojęcie "[komórek engramów](#)" jako substratu pamięci jest czasem używane na określenie tych neuronów, które są aktywne w momencie przypominania. Są to neurony tworzące rozproszone sieci połączeń w mózgu. Badania na ten temat prowadzone są głównie na gryzoniach i dotyczą pamięci proceduralnej.

Pamięć nie jest procesem pasywnego zapisu faktów, tylko aktywnym procesem poznawczym, dopasowującym nowe fakty do wcześniej zapamiętanych, zmieniających wspomnienia tak by pasowały do całego obrazu. Dlatego wspomnienia świadków wypadków są często całkiem sprzeczne.

Modele komputerowe pokazują jak powstaje pamięć w sieciach neuronowych, w postaci odmiennych, względnie stabilnych wzorców aktywacji elementów sieci (odpowiadających grupom neuronów). Pamięć zapisana jest w siłach połączeń synaptycznych i progach pobudliwości neuronów.

Własności komputerowych modeli pamięci asocjacyjnej.

- Rozproszona reprezentacja informacji w całej strukturze sieci, a stąd
- odporność na szum (zniekształcenia) wejściowych danych i
- odporność na uszkodzenia elementów bądź całych fragmentów sieci.
- Adresowanie kontekstowe (wystarczają wskazówki do aktywacji zapamiętanego wzorca),
- dopełnianie brakujących elementów,
- automatyczne skojarzenia z innymi wzorcami, zależnie od kontekstu.
- Szybkość wyszukania (aktywacja odpowiedniego wzorca) jest niezależna od liczby pamiętanych wzorców.

Najbardziej prawdopodobne są mechanizmy [długotrwałego wzmacniania \(LTP\)](#) i osłabiania (LTD) połączeń synaptycznych.

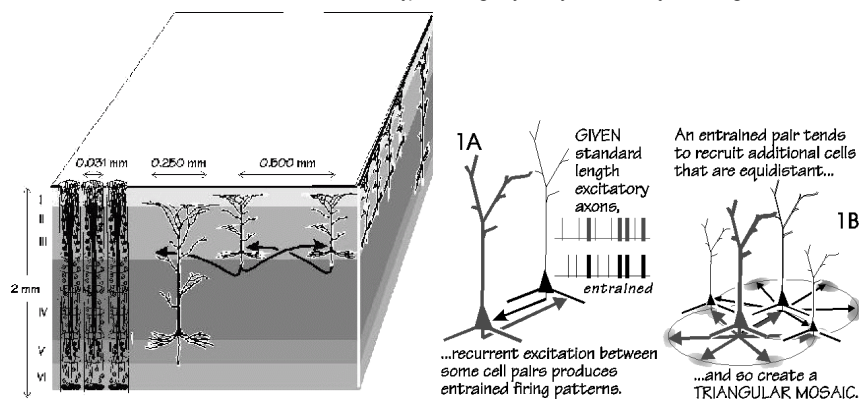
Czy na pewno pamięć zapisana jest w siłach połączeń synaptycznych? Chociaż jest to najbardziej prawdopodobna hipoteza to mogą być inne efekty, które są na razie słabo poznane, odpowiedzialne za zmiany struktury mózgu związane z pamięcią. Różne podsieci neuronów, realizujące specyficzne funkcje, mogą wykorzystywać wspólne podgrupy neuronów, a więc te same synapsy, które z tego powodu mogą być niestabilne. Spontaniczna aktywność neuronów, częste przypominanie pewnych stanów, powinno też zmieniać siłę połączeń. Możliwe są nieodwracalne zmiany w DNA i białkach budujących neurony. W neuronach odkryto złożone kompleksy białkowe, zwane "hebbosomami" (Seth GRant), które mogłyby pełnić takie funkcje. A może następują nieodwracalne zmiany wynikające z resorpcji kolców dendrytycznych? Jest wiele hipotez ale niezbyt popularnych.

Pamięć na poziomie molekularnym wiąże się też z [epigenetyką](#). Na razie obserwacje robione są głównie na gryzoniach i dotyczą uwarunkowań lękowych. Zmiany w regulacji genów są widoczne w drugim pokoleniu u ludzi, nie tylko cechy związane z wyglądem fizycznym ale i predyspozycje.

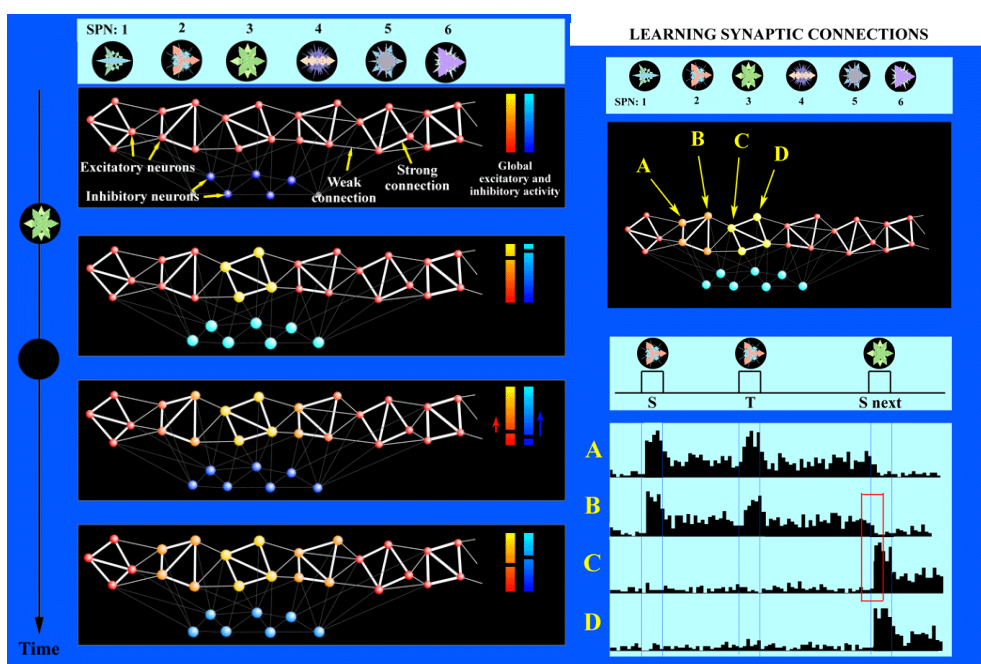
Trzy niezbędne elementy modeli niezbędne do funkcjonowania biologicznej pamięci:

- układ modulujący, który zwiększa plastyczność mózgu umożliwiając zmiany, np. w wyniku pobudzenia emocjonalnego (głównie układ limbiczny);
- szybka pamięć średnio-trwała, pozwala zapamiętać epizody po jednokrotnej ekspozycji;
- pamięć długotrwała, zmieniająca się powolnie, wymagająca wielokrotnych powtórzeń (kolumny korowe tworzące kwazistabilne struktury pobudzeń).

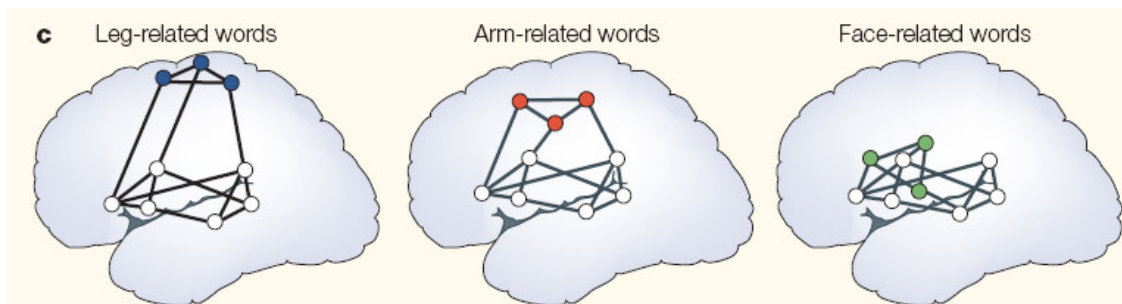
Do wyjaśnienia działania pamięci asocjacyjnej potrzebne są modele typu sieci neuronowych. Pamięć zapisana jest w nich w rozproszony sposób w sile pobudzeń synaptycznych.



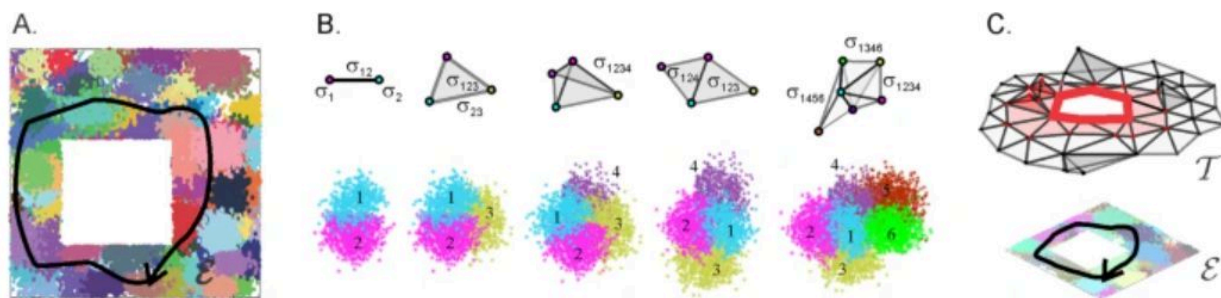
Kora ma budowę kolumnową, w każdej z kolumn zawierającej 30-100 tysięcy neuronów mamy wiele połączeń wewnątrz a stosunkowo niewiele połączeń z neuronami z innych kolumn. Łańcuchy pobudzeń kolumn korowych, nazywane **'synfire chains'**, pozwalają na synchronizację aktywacji kolejnych grup neuronów. Przykład symulacji i eksperymentalnych wyników takich pobudzeń w przypadku rozpoznawania obiektów przez małpy jest na poniższym rysunku.



Jak reprezentowane są pojęcia w mózgu? Przez układ pobudzeń wielu obszarów kory i jąder podkorowych. Reprezentacja fonologiczna, czyli słów mówionych, angażuje korę słuchową i tylną część kory czołowej (okolice Broka). Słowa oznaczające określone działanie są związane z pobudzeniem ośrodków motorycznych; słowa oznaczające obiekty rozpoznawane wzrokowo z pobudzeniem okolic wzrokowych.

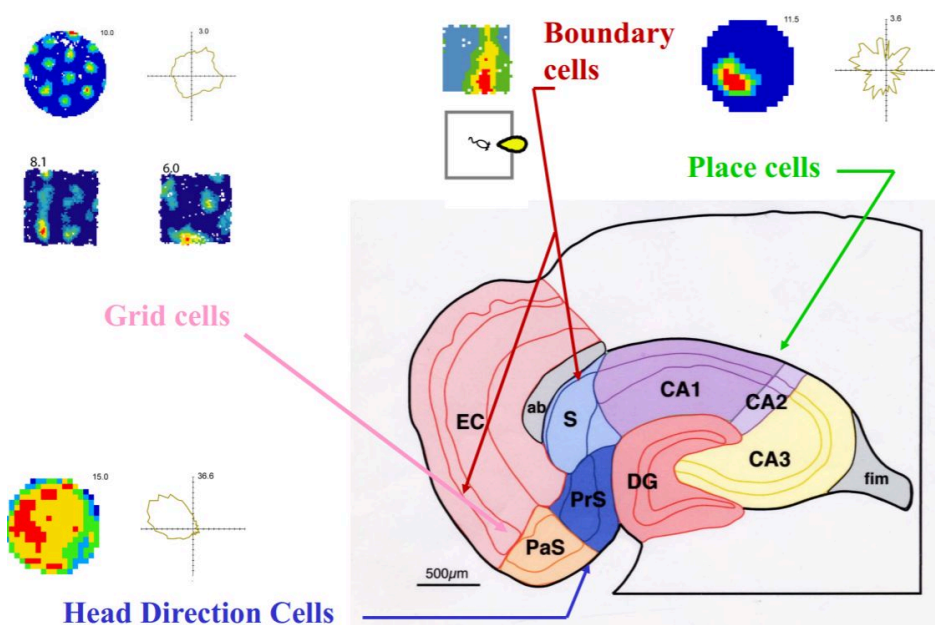


Atlas pokazujący aktywacje mózgu w czasie semantycznej interpretacji pojęć opracowano dla setek słów wykorzystując rezonans funkcjonalny (fMRI). Uśrednione wyniki dla 7 osób w czasie oglądania wideo posłużyły do stworzenia tego atlasu. [Laboratorium Gallanta w Berkeley](#) udostępnia program pozwalający na [nawigację w przestrzeni semantycznych aktywacji](#) mózgu. Pokazano to na krótkim filmie: "[Brain viewer](#)".



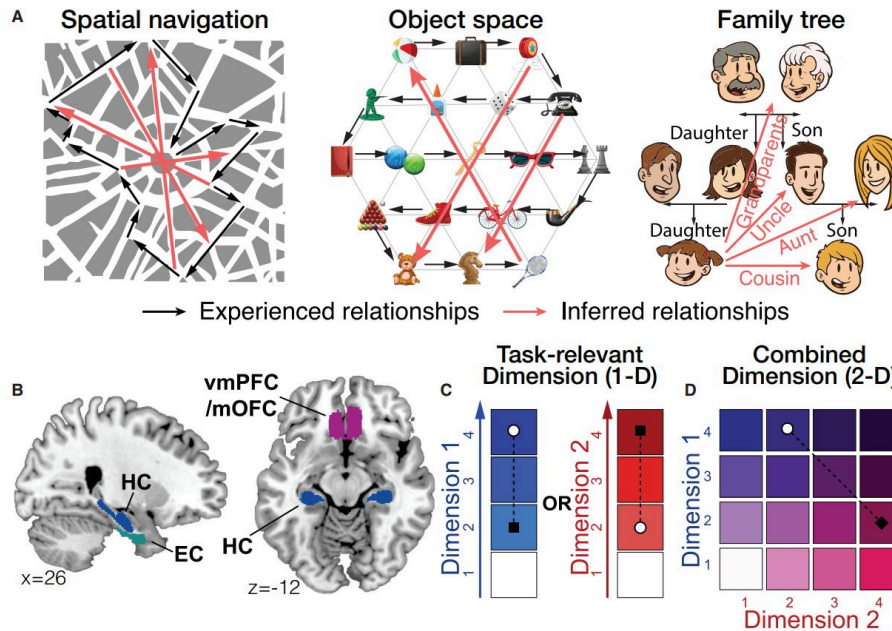
Komórki siatki, głowy i ściany przygotowują informację, która trafia do komórek miejsca. Te komórki są w różnych częściach formacji hipokampa.

Mapa przestrzeni oparta jest na informacjach wzrokowych, punktach orientacyjnych, które tworzą kontekst pozwalający rozpoznać miejsce, jak i systemie integrującym informację o tym, jak daleko się przemieszczamy. Komórki reagujące na prędkość ruchu, czy liczbę kroków, odkryto nie tylko u ssaków, ale nawet u mrówek.



Mechanizm służący nawigacji w przestrzeni może być też odpowiedzialny za pamięć abstrakcyjnych relacji. Ten mechanizm może być podstawą do wnioskowania o nowych powiązaniach faktów na podstawie znanych relacji. Zaangażowany jest w to zarówno hipokamp (HC), [kora śródwęchowa](#) (EC), oraz brzuszno-przysłodka kora przedczołowa (vmPFC) i przysłodka kora oczodołowa-czołowa (mOFC). Na rysunku ([Park i inni, 2020](#)) czarne linie oznaczają bezpośrednie skojarzenia lub drogi, które przeszliśmy, a czerwone linie skojarzenia, które powstają w sieci reprezentującej takie fakty. Dobrym przykładem są relacje rodzinne.

Wiedza o różnych aspektach zdarzeń i cechach obiektów jest spontanicznie scalana dzięki zdarzeniom epizodycznym. Mapy kognitywne mogą się dzięki temu rozwijać dodając kolejne wymiary opisujące cechy lub zdarzenia. Aktywacja wspólnej informacji w tych nowych wymiarach pozwala na łączenie wielu map, a przez to skojarzenia, które nie były nigdy wcześniej zauważane czy doświadczane, umożliwiając podejmowanie decyzji w złożonych sytuacjach.

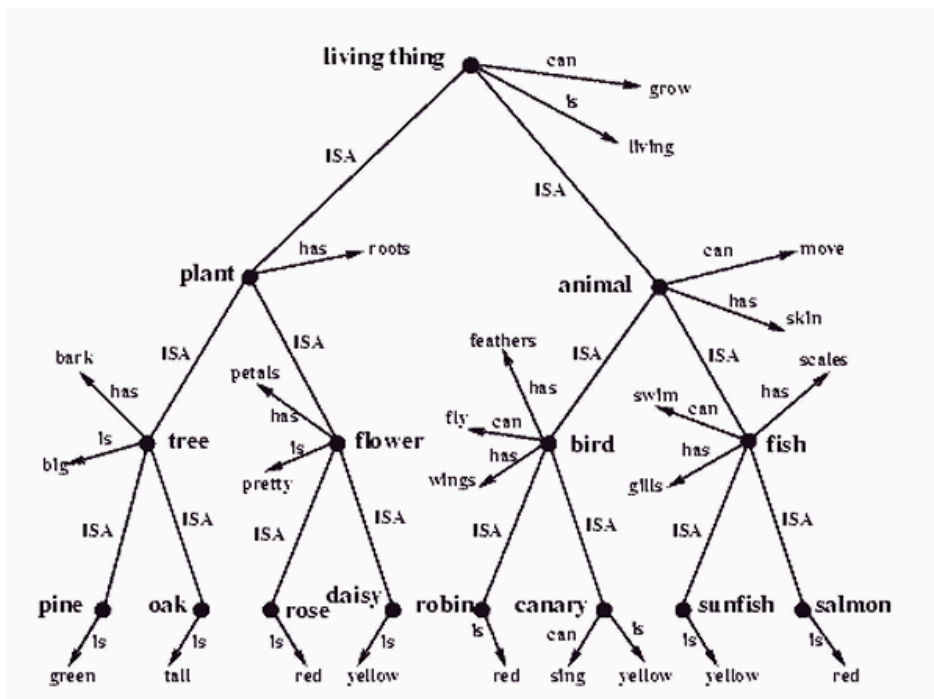


B20.4 Pamięć semantyczna

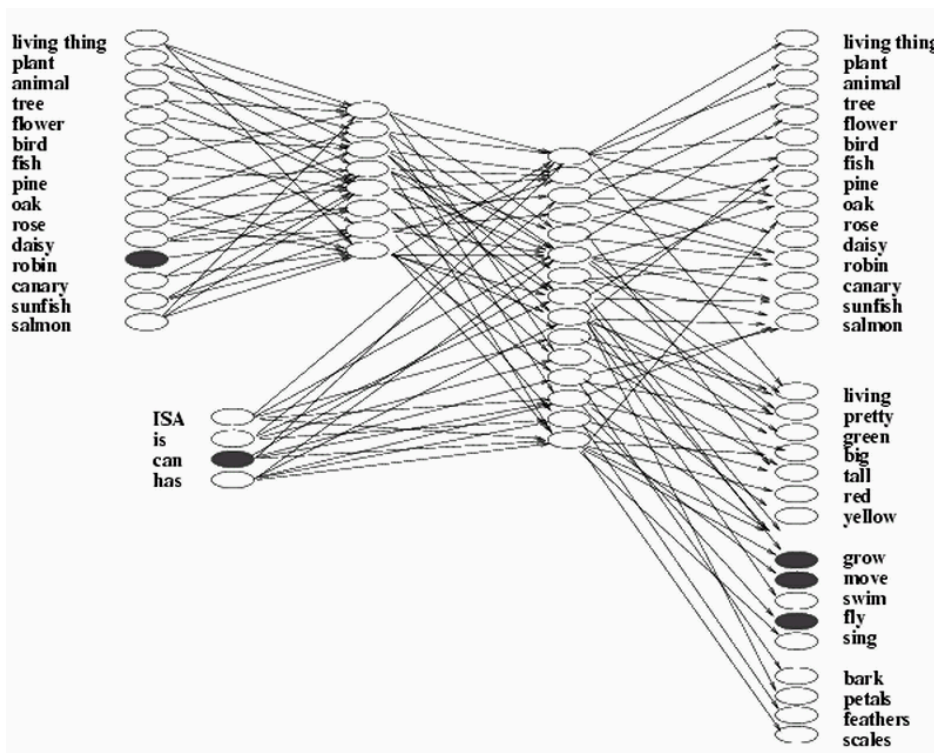
Jak tworzy się pamięć semantyczna, wiedza ogólna pozwalająca na rozumowanie i myślenie? Jest sporo modeli komputerowych pokazujących jak to może zachodzić, ale trudno jest je eksperymentalnie zweryfikować.

- Podobne pojęcia reprezentowane są przez podobne do siebie konfiguracje pobudzeń grup neuronów (czyli podobne mapy aktywacji widoczne w atlasie semantycznym).
- Pojęcia ogólne dzielą ze szczegółowymi wiele własności, więc zawsze się do pewnego stopnia aktywują kiedy myślimy o pojęciach szczegółowych.

Pojęcia można uporządkować hierarchicznie, od bardzo ogólnych, takich jak "istota żywa", przez ogólne kategorie, np. "zwierzę" lub "roślina", do konkretnych gatunków i indywidualnych obiektów, np. storczyków czy kota Mrużka. Można to przedstawić w postaci drzewa, chociaż taka hierarchia nie w pełni odzwierciedla różne relacje.



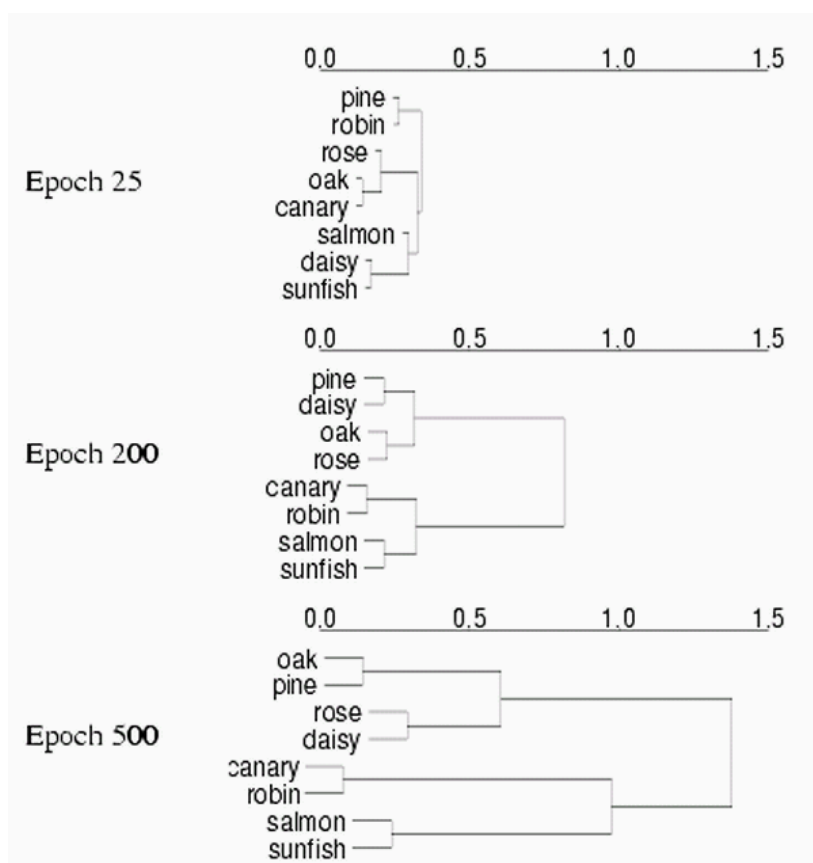
Sieć neuronowa, która uczy się na podstawie przykładów, może nauczyć się takich hierarchicznych relacji, jak też i bardziej złożonych, opartych na podobieństwie.



Aktywacja kory i innych obszarów mózgu w czasie prezentacji różnych pojęć pokazuje podobieństwo układające się w naturalne hierarchie. Pojęcia należące do jednej kategorii nadrzędnej wywołują aktywacje do siebie bardzo podobne. Jeśli zapisać poziom aktywacji w każdym z obszarów pomiaru (wokseli) w postaci wektora to możemy ocenić stopień podobieństwa rozkładów jako różnicę pomiędzy wektorami dla różnych pojęć. Oczywiście procesy zachodzące w mózgu są bardzo skomplikowane, ale nawet prosty model sieci neuronowej może pokazać utworzenie się takiej hierarchii podobnych rozkładów, odpowiedzialnych za pamięć semantyczną.

W tym modelu sieci neuronowej mamy jednostki wejściowe, reprezentujące neurony rozpoznające słowa

(nazwy roślin i zwierząt), oraz 4 jednostki określające, czy danemu pojęciu można przypisać jakąś własność. Np. tu na wejściu widać aktywację "robin" (rudzik) i "can" (może). Co może rudzik? Rosnąć, ruszać się, latać. Sieć uczy się korelacji aktywacji jednostek wejściowych z aktywacją odpowiednich jednostek wyjściowych. Aktywacja wejściowa ulega transformacji pobudzając jednostki ukryte. Odległości pomiędzy wektorami pobudzeń warstwy ukrytej sieci dla różnych pojęć w czasie uczenia się można przedstawić na [dendrogramie](#); początkowo sieć nie reaguje prawidłowo, aktywacje są niewielkie i różnice wektorów są też niewielkie (Epoch 25, czyli po 25 prezentacjach danych wejściowych). Jednak po nauczeniu się odpowiednich transformacji, czyli zdobyciu pewnej wiedzy o własnościach pojęć prezentowanych na wejściu, dendrogram zrobiony na podstawie aktywacji jednostek w ukrytej warstwie pokazuje niewielkie różnice pomiędzy gatunkami kwiatów, lub gatunkami drzew, a większe pomiędzy kwiatami i drzewami i jeszcze większe pomiędzy roślinami i zwierzętami. Jednostki warstwy ukrytej uczą się reprezentacji pojęć - aktywacje są podobne dla obiektów z tej samej grupy a odmienne dla innych. Pamięć semantyczna pojawia się w sieciach neuronowych w wyniku nabywania wiedzy w automatyczny sposób.



Taki model pomija wiele efektów, które można zaobserwować w pracy mózgu, nie uwzględnia dominacji funkcji językowych w jednej z półkul (zwykle lewej), w której mamy reprezentacje fonologiczne słów, pozwalające na rozpoznawanie i wymowę tych słów. Słowo aktywuje reprezentację fonologiczną, a to aktywuje różne obszary mózgu, nadając sens temu słowu.

Różne grupy neuronów są pobudzane przez wszystkie pojęcia należące do bardziej ogólnej kategorii (np. roślin); takie aktywacje przypisywane są do pojęć leżących wyżej w hierarchii, a więc pojęć ogólniejszych. Reprezentacja semantyczna danego pojęcia aktywuje reprezentację fonologiczną w lewej półkuli mózgu. W prawej półkuli mogą powstać reprezentacje pojęć, dla których nie ma reprezentacji fonologicznych, nie dla wszystkich rozkładów aktywacji mamy nazwy. W ten sposób prawa półkula pozwala na "intuicyjne" rozumienie sensu, którego nie potrafimy zwerbalizować. Efekt: intuicyjnie rozpoznaję, że w wyrażeniu "lewa wątroba" słowo "lewa" nie jest używane w znaczeniu "lewostronna", bo istnieje grupa organów występujących parami (płuca, nerki) i pojedynczych, chociaż nie mamy na nią specjalnej nazwy.

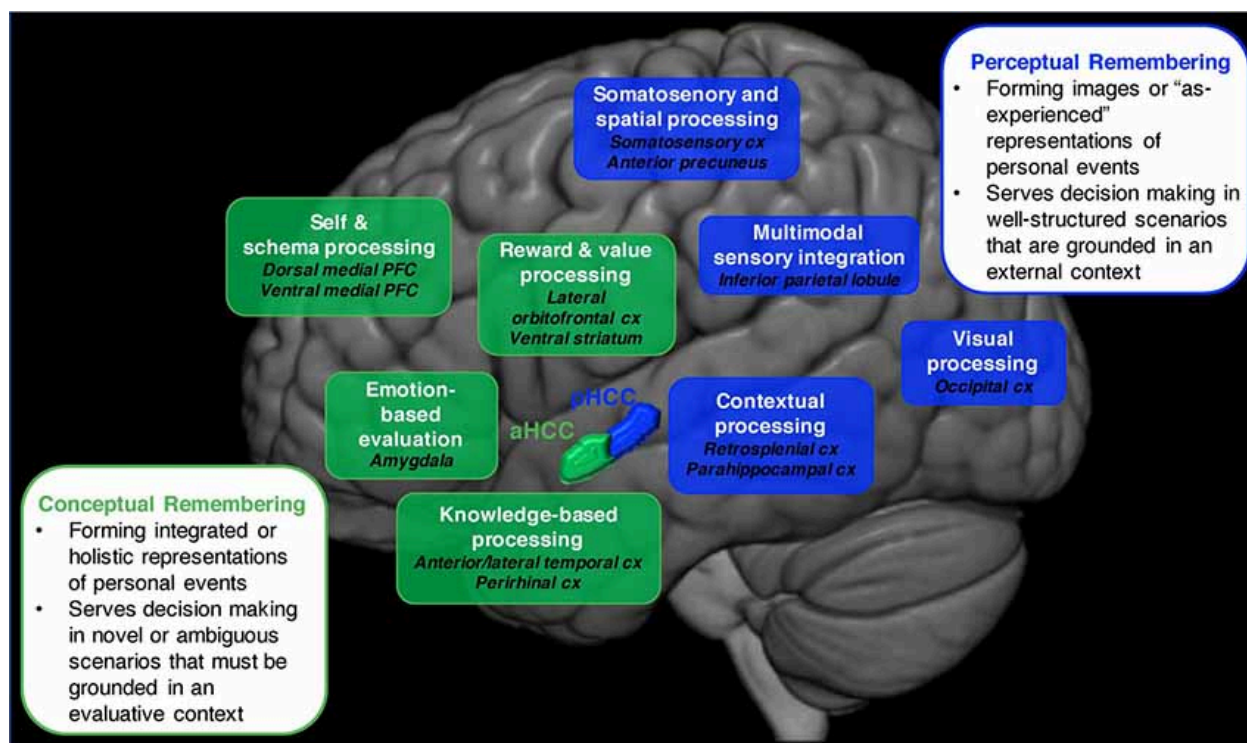
[Pamięć autobiograficzna](#)

Specyficzną odmianą pamięci epizodycznej jest pamięć autobiograficzna. Część naszych wspomnień autobiograficznych opiera się też na pamięci semantycznej, dostarczającej ogólnej wiedzy o tym, co mogło się wydarzyć. Niezbędny jest też model swojej jaźni, bo wspomnienia autobiograficzne odnosimy do siebie. Stąd niektórzy psycholodzy twierdzą, że pamięć autobiograficzna to część systemu związanego z tożsamością. Wspomnienia mają charakter epizodyczny ale też związane są z mechanizmami pamięci roboczej, określającymi naszą tożsamość, przypominającymi nam, kim jesteśmy.

Informacje autobiograficzne można podzielić na te związane z okresami swojego życia - dzieciństwa, szkoły, studiów, podróży, pracy, wychowanie dzieci. Pamiętamy miejsca, osoby znane w tych okresach czasu, relacje z nimi, spotkania. Mogą się też grupować wokół ważnych wydarzeń - osiągnięcia osobistych celów, pierwszych randek, rozwoju zainteresowań, czy egzaminu na prawo jazdy.

Trzecia grupa autobiograficznych informacji dotyczy specyficznych wydarzeń: lądowania na księżycu, stanu wojennego, zamieszek i demonstracji, wielkich katastrof. Takie wydarzenia wzbudzały emocje. Pamiętamy przez dłuższy czas liczne szczegóły z nimi związane. Badania pokazują jednak, że te szczegóły wypierane są przez ogólną wiedzę semantyczną, pomimo przekonania, że je dobrze pamiętamy. W literaturze naukowej na temat pamięci określa się je jako ślady pamięci związane z specyficznymi zdarzeniami (event specific memories, ESM).

Można się tu doszukać pewnej hierarchii: od okresów życia do ważnych wydarzeń i do specyficznych zdarzeń. Podział pamięci autobiograficznej na epizodyczną i semantyczną określa się też jako pamiętanie wrażeń zmysłowych, oraz uogólnione zapamiętywanie pojęciowe. Autobiograficzna pamięć epizodyczna związana jest głównie z analizą danych zmysłowych, relacji przestrzennych, kontekstu z tym związanego, integracji informacji z różnych zmysłów. Ocena zdarzeń w oparciu o ogólną wiedzę, ocena emocjonalna i nadawanie im wartości, sensu w odniesieniu do reprezentacji swojego "ja", to zadanie dla przedniej części mózgu.



Rysunek z pracy [Sheldon, Fenerci, Gurguryan \(2019\)](#)

B20.5 Pamięć robocza

Pamięć robocza (Working Memory, WM) to konstrukcja psychologiczna łącząca pamięć krótkotrwałą i procesy wykonawcze, pozwalające na przełączanie się pomiędzy kilkoma informacjami, które są jednocześnie aktywne, a więc można je ze sobą skojarzyć. Dzięki pamięci roboczej możemy wrócić do przerwanej toku myślenia, który został na chwilę przerwany przez zdarzenie wewnętrzne lub pojawiające się myśli na inny temat.

Dla małąp, żyjących na drzewach, pamięć wzrokowo-przestrzenna jest niezwykle ważna. W ułamku sekundy rzut

oka na gałęzi musi wystarczyć, by przygotować się do skoku i złapania gałęzi. Dlatego pamięć krótkotrwała szympansov jest znacznie lepsza od ludzkiej.

Jest kilka **teorii pamięci roboczej**.

W psychologii najbardziej znana jest teoria Baddleya i Hitcha z 1974 roku (Baddley 1986), w której centralny moduł zarządzający w płatach przedczołowych nakierowuje uwagę na jeden z podsystemów pamięci krótkotrwałej: pętlę fonologiczną, szkieletnik wzrokowo-przestrzenny (pamięć wzrokową) lub bufor pamięci epizodycznej, integrujący różne informacje zmysłowe. Bufor oznacza tu lokalną "podręczną" pamięć przechowującą przez krótki czas docierające informacje.

Pamięć robocza może być po prostu aktywną, pobudzoną częścią pamięci długotrwałej, a kora przedczołowa może pomagać w pobudzaniu i przełączaniu się pomiędzy kilkoma (ok. 4 dla złożonych lub 7 dla prostych bodźców) podsieciami funkcjonalnych aktywnych połączeń. Taką teorię opisał Cowan (1995). W pamięci długotrwałej przez krótki czas może być wiele aktywnych elementów (information chunks), ale mechanizm skupiania uwagi pozwala na przełączanie pomiędzy nimi.

Trzecia rozwijana obecnie teoria "długoterminowej pamięci roboczej" (long term working memory, Ericsson i Kintsch, 1995) zakłada, że pamięć robocza jest pewnego rodzaju mechanizmem skojarzeniowym działającym na pamięci długotrwałej, pozwalającym połączyć ze sobą kilka z wielu zapamiętanych faktów czy obserwacji. Czytając tekst tworzymy sobie wyobrażenia epizodów, ale mechanizmy przypominania mogą się też odwołać do pamięci semantycznej, lub zapamiętanych porcji informacji.

Teorie te różnią się w szczegółach, ale mają ze sobą wiele wspólnego.

Wiele uwagi poświęcono ocenom [pojemności pamięci roboczej](#). Klasyczny artykuł na ten temat napisał G.A. Miller w 1956 roku: "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information." (Psychological Review, 63, 81-97).

Pojemność pamięci roboczej oceniana w zadaniach typu zapamiętania listy przypadkowych cyfr lub wyrazów określono średnio na 7 ± 2 . Późniejsze badania wykazały, że zależy to mocno od charakteru materiału, dla słów może to być mniej, rzędu 5, a dla obiektów wizualnych (np. znaków chińskich, jeśli ktoś ich nie zna) tylko 4 ± 2 . Pojemność pamięci roboczej dla długich słów jest mniejsza niż krótkich, np. cyfry walijskie są długie i mniej się ich zapamiętuje. Może to wynikać z czasu potrzebnego do wypowiedzenia zapamiętanych słów czy cyfr w ciągu 2 sekund (Marschark, Mayyer 1998).

Więcej zapamiętamy aktywując obydwie półkule i wiele obszarów mózgu, np. czytając lub oglądając informacje w lewym i prawym polu widzenia, lub słysząc i widząc. Lewa i prawa półkula może utworzyć aktywne podsieci niezależnie (Buschman i inn 2011). Pamięć robocza działa też częściowo niezależnie dla informacji wzrokowej i dźwiękowej.

Na starość pamięć robocza się pogarsza; Blair i inn. (2010) stwierdzili, że wynika to ze zbyt słabego hamowania słabych śladów pamięci, usuwającego niepotrzebne informacje.

Pojemność pamięci roboczej jest silnie skorelowana z poziomem inteligencji mierzonym testami IQ. Dzięki ciągłemu składaniu informacji w większe porcje (ang. chunking) lub tworzeniu ciągów skojarzeń pomimo niewielkiej pojemności pamięci roboczej udaje się rozwiązywać skomplikowane zadania. Pamięć roboczą można [polepszyć przez trening](#), przynajmniej w młodym wieku.

Dokładniej modele pamięci omawiane są na wykładzie z [neuropsychologii komputerowej](#).

B20.6 [Zaburzenia pamięci](#)

Jest wiele rodzajów amnezji, czyli utraty pamięci deklaratywnej. W przypadku amnezji organicznej wynika to z zaburzeń neurologicznych, zmian strukturalnych bądź uszkodzeń mózgu. Możliwa jest też [amnezja psychogenna](#) (dysocjacyjna) to zanik pamięci upośledzający poczucie tożsamości. Przyczyną mogą być różne traumatyczne przeżycia, ale nie zawsze da się odnaleźć przyczyny, lub być pewnym, że nie ma organicznej przyczyny.

W szczególności [fuga dysocjacyjna](#), rzadko występujące zaburzenie nerwicowe (zwykle związane z psychiczną ucieczką od nieprzyjemnej sytuacji), związane jest całkowitą amnezją wsteczną, prowadzącą do zmiany tożsamości. Przeżycia z okresu fugi dysocjacyjnej nie są zapamiętywane.

Amnezja dziecięca to całkowite wymazanie z pamięci epizodycznej przeżyć z okresu do dwóch lat. Choć pamięć epizodyczna zanika, zostaje pamięć semantyczna.

Niemowlęta nie tworzą trwałych wspomnień epizodycznych; może to wynikać z późnego dojrzewania hipokampa do roli związanej z konsolidacją pamięci. Możliwe też, że wynika to z braku możliwości powiązania wspomnień z komentarzem werbalnym, który pomaga je łatwiej przywołać. Dzieci do 5 roku życia potrafią sobie przypomnieć epizody sprzed pierwszych urodzin, ale starsze dzieci już nie, a więc to powolna reorganizacja połączeń w mózgu wymazuje wczesne wspomnienia (Tustin i Hayne 2010).

Kolejność dojrzewania struktur w mózgu jest następująca: najwcześniej rozwija się ciało migdałowe, potem hipokamp, na końcu kora, najpóźniej jej płaty przedczołowe, potrzebne do subtelnych ocen działań w kontekście społecznym. Jest to zgodne z wymaganiami ewolucyjnymi: struktury najważniejsze dla przeżycia powinny rozwijać się najwcześniej.

Pamięć wczesnych wydarzeń jest niewiarygodna, powstaje później na skutek prób przypominania, opowiadań lub oglądanych materiałów z przeszłości. Urazy z wczesnego dzieciństwa mogą mieć wpływ na zachowanie, chociaż nie są pamiętane w jawny sposób.

W amnezji wstecznej starsze wspomnienia są lepiej przywoływane niż nowe; nazywa się to **gradientem Ribota** (czyli kierunkiem zmian w czasie).

Amnezja następcza to brak możliwości zapamiętania nowych wydarzeń. Dotyczy to pamięci opisowej, nie narusza pamięci nieopisowej, można więc nauczyć się nowych umiejętności, chociaż nie można sobie przypomnieć, że się czegoś nauczyło. Powodują ją uszkodzenia wzgórza, płatów skroniowych, kory przedczołowej, hipokampa i okolic: kory okołomigdałowej, części przedniej kory śródwęczowej, kory zakrętu przyhipokampalnego i bruzdy węchowej. Hipokamp i okolice konieczne są do uformowania się trwałych śladów pamięci.

Amnezja następcza niszczy dostęp do wyobraźni o przyszłości.

Amnezja źródłowa (source amnesia) to różnorakie zaburzenia, które uniemożliwiają przypomnienie sobie źródła (kontekstu), z którego pochodzi zapamiętana informacja.

Wiąże się to z **sugestią pohipnotyczną**, ale też z zespołem nieufności do pamięci (**memory distrust syndrom**).

Transient Global Amnesia, tłumaczona jako "przemijająca niepamięć ogólna" lub "prześciowa amnezja globalna", trwa zwykle kilka lub kilkanaście godzin.

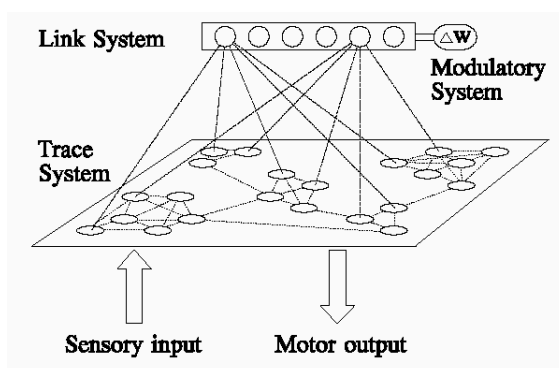
Model Tracelink jest uproszczonym modelem komputerowym obejmującym 3 struktury: korę mózgu, hipokamp i system neuromodulacji (Murre 1996).

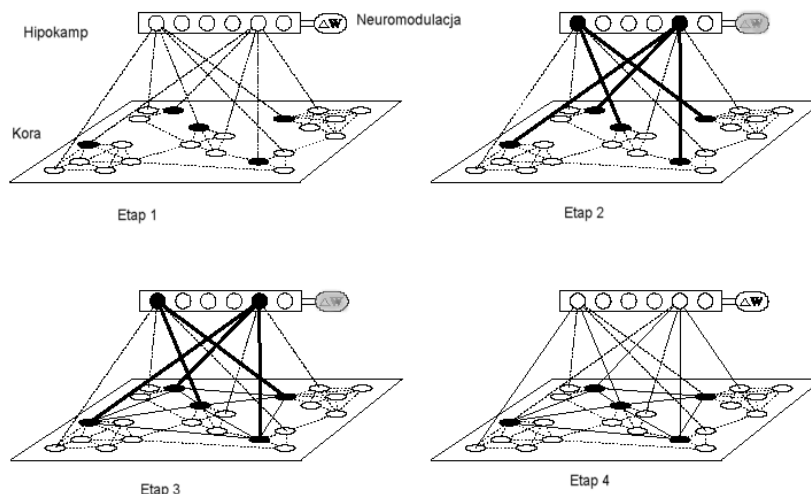
Pamięć średnioterminowa zapisana jest w sieciach hipokampa, które łączą się z kolumnami korowymi.

Hipokamp zapamiętuje, które kolumny kory mózgu były aktywne. W czasie przypominania aktywacja hipokampa przywołuje aktywność kory. Hipokamp działa jako swoisty system wskaźników pozwalających pobudzić określone obszary kory i odtworzyć przeżyty epizod.

System neuromodulacji obejmuje różne struktury limbiczne. Układ neuromodulacji reguluje plastyczność hipokampa i kory.

Pamięć epizodyczna ulega konsolidacji, grupy minikolumn kory mózgu pobudzane są przez hipokamp i w efekcie działają w sposób zsynchronizowany, a połączenia synaptyczne pomiędzy tymi grupami neuronów ulegają wzmocnieniu. Pamięć epizodyczna pozwala na odtworzenie stanu mózgu podobnego do tego, jaki był w czasie przeżywania epizodu.





Taki model może wyjaśnić własności [różnego rodzaju amnezji](#).

W przypadku amnezji wstecznej główną przyczyną jest utrata łączy hipokamp-kora. W efekcie nie można sobie przypomnieć zdarzeń, które nie uległy konsolidacji, a więc starsze wspomnienia, często przywoływane, są lepiej pamiętane niż niedawne (gradienty Ribota).

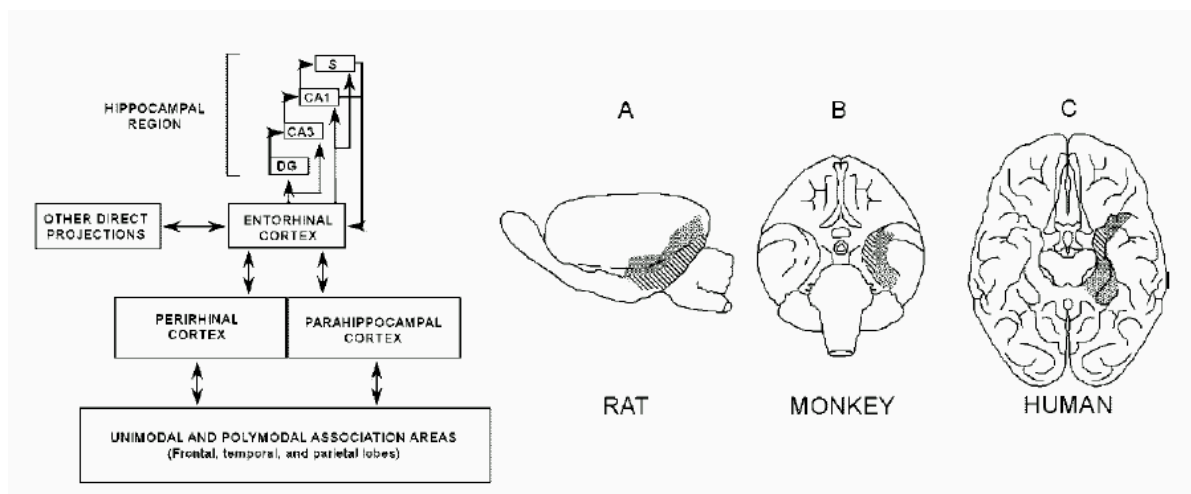
Główną przyczyną amnezji następczej jest uszkodzenie systemu neuromodulacji, prowadzące do zmniejszenia neuroplastyczności, co silnie wpływa na hipokamp i połączenia hipokamp-kora. W efekcie brak jest możliwości zapamiętania nowych faktów.

Amnezja (demencja) semantyczna jest wynikiem uszkodzenia bądź osłabienia synaps łączących kolumny na poziomie kory, zmniejszenia neuroplastyczności w tym obszarze. Objawami są trudności w znajdowaniu słów, przywoływaniu skojarzeń, rozumieniu, konsolidacji pamięci, potrzeba wielokrotnego powtarzania.

Kurs na temat modelu pamięci, który wyjaśnia przyczyny [różnego rodzaju amnezji](#).

Pamięć rozpoznawcza angażuje dwa układy podkorowe: hipokamp, połączony przez sklepienie z jądrami przednimi wzgórza, oraz ciało migdałowe połączone drogą brzusną z częścią wielkokomórkową jądra przyśrodkowo-grzbietowego.

Kora przedczołowa i struktury międzymózgowia łączą się też z jądrami podstawy. Jądra podstawy są głównymi strukturami dostarczającymi acetylocholiny do kory mózgu. Uszkodzenia brzuszno-przyśrodkowej części płatów przedczołowych, oraz przyśrodkowego płata skroniowego, połączonych z układem limbicznym powodują silne zaburzenia pamięci rozpoznawczej.



Zdolności pamięciowe zmieniają się z upływem lat. Problemy z krótkotrwałą pamięcią na starość wynikają prawdopodobnie z niedotlenienia hipokampa.

Żywe wspomnienia często są całkiem zmienione i nie należy im dowierzać! **Konfabulacja** to opowiadanie o zmyślonych wydarzeniach tworzących pozory racjonalnych wyjaśnień, zapełniających luki w pamięci.

Syndrom fałszywej pamięci (FMS, False Memory Syndrome): można "zaszczepić" fałszywe wspomnienia w wyniku (nieuświadomionej) sugestii, np. w czasie psychoterapii. Wiele procesów w USA o praktyki satanistyczne i molestowanie dzieci okazało się wynikiem sugestii psychoterapeutów, którzy nieświadomie doprowadzili do utworzenia się fałszywych śladów pamięci u swoich pacjentów. Wiele doświadczeń pokazało, że aktywne wyobrażenia i sugestie terapeutów (związane z przekonaniem, że straszne wydarzenia są wypierane ze świadomości) mogą stworzyć niemożliwe wspomnienia, od momentu narodzin, lub z wczesnego dzieciństwa.

Pamięć nie jest wiernym zapisem faktów, zmienia się w zależności od naszych przekonań i wierzeń, przypominamy sobie rzeczy, które nie miały miejsca, zwłaszcza jeśli związane są z tym silne emocje.

Paul Ingram, opisany w książce Daniela Schactera "Searching for Memory", jest niezwykłym przykładem człowieka, który uwierzył w oskarżenia własnych córek o satanistyczne praktyki i "przypomniał sobie" zdarzenia, których nie było, takie jak rytualne zabicie 25 niemowląt. Skazano go na 20 lat więzienia i pomimo interwencji psychologa, który przeprowadził z nim testy pamięci, oraz działań organizacji, która walczyła o jego uwolnienie, w więzieniu spędził 15 lat.

Fałszywe wspomnienia o popełnionych przestępstwach, których nigdy nie było, udało się wszczepić uczestnikom eksperymentu w laboratorium. Dało się to zrobić w kontekście emocjonalnej rozmowy, w czasie której sugerowano, że w młodości badany popełnił kradzież, napaść, lub napaść z użyciem broni. Po 3 sesjach 70% uczestników przypominało sobie szczegółowe epizody, które przypominały złożone opisy wydarzeń zawierające liczne wrażenia zmysłowe (Shaw i Porter, 2015).

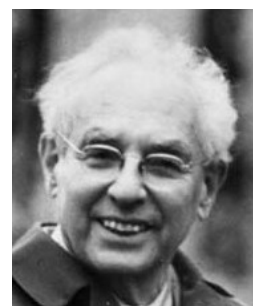
Setki wyroków, w których decydującą rolę odegrały zeznania naocznych świadków, zostały podważone dzięki badaniom DNA.

Mamy też liczne przykłady fałszywych wspomnień u większej liczby ludzi, określane mianem **efektu Mandeli**. Podobno wiele osób było przekonanych, że Mandela umarł w więzieniu. Takie zjawisko wydaje się wskazywać na konfabulacje wywołane jakimiś wspólnymi czynnikami, wzmacniającymi fałszywą interpretację przeszłości. Pomyłki utrwalane są przez fałszywe doniesienia mediów, interpretację zdjęć itp. Wielu ludzi wierzących w cuda było skłonnych uwierzyć w cud ocalenia Klasztoru Jezuitów w Hiroshimie, a ich wspomnienia mogły wyglądać autentycznie.

Istnieje pewien kompromis pomiędzy dokładnym zapamiętywaniem faktów a zdolnością do ich wykorzystywania i uogólniania.

Osoby twórcze mają często słabą pamięć ale dużo ogólnych spontanicznych skojarzeń, co wynika z gęstszej sieci połączeń w ich mózgach. Specyficzne skojarzenia da się utworzyć metodami mnemotechniki, głównie wykorzystując pamięć relacji przestrzennych, ale nie prowadzi to do większej kreatywności.

Teoretyczna liczba konfiguracji pobudzeń neuronów jest praktycznie nieskończona, ale zdolności do zapamiętywania są niestety skończone.



Aleksander Luria

Aleksander Luria opisał w latach 1920 "mnemonistę", który wszystko zapamiętywał stosując mnemotechnikę. Ogromna pamięć nieistotnych rzeczy wiązała się z synestezją. Skończyło się to chaosem myślowym i różnymi problemami psychicznymi.

Lista znanych mnemonistów nie jest zbyt długa. Osoby dotknięte autyzmem mają czasami nadzwyczajną pamięć do szczegółów, nie znaczy to jednak, że ich pamięć jest nieskończona.

Oglądanie zbyt dużej ilości filmów (zapamiętywanie obrazów wymaga szczególnie dużo zmian w mózgu) kończy się często "rozwodnieniem pamięci". Przypominamy sobie pojedyncze sceny i mglisto historię, ale nie sam film.

Mnemotechnika (mnemonika) jest starym wynalazkiem, opierającym się zwykle na wyobraźni miejsc, w których lokuje się różne fakty - **the method of loci**. Wykorzystuje to mechanizmy pamięci epizodycznej do szybkiego zapamiętywania.

Zajmował się tym zarówno grecki poeta Simonides, błogosławiony *doctor illuminatus* **Ramon Llull** jak i **Giordano Bruno**.

Ciekawostka: Marcin Kowalczyk z zastąpionymi oczami układał 26 kostek Rubika, które widział przez krótki czas.

Dobra pamięć jest podstawą uczenia się, więc niektórzy pedagodzy sądzą, że **warto się zajmować mnemoniką!** Same fakty nie wystarczają do zrozumienia, ale bez znajomości faktów nie da się niczego zrozumieć.

Pojemność hipokampa nie jest bardzo duża a jego zapełnienie przez mnemotechniczne triki ogranicza sprawność systemów poznawczych. Myślenie wymaga utrwalonej wiedzy, pamięci semantycznej, w której aktywują się odpowiednie skojarzenia. W przeszłości nauka opierała się na treningu pamięci bo mało kto potrafił czytać i pisać.

Zapamiętanie powinno pomagać w wykorzystaniu informacji dzięki aktywacji właściwych skojarzeń, ale tu mnemotechnika słabo wypada, bo nie opiera się na głębokim zakodowaniu informacji w oparciu o naturalne własności pojęć i właściwy kontekst, tylko pamiętaniu list i orientacji przestrzennej. To raczej utrudnia kojarzenie, pozwala

przypomnieć sobie fakty, ale nie właściwe relacje konieczne do ich zrozumienia i twórczego wykorzystania. Jest wiele systemów mnemoniki, ale warto je używać ostrożnie. Ich przydatność w codziennym życiu nie wydaje się wielka - lepiej zanotować listę zakupów na kartce papieru niż marnować na to swoje synapsy!

Space is used as a framework for storing memories



Odmianny Déjà vu

Pamięć epizodyczna, przywołana przeszłość, wraca w podobnej sytuacji, kontekście, stanie umysłu, nastroju.

Déjà vu to odczucie, że już to kiedyś widzieliśmy, a jednocześnie przekonanie, że to nie jest możliwe, trwa zwykle kilka sekund. Jeśli taki stan zdarza się często, a jednocześnie pojawia się przekonanie, że na pewno to już przeżywaliliśmy, określa się go mianem **déjà vécu**, czyli "już przeżyte". W starożytności tłumaczono to wędrówką dusz ...

Jest to zaburzenie pamięci, odczucie znajomości sytuacji (powstające prawdopodobnie na skutek aktywności w okolicach zakrętu przyhipokampowego płata skroniowego) i jednoczesna wiedza, że jest ona nowa. Występuje często przed atakami **padaczki** (szczególnie padaczki skroniowej).

Déjà vu można wywołać za pomocą sugestii pohipnotycznej, jak i drażnienia prądem zakrętu przyhipokampowego; relacje z **padaczką skroniową** są skomplikowane i doprowadziły do propozycji rozróżnienia déjà vu jako błędu pamięci rozpoznawczej, fałszywego wrażenia znajomości, oraz déjà vécu, błędu przypominania sobie.

Déjà vécu to bardziej realistyczna wersja niż samo déjà vu, poczucie, że się już przeżyło taką sytuację i wie się, co będzie za chwilę. U niektórych osób z uszkodzeniami mózgu jest to na tyle silne, że nie oglądają wcale TV bo mają wrażenie, że już to widzieli.

Czasami rozróżnia się **déjà visité** jako wrażenie znajomości miejsca od ogólnego déjà vécu związanego z następstwem zdarzeń.

Déjà senti - przypomniałem sobie ale za chwilę się okazuje, że to nieprawda, albo mam wrażenie, że coś przed chwilą zrobiłem, ale to tylko wrażenie.

Fakty na temat déjà vu i wyniki badań świadczące o tym, że takie odczucie może powstać na skutek nieświadomej oceny podobieństwa pomiędzy widzianą sytuacją i zapomnianą, ale wcześniej przeżytą. Znane są też **relacje z pamięcią rozpoznawczą**.

Lista **zaburzeń pamięci podobnego rodzaju**.

Déjà vu to drobne zaburzenie, zwykle szybko zanikające. Znacznie gorsza jest **paramnezja powielająca**, stan nieustającego wrażenia, że jest się w innym miejscu lub miejscu zdublowanym.

Prawdopodobnie układ pamięci rozpoznawczej (zakręt hipokampa i okolice) odpowiedzialny za ocenę, na ile miejsca, przedmioty czy ludzie są znani, ulega zbyt silnej aktywacji. Normalne działanie innych układów pamięci powoduje konflikt pomiędzy wrażeniem znajomości a przekonaniem, że to niemożliwe.

Jamais vu to wrażenie obcości rzeczy dobrze nam znanych, od drobiazgów, np. pisowni wyrazu, do epizodów, np. pomieszczenia, w którym często przebywaliśmy.

Występuje również często u osób chorych na padaczkę, jest to zaburzenie współpracy układu pamięci emocjonalnej i deklaratywnej. Zmęczenie neuronów może wywołać takie wrażenie, np. powtarzając wielokrotnie jakąś czynność w krótkim czasie, np. pisząc jakieś słowo na kartce, możemy doznać poczucia obcości, niezrozumienia, widzenia po raz pierwszy takiego słowa. Jest wiele [zaburzeń pamięci](#) tego rodzaju.

Reakcja emocjonalna na fałszywe wspomnienia może być równie silna jak na prawdziwe; pokazano to w przypadku osób, które wierzą, że zostały porwane przez UFO: [Probing the World of Alien Abduction Stories](#) **Wyobrażenia to aktywacja różnych fragmentów pamięci**, z których możemy złożyć całkiem nowe sceny. Możliwe są też [wyobrażenia zapachów](#).

B20.7 [Niedoskonałości pamięci](#)

[Siedem grzechów pamięci](#), związanych z pomijaniem i przekształcaniem zapamiętanej informacji, w/g [Daniela Schactera](#) ma swoje ewolucyjne uzasadnienie.

1. Nietrwałość, stopniowe zapominanie - nie wszystko warto pamiętać, dzięki zatarciu się rzadko wspomnianych, a więc prawdopodobnie mało istotnych śladów pamięci, umożliwia to szybsze przypominanie ważnych rzeczy i formowanie nowych śladów pamięci.
2. Roztargnienie - nie zwracamy uwagi na mniej istotne działania, które nie są zapamiętywane; uwaga jest cennym "zasobem", jest mało podzielna, a ciągłe pamiętanie szczegółów obciąża zbytnio mózgi, prawdopodobnie wymaga aktywnych procesów działających nieświadomie by o określonej godzinie uaktywnić się tak silnie, by wygrać konkurencję z bieżącymi procesami w mózgu.
3. Blokowanie - czasowy brak dostępu do informacji, którą mamy "na końcu języka", zwykle nie trwa dłużej niż minutę, ale może być długi, częstość blokowania zwiększa się z wiekiem, zapewne z powodu konsolidacji ważnych rzeczy w pamięci, wskazując na rolę dostatecznie bogatego kontekstu w przypominaniu.
4. Podatność na sugestię - wiąże się to z ogólnym mechanizmem przypominania przez torowanie (priming), raz pobudzone obszary mózgu szybciej się uaktywniają.
5. Uporczywość - nawroty wspomnień pozwalają na refleksję, myślenie kontrfaktyczne (generowanie alternatywnych scenariuszy działania), dotyczą zwłaszcza sytuacji istotnych z punktu widzenia przeżycia, pobudzających emocje.
6. Tendencyjność - wspomnienia interpretowane są zawsze w świetle obecnych przekonań i uczuć, nasza autobiografia stopniowo się zmienia, przypisujemy sobie w młodości poglądy, które mamy w starszym wieku, upiększamy stare wspomnienia, przypisujemy fałszywe zasługi, wzmacniając w ten sposób spójność ego, wzmacnia poczucie własnej wartości i możliwości.
7. Błędna atrybucja - skojarzenia powodują czasem przypisanie wspomnień do niewłaściwego źródła lub czasu, przypisania wszystkich zasług kilku znanym ludziom, co zapobiega przeciążeniu pamięci, gdyż częściej pamiętanie szczegółów nie jest takie istotne (a z góry nie wiemy co się okaże warte zapamiętania), ważna jest zdolność do generalizacji, transferu wiedzy, abstrahowania od szczegółów, pamiętania istoty rzeczy.

Pomiędzy tymi błędami mogą być zarówno korelacje (nietrwałość - tendencyjność), jak i antykorelacje (blokowanie - uporczywość).

[Lista błędów pamięci](#) jest długa.

Pamięć zależy od:

1. Uwagi, uświadomienia sobie co mamy zapamiętać, informacja musi być jak najszerzej dostępna w całym mózgu.
2. Wskazówek, które pomogą sobie przypomnieć, jakie istotne cechy ma informacja, którą należy zapamiętać? To tworzy powiązania powstających wzorców pamięci na poziomie cech.
3. Zależność od kontekstu, idei bardziej ogólnych, z czego to wynikało; to są zależności hierarchiczne.
4. Wzmocnienie: do czego się to przydaje, wyobrażenie sytuacji, w której dana informacja jest istotna i związane z tym emocje.
5. Innych skojarzeń, które pomogą powiązać pamiętane informacje z już znanymi faktami.

6. Optymalizacja częstości powtarzania i testowania wpływa na konsolidację pamięci - intensywne uczenie się przed egzaminem nie sprzyja zapamiętaniu, chociaż narastające emocje temu pomagają, jednak zbyt silne emocje i stres temu przeszkadzają.
7. Konsolidacja pamięci wymaga by te same neurony nie były zbyt aktywne w innych procesach, więc należy próbować zapamiętać zbyt wiele na raz i trzeba pozwolić neuronom odpocząć - ważne są częste przerwy, ruch, krótki sen lub relaks przez 20-30 minut pomiędzy blokami o długości ponad godziny. Pamiętajmy, że hipokamp ma tylko [około 35-50 mln neuronów](#), a kora aż 16 mld, prawie 500 razy więcej. Zapewniając nasze hipokampy śmieciami utrudniamy konsolidację rzeczy istotnych. W informatyce jest zasada GIGO: Garabge In, Garabge Out. Niestety, to co się zapamiętuje trwale, to epizody pobudzające emocje, kłótnie, nieprzyjemne zdarzenia, czy też memy z grup społecznościowych. To co trudno w takich warunkach skonsolidować to systematyczna wiedza, prezentowana na wykładach. Jeśli nie ma na nią już miejsca w hipokampie to nie stanie się częścią naszej długotrwałej pamięci. **Nigdy w historii hipokampy nie zapełniały się śmieciami w takim tempie, jak teraz.**

Pozytywny wpływ krótkiego odpoczynku na zapamiętywanie znany był od początku XX wieku z prac psychologów Georga Muller i Alfonsa Pilzecker. W ich eksperymentach uczono się listy przypadkowych sylab. Jedna grupa uczyła się następnie od razu kolejnej listy, a druga po 6-minutowej przerwie. Test po 1.5 godzinie pokazał, że pierwsza grupa przypomniała sobie prawidłowo 28% a druga 50% sylab. Po wprowadzeniu informacji pamięć jest wrażliwa na interferencję z innymi informacjami. W przypadku osób we wczesnym stadium choroby Alzheimera uczestnicy słuchali opowiadań, a godzinę później odpowiadali na pytania. W tym przypadku osoby, które nie odpoczywały przypomniały sobie tylko 7% faktów, a odpoczywające aż 79%; dla zdrowych poprawa była o 10-30%.

Dobra metafora: siatka krzyżujących się połączeń, w których węzłach mamy ślady pamięci, pobudzające połączone z nimi węzły, reprezentujące cechy i skojarzone pojęcia.

Na tej metaforze oparta jest popularna metoda reprezentacja wiedzy w sztucznej inteligencji, czyli [sieci semantyczne](#) oraz "[mapy umysłu](#) (myśli).

Poglądy formują się w oparciu o już istniejące funkcjonalne podsieci; wiele pozornie nieistotnych zapamiętanych wcześniej informacji może tak zmienić krajobraz potencjalnie możliwych aktywacji, że powstaną warunki do formowania się nowych poglądów lub też uznania za prawdziwe dotychczas odrzucanych (np. nawrócenie lub utrata wiary).

Ćwiczenia relaksacyjne, sen, koncentracja, kontemplacja lub medytacja, a więc techniki oczyszczające umysł, mogą pomagać zachować lepszą pamięć.

Hipermnezja to efekt poprawy przypominania wcześniej nauczonego materiału pojawiający się w wyniku wielokrotnego testowania. Przypomina to [reminiscencję](#), czyli spontaniczne lepsze przypominanie po pewnym czasie od pytania niż zaraz po zapytaniu; może to być wynikiem efektów torowania i podświadomych procesów skojarzeniowych, zachodzących w przerwie. W popularnym rozumieniu słowo reminiscencja nabrało znaczenia wspomnień.

Czasami pod nazwą "hipermnezja" rozumie się autobiograficzną "pamięć absolutną". Naukowa nazwa takiej pamięci to [hipertymezja](#), od greckiego *thymesis* = pamięć). Nazywana jest też po angielsku "highly superior autobiographical memory (HSAM)", czyli wybitną pamięcią autobiograficzną. To bardzo rzadka zdolność do przypominania sobie w szczegółach zdarzeń z dowolnego momentu życia. Nie dotyczy więc pamięci semantycznej, a tylko pamięci epizodycznej.

Pamięć ejdetyczna, czy też wyobraźnia ejdetyczna, polega na zdolności przypominania sobie wszystkich szczegółów epizodów, obrazów i dźwięków. Znacznie częściej spotyka się ją u dzieci (ok 8% w wieku 7-12 lat) niż u dorosłych (1:1000). Ponieważ takich przypadków znanych jest tylko kilka, a w większości to historie anegdotyczne, trudno jest zweryfikować, czy wszystkie szczegóły naprawdę się zgadzają, niewiele więc o tym wiadomo. Niektórzy psycholodzy wątpią, czy to jest rzeczywiste zjawisko, czy tylko mit. Nie ma wątpliwości, że mnemotechniki pozwalają zapamiętać wiele szczegółów, ale to wymaga świadomego kodowania tych szczegółów w określonej sytuacji, wykorzystując przy tym wyobraźnię przestrzenną. Pamięć ejdetyczna powinna być spontanicznym zjawiskiem, istniejącym w ciągły sposób.

Spontaniczne myśli pojawiać się mogą jako uporczywe melodie, albo słowa (mind-pops).

Wcześniej doznane wrażenia, chociaż pozornie zapomniane, pozostawiają pobudzenia w mózgu i mogą się pojawić w postaci melodii czy słowa, które nie wiadomo czemu przychodzi nam do głowy. To rodzaj nie w pełni pobudzonego wspomnienia, np. nazwy osoby czy miasta, którą nagle wymieniamy. Czasami podążamy

wówczas za skojarzeniami z tym związanymi, a czasami jest to tylko przelotna myśl. Warto zwracać uwagę na takie stany, niewiele jest badań z tym związanych ([Lia Kvavilashvili](#) o mind-pops, [Lassi Likkanen](#) o melodiach).

Spontaniczne przebłyski pamięci mogą się też pojawiać na skutek traumatycznych przeżyć, w wyniku stresu pourazowego (PTSD). Często wykorzystują to scenarzyści w filmach, w których bohater ma przebłyski dramatycznych sytuacji. Jak napisał w poemacie "Kantata" Jan Zych "... kiedy upadnę w tym zgiełku zmotoryzowanym. ... Wszystkie chwile uderzą naraz do serca i spór będą wiodły, do której z nich należą". Przypomnienia w postaci błysku wydają się wpisywać być jednym z rodzajów pamięci autobiograficznej (Ziółkowska 2006).

Gwałtowny stres może powodować **wrażenie przewijania się obrazów lub historii życia** w momencie wypadku. Jeśli traumatyczne przeżycie nie jest ukierunkowane na osobę – bandytę, gwałtociela, walkę w czasie wojny – tylko związane z wypadkiem, to wywołane wspomnienia mogą dotyczyć różnych scen z życia. Chodzę po górach, po głowie krążą mi różne wspomnienia i nagle spadam w dół ... Co dzieje się w mózgu?

Znane są wiarygodne doniesienia o szybkiej sekwencji wspomnień przeżywanymi w sytuacjach ekstremalnych (pamięci fleszowej najważniejszych momentów życia). [Takie zjawisko](#) wiąże się z doświadczeniami bliskimi śmierci. Trudno to badać eksperymentalnie, możemy więc opierać się tylko na subiektywnych doniesieniach. Nie wiemy, czy w ciągu tych kilku sekund, kiedy poziom adrenaliny i mobilizacji organizmu gwałtownie wzrasta, ludzie cokolwiek przeżywali, czy jest to wynik błędnej atrybucji czasu. To, że po uniknięciu śmierci mają wrażenie, że całe życie im się przed oczami przewinęło, może mieć inne przyczyny.

Gwałtowna mobilizacja, skok poziomu adrenaliny, wzrost ciśnienia krwi w mózgu, to wszystko może spowodować, że w tych obszarach mózgu, które rzadko się wzbudzały, pojawi się dostatecznie dużo energii (glukozy i tlenu) by się pobudzić i przywołać dawno zapomniane wspomnienia. Możemy mieć wrażenie, że wspomnienia, obrazy tłoczą się wszystkie naraz, bo powstanie seria szybko zmieniających się rozległych aktywacji angażujących rozległe obszary mózgu.

Przypominanie tego momentu ułoży się w sekwencję obrazów, tworzy wrażenie, że w ciągu sekund odtworzyliśmy wiele wspomnień, subiektywny czas zwolnił. Czy doświadczamy tych przeżyć w momencie krytycznym, czy tylko mamy takie wrażenie? Prawdopodobnie przypominamy sobie opowiadając o tym później, bo stare wspomnienia odświeżone przez traumatyczne przeżycie przychodzą nam do głowy.

Teoretycznie takie badanie można by przeprowadzić wywołując bardzo silny stres, ale nie byłoby to etyczne. Do pewnego stopnia widzimy taki mechanizm, gdy się mocno zdenerwujemy, wściekli na kogoś przypominamy sobie serię obrazów z przeszłości, stawiających tą osobę w negatywnym świetle.

To co przeżywamy w traumatycznych momentach może być bardzo zależne od nastawienia i myśli w chwili wypadku. Np. osoba grająca w gry komputerowe w momencie wypadku samochodowego może mieć całkiem odmienne skojarzenia: zrestartować grę, nacisnąć escape.

Pamięć błyskowa może być pierwotną przyczyną przekonania o istnieniu sądu ostatecznego. Egipski kapłan, który ledwo uratował się tonąc, mógł na podstawie takiego przeżycia zacząć głosić przekonanie o sądzie ostatecznym, pasujące dobrze do istniejących w jego czasach wierzeń, pomagających utrzymać spójność społeczeństwa. Nie uda się zapewne dociec prawdziwych przyczyn pojawienia się takich wierzeń. Możemy wyobrazić sobie różne prawdopodobne mechanizmy ale trudno jest je zweryfikować doświadczalnie.

Trwają prace (początkowo na szczurach i małpach, a obecnie na ludziach cierpiących na zaburzenia pamięci) nad elektronicznymi implantami pamięci, które [zastępują część hipokampa](#) (Berger i inn, 2011; Hampson i inn. 2018).

Trochę spekulacji. Co się dzieje, kiedy próbujemy sobie coś przypomnieć? Pamiętam, że był taki ktoś, napisał coś na temat, który mnie w tej chwili interesuje, ale kto, co i gdzie to widziałem? Informacje dotyczące pamięci epizodycznej mogą nie być już dostępne przez połączenia hipokamp-kora, więc proces szukania przebiega znacznie wolniej.

Kilka cech, które pamiętamy, pobudza dość silnie grupy neuronów, które synchronizują swoją działalność, trzeba je mocno pobudzać powtarzając i skupiając się na tym, co wiemy, unikając rozpraszania.

Neurony muszą rozszerzyć zsynchronizowaną aktywność na dalsze grupy neuronów, tworząc szerszą koalicję, kodującą epizod. Czy grają tu role pobudzenia przez grzbiety fal EEG, wędrujące przez korę, które mogą pomóc skorelować aktywność odległych obszarów na tyle, by wytworzyła się odpowiednia koalicja?

Czy możemy wpływać na ten proces? Jak? Więcej energii w systemie może się przydać, ale wskazówki muszą być silniejsze niż tło. Farmakologicznie?

Dlaczego tak trudno zmienić ludzkie poglądy a tak łatwo zapamiętać nowe epizody?

Powodują to różne podsystemy pamięci, pozwalające na szybkie pamiętanie a potem powolną destylację istotnej wiedzy. Pierwszy z nich, oparty na hipokampie, umożliwia zapamiętanie sytuacji, relacji przestrzennych w nowym terenie, musi więc zachować plastyczność przez całe życie. W okolicach hipokampa stwierdzono powstawanie nowych neuronów (neurogenezę). Słynne badania kierowców taksówek w Londynie, którzy uczą się cztery lata i muszą zdać bardzo trudny egzamin, pokazało, że tylna część hipokampa jest u nich większa i koreluje się to z długością stażu pracy. Kontrolne badanie kierowców autobusów, którzy wykonują podobną pracę ale nie muszą wykorzystywać pamięci przestrzennej w stopniu zbliżonym do taksówkarzy pokazały, że jest to efekt związany z pamięcią przestrzenną.

Pamięć relacji przestrzennych wykorzystuje informacje z wnętrza ciała (idiotetyczne), wspomagające pamiętanie drogi, położenie własnych kończyn, ocenę położenia w środowisku opartą na integracji informacji dotyczącej własnego ruchu wzdłuż przebytej drogi. **Idiotetyczna pamięć** jest więc uzupełnieniem allotetycznej, czyli opartej na zewnętrznych wskazówkach. Pojęcia te używane są m. inn. [w nawigacji robotów](#).

Drugi system pamięci, oparty na wzajemnych pobudzeniach kory, jest znacznie mniej plastyczny, bo potrzebujemy go głównie do zapamiętania podstawowych rzeczy o świecie, musi więc być stabilny, uczy się wolniej, poprzez konsolidację epizodów, raz utrwalone poglądy trudno jest więc zmienić.

Czy można to wykorzystać? W pewnym stopniu, ucząc na przykładach w konkretnych sytuacjach (łatwiej je zapamiętać), do których możemy się odnosić rozumując.

Dotyczy to również uczenia zachowań moralnych, stąd wielkie znaczenie bohaterów i legend.

Ciekawe [aplety na temat trenowania pamięci](#) i różnych funkcji poznawczych.

[Pamięć kinestetyczna](#) i jej wykorzystanie, oraz różnorakie formy pamięci związanej z ruchem i sposobów uczenia się.

[Nowy mechanizm zapominania](#): dezaktywacja zakrętu zębatego.

B20.8 Uwaga

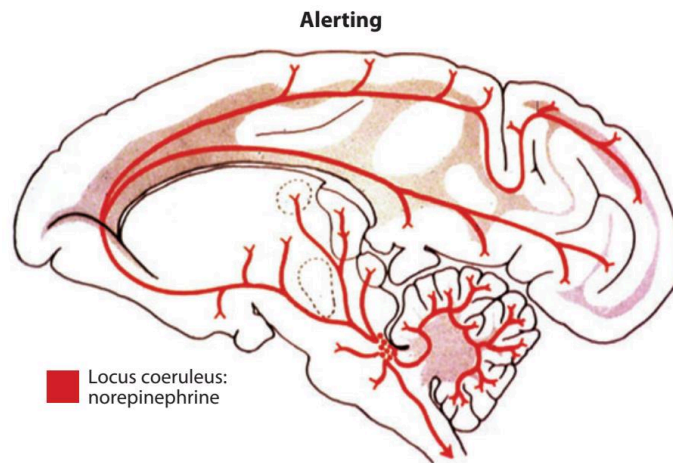
Zapamiętanie wymaga selekcji informacji, skupienia uwagi. Jest to bardzo trudne zadanie, gdyż w każdej chwili do mózgu dochodzi bardzo wiele różnych bodźców. Który z nich jest ważny? Mając ograniczone możliwości przetwarzania informacji trzeba zdecydować, które z nich mają uzyskać dostęp do obszarów mózgu by je dokładniej przeanalizować.

Uwaga jest złożonym procesem selektywnego wyboru informacji zmysłowej lub wewnętrznych aktywacji, co umożliwia skupienie dostępnych możliwości przetwarzania informacji na obserwacji lub wykonywaniu określonego zadania (w tym procesów mentalnych).

Kiedy zwracamy na coś uwagę pojawia się to w treści świadomości, te dwa pojęcia są więc ze sobą powiązane.

Można wyróżnić **3 etapy procesów uwagowych: pobudzenia, orientacji (filtrowania informacji) i kontroli wykonawczej (szukania)**(Petersen, Posner,2012). Każdy z nich pobudza nieco inne podsięci neuronowe mózgu.

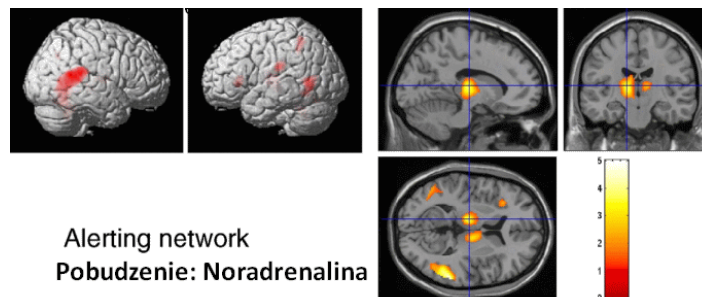
Pobudzenie aktywuje wybrane obszary mózgu przygotowując go do orientacji na odbiór informacji, które warto dostrzec i się nad nimi skupić. Biorą w tym udział ośrodki podkorowe i jądra pnia mózgu (zwłaszcza miejsce sinawe), wydzielając większe ilości [noradrenaliny](#). Na rysunku poniżej widać szlaki przesyłania noradrenaliny od miejsca sinawego do ośrodków podkorowych i kory mózgu makaka.



W przypadku bodźców interpretowanych jako niebezpieczne noradrenalina wydzielana jest też w części rdzeniowej nadnerczy, mobilizując cały organizm do działania. Skany z rezonansu pokazują aktywację wzgórza, ciała migdałowatego i okolic TPJ (skrzyżowania skroniowo-ciemieniowego), które integruje informację z różnych zmysłów.

Można tu wyróżnić sytuację gwałtownego pobudzenia, utrzymywania czujności (przedłużonej koncentracji, ang. sustained attention, vigilance) przez dłuższy czas, czy pobudzenia wewnętrznego w wyniku jakiegoś procesu mentalnego, np. wyobrażenia czy jakieś myśli wymagającej działania.

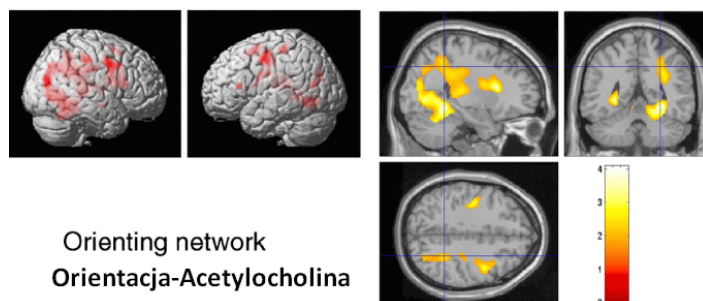
Uwaga mimowolna może być wynikiem procesów oddolnych, pojawienia się pewnych zewnętrznych bodźców zmysłowych, albo odgórnych, antycypacji lub aktywnego poszukiwania pewnych informacji. Na poziomie neuronalnym jest to związane z wstępnym pobudzeniem grup neuronów, które stają się wówczas przygotowane do szybkiej reakcji gdy pojawi się oczekiwany bodziec. Mamy więc kilka podsieci uwagowych w mózgu, których aktywację daje się rozróżnić w zależności od sytuacji.



Pobudzenie zmienia stan organizmu ale konieczna jest selekcja bodźców, które wymagają uwagi. To **etap orientacji**, który w przypadku zewnętrznych bodźców osiągnąć jest po 100 ms, a w przypadku wewnętrznych po ok. 300 (ilustrują to [krzywe na tym rysunku](#)). Orientacja wymaga zapamiętania, jakie to zdarzenie przyciągnęło naszą uwagę, stąd rola acetylocholiny. Nasze zmysły nie działają pasywnie, zwierzęta jak i ludzie mają różne odruchy orientacyjne. Psy czy koty ruszają uszami nasłuchując różnych dźwięków, oczy automatycznie zwracają się w kierunku, z którego pojawia się nadlatująca mucha, a niespodziewane wrażenie dotyku (np. klepięcie po plecach) powoduje automatyczny obrót głowy. Magicy wykorzystują nasze odruchy orientacyjne by odciągnąć naszą uwagę i ukryć swoje sztuczki.

Oprócz automatycznej orientacji mamy też możliwość dowolnej, intencjonalnej, świadomej orientacji, która włącza się natychmiast po wykonaniu odruchu (zobaczmy skąd ten hałas), lub jest wynikiem jakiegoś procesu mentalnego (szukam pisaka).

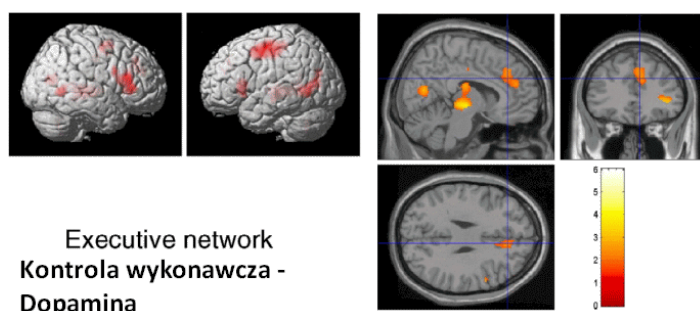
Jest tu zaangażowanych wiele obszarów kory wzrokowej, za odruchy orientacji odpowiadają wzgórki czworaczne górne, do których dochodzi informacja ze wszystkich zmysłów i które tworzą mapy istotności bodźców pozwalających na sterowanie ruchami gałki ocznej. Informacja od receptorów zmysłowych dociera przez jądra poduszkę (tylne jądro) wzgórza, które do pewnego stopnia może dokonywać selekcji strumienia informacji docierającego do kory. W zależności od bodźca mogą się pobudzić różne obszary kory zmysłowej. Również szkicownik wzrokowo-przestrzenny w korze ciemieniowej ulega aktywacji, przygotowując się do utworzenia mapy pozwalającej na orientację przestrzenną. Aktywacja tylnej części kory przyśrodkowej (pACC) pozwala odnieść dane bodźce do reprezentacji "ja" w relacji do świata.



Mechanizm orientacji wzrokowej wygląda prawdopodobnie następująco.

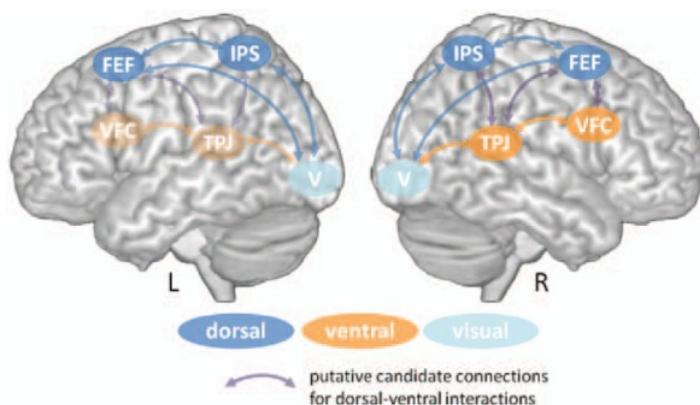
1. Pojawia się nowy bodziec, który wymaga skupienia uwagi.
2. Najpierw należy uwolnić uwagę od obecnych bodźców: odpowiedzialna jest za to tylna kora ciemieniowa, która osłabia synchronizację podsięci uwagowych.
3. Jednocześnie wzgórki czworacze górne, w których powstaje mapa istotności bodźców oparta o informacje ze wszystkich zmysłów, wysyłają informację do mięśni oczu kierując wzrok w stronę nowego celu.
4. Jądro poduszki wzgórza przez pętlę wzgórzowo-korową pobudza sieć uwagową, która skupia się nad nowym celem, udostępniając informacje do pola czołowego oczu (FEF), skrzyżowania ciemieniowo-skroniowego (TPJ) i zakrętów czołowych (niskiego IFG i środkowego MFG) w prawej półkuli ([ten rysunek pokazuje struktury korowe](#)).

Kontrola uwagi pozwala na filtrowanie informacji, które uznajemy za istotne. Pomimo hałasu w tłumie możemy się skupić na słuchaniu konkretnej osoby, nie zwracając uwagi na inne głosy. Skupienie uwagi na wybranych bodźcach prowadzi do ignorowania nawet całkiem oczywistych, jak to pokazano na wideo w przypadku liczenia ile razy piłka zostaje [przekazana pomiędzy zawodnikami](#) lub [figurką pod kubkami](#) (tests of selective attention, YouTube).



Wyróżnia się przynajmniej **dwie współpracujące ze sobą sieci uwagowe** (Vossel, Geng, Fink 2014):

- uwaga związana z automatyczną reorientacją na niespodziewane zdarzenia, realizowana przez wzrokową sieć brzusznią;
- uwaga związana z świadomym działaniem, realizowana przez wzrokową sieć grzbietową.



W pierwszym przypadku mamy do czynienia z zewnętrznym bodźcem, który mózg uznał za dostatecznie ważny by go dokładniej przeanalizować, a więc w automatyczny sposób zwrócić się w odpowiednią stronę, wsłuchiwać, zatrzymać lub odskoczyć. Biorą w tym udział przede wszystkim obszary brzuszne kory czołowej (VFC), jak i skojarzeniowy obszar skrzyżowania ciemieniowo-skroniowego (TPJ) i ośrodki podkorowe. W tym przypadku mówimy o sieci uwagi brzusznej, lub reorientacji uwagi.

W drugim przypadku czynnikiem zmieniającym orientację są świadome procesy wewnętrzne, związane z aktywnością kory grzbietowej, głównie pola czołowe oczu (FEF) i bruzda śródcieniowa (IPS). Te obszary mają projekcje z i do kory wzrokowej, zachowując przestrzenny rozkład pola widzenia (czyli są to projekcje retinotopiczne). Umożliwia to tworzenie mapy orientacji w przestrzeni i planowanie ruchów oczu i głowy w odpowiednim kierunku. Mamy tu do czynienia z celową orientacją.

W zależności od zadania lub sytuacji te dwie sieci wykazują różną aktywność współpracując ze sobą.

Uwaga selektywna musi być często przerzucana pomiędzy zadaniami. Sprawne mózgi potrafią to robić dość szybko, ale może to być męczące, gdyż za każdym razem konieczne jest częściowe wyhamowanie aktywności jednej podsieci i pobudzenie drugiej, a to zużywa energię.

Podzielność uwagi, czyli jednoczesne zwracanie uwagi na kilka strumieni informacji w obrębie tej samej modalności zmysłowej, jest bardzo trudna. Jeśli są to dwie różne modalności, np. wzrokowa i słuchowa, jest to łatwiejsze, ale również prowadzi to do pogorszenia wyników. Czynności w pełni zautomatyzowane, np. pisanie na maszynie przez profesjonalistów lub robienia na drutach mogą być jednocześnie wykonywane z odpowiadaniem na pytania, bez pogorszenia wykonywanej czynności.

Wiele badań poświęcono jeździe samochodem, wprowadzając regulacje dotyczące korzystania z telefonów. Czy w czasie jazdy jesteśmy świadomi wszystkich aspektów, wymagających uwagi? Wzrok mówi nam o sytuacji na drodze, słuch pozwala śledzić wiadomości radiowe lub prowadzoną rozmowę, czucie siłę nacisku hamulca i reakcje kierowcy. W przypadku niebezpiecznej sytuacji, gwałtownego hamowania, skupiamy się tylko na jednej czynności. Liczne eksperymenty pokazują, że pomiędzy różnymi czynnościami zachodzi wyraźna interferencja, szybkość hamowania jest wyraźnie mniejsza jeśli musieliśmy rozpoznać jakąś informację, np. kolor światła przed sobą, lub powiedzieć czy światło mignęło raz czy dwa razy, lub czy były dwa a nie jeden dźwięk.

Teoria "wątkowego poznania" ([threaded cognition](#)) oparta na symulacjach komputerowych za pomocą architektury kognitywnej ACT-R, wyjaśnia wiele aspektów wielozadaniowości (Salvucci i Taatgen, 2010). Teoria opiera się na analogii z wątkami, które wykonują jednocześnie procesory komputera. Strumienie skojarzeń koordynowane są przez pamięć proceduralną, która wykorzystuje informacje przechowywane w lokalnych buforach pamięci wzrokowej, słuchowej i motorycznej, docierające do wzgórza i jąder podstawy mózgu. W modelu, testowanym w kilku sytuacjach, w tym symulacji uwagi w czasie prowadzenia samochodu, zakłada się, że wielozadaniowość jest wymagana kiedy dwa procesy potrzebują tego samego modułu: wykorzystania informacji wzrokowej, słuchowej, motorycznej, pamięci roboczej, epizodycznej lub monitorowania czasu. Szczególnie pamięć robocza jest często wykorzystywana przez kilka procesów i stanowi "wąskie gardło". Jednakże teoria nie opiera się na symulacji procesów neuronowych tylko kognitywnej architekturze ACT-R, w której procesy są sekwencją uruchamiania kolejnych reguł, a więc można je opisać symbolicznie, za pomocą opisu kolejnych kroków. Jest to znaczne uproszczenie, nie wyjaśniające głębszych przyczyn interferencji procesów przechowywanych jednocześnie w pamięci roboczej.

Przerzucanie uwagi pomiędzy różnymi strumieniami informacji lub zadaniami wymaga synchronizacji pracy różnych obszarów mózgu, chwilowego utworzenia różnych podsieci współpracujących ze sobą regionów. Takie zmiany są kosztowne energetycznie. Wiele eksperymentów pokazało wady wielozadaniowości, czyli jednoczesnego wykonywania kilku czynności wymagających zrozumienia sytuacji jednocześnie. Można to robić w przypadku czynności zautomatyzowanych, ale nie takich, które wymagają zrozumienia.

Wykonując wiele zadań jednocześnie nie mamy czasu by ocenić napływającą informację. Fałszywe informacje zostają zapamiętane równie dobrze jak prawdziwe i mają wpływ na nasze decyzje. Dyskusja na temat relacji pomiędzy zrozumieniem i uwierzeniem toczyła się pomiędzy Kartezjuszem i Spinozą już w 17 wieku, ale dopiero w 21 wieku [przeprowadzono eksperymenty](#) pokazujące, że w sytuacji obciążenia poznawczego (realizacji kilku zadań) lub pośpiechu (wymagana jest szybka decyzja) ludzie wierzą w fałszywe informacje i podejmują decyzje opierając się na nich. Jest to zgodne z poglądem Spinozy: wierzymy w automatyczny sposób w to, co słyszymy. Żeby odrzucić jakąś informację potrzebujemy czasu na jej analizę, a to oznacza wysiłek umysłowy, który mało kto podejmuje.

Wniosek jest prosty: nawet jeśli coś wydaje się nam prawdziwe, trzeba starać się znaleźć argumenty podważające nasze przekonania, a jeśli ich nie znajdujemy szukać potwierdzenia w wiarygodnych źródłach.

Zadania:

Podsumuj w paru punktach najważniejsze wiadomości z tego wykładu.

Jakie "grzechy pamięci" możesz u siebie zaobserwować? Czy zauważyłaś/eś rozbieżności swoich wspomnień i innych ludzi? Pojawianie się fałszywych wspomnień? Jakie procesy w mózgu mogą być za to odpowiedzialne?

Spróbuj przeanalizować swoje mechanizmy uwagowe. Czy odczuwasz pobudzenie i noradrenalinę w przypadku gwałtownego bodźca, np. falę gorącą w wyniku potknięcia na schodach? Czy potrafisz się skupić czy też podzielność i przerzutność uwagi pozwala Ci na sprawne wykonywanie kilku rzeczy na raz? Na ile równoległe wykonywanie kilku czynności jest bardziej wyczerpujące niż wykonywanie ich o kolei? Czy możesz jakoś to ocenić?

[Pamięć - graficzne podsumowanie](#) | [Uwaga - graficzne podsumowanie \(text2mindmap\)](#).

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

1. Czym jest pamięć, jak można ją zdefiniować?
2. Jakie mamy rodzaje pamięci, czym się różnią?
3. Narysuj lub opisz główne obszary mózgu związane z różnymi rodzajami pamięci.
4. Jakie własności wykazują koneksjonistyczne modele pamięci?
5. Jakie byłyby wady istnienia takiego engramu pamięci?
6. Jaka jest pojemność pamięci roboczej i jakie obszary mózgu są dla niej kluczowe?
7. Dlaczego pamięć robocza szympansa jest znacznie lepsza niż człowieka?
8. Jak przejawia się dylemat plastyczności/stabilności w odniesieniu do pamięci?
9. Co to jest LTP i LTD i jakie są warunki powstania tych procesów?
10. Czym różni się hiperamnezja od hipertymezji?
11. Co to jest reminiscencja?
12. Jak tworzy się pamięć epizodyczna i jakie struktury są tu kluczowe.
13. Co powoduje, że hipokamp pełni ważną rolę w pamięci epizodycznej?
14. Czemu hipokamp nie może przechować zbyt wiele informacji?
15. Jakie informacje ulegają konsolidacji?
16. Jak działa pamięć przestrzenna, odpowiedzialna za zdolności nawigacyjne.
17. Dlaczego popularna prasa pisała o wielowymiarowych strukturach w mózgu?
18. W jaki sposób pamięć przestrzenna może wspierać wnioskowanie abstrakcyjne?
19. Jak powstaje pamięć semantyczna z pamięci epizodów.
20. Dlaczego uszkodzenia brzuszno-przyśrodkowej części płatów przedczołowych powodują zaburzenia pamięci rozpoznawczej?
21. Co to jest pamięć utajona i jakie ma ograniczenia?
22. Czy na pewno możemy sobie przypomnieć całe życie w momencie wypadku?
23. Jakie znasz zaburzenia pamięci?
24. Czym w mózgu różni się pamięć semantyczna od pamięci nieopisowej.
25. Czym różni się amnezja organiczna od psychogennej?
26. Czy multimedia ułatwiają szybsze nabywanie wiedzy semantycznej?
27. Skąd się może brać amnezja dziecięca?
28. Opisz prawdopodobny mechanizm odpowiedzialny za amnezję następczą.
29. Opisz prawdopodobny mechanizm odpowiedzialny za amnezję wsteczną.
30. Dlaczego w starszym wieku lepiej pamięta się zdarzenia sprzed lat niż niedawne?
31. Co to jest paramnezja powielająca?
32. Na czym polega vu i podobne do niego zaburzenia pamięci?
33. Na czym polega "pamięć błyskowa" i jakie może być jej mechanizm?
34. Jakie mogą być pozytywne strony grzechów pamięci, opisanych przez Schactera?

35. Co to jest syndrom fałszywej pamięci?

Literatura:

[10 mitów o fałszywej pamięci.](#)

[The European Reminiscence Network](#), pomoc ludziom z demencją.

[Multitasking i skutki nadmiernego korzystania z nowych technologii](#), wykład dr Konrada Maja, Uniwersytet SWPS, Tydzień Mózgu 10/2020

[Mentalizm - Wikibook](#)

[Online Memory Improvement Course](#) i testy pamięci.

Po polsku:

1. Anderson J.R. Uczenie się i pamięć. Integracja zagadnień. WSiP 1998
2. Baddeley, A.D. Pamięć. Poradnik użytkownika. Prószyński, Warszawa 1998
3. Buschman TJ, Siegel M, Roy JE, Miller EK. Neural substrates of cognitive capacity limitations. PNAS 2011.
4. Herzyk A, Szepietowska M, Daniluk B, Zawadzka E, Pamięć jawna i ukryta a dysfunkcje mózgu. Między świadomym a nieświadomym. UMCS, 2004
5. Jagodzińska M, Psychologia Pamięci, Sensus 2008
6. Jagodzińska M, Rozwój pamięci w dzieciństwie. Gdańskie Wyd. Psychologiczne 2003
7. Kossuth, M. [Neuroplastyczność - podstawowe mechanizmy](#). Neuropsychiatria i Neuropsychologia 2019; 14, 1–2: 1-8
8. Maruszewski T, Pamięć autobiograficzna. Gdańskie Wyd. Psychologiczne 2007
9. Niedźwieńska A, Poznawcze mechanizmy zniekształceń w pamięci zdarzeń. Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2004.
10. Schacter D.L. Siedem grzechów pamięci. PIW 2003

Po angielsku:

11. [Cognitive Psychology and Cognitive Neuroscience](#), Wikibook
12. Baddeley, A.D. (1986). Working memory. Oxford Psychology Series 11. Oxford: Clarendon Press
13. Berger, T. W., Hampson, R. E., Song, D., Goonawardena, A., Marmarelis, V. Z., & Deadwyler, S. A. (2011). A cortical neural prosthesis for restoring and enhancing memory. Journal of Neural Engineering, 8(4), 046017.
14. Cowan, Nelson (1995). Attention and memory: an integrated framework. Oxford [Oxfordshire]: Oxford University Press.
15. Ericsson, K. A. Kintsch, W. (1995). "Long-term working memory.". Psychological Review. 102 (2): 211–245
16. Fuster J.M, Memory in the Cerebral Cortex. MIT Press 1999
17. Hampson, R. E. ... Deadwyler, S. A. (2018). Developing a hippocampal neural prosthetic to facilitate human memory encoding and recall. Journal of Neural Engineering, 15(3), 036014.
18. Karpicke, JD., Roedinger, HL. III. 2008. The critical importance of retrieval for learning. Science. 319: 966–968
19. Meeter M, Murre JM. Tracelink: A model of consolidation and amnesia. Cognitive Neuropsychology 22(5):559-87, 2005
20. McNamara T.P, Semantic Priming. Perspectives from Memory and Word Recognition Psychology Press, 2006
21. Neath I, Surprenant A.M. [Human memory: An introduction to research, data, and theory](#). 2nd ed. 2003.
22. Petersen, S. E., Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. Annual Review of Neuroscience, 35(1), 73–89.
23. Schacter D.L, Scarry E, Memory, brain and belief. Harvard University Press
24. Searlman A, Hermann D, Memory from a broader perspective, Mc-Graw Hill 1994
25. Shaw, J., Porter, S. (2015). Constructing rich false memories of committing crime. Psychological Science, 26(3), 291–301.
26. Squire L.R, Schacter D.L, Neuropsychology of Memory The Guilford Press

27. Tustin, K., & Hayne, H. (2010). [Defining the boundary: Age-related changes](#) in childhood amnesia. *Developmental Psychology*, 46, 1049-1061.
28. Vossel, S., Geng, J. J., & Fink, G. R. (2014). Dorsal and Ventral Attention Systems. *The Neuroscientist*, 20(2), 150–159.
29. Ziółkowska, A., M. (2006) Czy wspomnienia fleszowe są szczególnym rodzajem pamięci autobiograficznej? *Przegląd psychologiczny*, t. 49, nr 2, 157-173.

Duch W. [slajdy prezentacji](#).

Cytowanie: Włodzisław Duch, Wstęp do Kognitywistyki. Rozdz. B20: Pamięć i uwaga. UMK Toruń 2024.

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