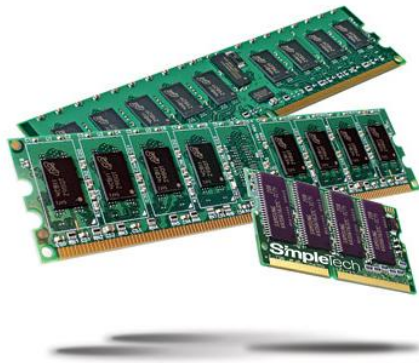


# Paměť u lidí, neuropsychologie paměti

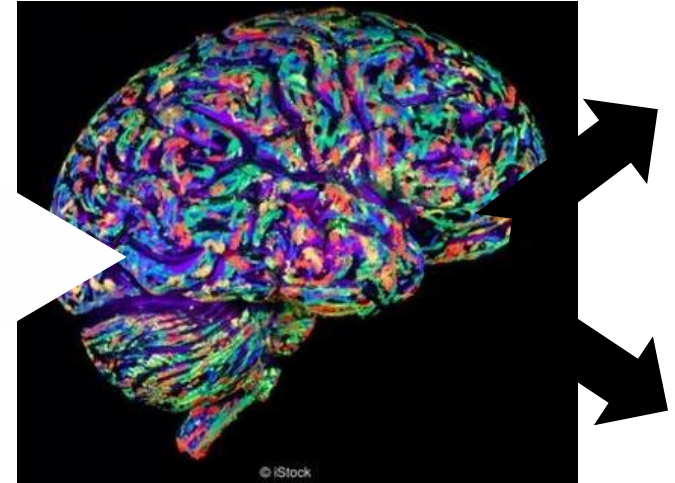


Kamil Vlček

10. května 2023, Fyziologický ústav AVČR

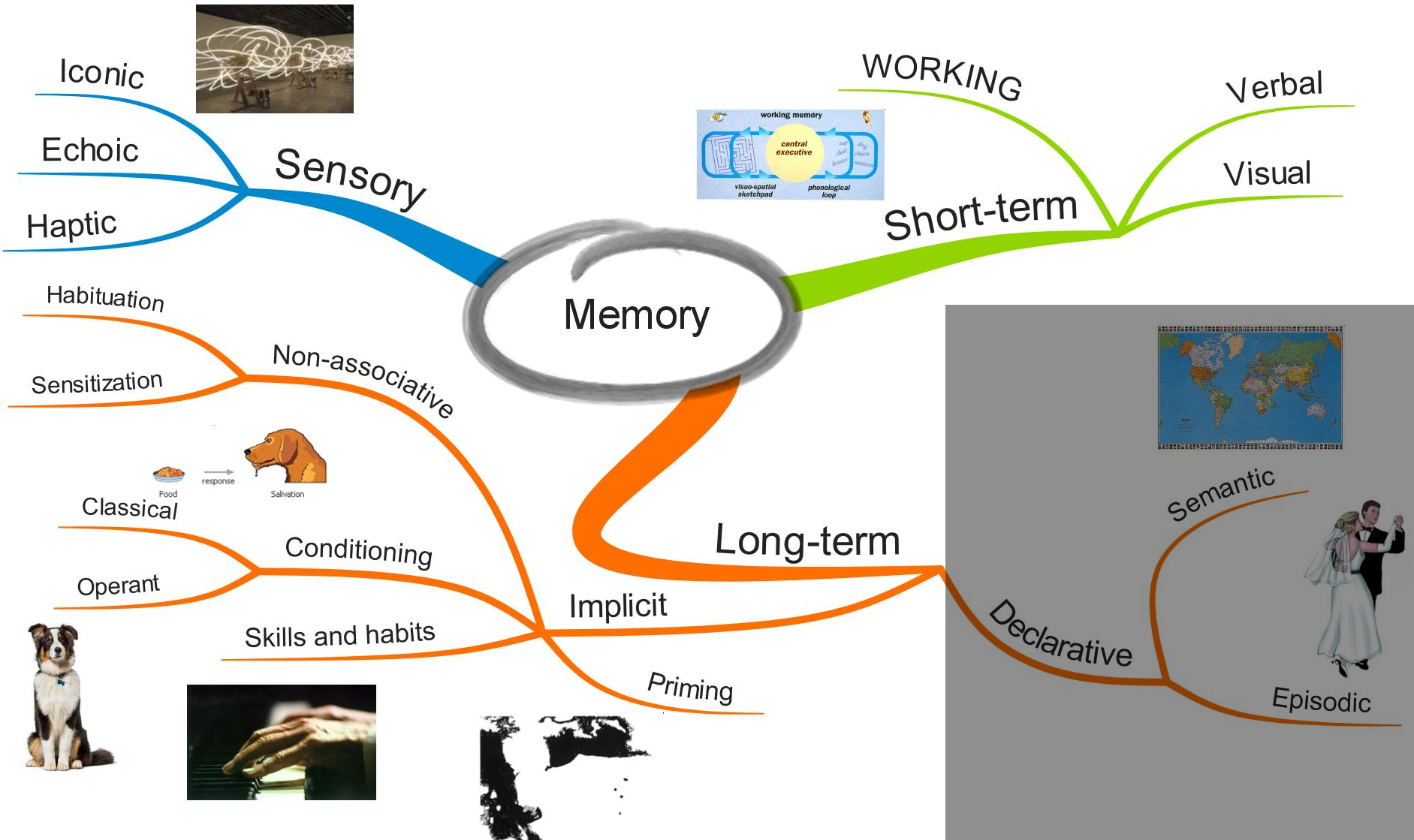
# Co je to paměť?

- **Schopnost změny chování** na základě předchozí zkušenosti
- **Schopnost** uložit, uchovat a vybavit informaci
- Hypotetický **sklad** informací
- **Obsah** takového skladu informací
- Subjektivní **zkušenost** vzpomínky



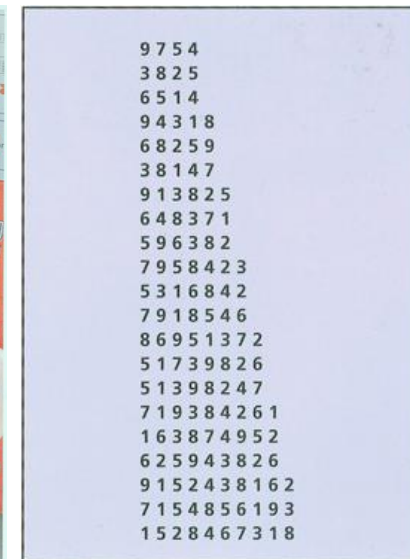
Naše paměť

# Rozdělení paměti



# Dělení paměti podle délky uchování paměťové stopy

- Senzorická
  - ikonická, echoická
- Krátkodobá
  - vizuální a verbální
- Dlouhodobá
  - fakta, události,  
dovednosti, ...



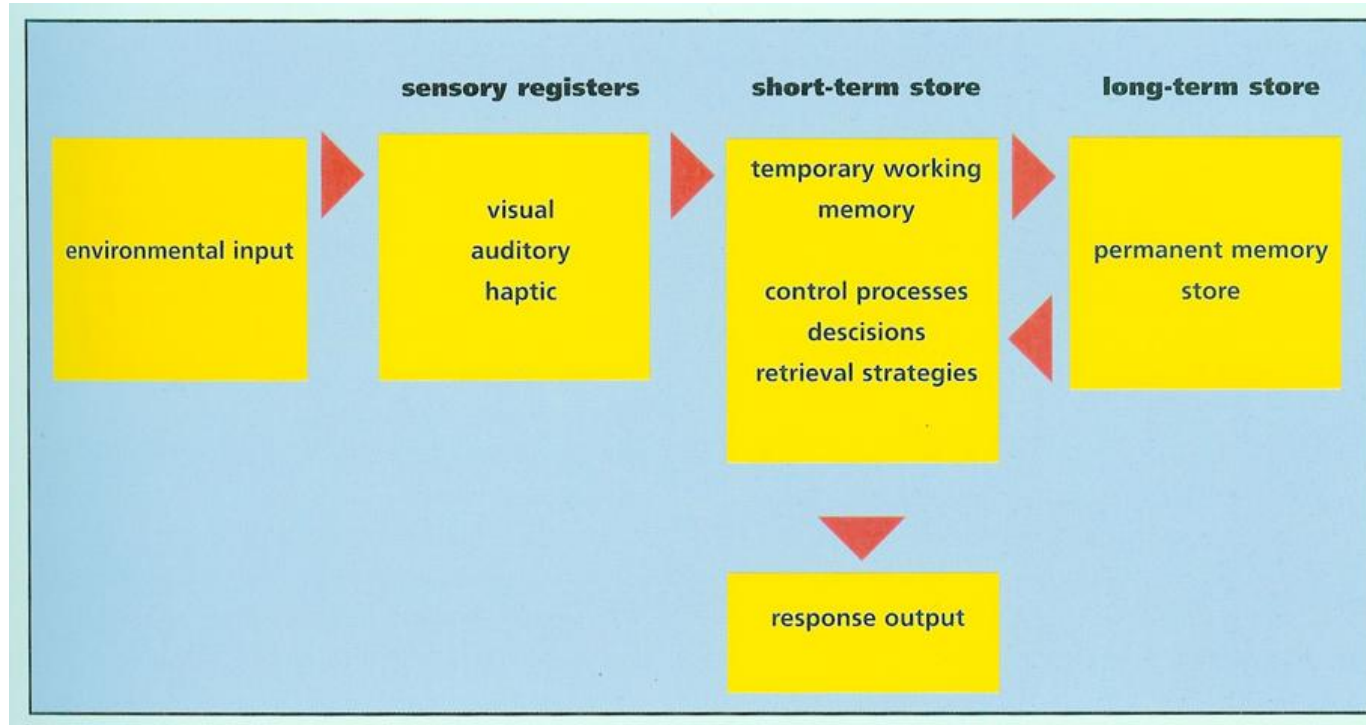
# Sperlingova demonstrace ikonické paměti (1960)

G V U

L S J

N A Z

# Paměťový model

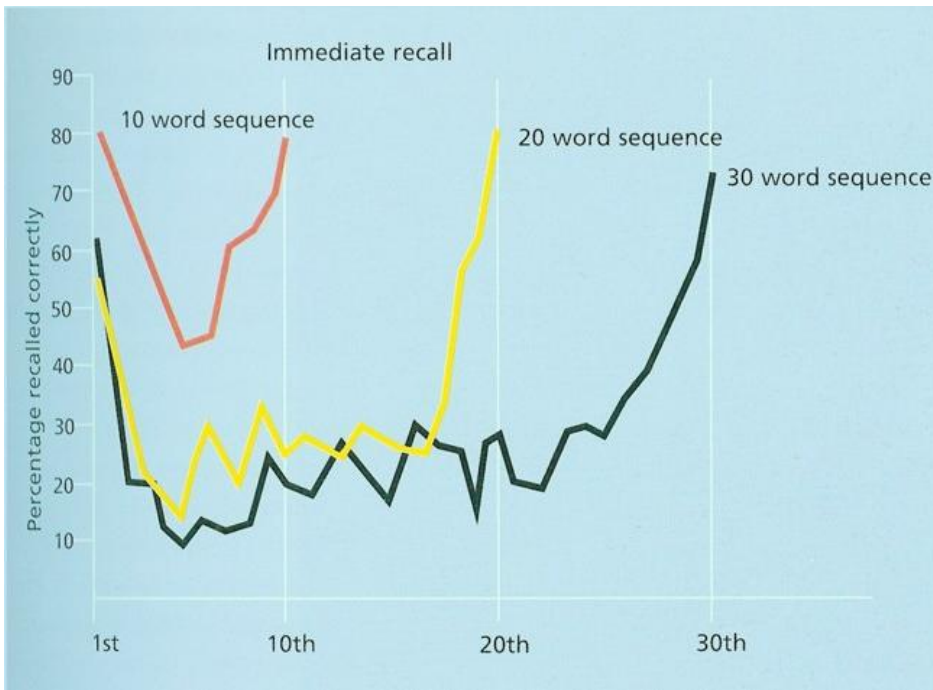


Atkinson-Shiffrin 1968

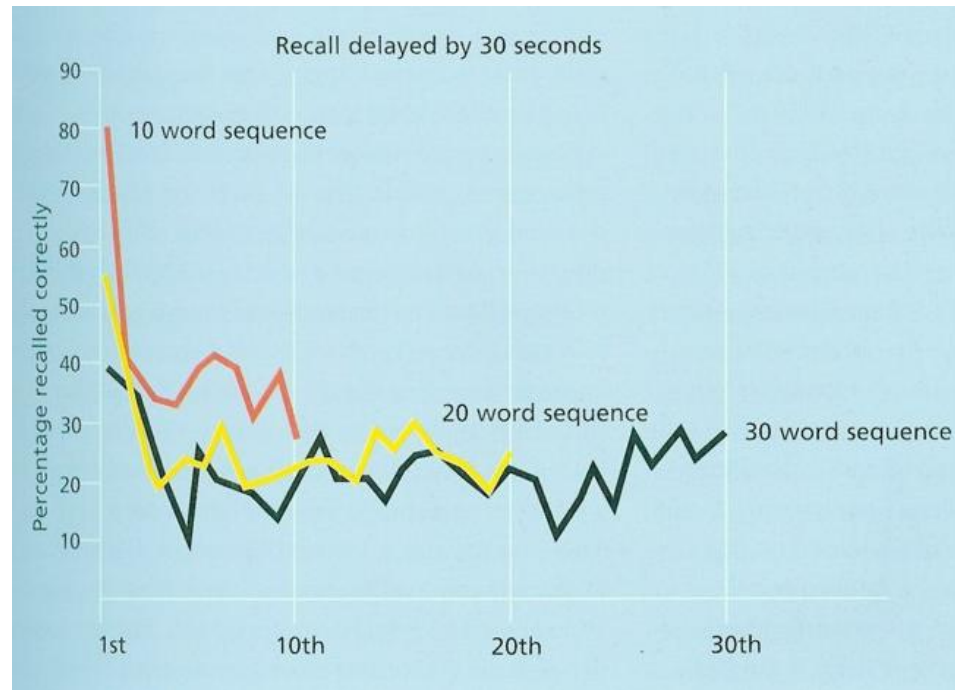
- Senzorická – nezpracované informace ze smyslů, dočasně uložené k dalšímu zpracování
- Krátkodobá – To s čím právě v mysli pracujeme, omezená kapacita

# Paměť na slova

Vybavení sekvence 10, 20 a 30 slov



**Okamžité**



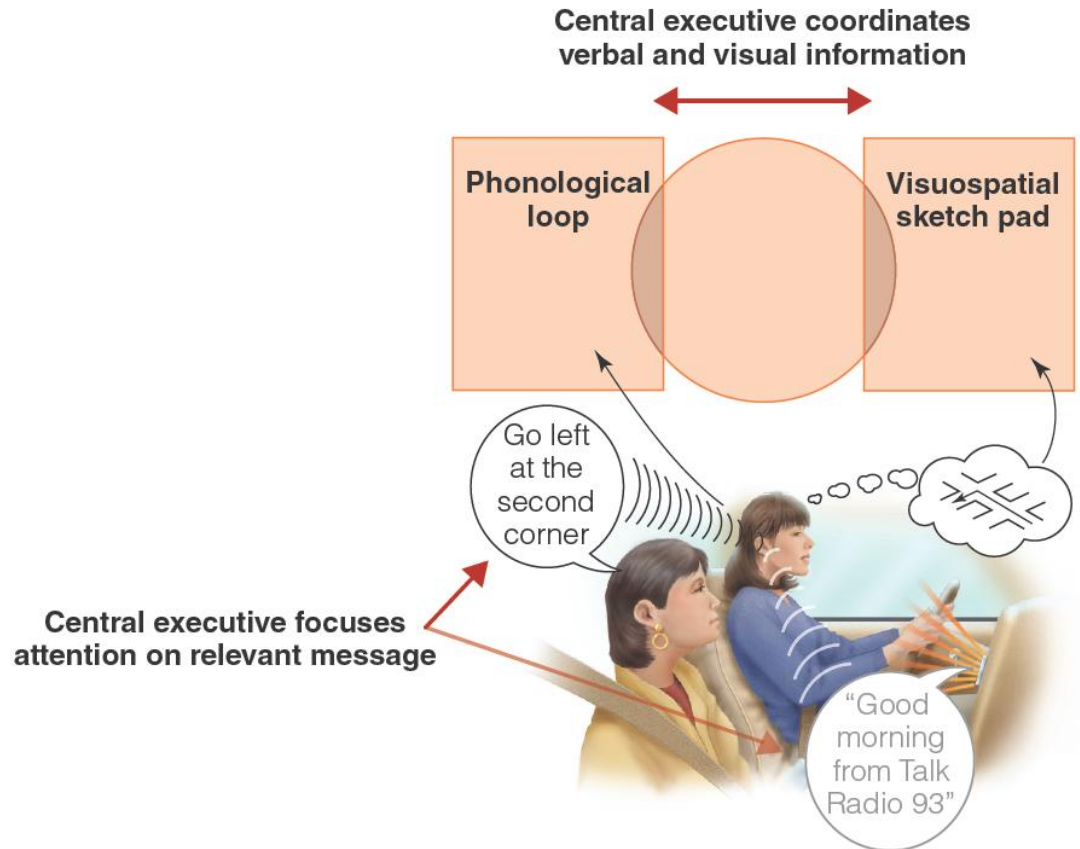
**Oddálené (po 30 sekundách)**

# Pracovní paměť

Baddeley a Hitch (1974)

Tři nezávislé komponenty:

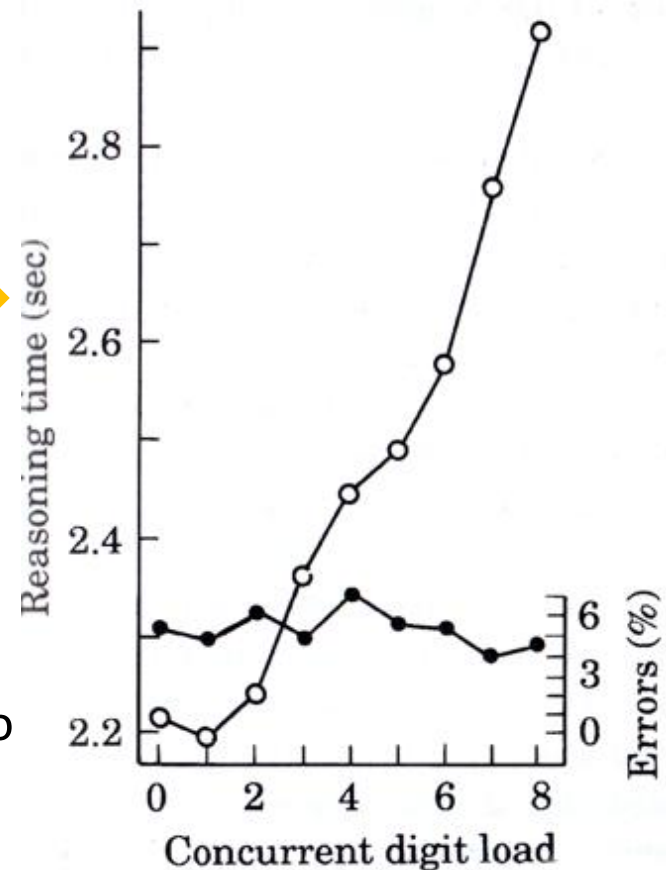
- vizuospaciální náčrtník  
– neverbální
- fonologická smyčka  
– verbální
- centrální výkonná jednotka
  - řídí předávání informací
    - Ze sensorické paměti a do dlouhodobé paměti
    - Mezi komponentami pracovní paměti



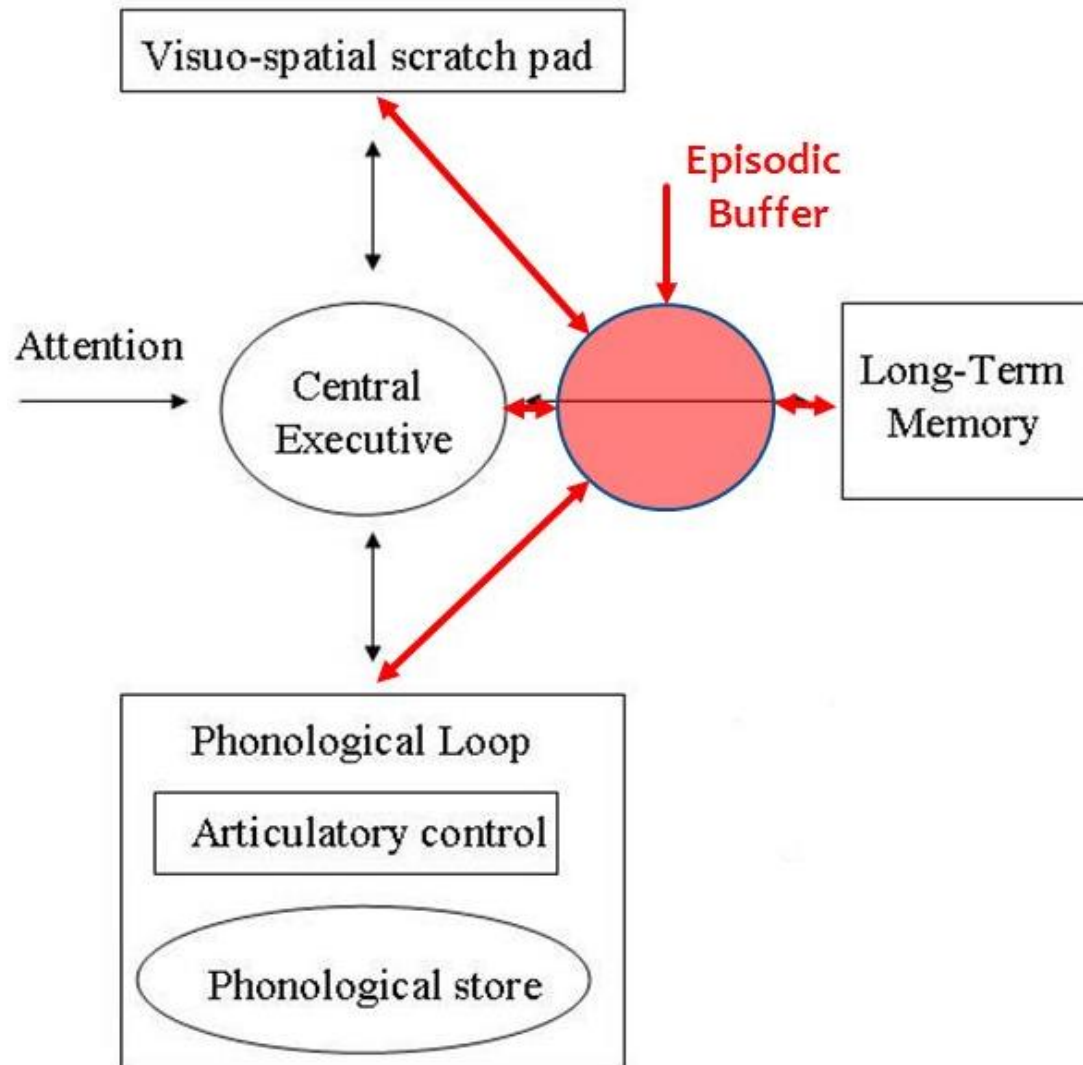


# Paradigma dvojího úkolu

- Subjekt má dělat dva jednoduché úkoly současně, horší výkonnost napovídá o společně sdíleném kognitivním zdroji
- **Úkol 1: Přemýšlení**  
platí věta?  
 A předchází B                                    AB  
 B nenásleduje A                                  AB
- **Úkol 2:** opakování náhodných číslic (0 – 8)
- Rychlost se snížila s druhým úkolem, ale jen asi o 35%, chybovost se nezměnila
- Oba úkoly by měly využívat krátkodobou paměť, přitom se ruší jen málo



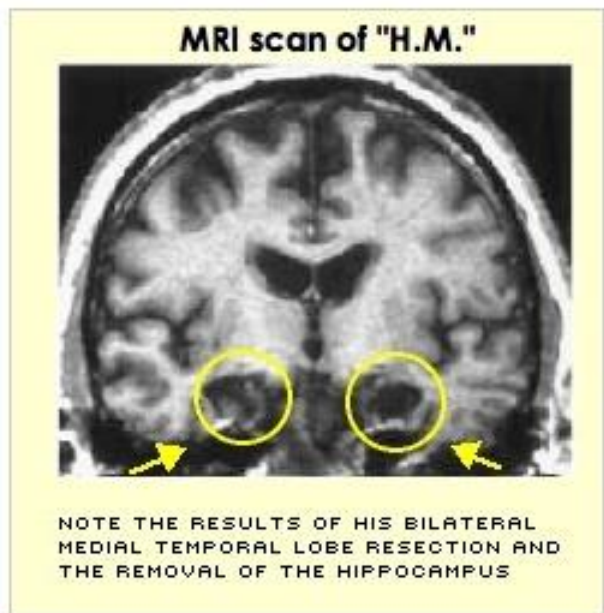
# Čtvrtá složka pracovní paměti



## Epizodický buffer:

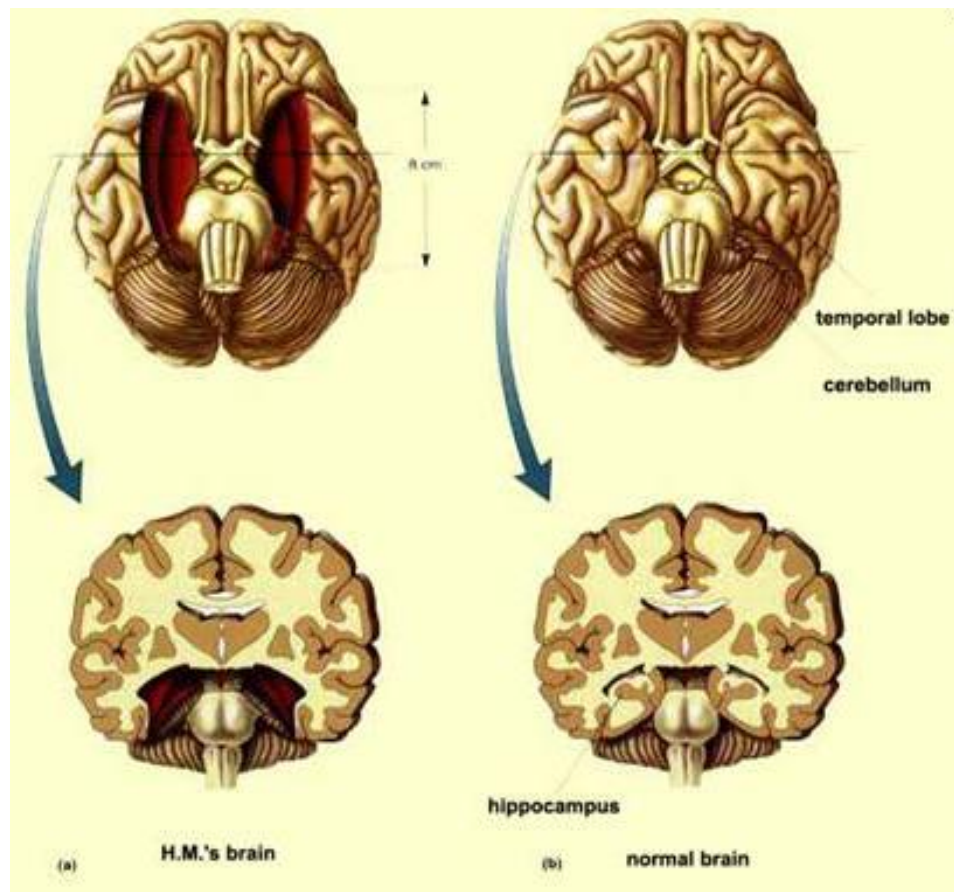
- *Baddeley 2000*
- Integruje visuo-prostorové a verbální informace se sekvencí v čase
- Paměť na příběhy, scény aj
- Pacienti s narušenou fonologickou smyčkou si dovedou zapamatovat příběhy a věty

# Kognitivní neuropsychologie



## Pacient H.M.

V roce 1953 byl jeho hipokampus a ostatní střední spánkový lalok operativně odstraněn, pro jinak neléčitelnou těžkou epilepsii



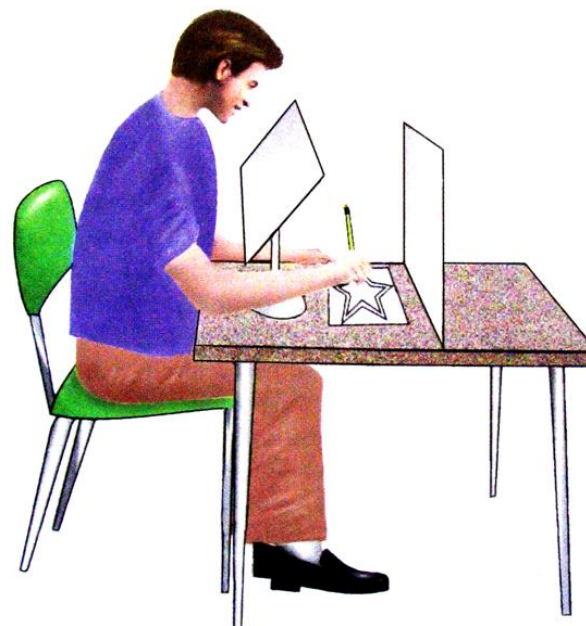
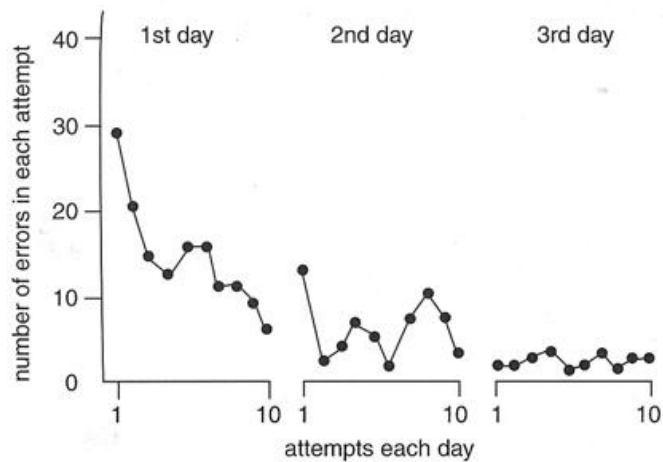
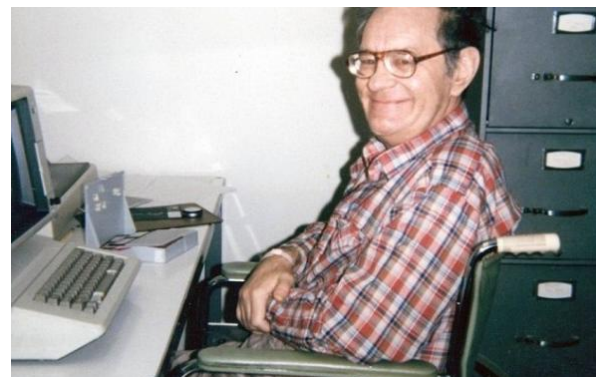
# Pacient H.M.

- Jaké kognitivní funkce měl poškozené ?



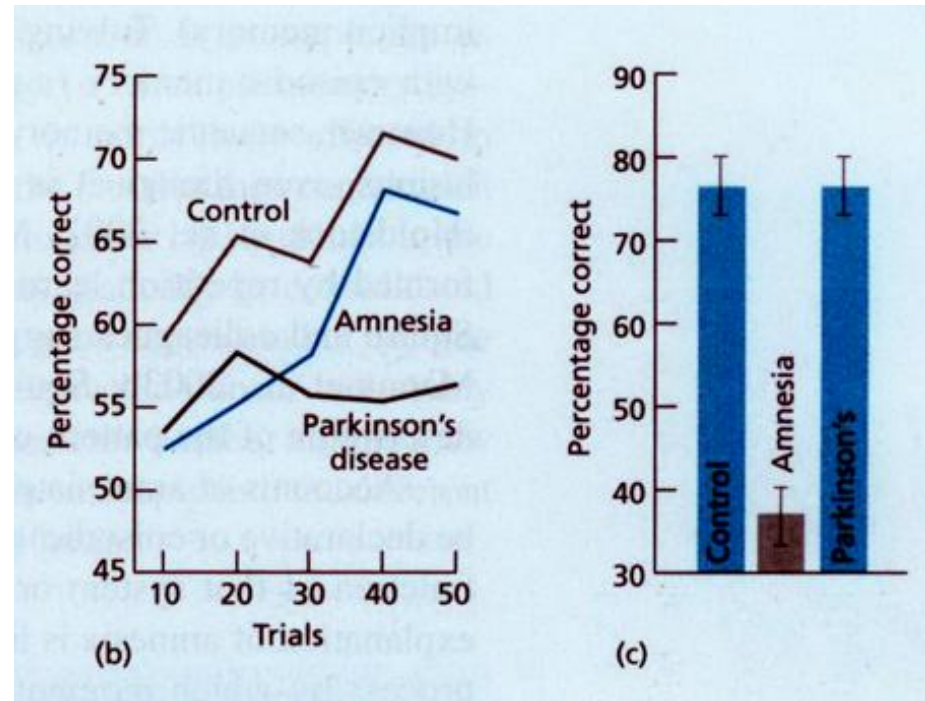
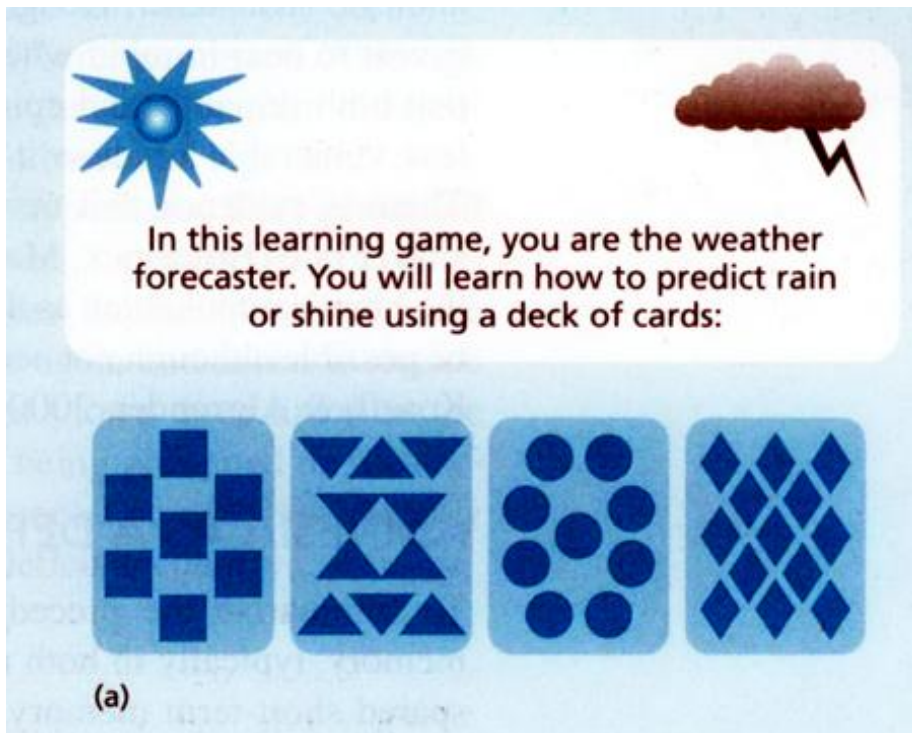
Henry Gustav Molaison  
1926 - 2008

# Učení se dovednostem u H.M.

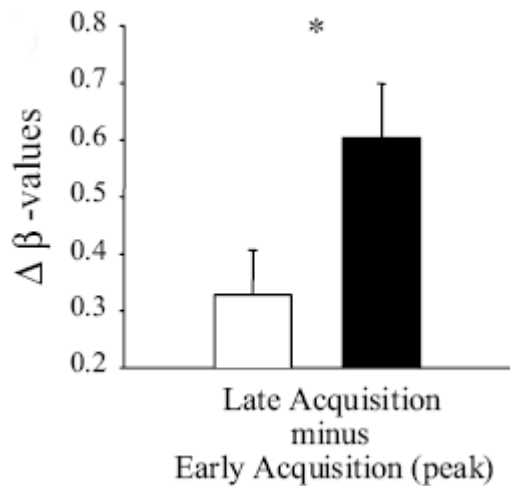


# Dvojitá disociace mezi deklarativní a implicitní paměť

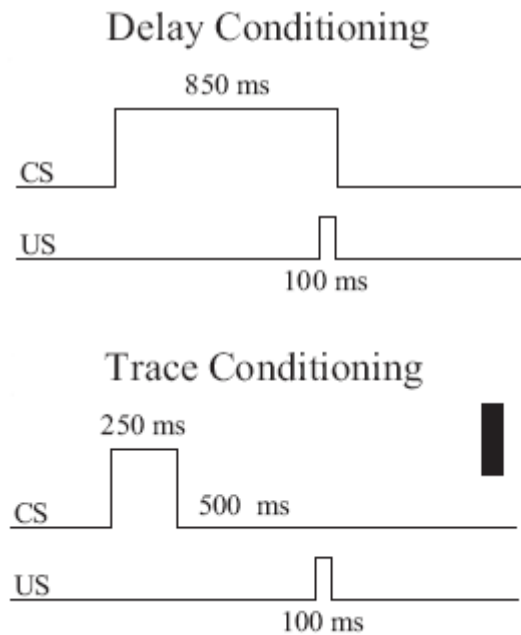
- Úkolem je předpověď počasí podle čtyř karet (a)
- Pacienti s Parkinsonovou nemocí se to nejsou schopni naučit (b)
- Pacienti s Alzheimerovou chorobou si nepamatují fakta o testu (c)



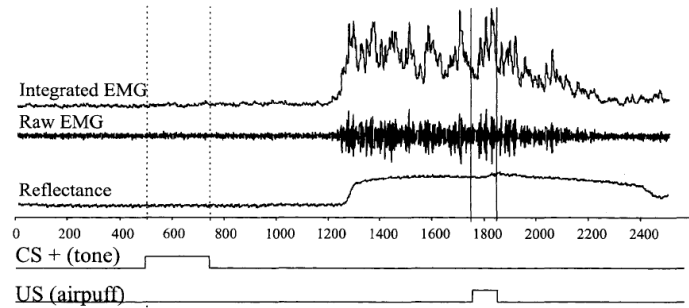
# Disociace mezi dvěma druhy podmiňování



Pravý hippocampus    Levý mozeček

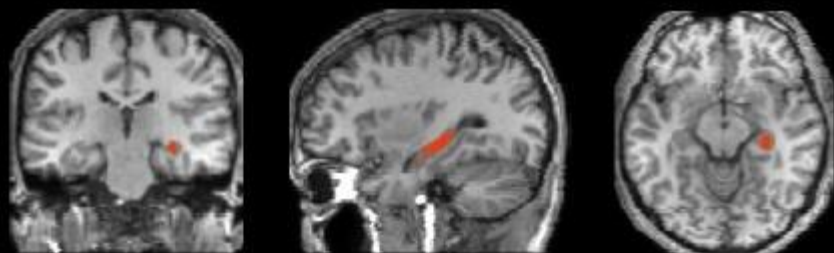
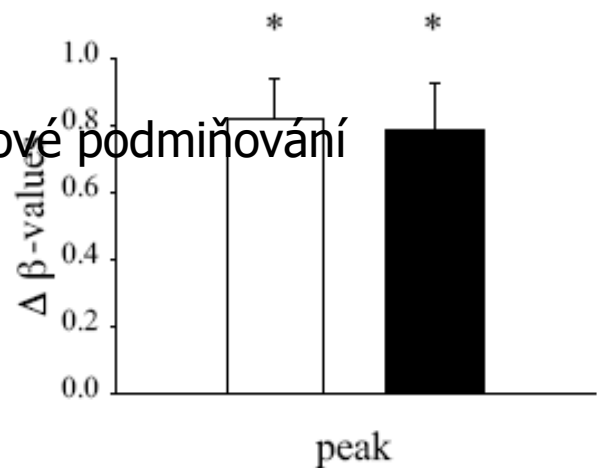


CS +

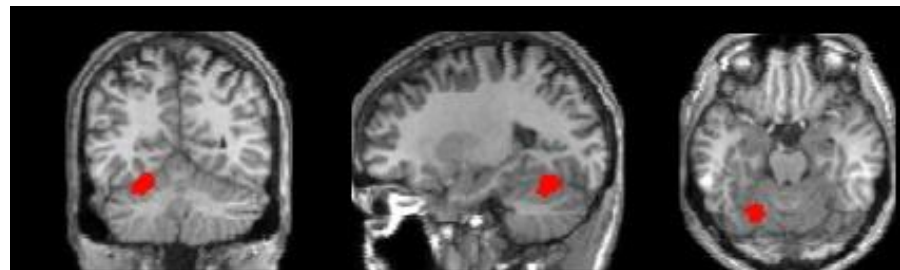


Zpožděné podmiňování

Stopové podmiňování

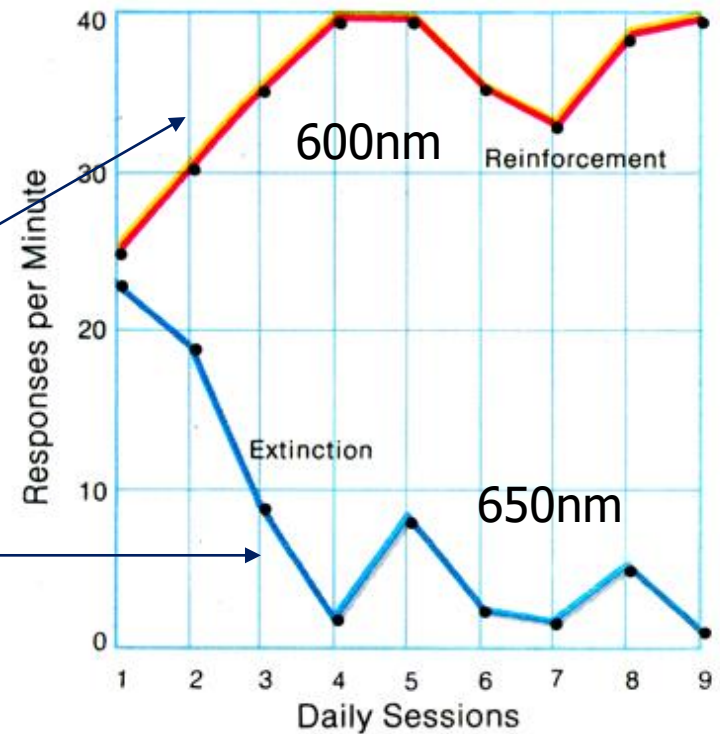
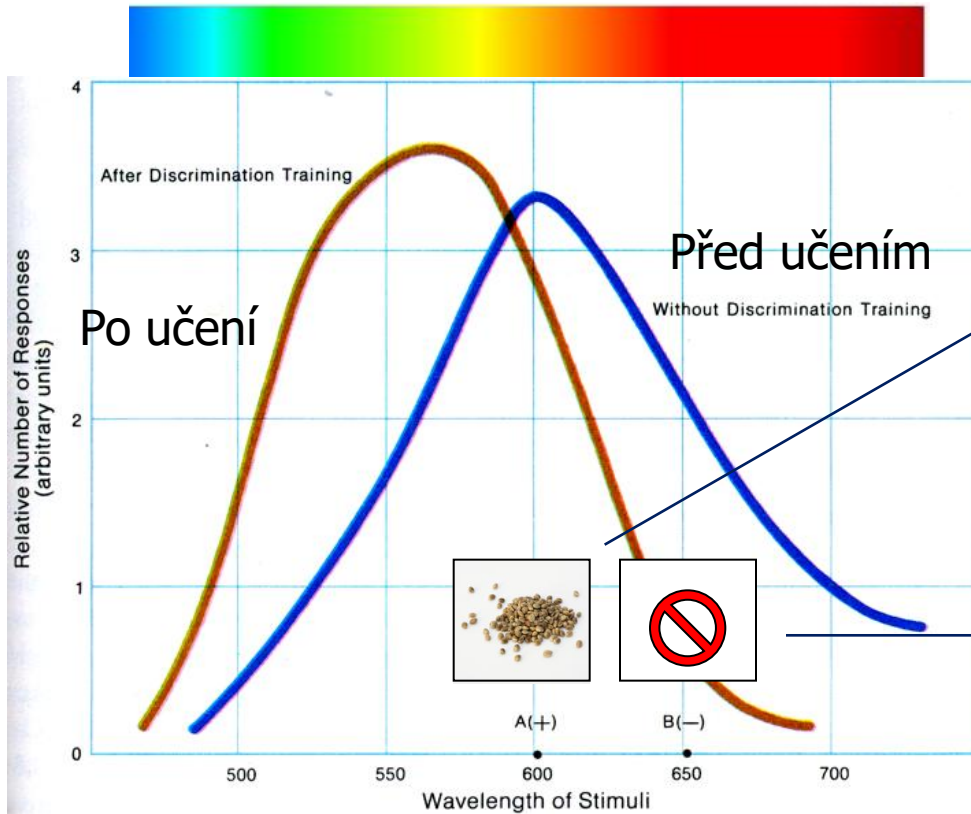


L -29 R +23 -4



L -57 R -24 -23

# Diskriminační učení



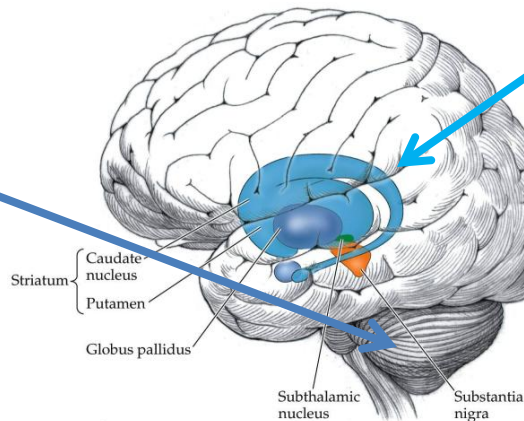
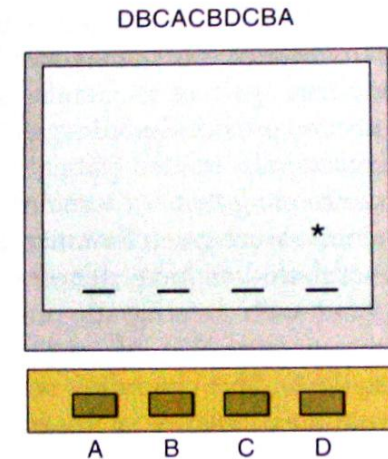
- Holubi odměňováni za světlo 600 nm a neodměňováni za světlo 650 nm
- Postupně se naučí je rozlišovat

- Odměna při oranžovém ale ne červeném světle



# Dva druhy dovedností

- Otevřené učení dovedností (open-loop)
  - nutné plánování pohybu
  - sekvence kláves
- Uzavřené učení dovedností (closed-loop)
  - nutná stálá vizuální zpětná vazba
  - kreslení podle zrcadla



# Priming

- Usnadnění odpovědi na konkrétní podnět v úloze. Priming je měřen jako zlepšení odpovědi na dříve prezentovaný podnět, ve srovnání v podněty dříve neprezentovanými

Degradované slovo



## Verbální priming

ele\_ \_ \_ \_ \_

e\_e\_h\_ \_ t

lepanthe

Slovo/neslovo

## Sémantický priming

Jaké je největší zvíře na zemi?

Seznam 4 nohých zvířat



## Non-verbální priming

Co je to za zvíře

Level 8

učení

**TOBOGAN**

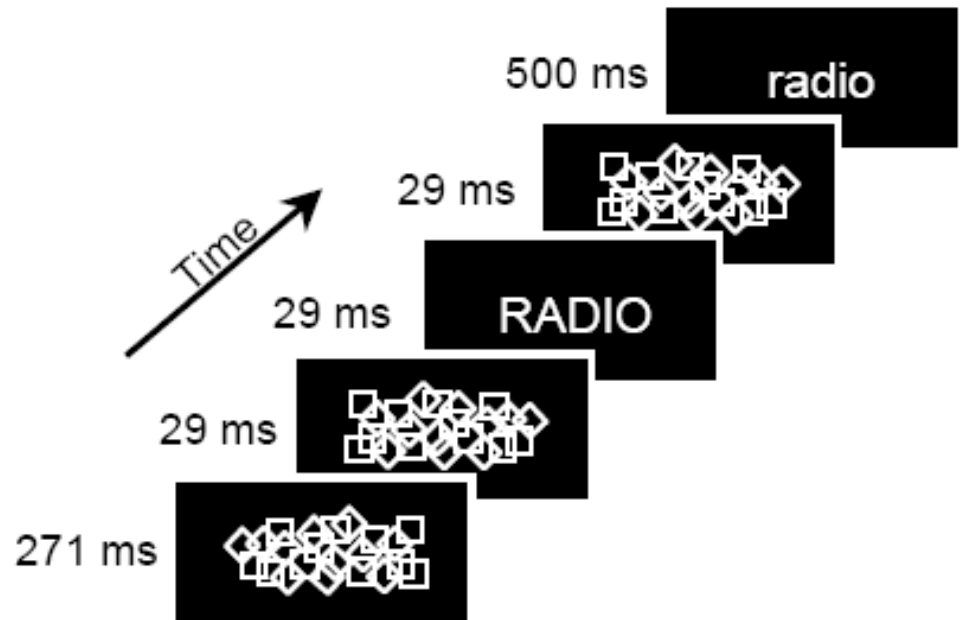
test

vyplňte první slovo,  
které vás napadne

**\_O\_O\_A\_**

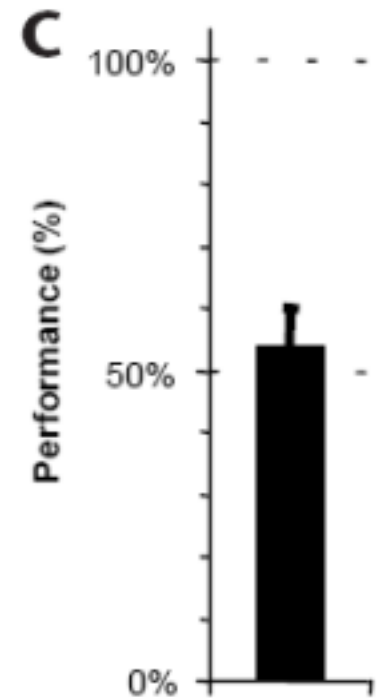
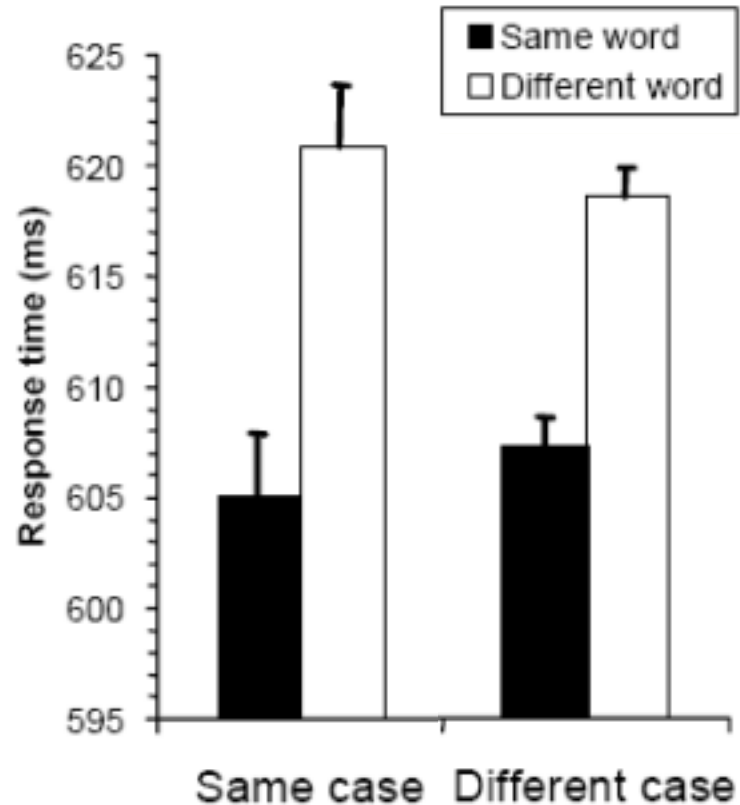
# Repetition priming

- Lidi měli určit, jestli se jedná o přirozený nebo uměle vyrobený předmět
- Předtím nevědomě vnímali stejné nebo jiné slovo



# Podvědomě vnímaná slova

- Efekt primingu je nezávislý na velikosti písmen skrytého slova
- Nedokázali určit, co bylo skryté slovo
- Sémantický priming



# Deklarativní paměť



Fakta = semantická paměť



Události = epizodická paměť

# Sémantická paměť

- Co je hlavní město Itálie?
- Mají růže trny?
- Co je to fyzika?
- Kolik vteřin má minuta?
- Měl Platón uši?
- Jaké noviny Platón četl?
- Kdy jsou vánoce?
- Jak chutná pomerančový džus?
- Co znamená slovo „velkorysý“?
- Co je to senzorická paměť?

# Pojmy a kategorie

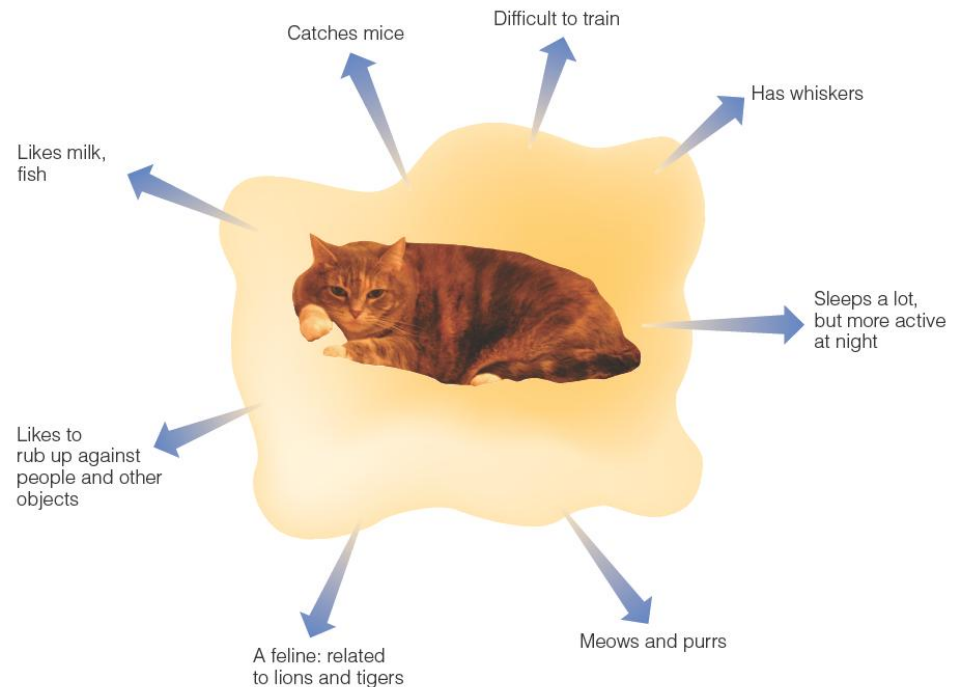
- Jak si třídíme své poznatky o světě?
- **Pojem** – obecná představa v mysli
  - Pojem kočky=obecná představa kočky, domu ...
  - Odpověď na otázku: Co je kočka?
- **Objekt** – konkrétní zástupce odpovídající pojmu
- **Kategorie** – obsahuje všechny příklady konkrétního pojmu
- Vztah
  - pojem - kategorie – slovo
- Kategorizace světa
- Stavební kameny sémantické paměti



# Pojmy

- **Charakteristiky**

- vlastnosti spojené s pojmem



- **Funkce pojmů**

- reprezentace znalostí
- predikce (zvíře je kočka => maximálně škrábne, lev=> možná sežere)
- komunikace



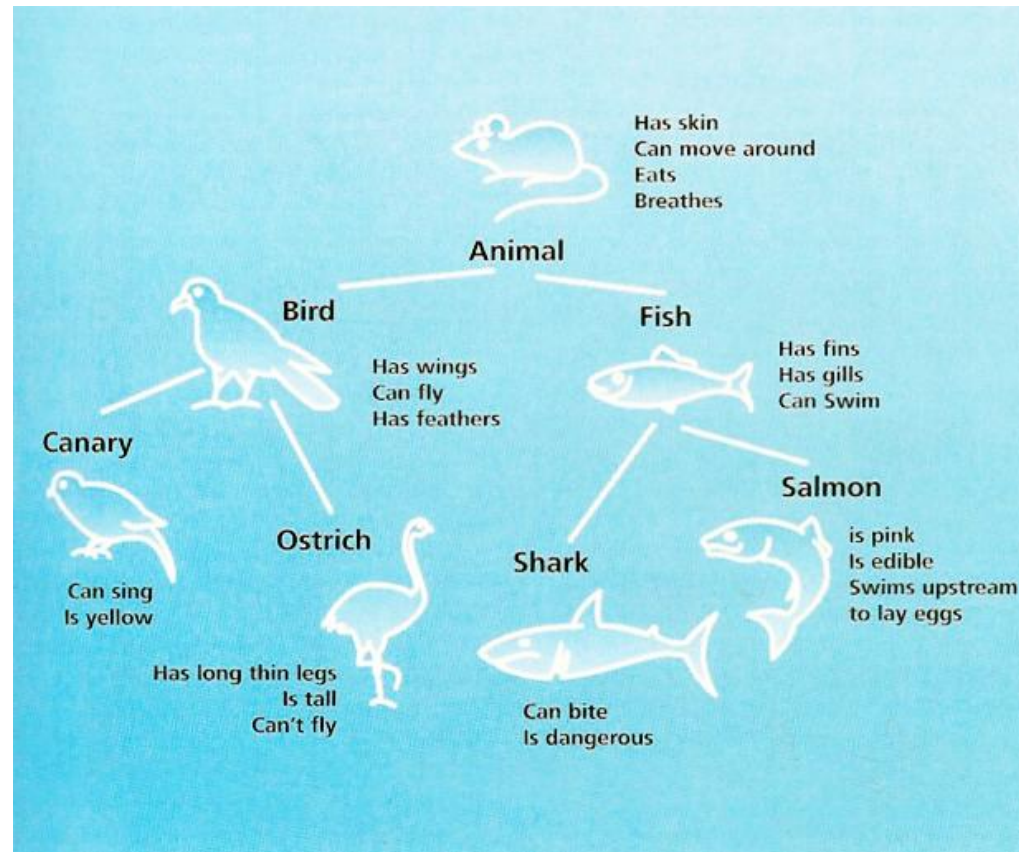
# Úrovně pojmů

- Tři úrovně pojmů
  - **Pojem základní úrovně** – pták
    - nejpoužívanější při popisu objektů
  - **Nadřazený pojem**- zvíře
  - **Podřazený pojem**- sýkorka
    - Pojmy této úrovně mají hodně podobných vlastností



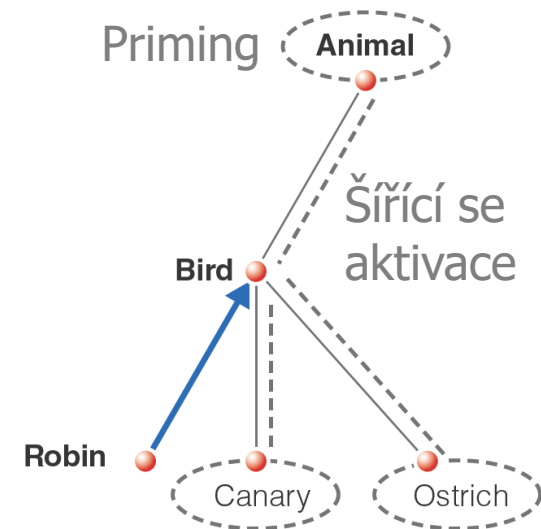
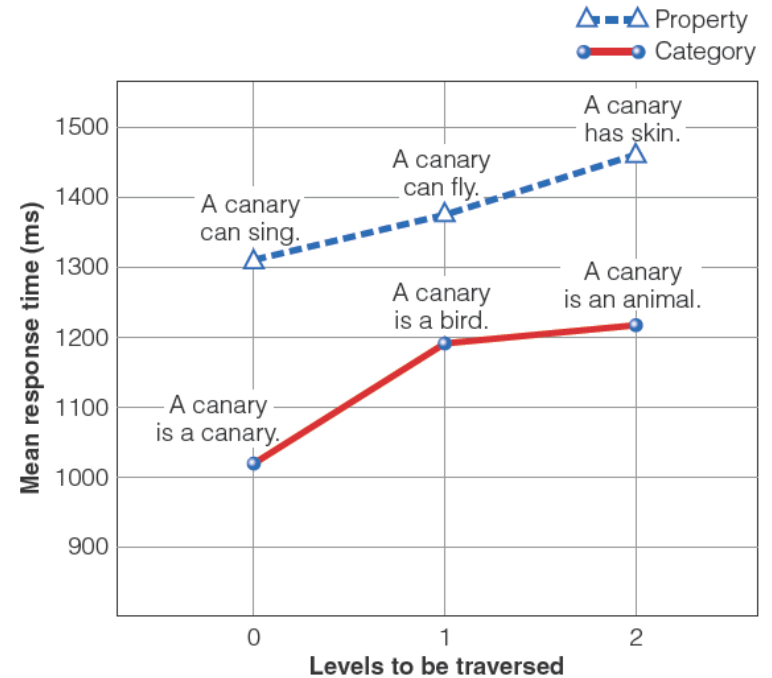
# Sémantická síť

- Teachable Language Comprehender (TLC)
- Model organizace poznatků sémantické paměti (pro počítač)
- Kognitivní ekonomie – společné vlastnosti uložené u nadřazeného konceptu **princip kognitivní ekonomie**
- Umožňuje usuzování: **Dýchá kanárek?**

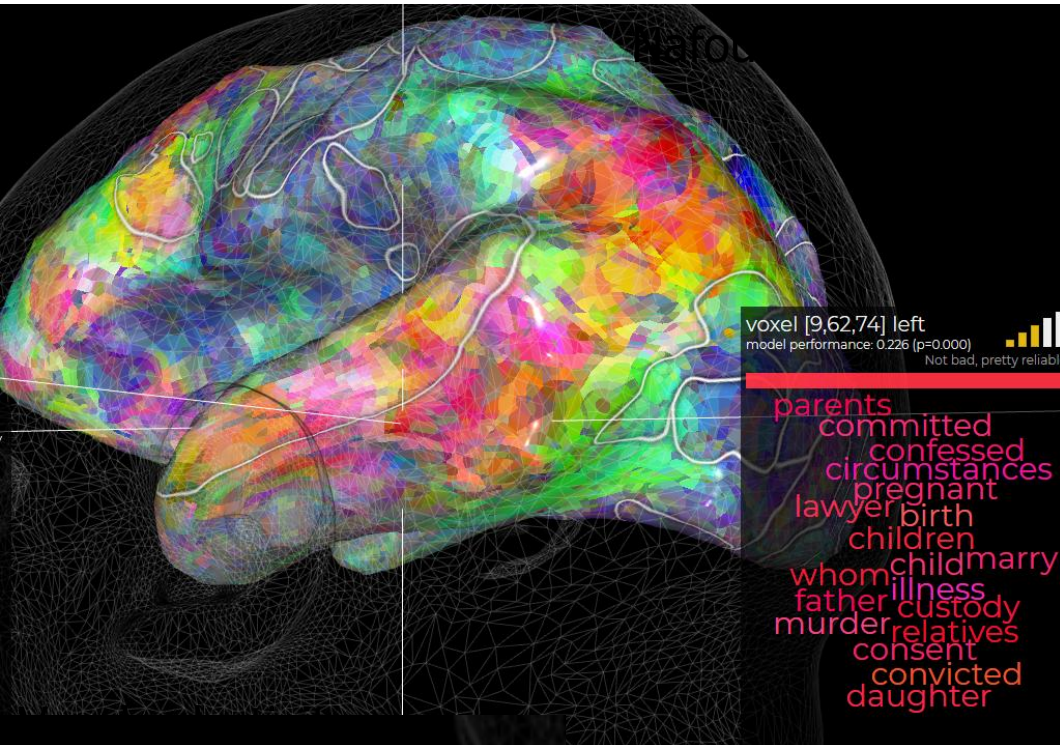


# Šířící se aktivace

- Aktivace jednoho uzlu se šíří do ostatních uzlů
  - Je potřeba k odpovědím na vyšší úrovni
  - Může ovlivňovat a usnadňovat další odpovědi (sémantický priming)
- Čím méně uzlů je potřeba k odpovědi, tím bude rychlejší



# Sémantická mapa v kortexu



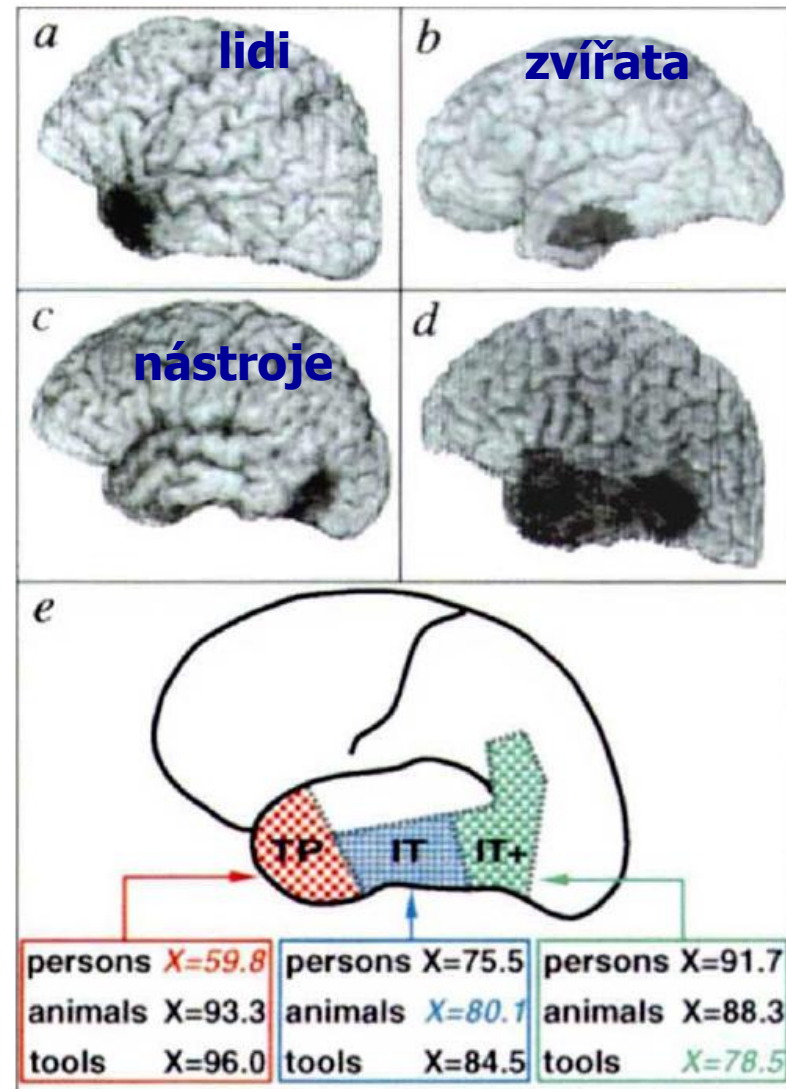
- 7 dobrovolníků
- 2 hodiny poslech příběhů, při fMRI
- Redukce slov na 985  
-> **12 významových kategorií**
- Korelace aktivity všech voxelů s prezentací slov
- Výsledky
  - Různá spolehlivost v různých voxelech
  - Výrazný překryv mezi lidmi
  - Bilaterálně hodně souměrné

*Huth et al 2016 nature*

<https://gallantlab.org/huth2016>

# Sémantická paměť v mozku

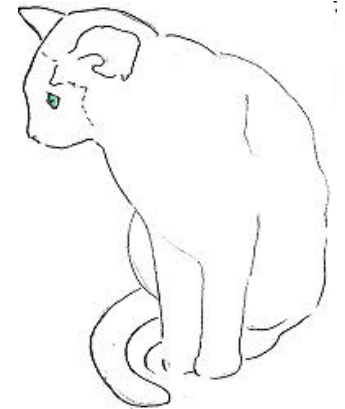
- **Kategoriální postižení při poruchách mozku**
  - rozpoznání obrázků živých vs. neživých objektů
  - nezávisle na frekvenci jejich používání v řeči
  - 100 / 25 pacientů nepozná živé / neživé objekty
  - postižení levého předního spánkového laloku – potíže s vybavením jmen lidí



# Mentální reprezentace poznatků

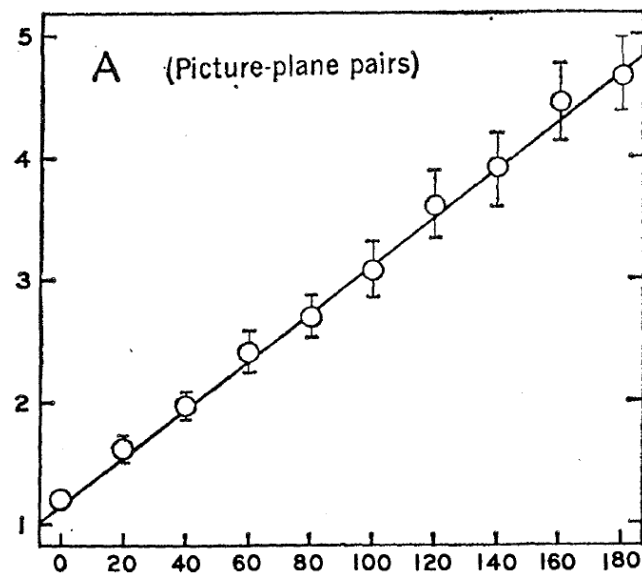
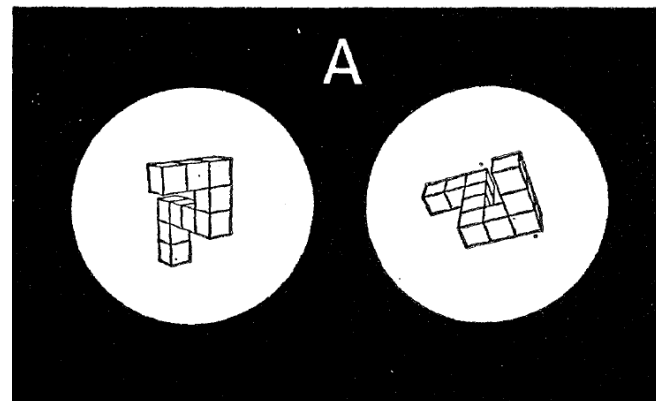
- Symbolické reprezentace
  - slovo
  - arbitrární vztah mezi objektem a reprezentací
  - pravidla pro tvorbu
  - abstraktní informace (savec, masožravá, domácí zvíře)
- Analogické reprezentace
  - obrázek, socha...
  - i část obrázku je analogie, záleží z jaké dálky se díváme
  - jen konkrétní informace (podoba)
- Jaké reprezentace ukládáme v hlavě?

KOČKA



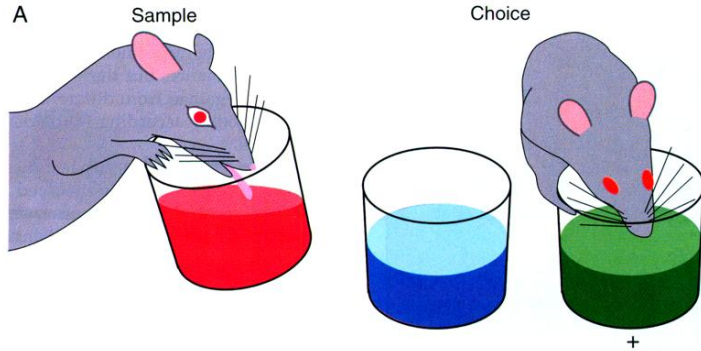
# Vizuální představy

- Použité na řešení různých úloh
  - Prostorové (kolik oken máte v bytě?)
  - Matematické
  - Skládačky
  - Vizuální  
(co je tmavší, třešeň nebo jablko?)
  - Mentální rotace



*Shepard & Metzler (1971)*

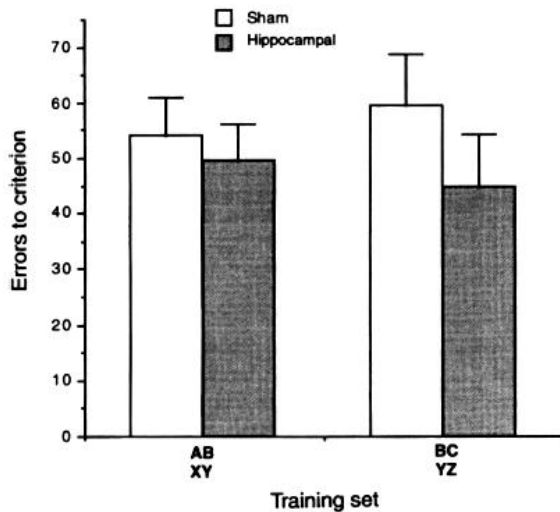
# Deklarativní paměť u potkanů



- Párové asociace - páry hrnků s různými pachy, kde najdou schovanou potravu
- Potkani s lézí hipokampu si nevytvoří flexibilní paměť – neumí si převrátit pořadí pachů

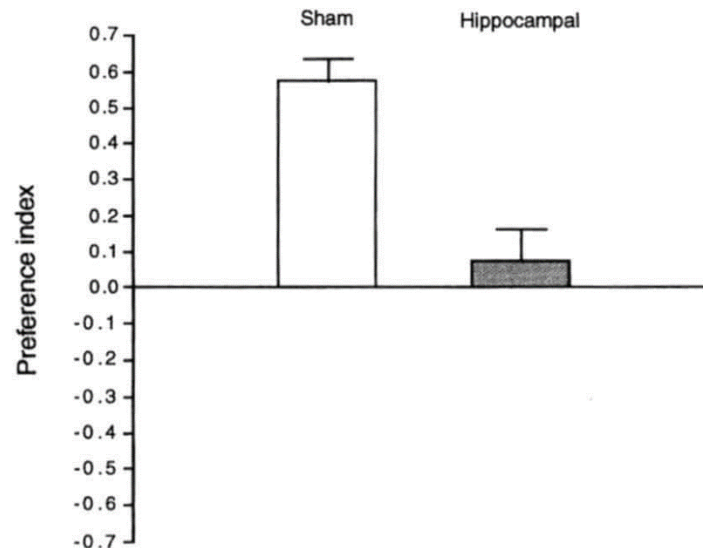
Učení se páru pachů – **červený -> zelený**

Learning paired associates



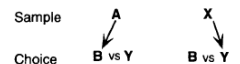
Test: **červený -> zelený**

Test for symmetry



Test: **zelený -> červený**

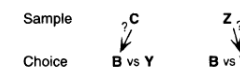
Training Set 1: AB & XY



Training Set 2: BC & YZ



Test for Symmetry: CB & ZY





# Pojetí episodické paměti

- Tulving 1972
  - episodická paměť ukládá informace o specifických událostech a jejich vztazích v čase a prostoru
- Tulving 1983
  - episodická paměť zahrnuje vědomé znovuvybavení a mentální cestování časem
  - Vzpomínáte si na to, nebo to víte? (Remember vs. Know)
  - Kolik detailů události si vybavíte?
  - v této formě je testovatelná pouze verbálně a jen u lidí
- Vztah epizodické a sémantické paměti
  - Epizodická ze sémantické nebo sémantická z epizodické?



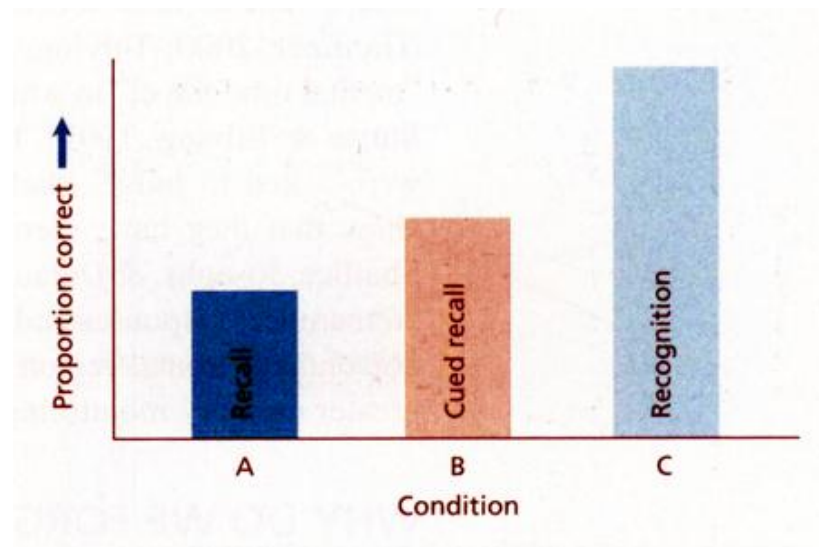
# Dva druhy vybavení

- Volné vybavení (**recall**)
  - Vyjmenujte slova v jakémkoliv pořadí?
- Vybavení s nápovědou (**cued recall**)
- Rozpoznání (**recognition**)
  - Byly v seznamu následující slova?

- Zahrada?
- Slunce?
- Barva?
- Čaj?

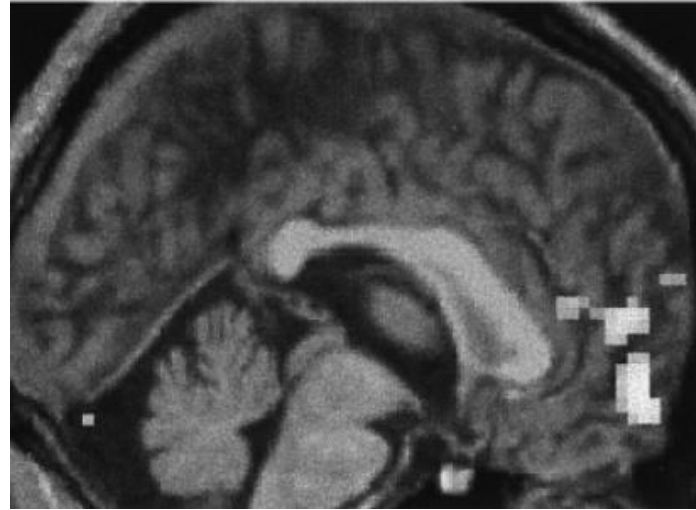
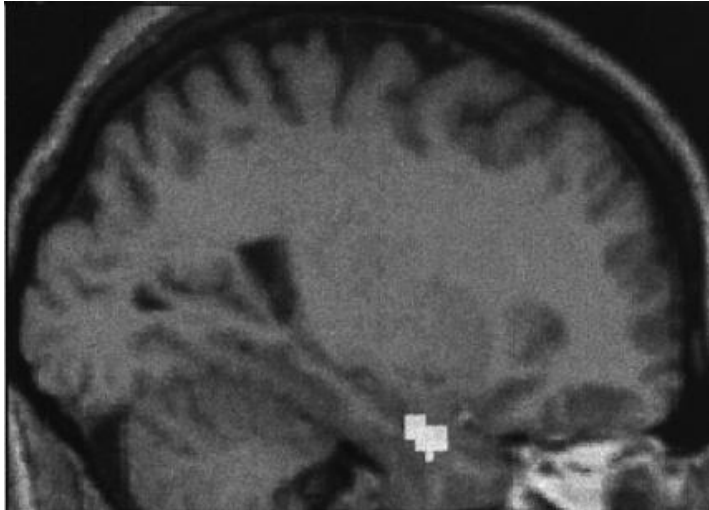
– Vzpomínáte si nebo to víte?

- **Remember**: Včera jsem pracoval na zahrádce a vzpomněl jsem si na to, když jsem slyšel slovo zahrada
- **Know**: Nějak vím, že bylo v seznamu

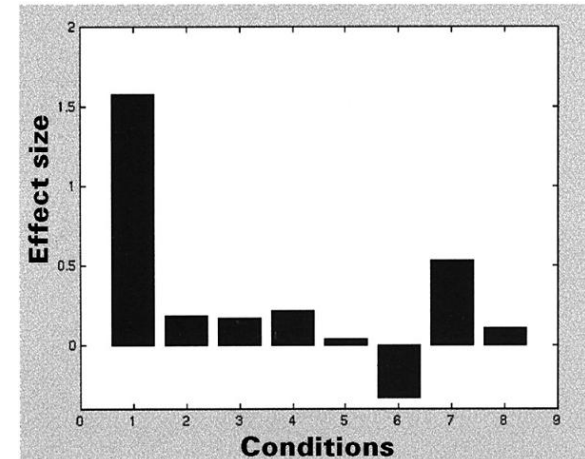


Typická úspěšnost

# Episodická paměť a fMRI

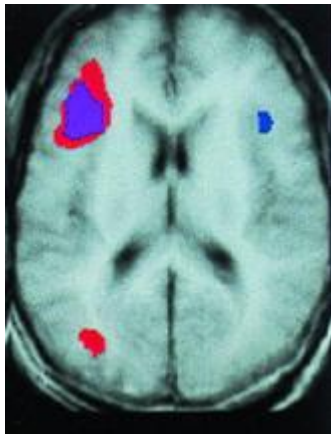


- aktivace hippocampu při vybavení vzpomínek
  - (relativně k pouhému vědění)
  - = episodické vs. sémantické vybavení

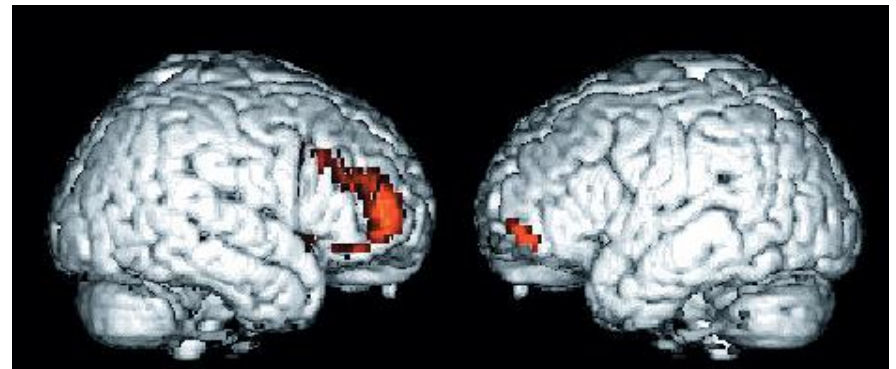


# Různé systémy?

- Jsou episodická a sémantická paměť opravdu oddělitelné?
  - Oddělené patologicky
    - při amnézii postižená většinou více epizodická než sémantická paměť
    - sémantická demence – postižená selektivně paměť pro jména a fakta
  - Oddělené aktivitou mozku
    - vybavení epizodické vzpomínky aktivuje především pravou prefrontální kůru
    - sémantické vybavení aktivuje více levou prefrontální kůru



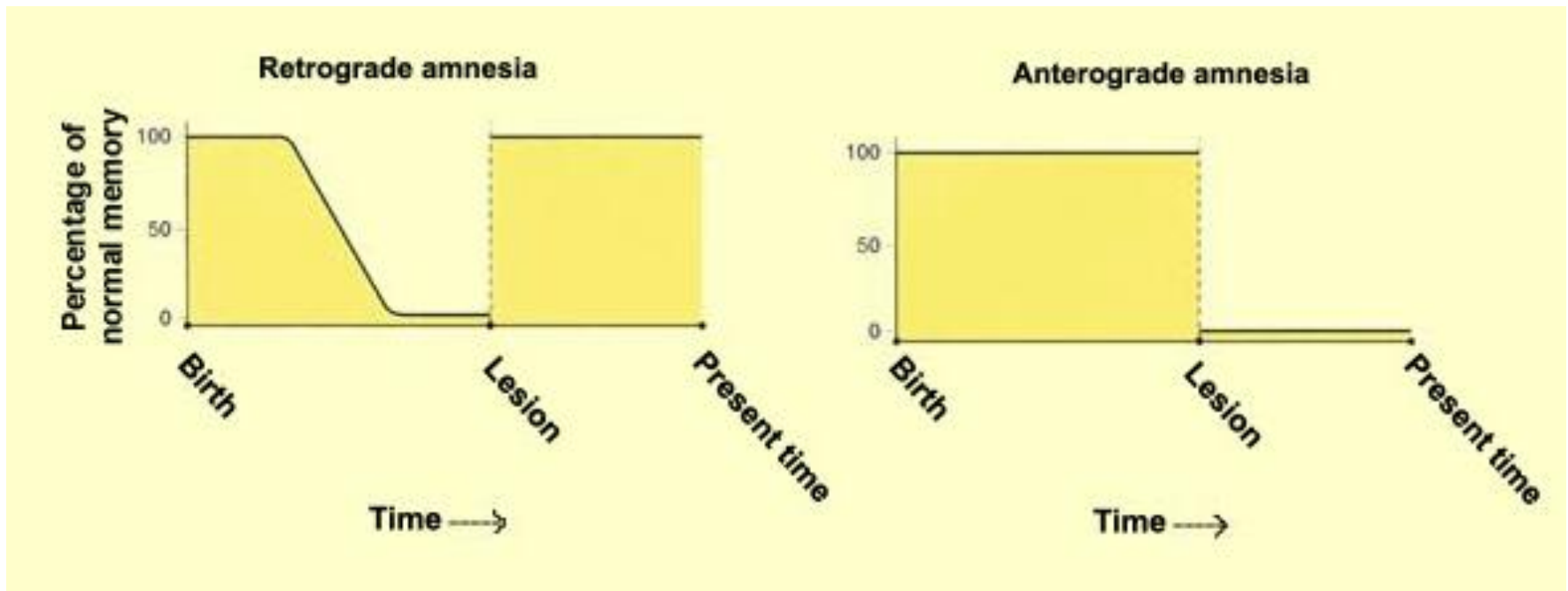
vybavení  
sémantické  
vzpomínky



vybavení epizodické vzpomínky

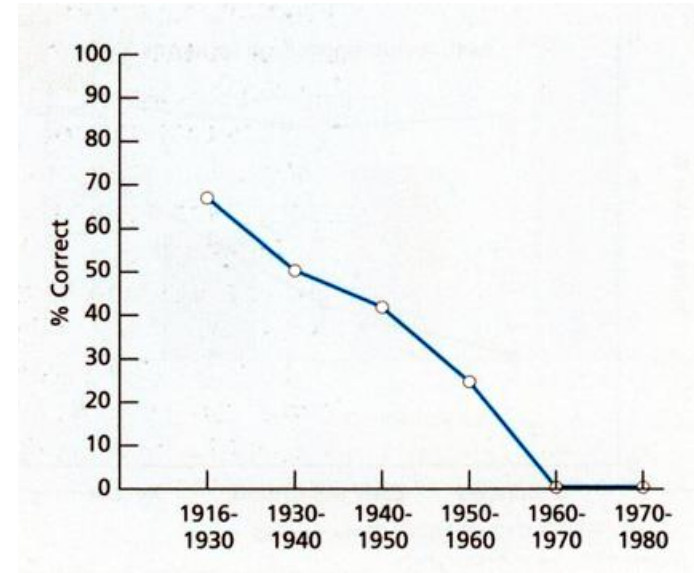
# Paměťové procesy a poruchy

- Retrográdní amnézie – na události před okamžikem postižení
- Anterogádní amnézie – na události po postižení

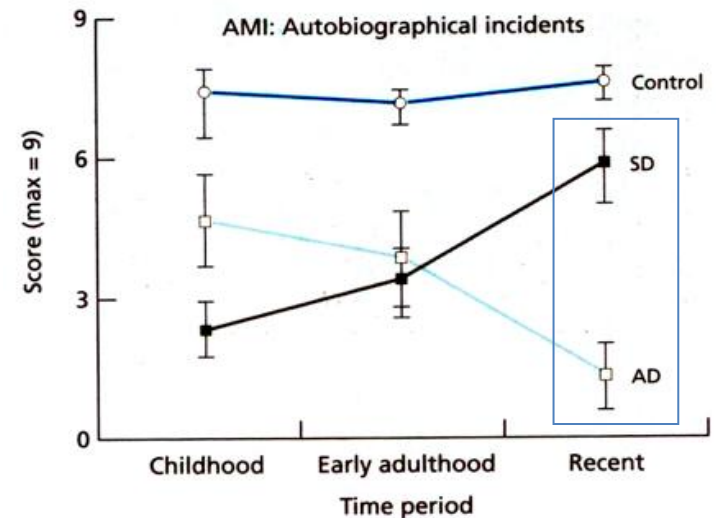


# Proces konsolidace

- Ribotův zákon – při amnézii se lépe zachovávají starší vzpomínky
  - Amnézie postihuje hipokampus, ve kterém jsou uloženy vzpomínky několik let. Z něj se postupně přesouvají do jiných oblastí mozku
  - Jiné vysvětlení – staré vzpomínky jsou mnohokrát vybavené a znovu uloženy
- Pacienti se sémantickou demencí opačný gradient – vzpomínky staré asi do 4 let si pamatují dobře.
  - Hipokampus je u nich nepoškozen

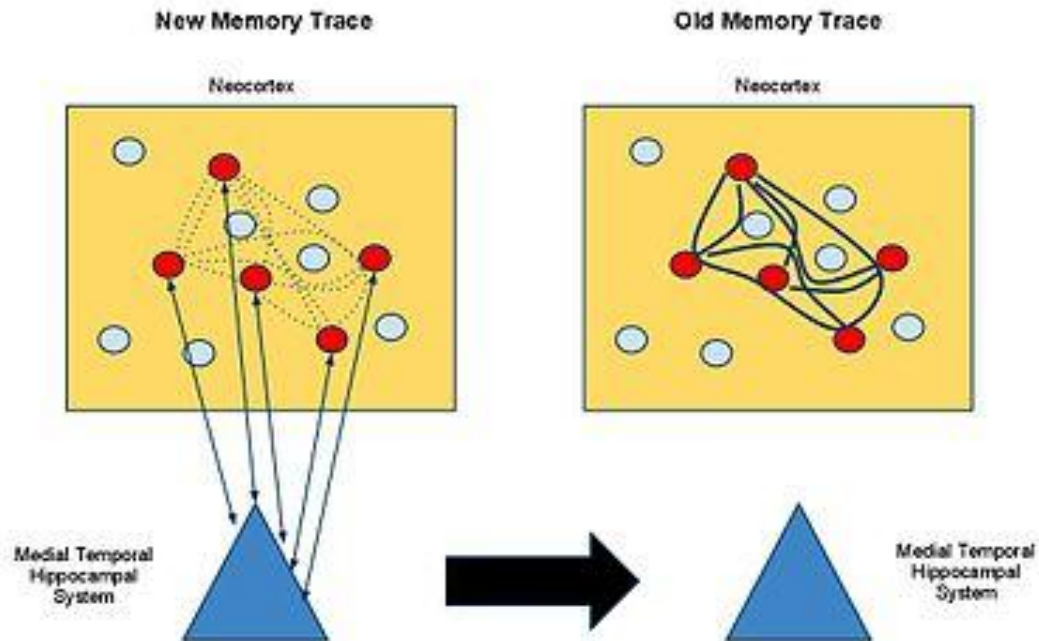


PZ – vědec, po sepsání autobiografie začal trpět amnézií



# Konsolidace jako přesun

- **Konsolidace** paměťových stop – přesun z vnitřního spánkového laloku (hipokampu) do mozkové kůry



# Paměť epizodického typu



Figure 2 | A western scrub-jay caching wax worms. Birds hide the food items in trial-unique, visuo-spatially distinct caching trays filled with sand in which they can bury caches.

- Založena na prvním pojetí epizodické paměti
  - podle Tulving 1972
- Episodic-like memory
  - Clayton & Dickinson, Nature, 1998
- spojuje informace **KDE-KDY-CO** týkající se události v minulosti



Degrade group

Replenish group

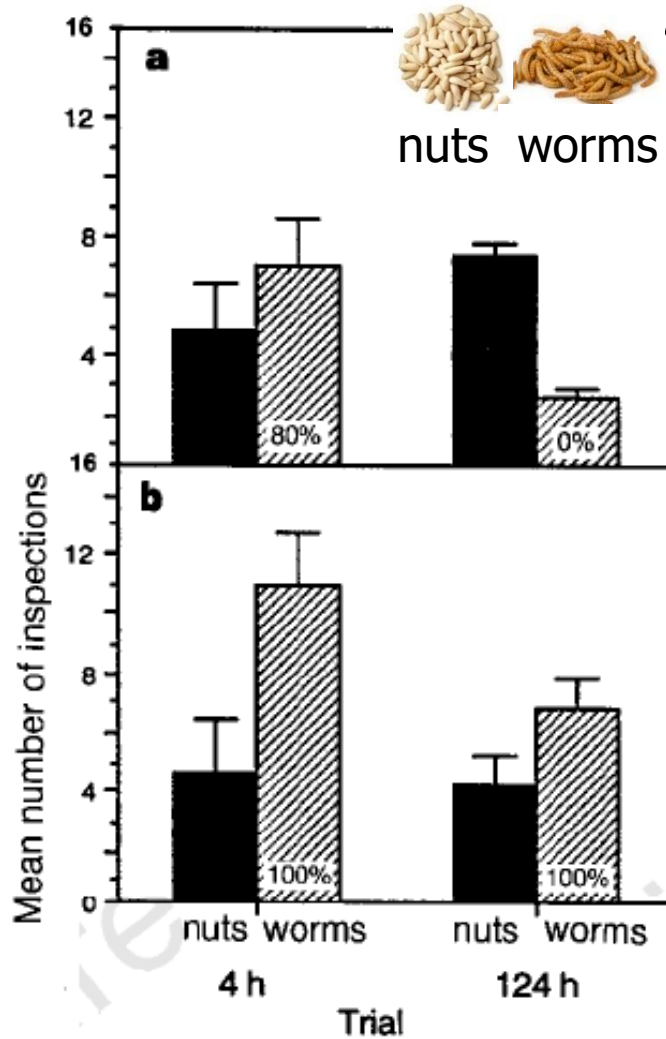


Figure 2 | A western scrub-jay caching wax worms. Birds hide the food items in trial-unique, visuo-spatially distinct caching trays filled with sand in which they can bury caches.

## Skupiny sojek podle druhu učení

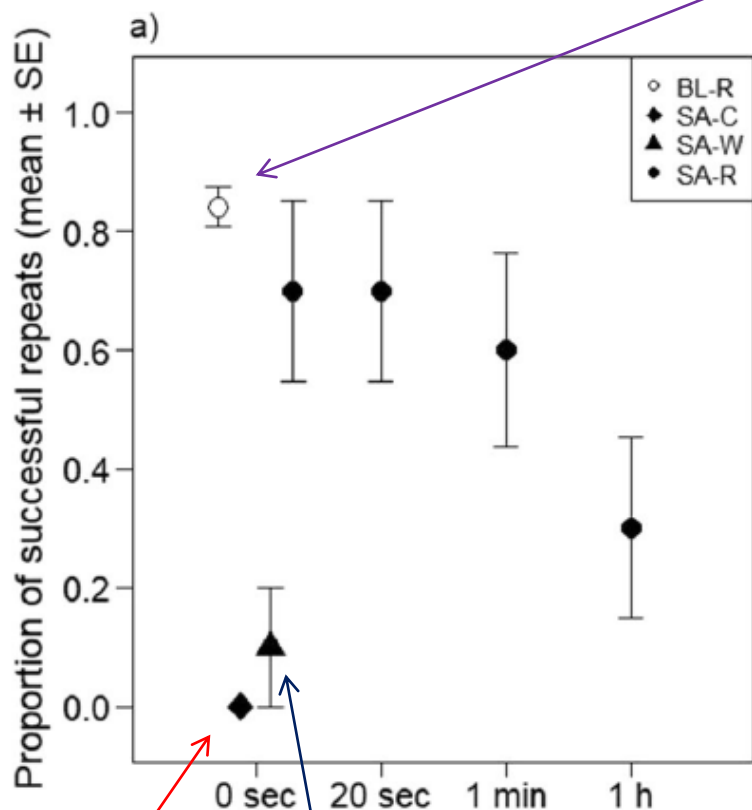
- **Degrade group** – za 124 hodin se červíci zkaží
- **Replenish group** – za 124 hodin jsou červíci chutní

*Clayton & Dickinson, Nature, 1998*

# Epizodická paměť u psů

- Opakování spontánní akce
- Povel „Repeat“

## Opakování známé akce



Podobně také holubi, orangutani,  
gorily a potkani

*Fugazza et al 2020 SciRep*

Neznámé slovo k opakování

Žádný příkaz k opakování

<https://www.youtube.com/watch?v=QY0nL-jSoyU>

# Shrnutí

- Senzorická, krátkodobá a pracovní paměť
- Implicitní vs. deklarativní paměť
  - Dvojitá disociace
- Implicitní paměť
  - podmiňování, procedurální a priming
- Sémantická paměť
  - koncepty, mozkový podklad
- Epizodická paměť
  - Definice, mozkový podklad, volné vybavení
  - Epizodická paměť u zvířat