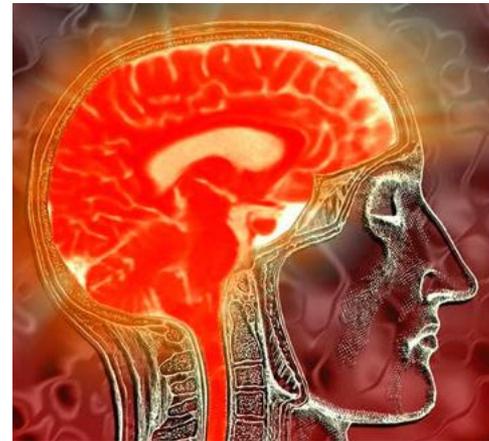
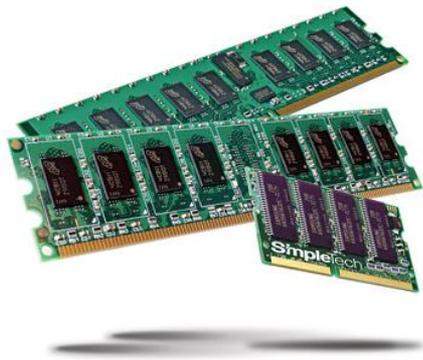


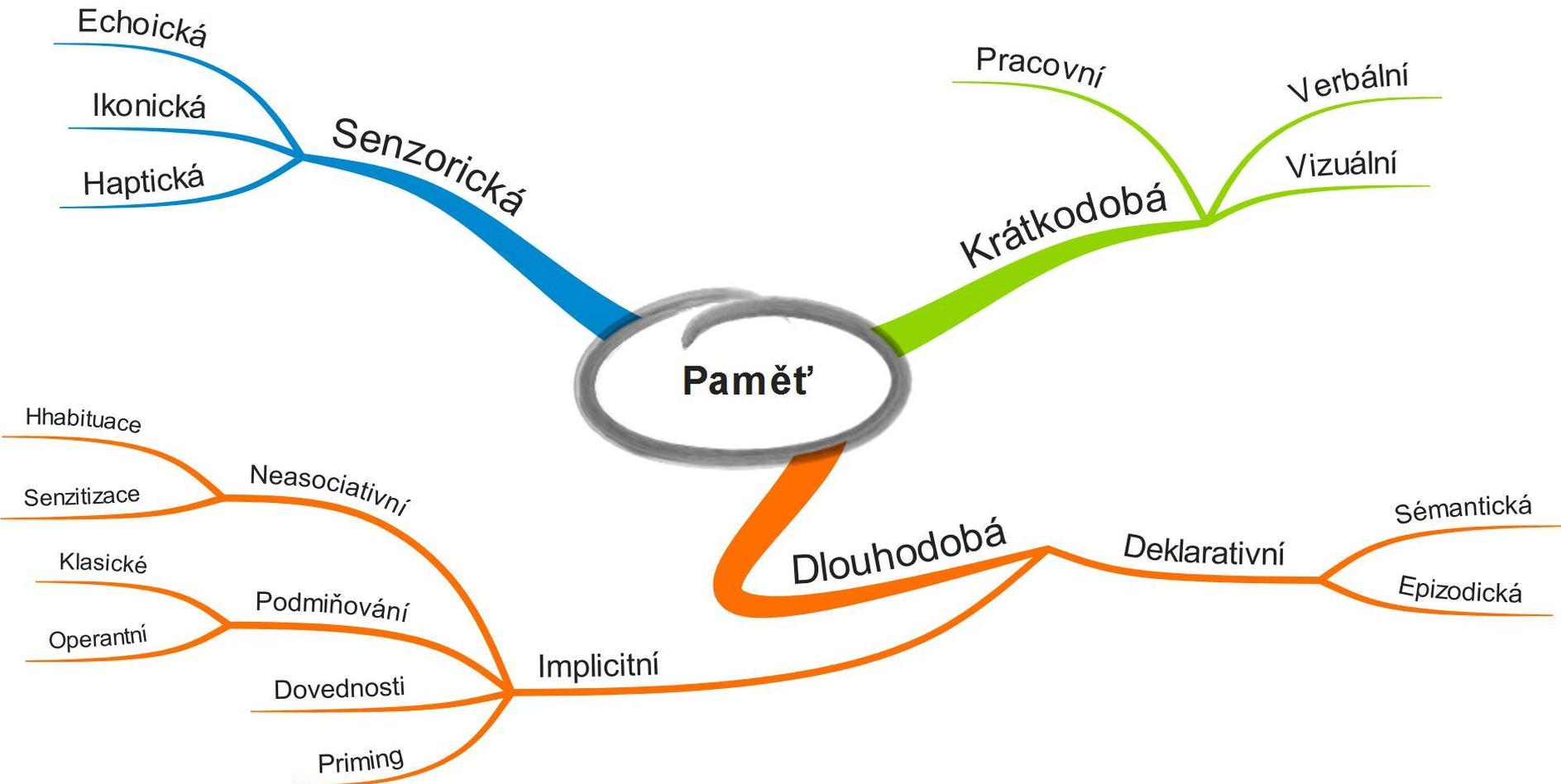
# Paměť u lidí, neuropsychologie paměti



Kamil Vlček

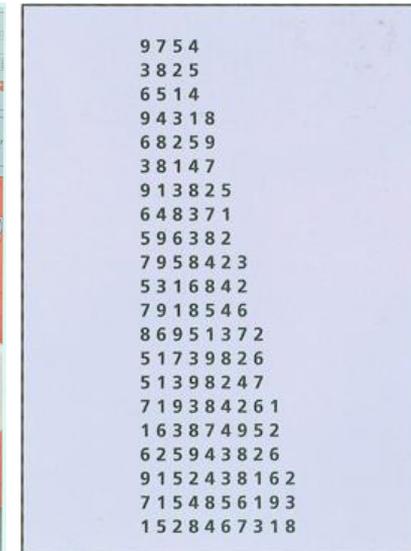
5. Května 2021, Fyziologický ústav AVČR

# 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)

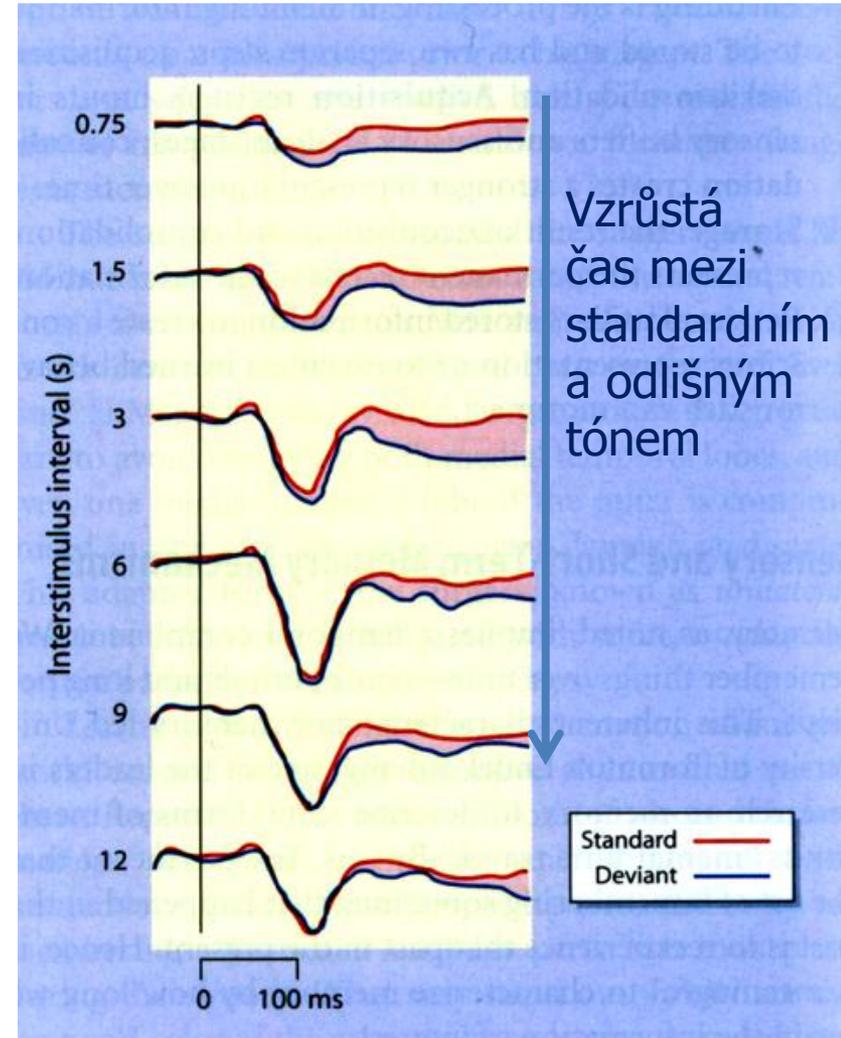
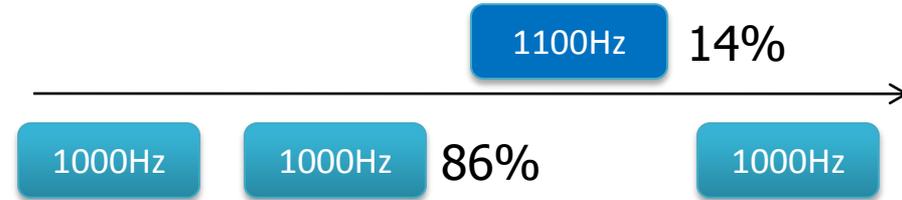
G V U

L S J

N A Z

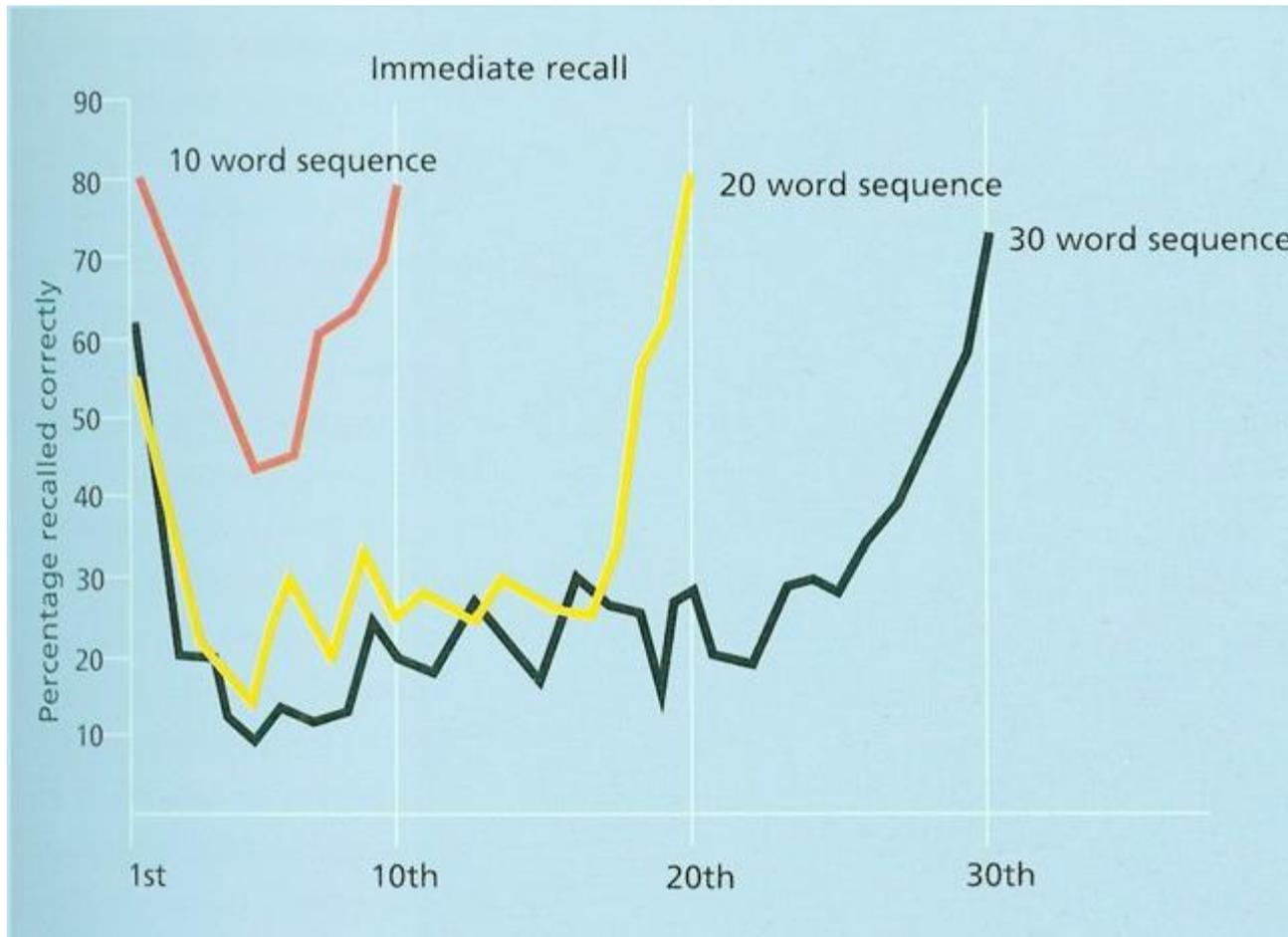
# Echoická paměť

- Sluchová senzorká paměť
- Dichotické slyšení - Pokud text do obou uší obsahuje pouze tři slova (asi 2s), vybavíme si oba texty
- Evokované potenciály – rozdíl v odpovědi na častý podnět a odlišný podnět – zřetelný do asi 10s rozdílu mezi nimi
  - Mismatch Field ze sluchové kůry



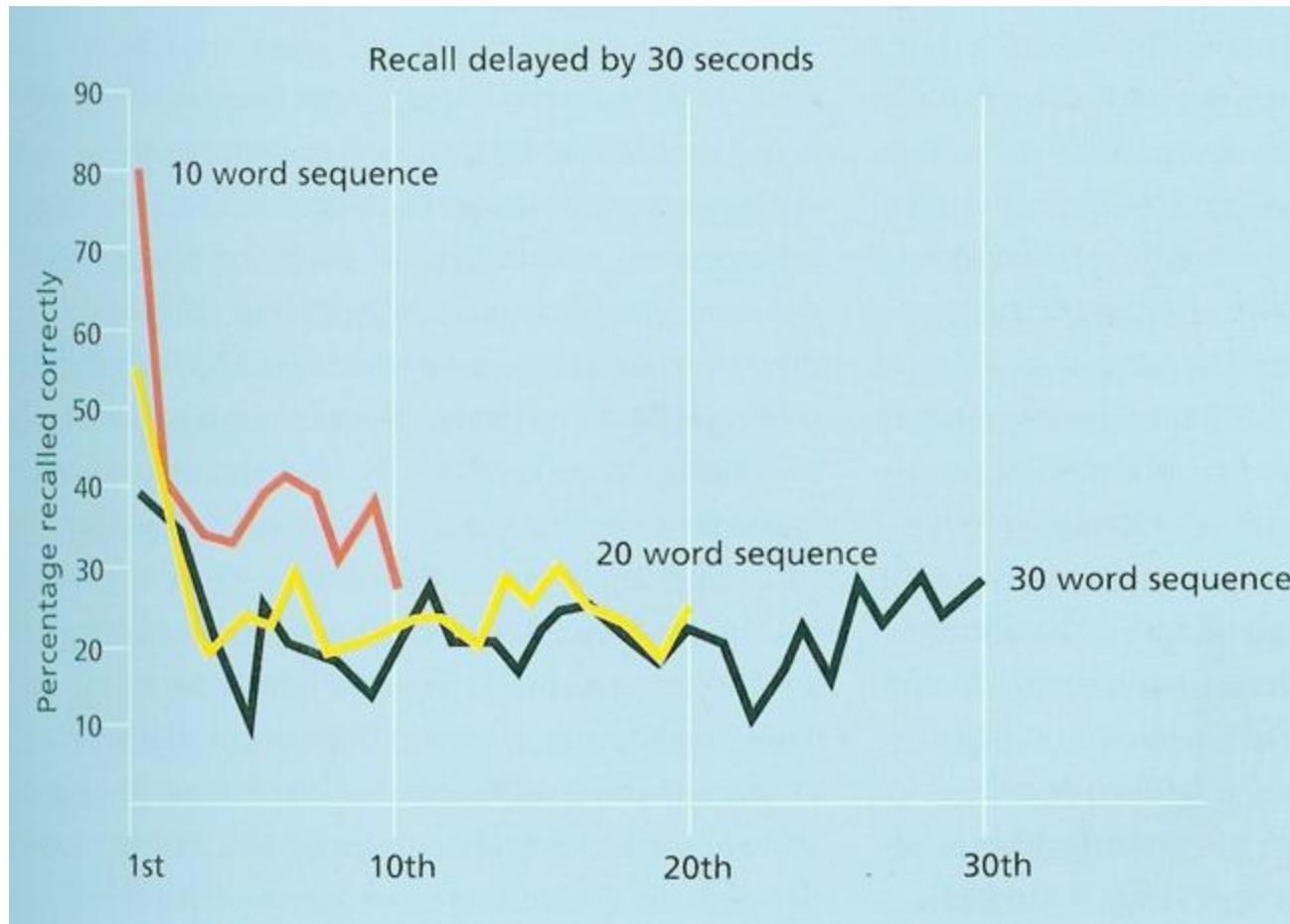
# Experimentální kognitivní psychologie I

**okamžité** vybavení sekvence 10, 20 a 30 slov

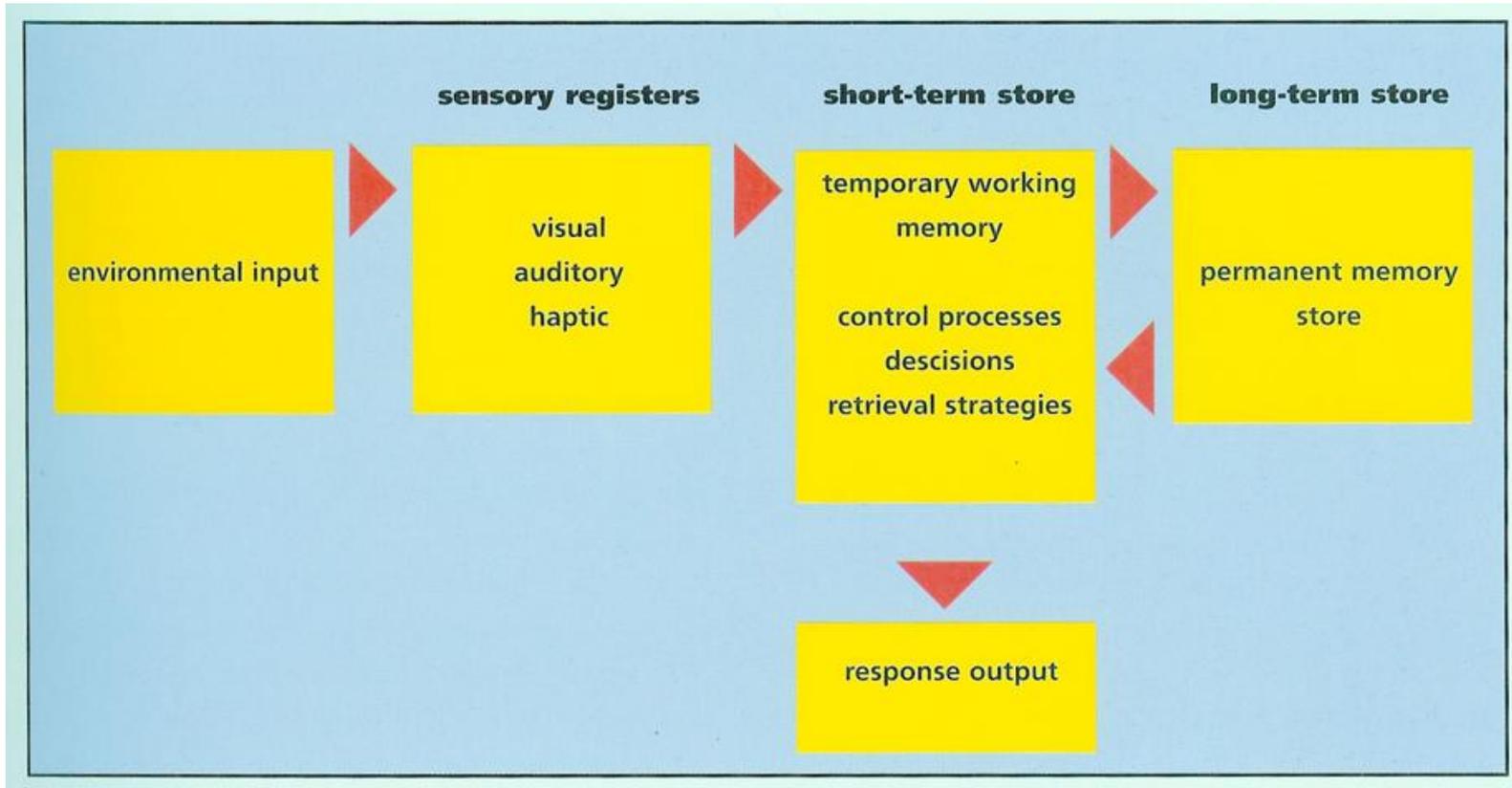


# Experimentální kognitivní psychologie II

**oddálené** vybavení sekvence 10, 20 a 30 slov (po 30 sekundách)



# Paměťový model



- Atkinson-Shiffrin 1968

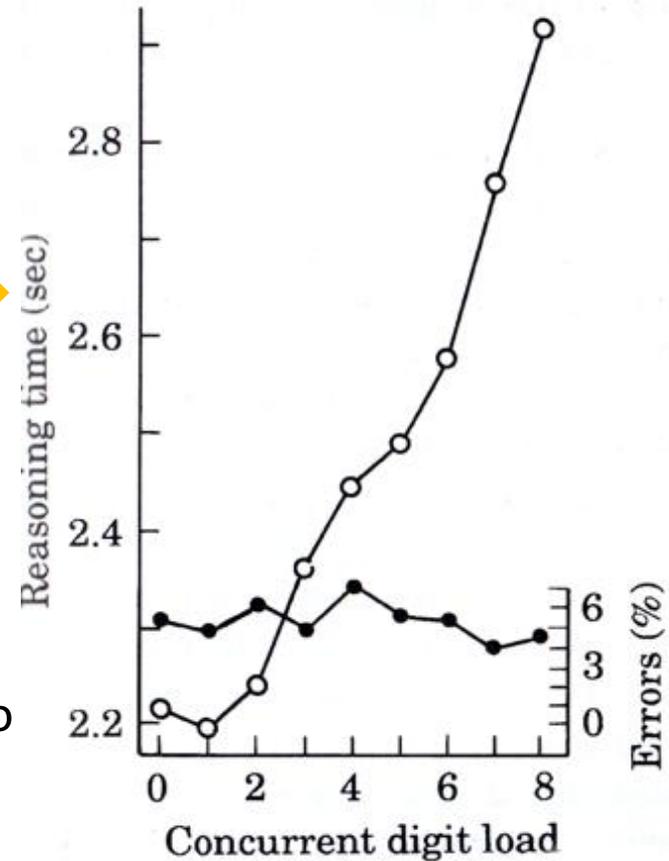
# Krátkodobá paměť

- Nálezy v rozporu s modelem Atkinson-Shiffrin 1968:
- **Pacient KF** – úraz na motorce, ztráta verbální krátkodobé paměti  
– digit span = 2. Přesto normální výsledky v testech dlouhodobé paměti
- Je možné současně provádět dva jednoduché úkoly využívající krátkodobou paměť

71504  
284936  
8351609  
25736184  
940627135  
2753180649

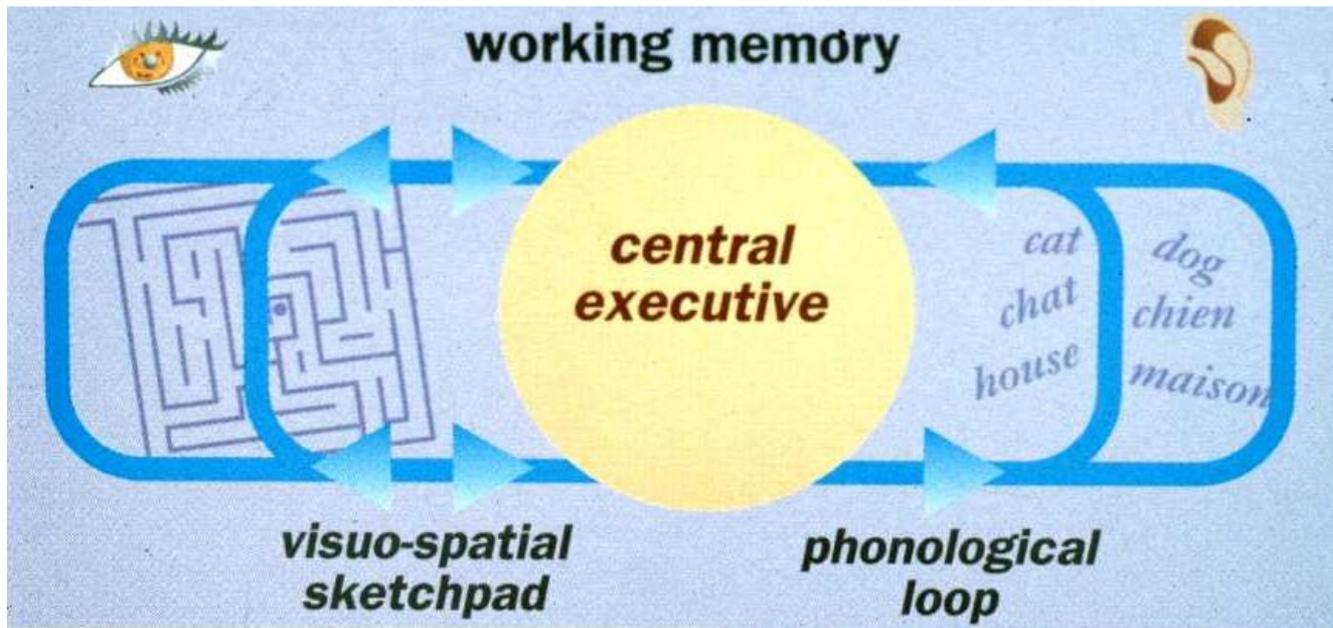
# Paradigma dvojího úkolu

- 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: Fonologická smyčka**  
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



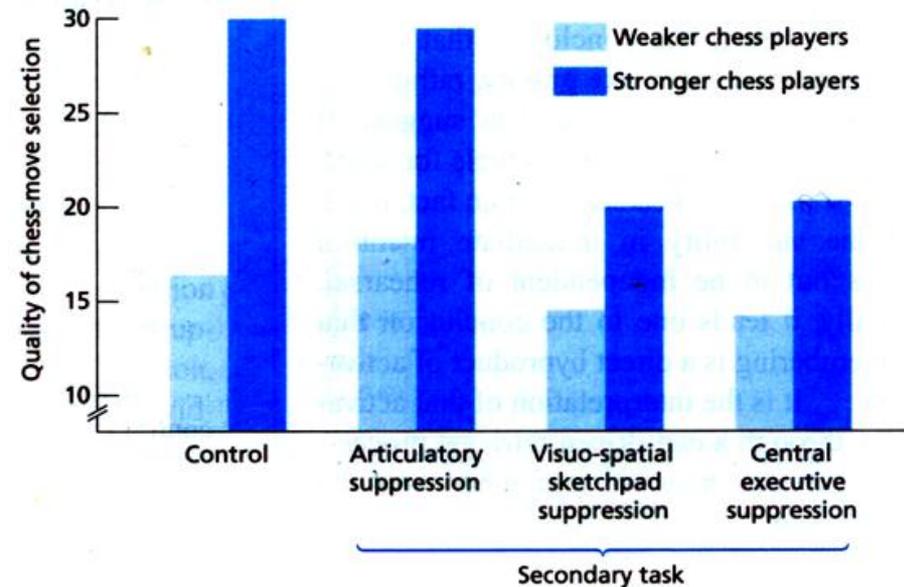
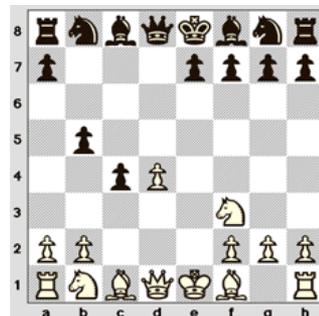
# Pracovní paměť

- Baddeley a Hitch (1974)
- K vizuální a verbální krátkodobé paměti (visuospeciální náčrtník a fonologická smyčka) byla přidána do modelu centrální výkonná jednotka (central executive)

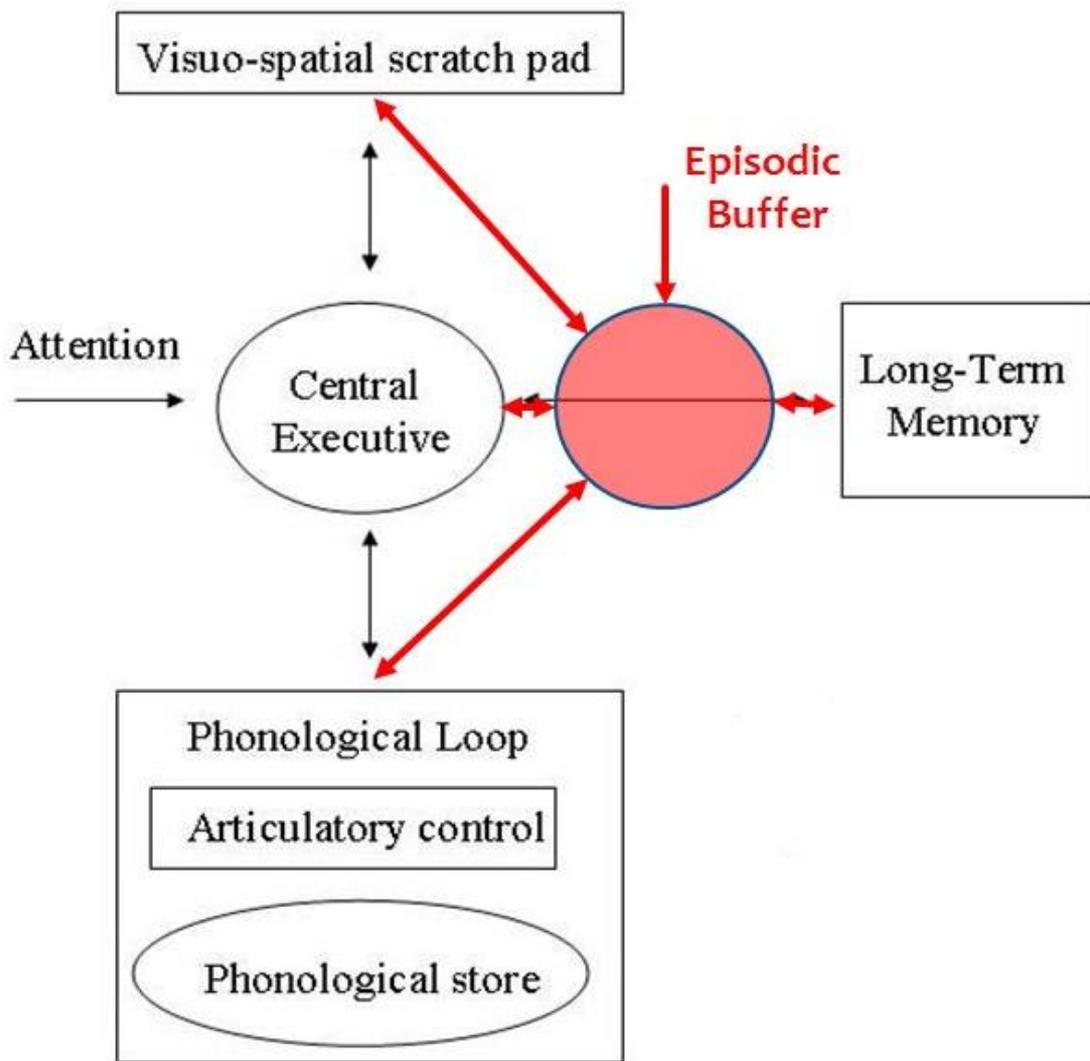


# Blokování jednotlivých částí pracovní paměti

- Na jaké složce pracovní paměti závisí hraní šachů?
- Kvalita výběru tahu vs. blokování částí pracovní paměti
  - Tvorba náhodných čísel – centrální výkonná jednotka
  - Stlačování numerických kláves po směru hodinových ručiček – vizuospaciální náčrtník (nebo písmeno F po směru)
  - Opakování slova „see-saw“ – fonologická smyčka
- Při výběru tahu je používání vizuospaciální náčrtník a centrální výkonná jednotka
- Podobná závislost u silných a slabých hráčů

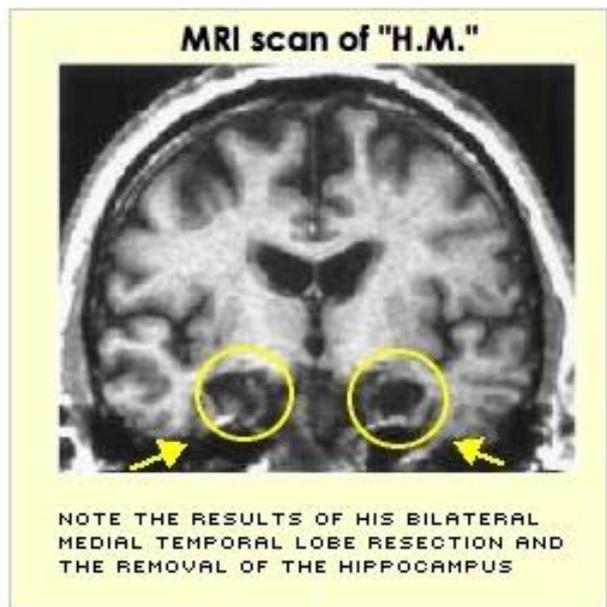


# Epizodický buffer



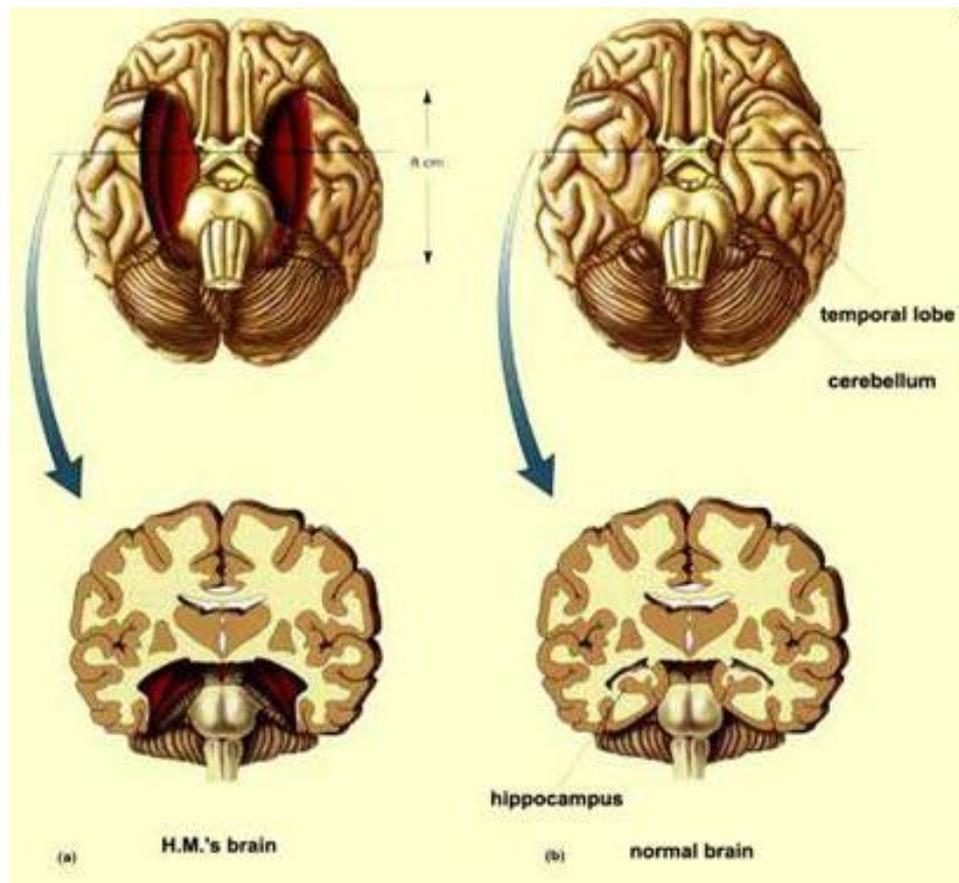
- Baddeley 2000
- Integruje visuo-prostorové a verbální informace se sekvencí v čase
- Paměť na příběhy, scény aj
- Pacienti s narušenou fonologickou smyčkou si dovedou zapamatovat příběhy a věty

# Kognitivní neuropsychologie



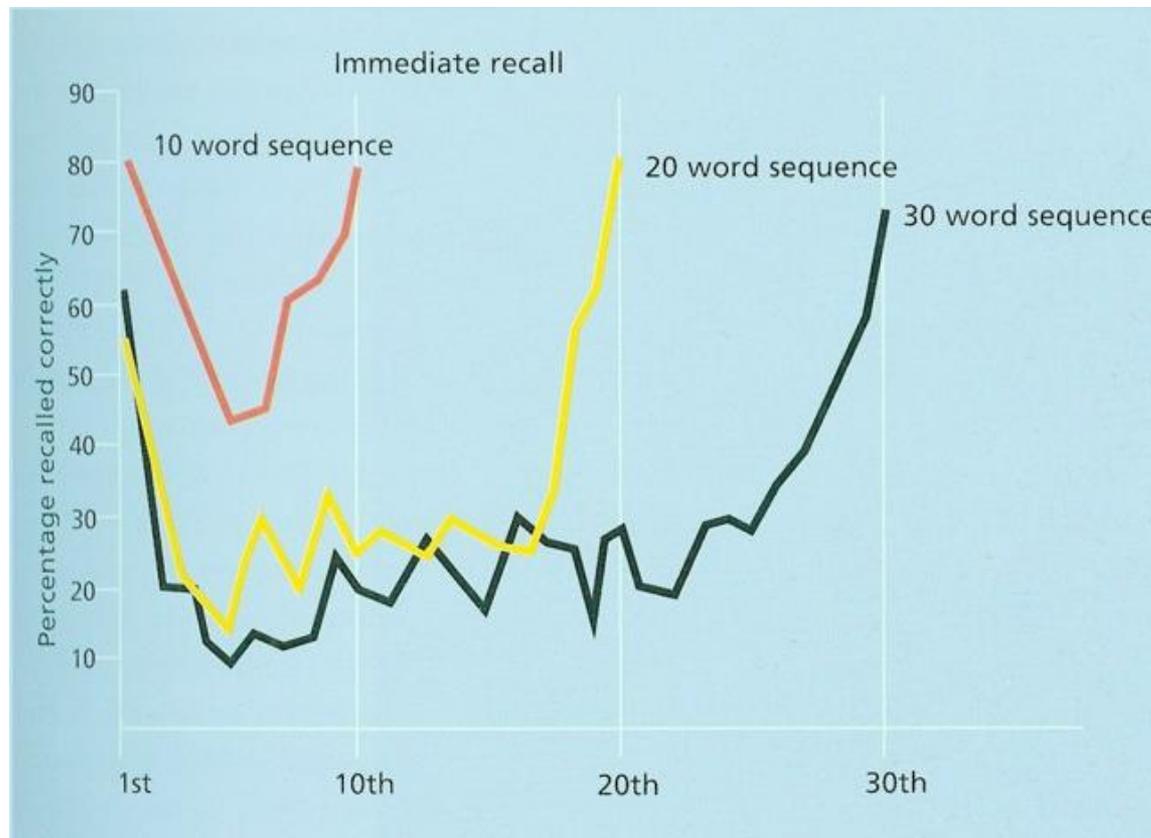
## Pacient H.M.

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

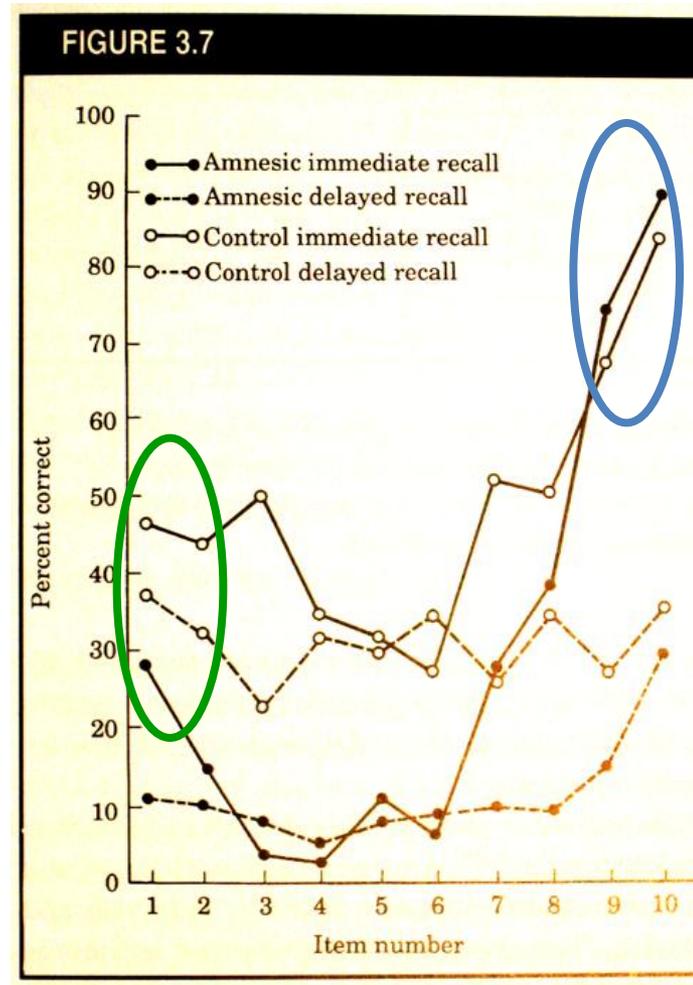


# Kognitivní neuropsychologie II

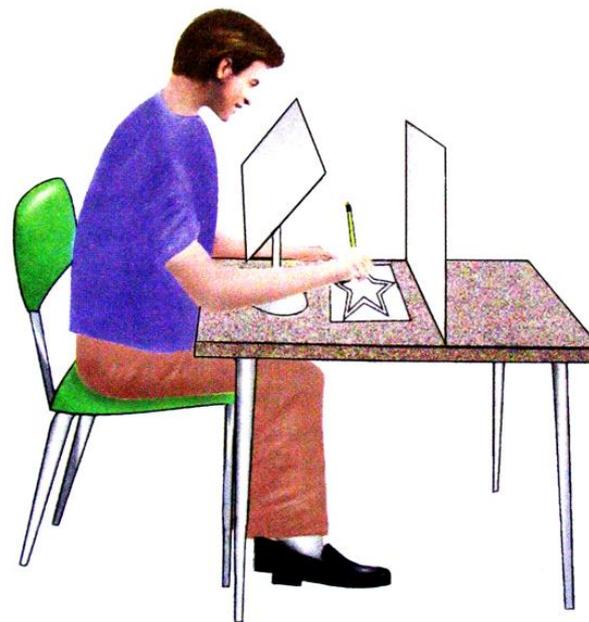
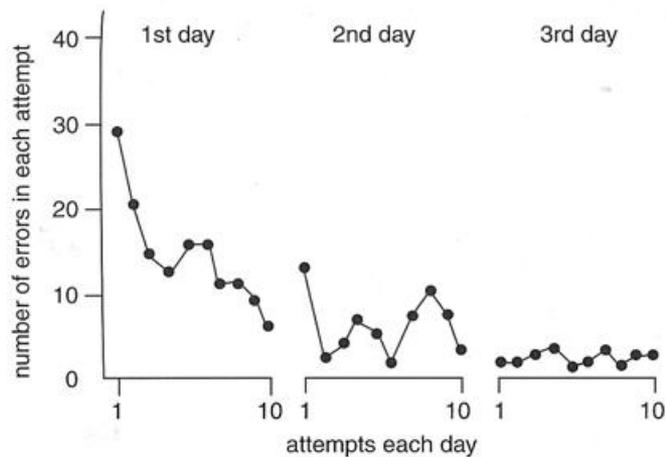
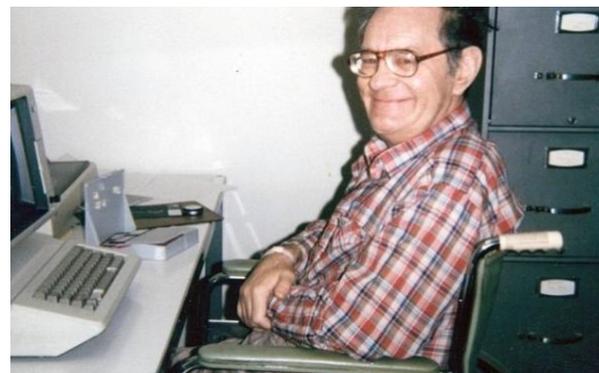
- Jak by dopadl H.M.?



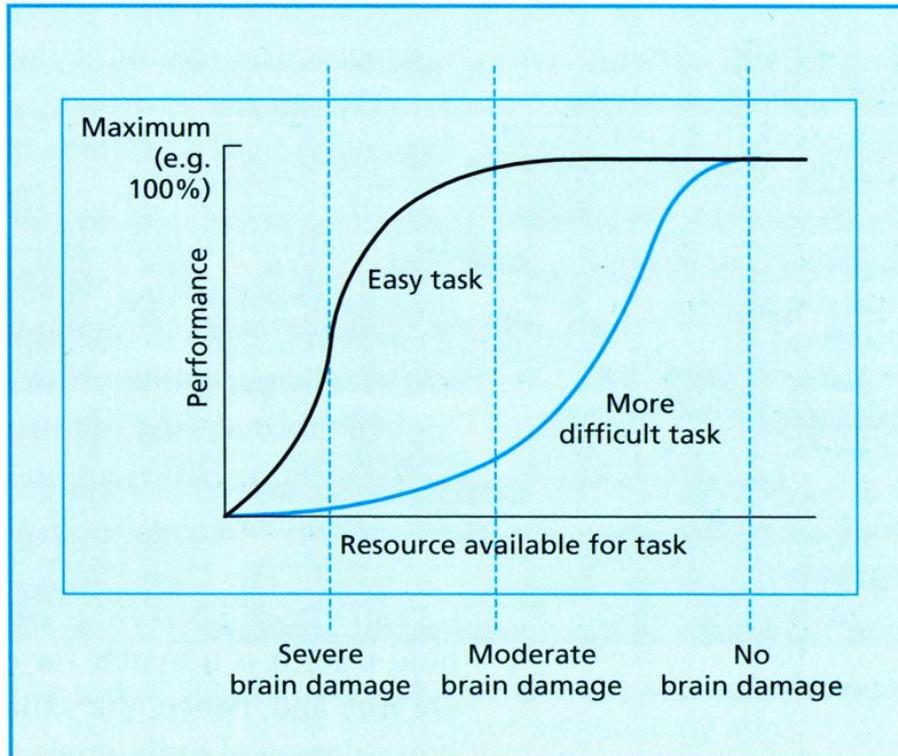
# Krátkodobá a dlouhodobá paměť u amnezie



# Učení se dovednostem u H.M.



# Jednoduchá disociace



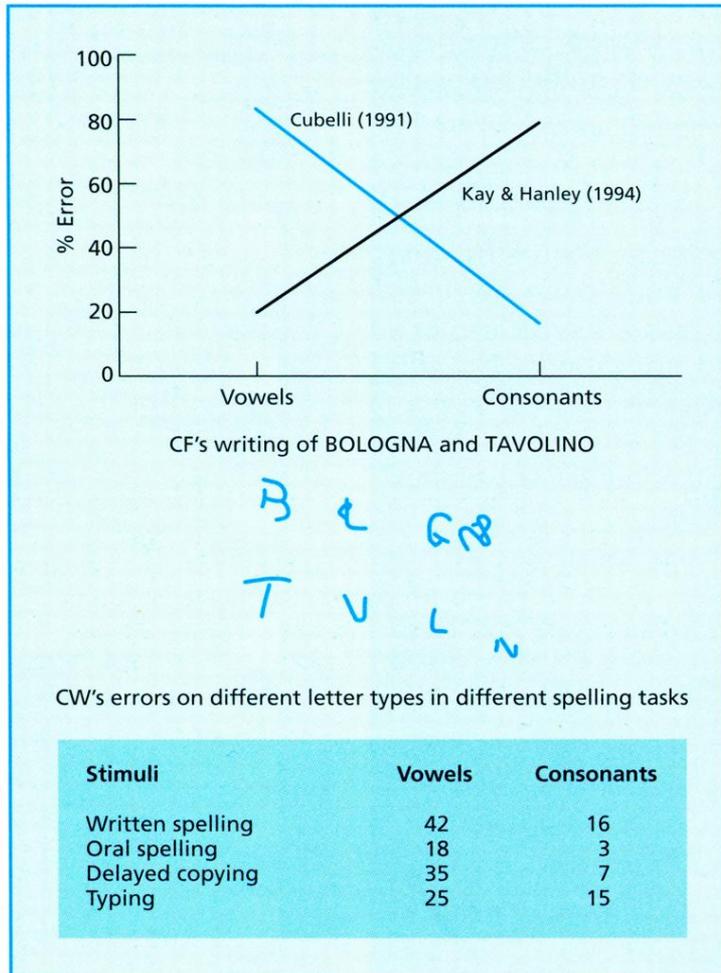
H.M. postižený



H.M. normální

- Různé mozkové funkce
- Jeden test je těžší než druhý

# Dvojitá disociace



- Deklarativní vs. nedeklarativní paměť
- Psaní samohlásek vs. souhlásek
- Identita tváře vs. emoce ve tváři
- Porozumění řeči vs. tvorba řeči
- ...

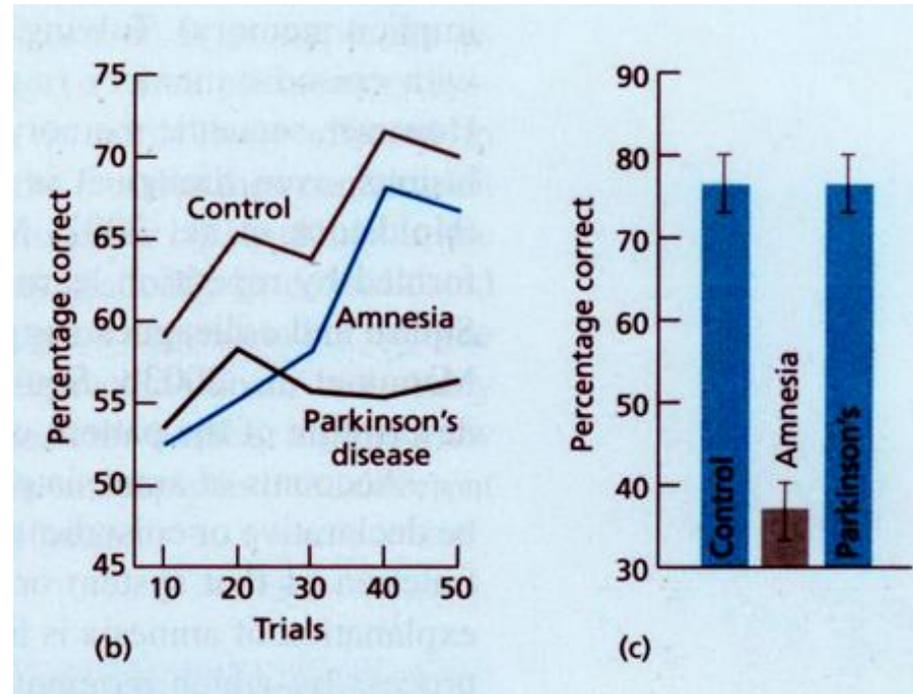
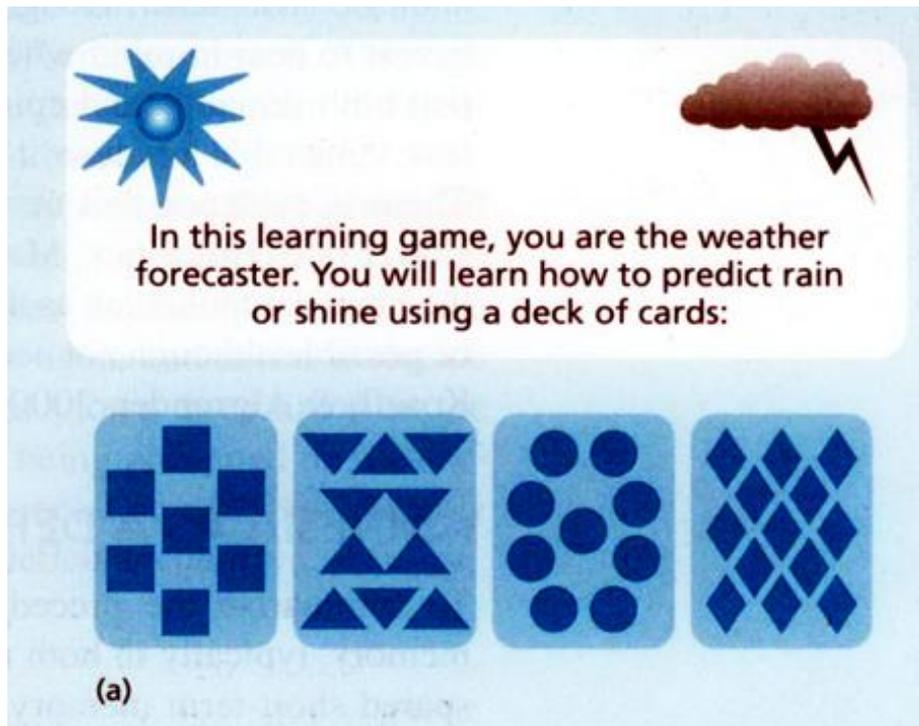
# Druhy dlouhodobé paměti

## Kritérium vědomí + vnitřní reprezentace:

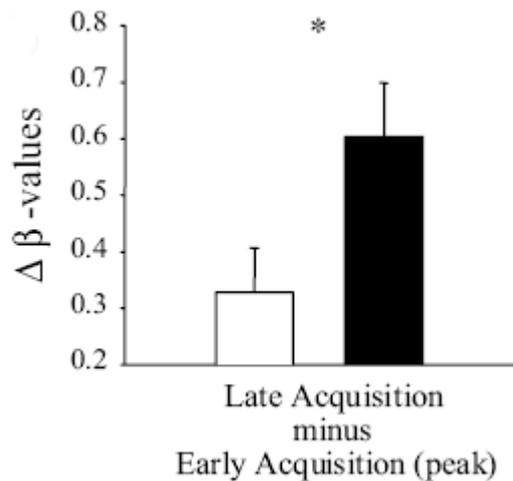
- **JAK?** = Ne-deklarativní (implicitní)
  - implicitní = bez potřebné pozornosti uvědomění
  - Habituační, senzitivace, klasické a operantní podmiňování, procedurální paměť, emoční paměť
- **CO?** = Deklarativní (explicitní)
  - explicitní = je potřeba vědomá pozornost
  - Sémantická a epizodická paměť

# Dva druhy dlouhodobé paměti

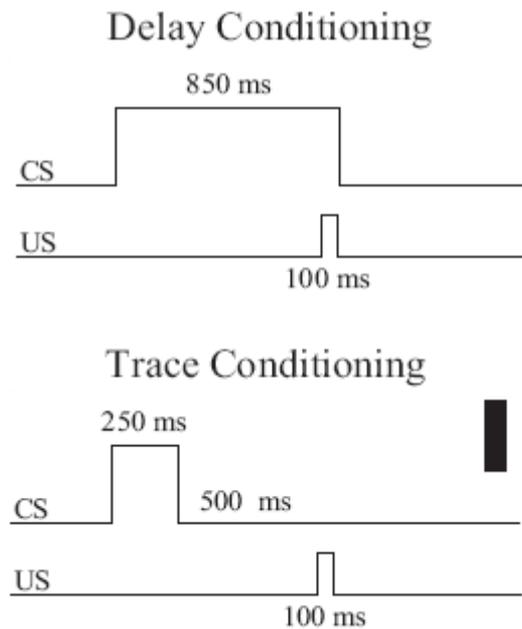
- Úkolem je předpověď počasí podle čtyř karet (a)
- Pacienti s Parkinsonovou nemocí se to nejsou schopni naučit (b)
- Pacienti s Alzheimerovou chorobou si nepamatují fakta o testu (c)



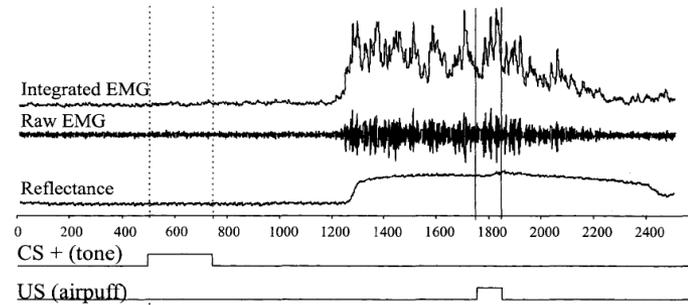
# Disociace mezi dvěma druhy podmiňování



Pravý hippocampus    Levý mozeček

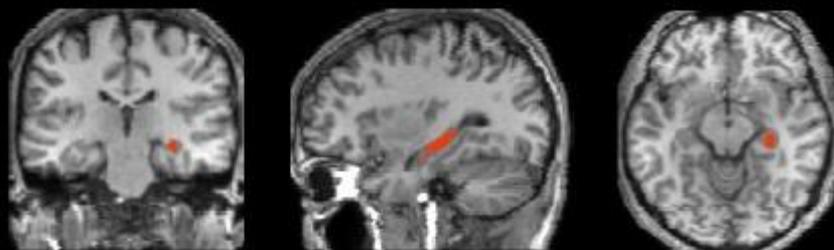
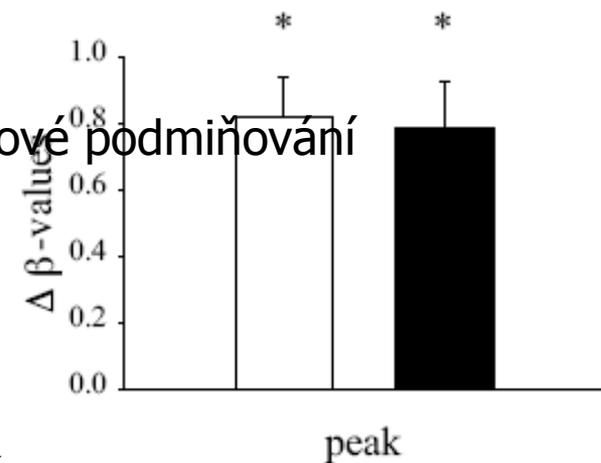


CS +

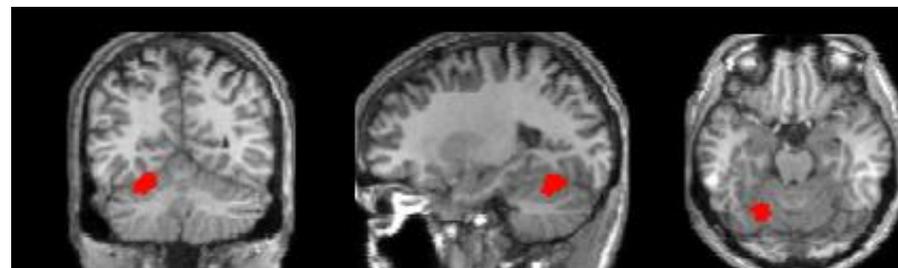


Zpožděné podmiňování

Stopové podmiňování

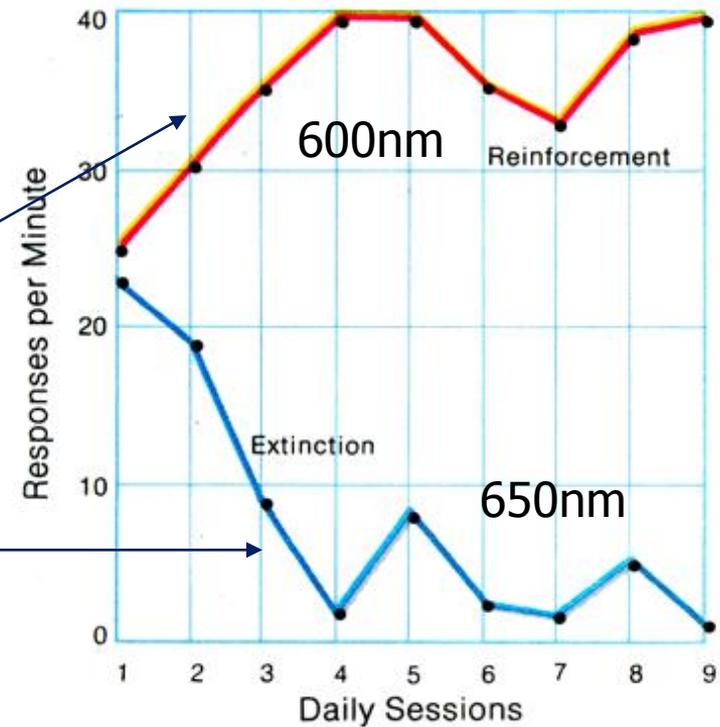
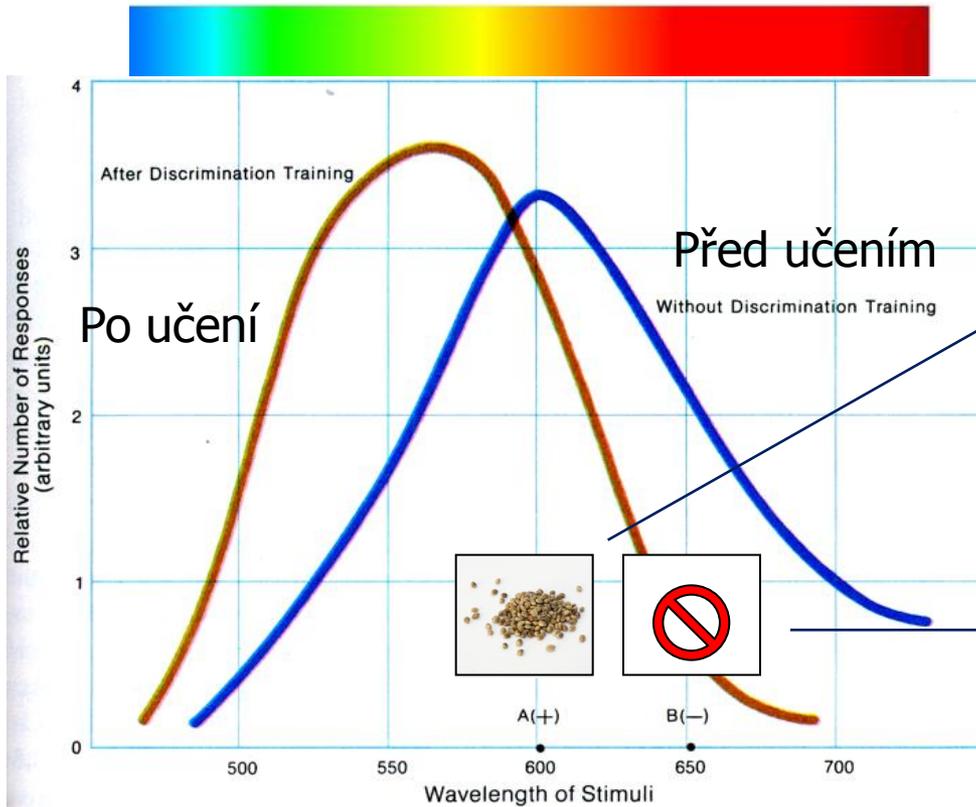


L -29    R +23    -4



L -57    R -24    -23

# Diskriminační učení

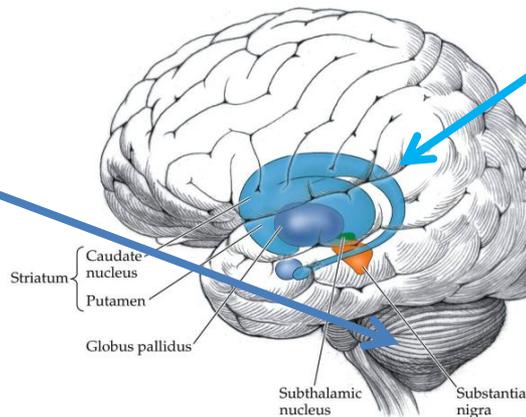
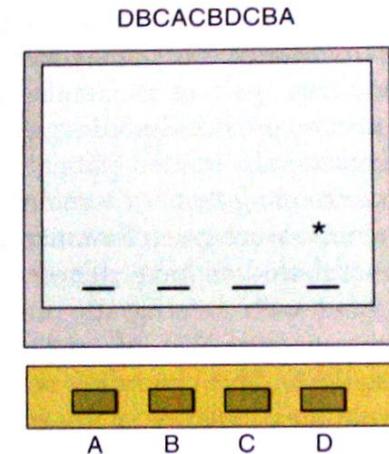


- Holubi odměňováni za světlo 600 nm a neodměňováni za světlo 650 nm
- Postupně se naučí je rozlišovat

- 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**

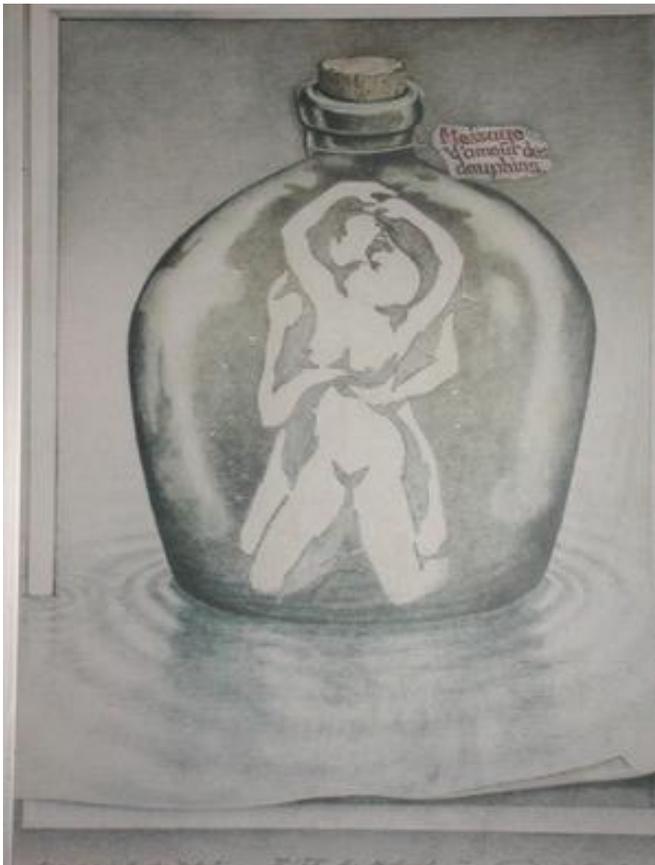
test

vyplňte první slovo,  
které vás napadne

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

# Priming

- automatizace vnímání – rozpoznávání objektů, zvuků
- zrakové klamy



Disociace od deklarativní paměti, nepostížené u amnésie

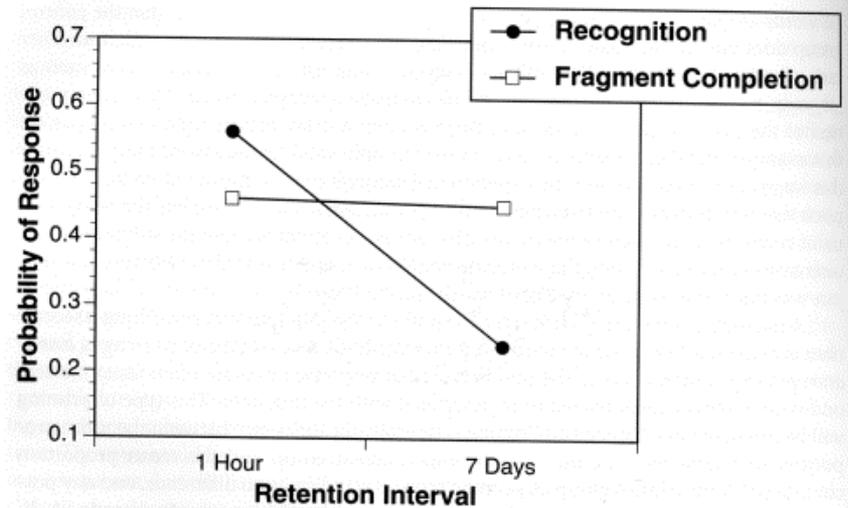
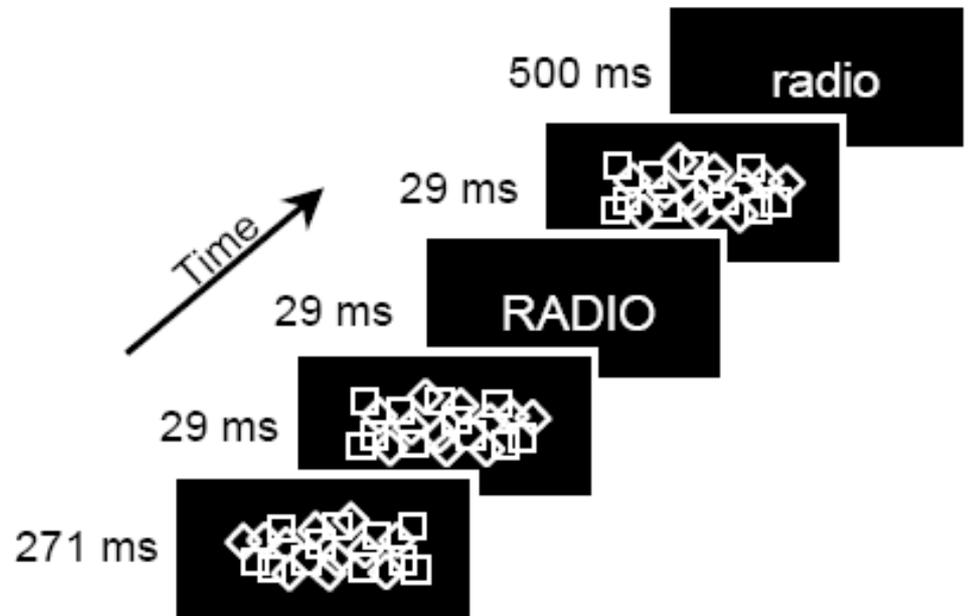


Figure 8.2 Probability of observing priming in a word-fragment completion task and probability of correctly recognizing words after a 1-hour or 1-week retention interval. Source: Tulving, Schacter, & Stark (1982).

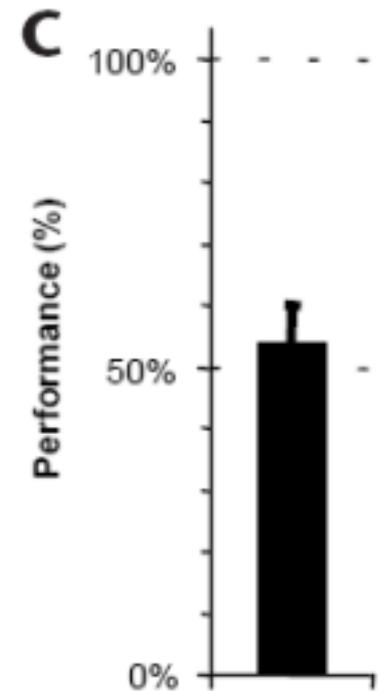
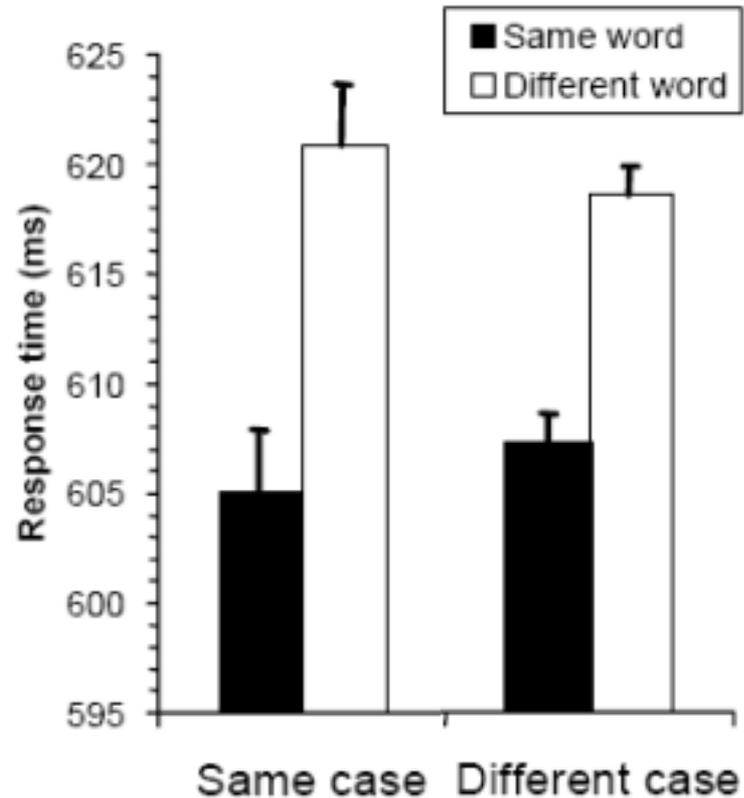
# Repetition priming

- 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?

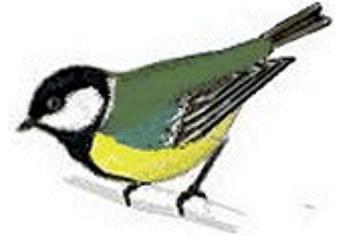
# Pojmy a kategorie

- Jak si třídíme své poznatky o světě?
- Pojem – obecná představa v mysli
  - Pojem kočky=obecná představa kočky, domu ...
- Vztah pojem - kategorie – slovo
- Kategorizace světa
- Stavební kameny sémantické paměti



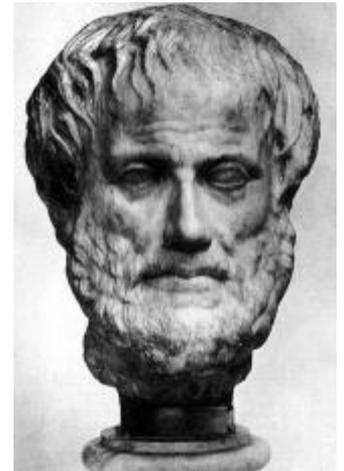
# Pojmy

- Tři úrovně pojmy
  - **Pojem základní úrovně** – pták
    - nejpoužívanější při popisu objektů
  - **Nadřazený pojem**- Zvíře
  - **Podřazený pojem**- sýkorka
    - Pojmy této úrovně mají hodně podobných vlastností
- Funkce pojmů
  - reprezentace znalostí
  - predikce (zvíře je kočka => maximálně škrábne, lev=> možná sežere)
  - komunikace



# Klasický pohled na pojmy

- Jak se rozhodujeme o příslušnosti do nějaké kategorie?
- Aristoteles: objekty patří do společné **kategorie**, protože mají společné vlastnosti
  - = pojmy definují kategorie
  - **nutné a postačující podmínky**
  - např.
    - Starý mládenec = dospělý svobodný muž
    - Prvočíslo = číslo dělitelné beze zbytku pouze samo sebou a 1



# Problémy s klasickým pohledem I

- Typičnost

- jak dobře tyto slova odpovídají vaší představě ovoce? (1-7)

- u čeho rychleji rozhodnete o pravdivosti:

- sýkorka je pták
- tučňák je pták

- ananas - **2,3**
- oliva - **6,2**
- jablko - **1,3**
- fík - **4,7**
- švestka - **2,3**
- jahoda - **2,3**

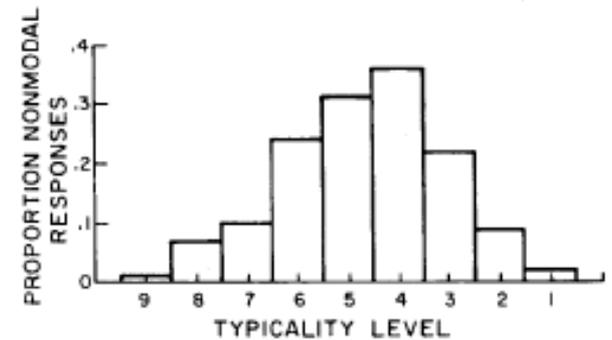
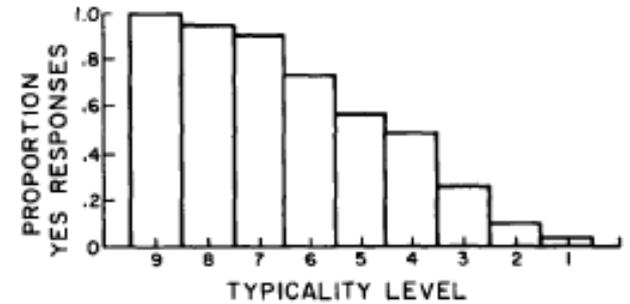


- Jaké příklady ptáků vás napadnou nejdříve?

- **kategorie mají vnitřní strukturu**

# Experiments

- Rozhodování o příslušnosti
  - Patří slovo do kategorie?
  - Židle – NÁBYTEK
  - Rajče - OVOCE



# Problémy s klasickým pohledem II

- Hraniční případy
  - je to nábytek? – židle, strop, váza
  - objekty, které různí lidé zařadí různě a i ten samý člověk po druhé zařadí jinak
- Transitivita
  - králík je savec, savci jsou zvířata  
=> králík je zvíře
  - Big Ben jsou hodiny, hodiny jsou nábytek  
=> Big Ben je nábytek



# Teorie prototypů

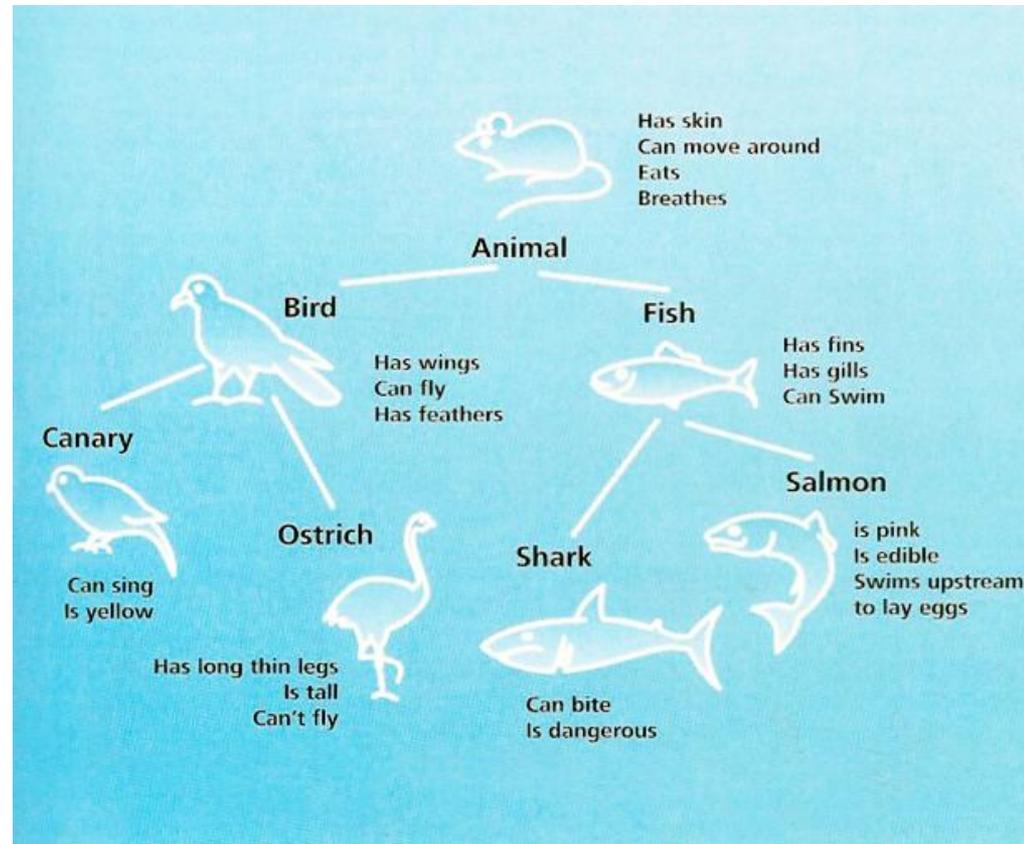
- Pojmy jsou uspořádány kolem centrální podoby
  - něco jako průměr příslušníků kategorie
  - je vlastnost světa, že různé vlastnosti mají tendenci se shlukovat do skupit a tvořit tak přirozené kategorie? – například **Pták**
  - příslušnost do kategorie závisí na podobnosti s prototypem



Případ	Vlastnosti				
	A	B	C	D	E
1	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	x
3	✓	x	✓	x	✓
4	x	✓	x	✓	✓

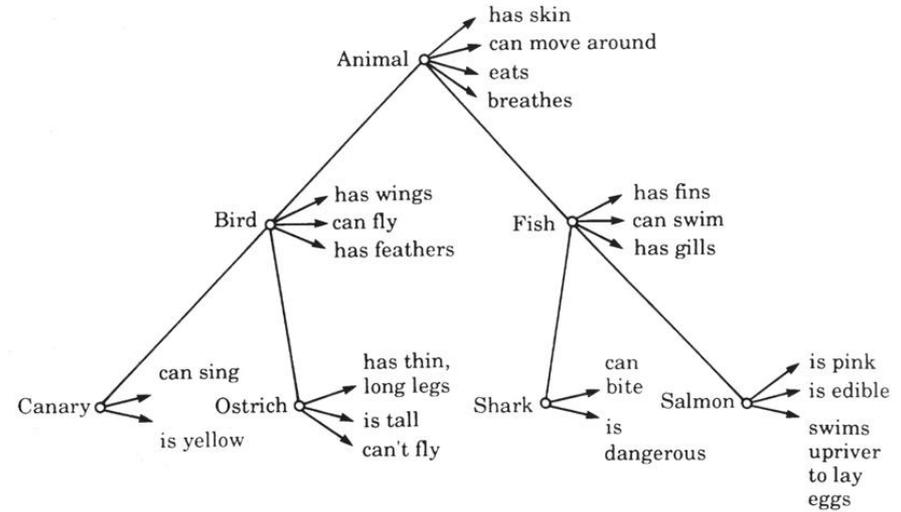
# Sémantická síť

- 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?



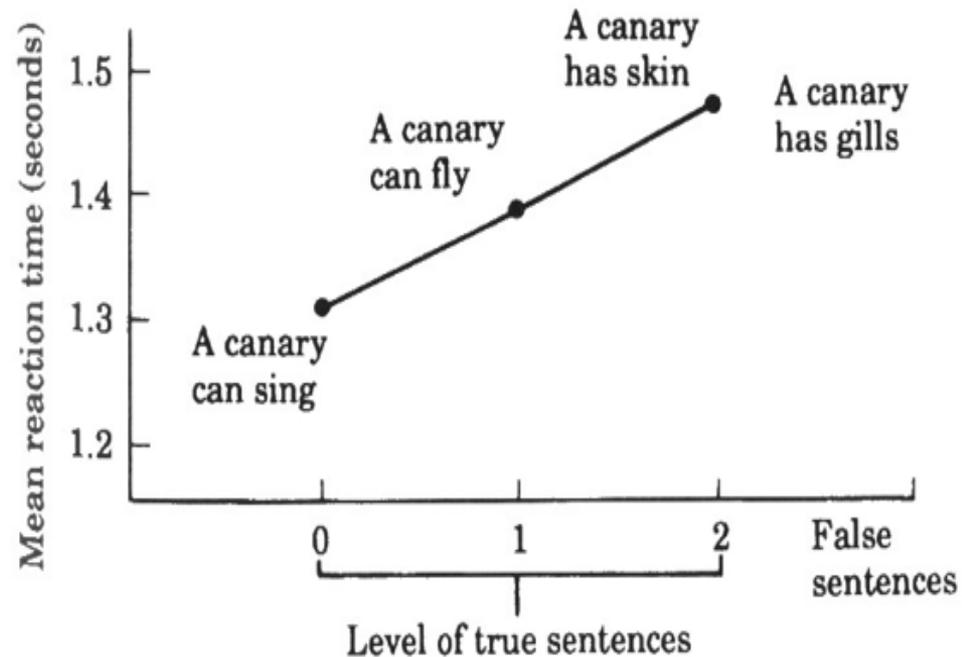
# Sémantická síť

– Čím míň uzlů potřeba k odpovědi tím bude rychlejší



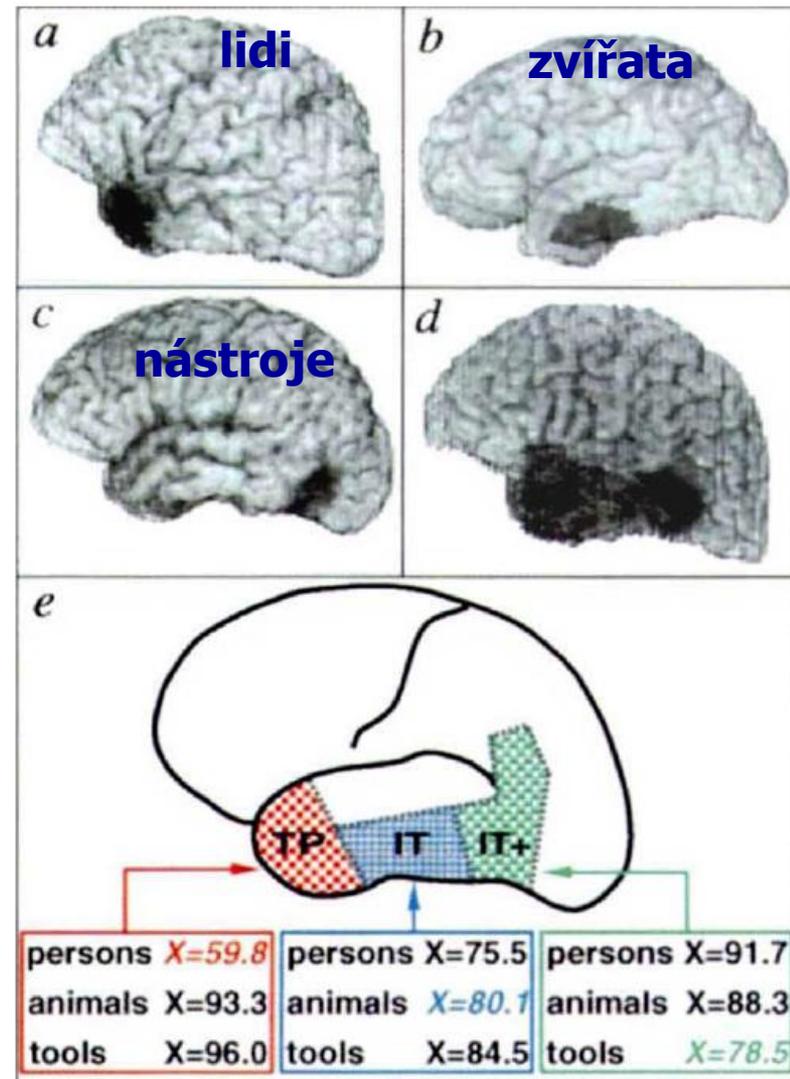
– Slabiny modelu:

- všechny spoje stejně silné – proč je tedy rychlejší odpověď na prototyp?
- co určuje pozice uzlu a jejich hierarchii?  
*Domácí zvíře*
- Časové rozdíly lze vysvětlit obecnou obeznámeností s odpovědí

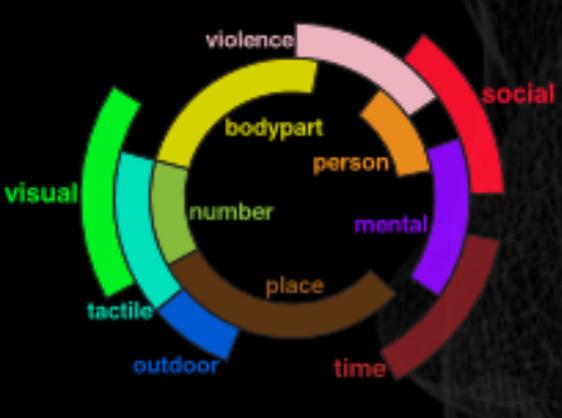
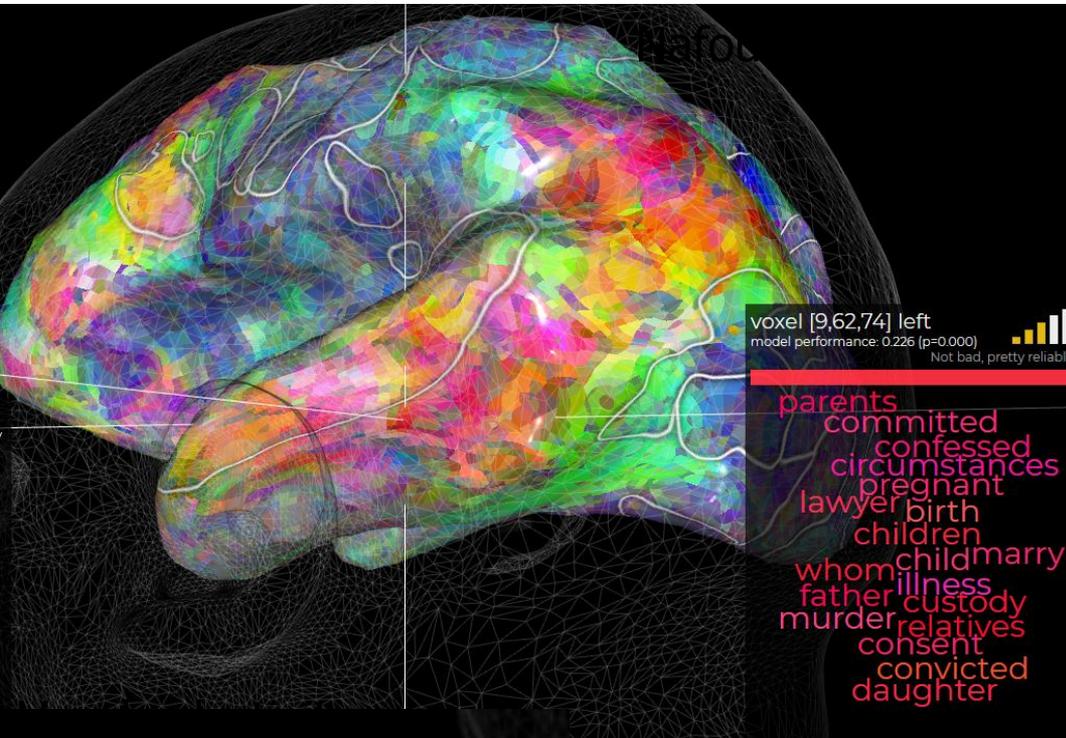


# Sémantická paměť v mozku

- **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



# Sémantická mapa v cortexu

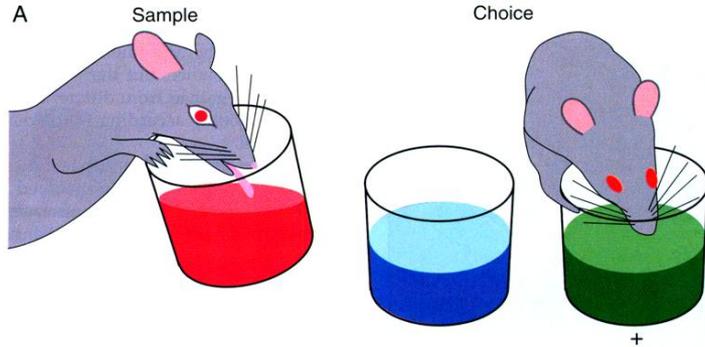


- 7 dobrovolníků
- 2 hodiny poslech příběhů, při fMRI
- Redukce slov na 985  
-> **12 významových kategorií**
- Korelace aktivity všech voxelů s prezentací slov
- Výsledky
  - Různá spolehlivost v různých voxelech
  - Výrazný překryv mezi lidmi
  - Bilaterálně hodně souměrné

*Huth et al 2016 nature*

<https://gallantlab.org/huth2016>

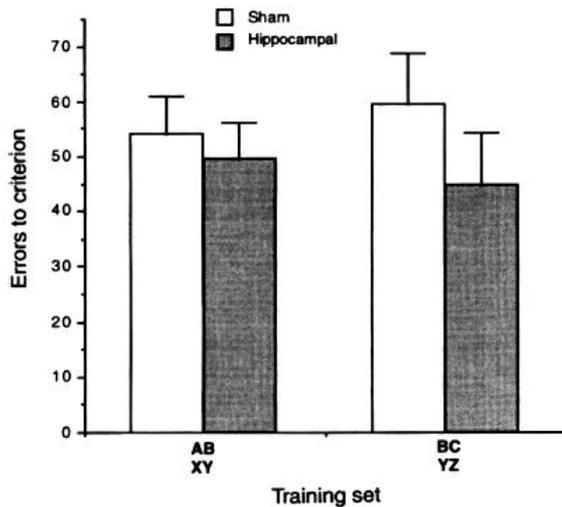
# Deklarativní paměť u potkanů



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

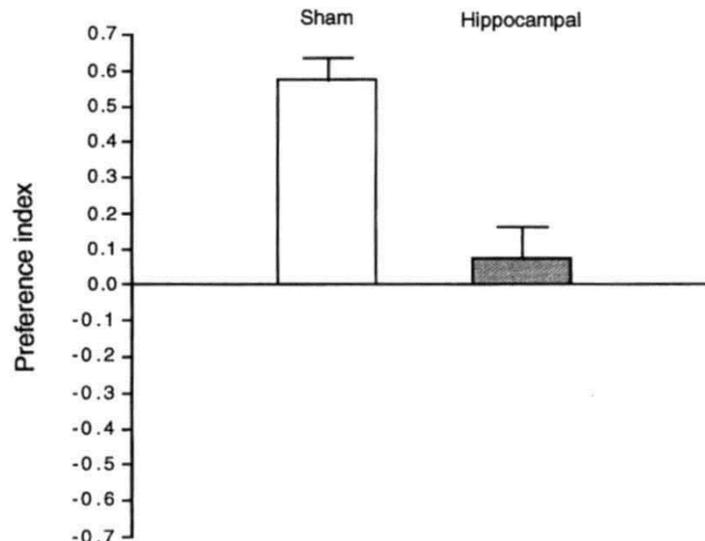
Učení se páru pachů – **červený -> zelený**

Learning paired associates



Test: **červený -> zelený**

Test for symmetry



Test: **zelený -> červený**

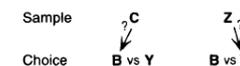
Training Set 1: AB & XY



Training Set 2: BC & YZ

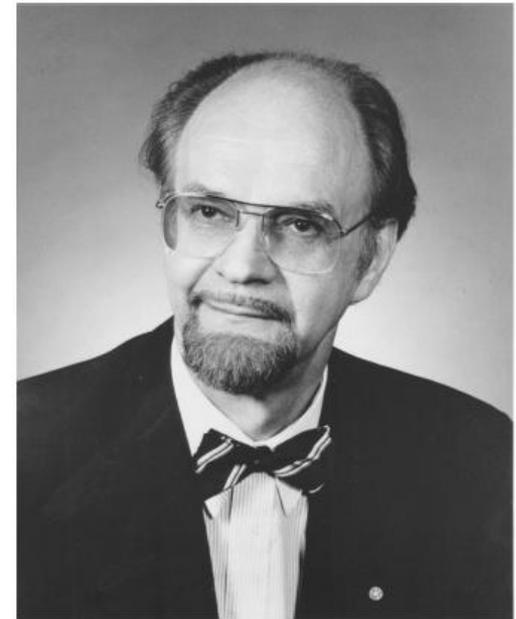


Test for Symmetry: CB & ZY



# Pojetí episodické paměti I

- Tulving 1972
  - episodická paměť ukládá informace o specifických událostech a jejich vztazích v čase a prostoru
  - charakterizace pomocí používaných testů (např. zopakování jednou slyšených slov je episodická paměť)
  - vymezení vůči sémantické paměti
- Vztah epizodické a sémantické paměti
  - Epizodická ze sémantické nebo sémantická z epizodické?



Endel Tulving

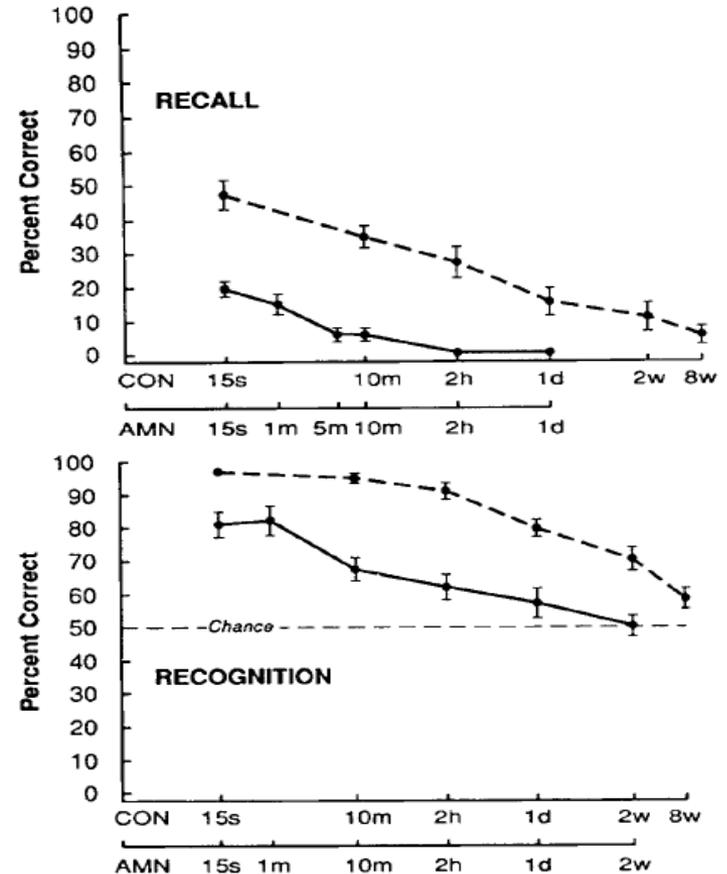
# Pojetí episodické paměti II

- Tulving 1983
  - episodická paměť zahrnuje vědomé znovuvybavení a mentální cestování časem
- Rozdělení vzpomínky na sémantickou a epizodickou
  - 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

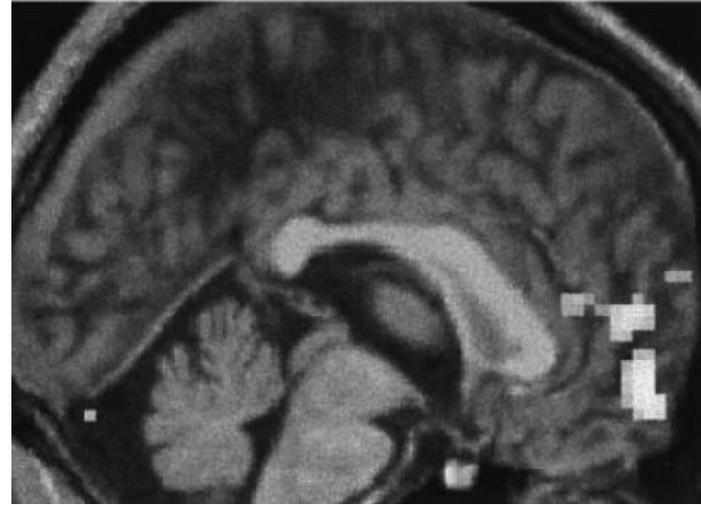
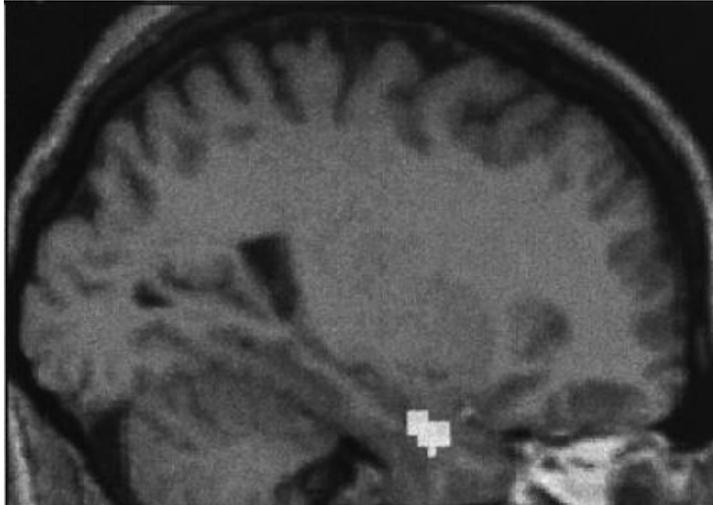


# Dva druhy vybavení

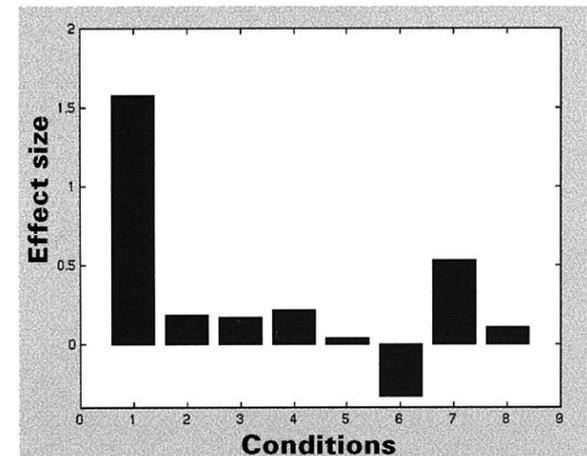
- Volné vybavení (**recall**)
  - Vyjmenujte slova v jakémkoliv pořadí?
- Vybavení s nápovědou (**cued recall**)
- Rozpoznání (**recognition**)
  - Byly v seznamu následující slova?
    - Zahrada?
    - Slunce?
    - Barva?
    - Čaj?
  - Vzpomínáte si nebo to víte?
    - **Remember**: Včera jsem pracoval na zahrádce a vzpomněl jsem si na to, když jsem slyšel slovo zahrada
    - **Know**: Nějak vím, že bylo v seznamu



# Episodická paměť a fMRI

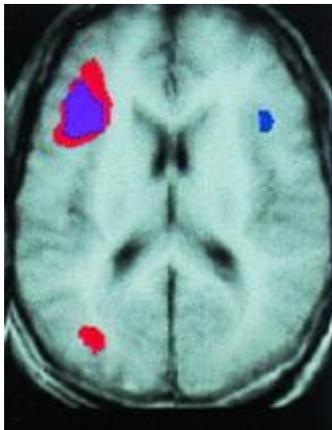


- aktivace hippocampu při vybavení vzpomínek
  - (relativně k pouhému vědění)
  - = episodické vs. sémantické vybavení

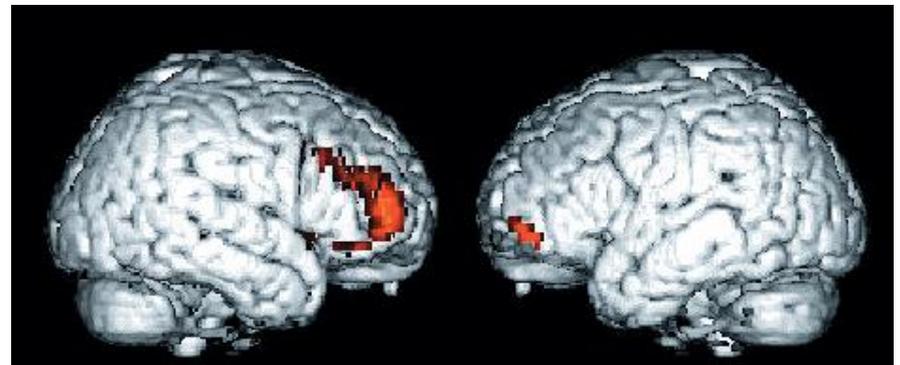


# Různé systémy?

- 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



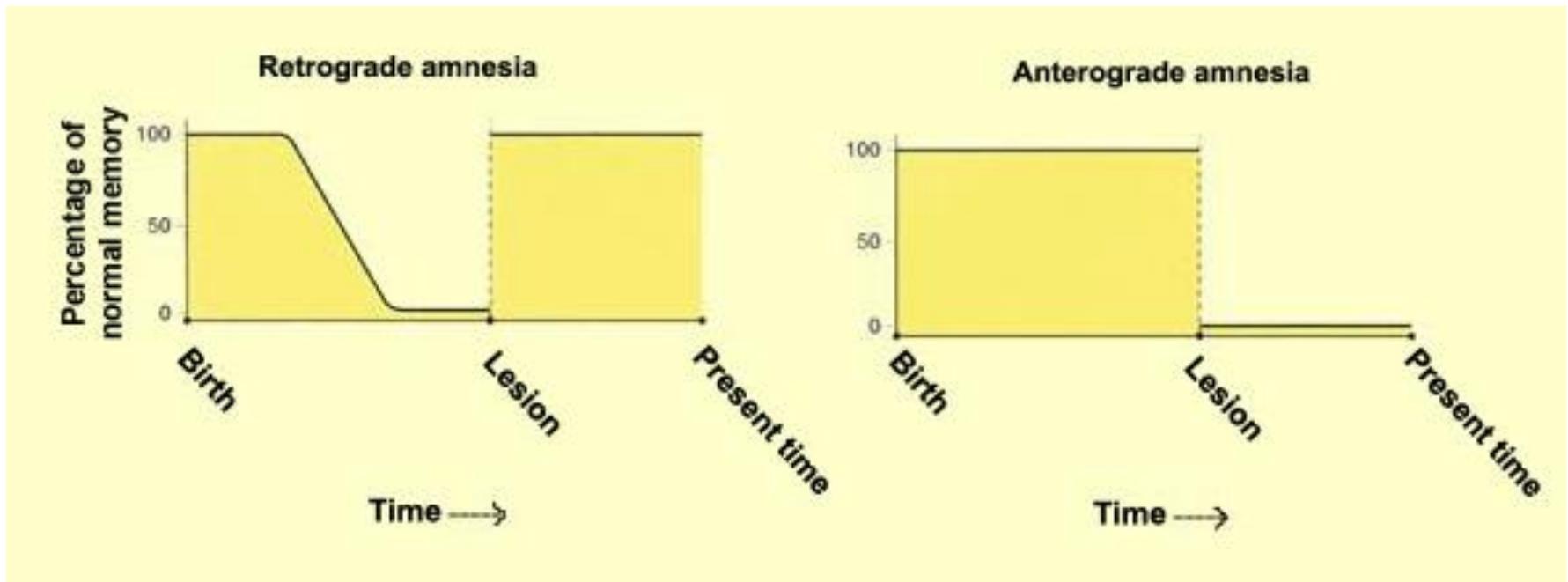
vybavení epizodické vzpomínky

# Paměťové procesy

- Ukládání
  - Informace je uložena v mozku, přenesena z krátkodobé do dlouhodobé paměti
  - důležitý je zřejmě střední spánkový lalok a hipokampus (anterográdní amnézie)
- Konsolidace
  - Buněčná, systémová
  - během několika dní (měsíců?) po uložení je paměťová stopa
    - citlivá k elektrickému šoku nebo inhibitorům proteosyntézy
    - Závislá na hipokampu
  - retrográdní amnézie
- Vybavení
  - konsolidovaná paměť už není závislá na hipokampu
  - důležité jsou zřejmě frontální laloky (stárnutí, poruchy frontálních funkcí)

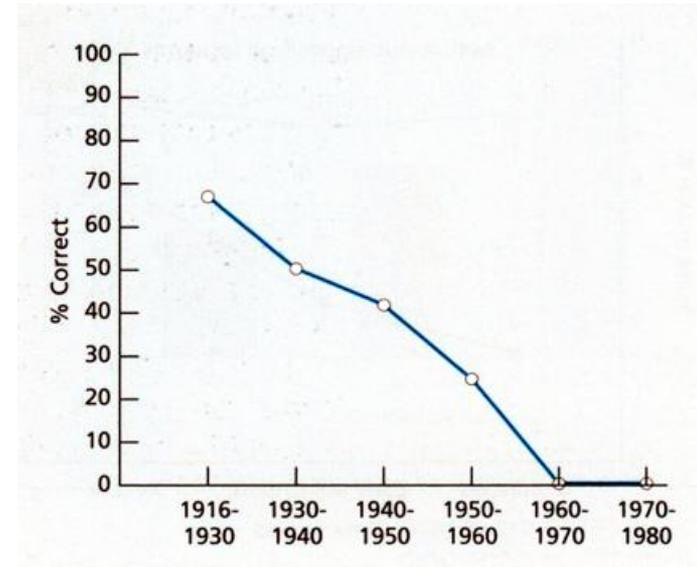
# Poruchy paměti

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

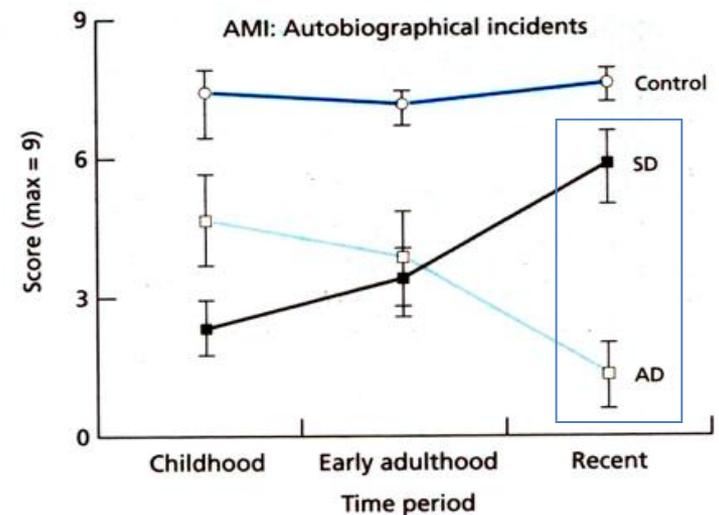


# Proces konsolidace

- 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

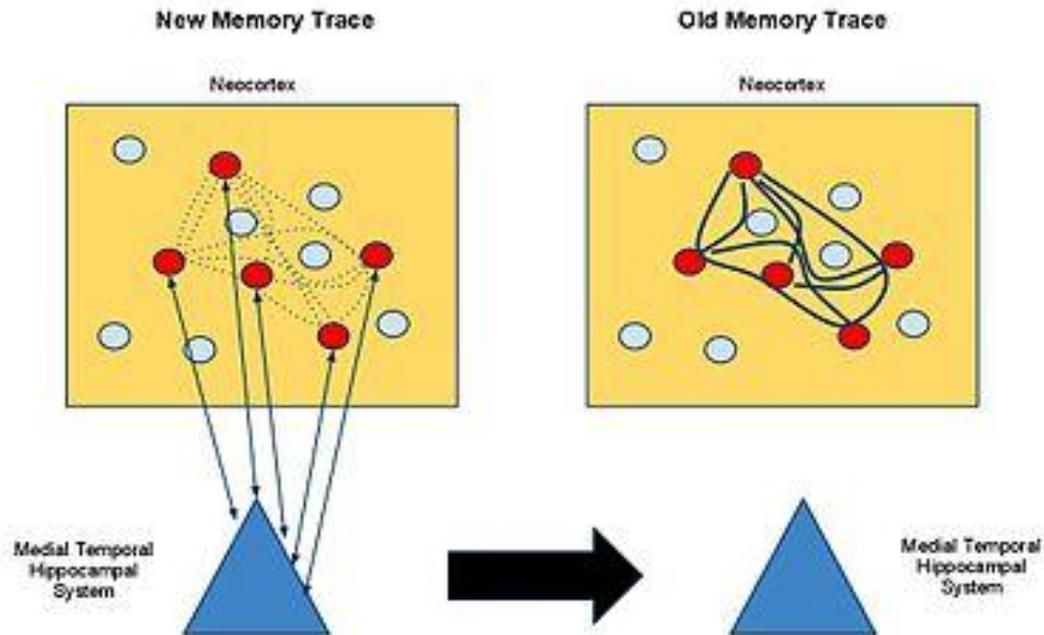


PZ – vědec, po sepsání autobiografie začal trpět amnézií



# Konsolidace jako přesun

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



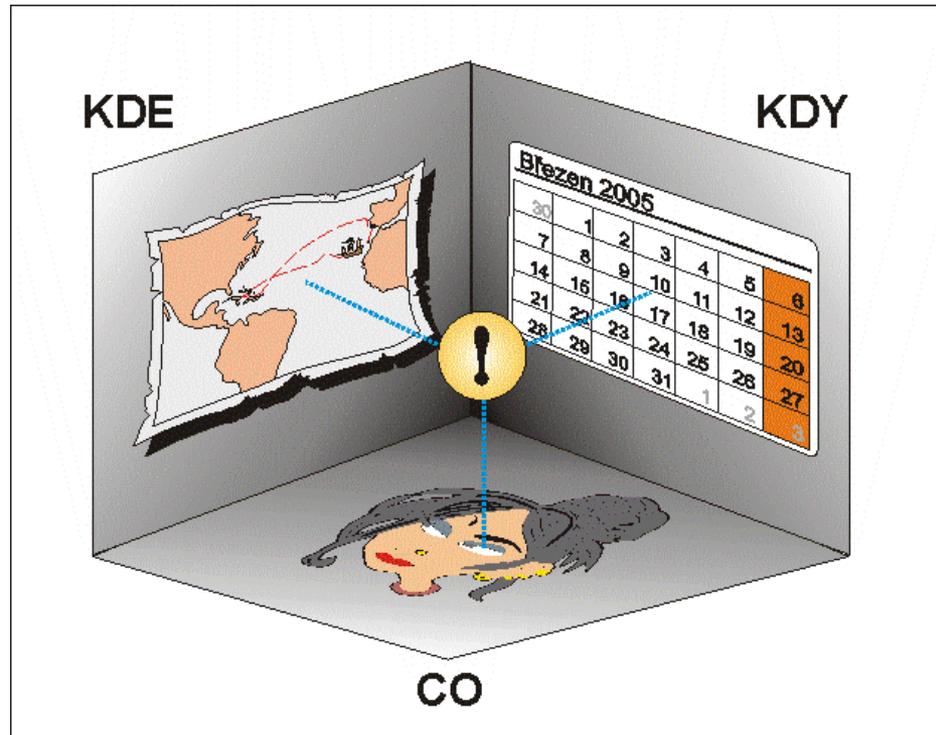
# Paměť epizodického typu



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

# Paměť epizodického typu



- spojuje informace **KDE-KDY-CO** týkající se události v minulosti

Degrade group

Replenish group

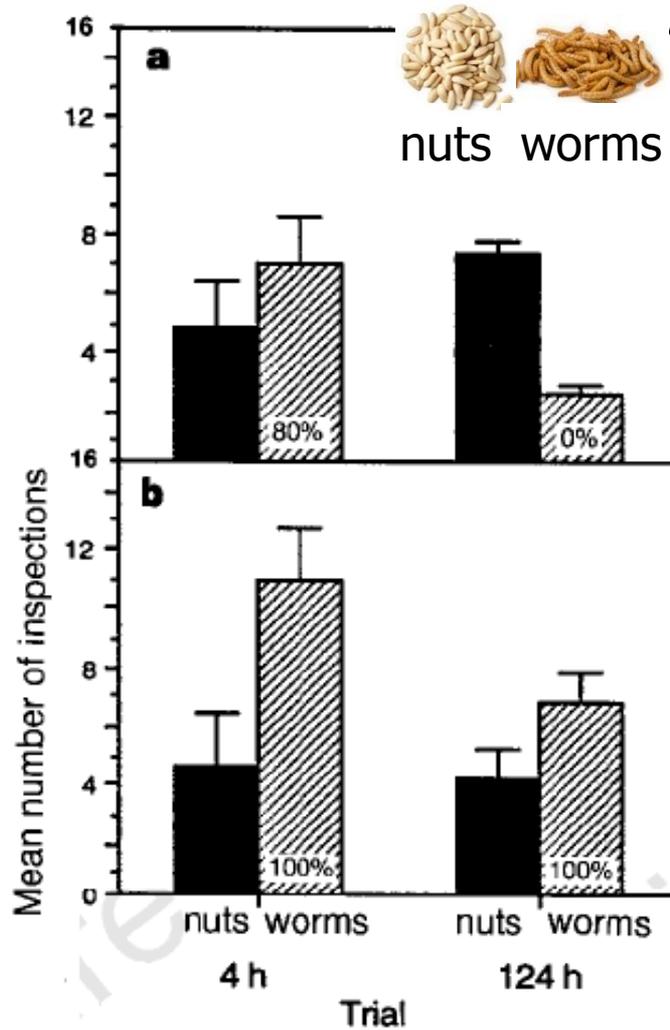


Figure 2 | A western scrub-jay caching wax worms. Birds hide the food items in trial-unique, visuo-spatially distinct caching trays filled with sand in which they can bury caches.

## Skupiny sojek podle druhu učení

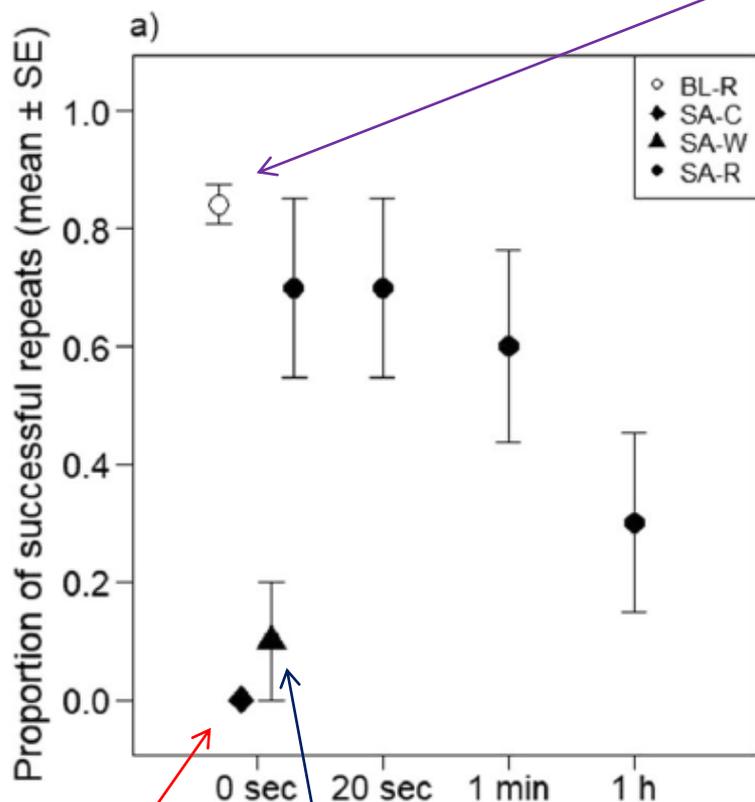
- **Degrade group** – za 124 hodin se červíci zkazí
- **Replenish group** – za 124 hodin jsou červíci chutní

*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