

KUI342 Úvod do neurovied

Týždeň 7: Pamäť a učenie

Organizačné záležitosti

- Zadanie 1- opravím
- Zadanie 2 – do utorka
- Zadanie 3 – ešte týždeň
- Projekty – ...
- 3.11. (streda) o 15:55 písomka na cviku
- Prednáška 8 – 16.11. (v utorok, asi s Beou), keďže 17.11. je voľno

Minulý týždeň

Synaptický prenos, plasticita, neurálna báza pamäti a učenia

Dnes

Psychologia pamäti a učenia

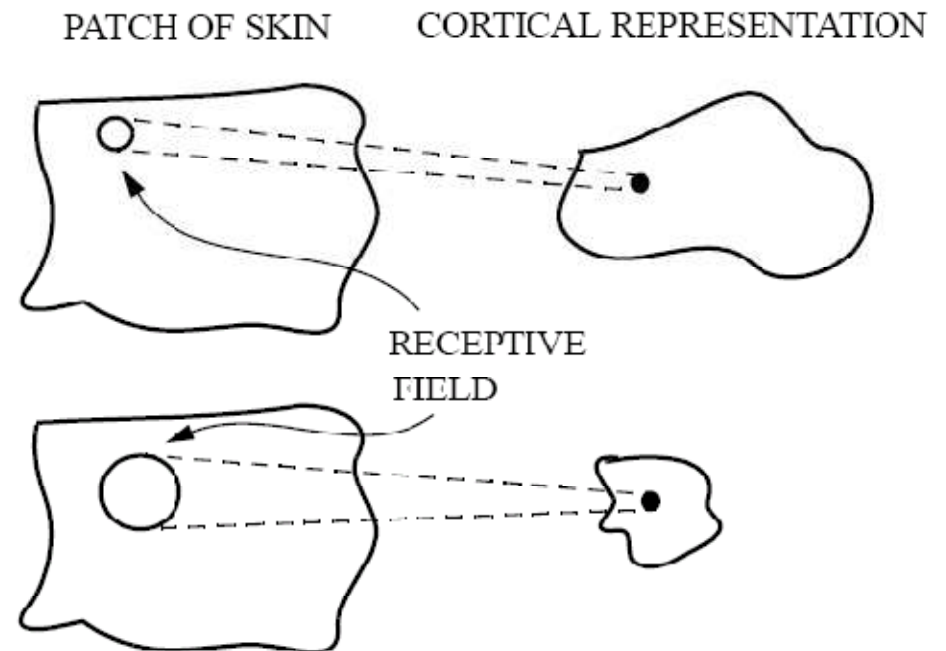
Neurofyziologické štúdie plasticity kôrových máp

1. typ „Normálne” fungovanie:

Merajú sa odozvy buniek na podnety (napr. pichnutie ihlou) bez toho, aby sa museli robiť lézie alebo zvierá nejak špecificky cvičiť.

Hlavné výsledky:

- Topografická mapa povrchu tela v somatosenzorickej kôre (Penfield a Rasmussen, 1950)
- Inverse magnification rule: „as the size of a cortical representation increases, the receptive fields of the cortical cells decrease in size“



Neurofyziologické štúdie plasticity kôrových máp

2. typ: Deaferentácia / amputácia:

Po charakterizovaní odozvy buniek použitím jednobunkových elektrofyziologických metód sa buď prerežú senzorické nervy, alebo sa amputuje časť tela (napr. prst).

Hlavné výsledky:

- Kôrové oblasti, ktoré predtým reprezentovali deaferentovaný povrch tela, sa preorientujú tak, že reprezentujú podnety, ktoré doteraz aktivovali okolité oblasti
- Časť reorganizácie nastane okamžite
- Neuróny, ktoré na začiatku neodpovedajú, začnú odpovedať po niekoľkých týždňoch
- Po rokoch, „masívna“ reorganizácia (posun až o 10mm a viac). Napr. po deaferentácii ruky a ramena opice celá táto oblasť začne reprezentovať tvár
- Fantómové končatiny – 4 týždne po strate končatiny spôsobí dotyk tváre pocit dotyku chýbajúcej končatiny. Podobne namočenie tváre (Ramachandran).

Neurofyziologické štúdie plasticity kôrových máp

3. typ: Lokálna kôrová lézia:

Po charakterizovaní odozvy buniek použitím jednobunkových elektrofyziologických metód sa odstráni malá oblasť kôry a znova sa meria aktivita buniek susediacich s léziou.

Hlavné výsledky:

- Neuróny na okraji odstránenej oblasti sa preladia na povrch tela predtým reprezentovaný odstránenou oblasťou
- Receptívne polia týchto neurónov sa zväčšia, v súlade s pravidlom inverznej magnifikácie

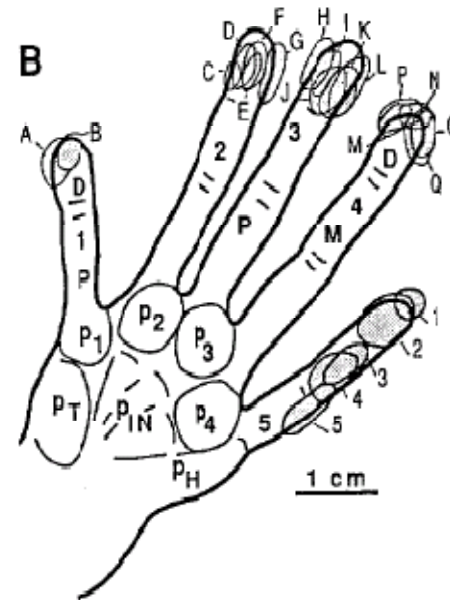
Neurofyziologické štúdie plasticity kôrových máp

4. typ: Senzorická stimulácia:

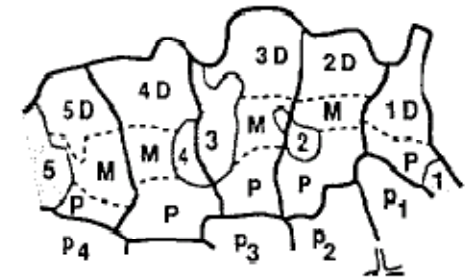
Zviera vykonáva úlohu, ktorá je preňho dôležitá (napr., preto, že za ňu dostáva jedlo). Táto aktivita spôsobí extrémne veľké množstvo stimulácie malej senzorickej oblasti (napr. dotyková stimulácia len jedného prstu).

Hlavné výsledky:

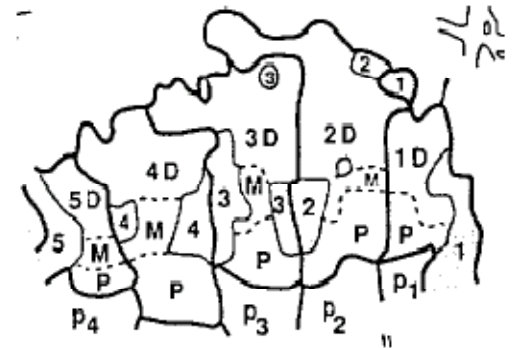
- Oblasť kôry reprezentujúca stimulovanú časť pokožky sa zväčší
- Okolité oblasti sa posunú ďalej a zmenšia (Jenkins et al, 1990)



NORMAL



STIMULATED (2D AND 3D)



Psychologia pamäti a učenia

Prehľad prednášky

- Úvod
- Tri pamäťové štruktúry
- Amnézia a klinické štúdie pamäti
- Ukladanie, uchovanie a vyvolanie pamäti
- Zabúdanie
- Taxonómia
- Neurálna báza pamäti
- Hipokampus – základná štruktúra
- Zvieracie modely pre štúdium pamäti

Nevyhnutné zložky fungovania pamäti

Zakódovanie

vnemových podnetov do mentálnych reprezentácií

Uchovanie

zakódovanej informácie do pamäti

Vyvolanie

zapamätaných znalostí z pamäti

Pamäť = chladnička (uloženie, udržanie v chlade, vybratie)

Všeobecná definícia:

**Mentálne uchovanie minulých udalostí, ktoré ovplyvňujú
budúce správanie**

Ako meriame pamäťové schopnosti

Úlohy zahŕňajúce

spomínanie (recall)

Príklad: spomeňte si o čom sme hovorili v 3. týždni

rozpoznávanie (recognition)

Príklad: ktoré z nasledovných slov som použil
v minulotýždňovej prednáške? exogénny, endokrinný

čo je ťažšie?

Typy spomínania podľa náročnosti:

- sériové spomenutie (telefónne číslo)
- voľné spomenutie (vymenovať bez závislosti na poradí)
- „cued recall“ (spomenutie s informatívnym podnetom) –
napr. „Vladimír Iljič“

Explicitná a implicitná pamäť

Explicitná pamäť

- vyžaduje vedomé spomínanie
- metódy štúdia: spomínanie aj rozpoznávanie

Implicitná pamäť

- použitie uchovaných znalostí bez vedomého úsilia
- napr. rozpoznávanie písmen pri čítaní

Experimenty:

- dopĺňanie neúplných slov (his...)
- priming – napomáhanie schopnosti vyvolať požadovanú informáciu. Nápomocou môže byť predošlá skúsenosť alebo asociácia

Tradičný model: Tri pamäťové štruktúry

Senzorická (ikonická) pamäť – naše senzorické bunky (napr. na sietnici) si uchovajú obraz (viď nasledujúci slide)

Krátkodobá alebo pracovná pamäť (short-term memory, STM)

Dlhodobá pamäť (long-term memory, LTM)

Môžeme sa pýtať:

- čo sa v danom type pamäti kóduje?
- aká je jej kapacita?
- aká je dĺžka uchovania?

Dlhodobá pamäť (LTM)

- veľká väčšina toho, čo si pamätáme je súčasťou dlhodobej pamäti.
- Príklady: prvý čs. prezident, čo som mal včera na obed
- kóduje znalosti/informácie všetkého druhu
- kapacitné limity nie sú známe
- dĺžka uloženia tiež nie je obmedzená

Krátkodobá pamäť (STM)

- pr: bez zapísania si zapamätajte následovné telefónne číslo: 6227755
- tiež sa nazýva „bezprostrednou“ alebo „pracovnou“ pamäťou
- môže v nej byť uložené skoro všetko: slová, vnemy, koncepty, zámery...
- dĺžka uchovania zvyčajne niekoľko minút, predĺžiteľná cvičením
- kapacita obmedzená – dá sa „vymazať“ a prepísať novou informáciou
- **MAGICKÉ ČÍSLO 7 ± 2** : Miller (1956) Some limits on our capacity for information processing: rozsah bezprostrednej pamäti (7), absolútne hodnotenia hlasitosti (5), chuťová intenzita (4), rozsah pozornosti (6)
 - poukazujú na obmedzenie kódovacej schopnosti procesných kanálov

Ďalší příklad úlohy na STM

- Zapamatujte si nasledovných 25 slov:

John	Lennon	Ringo	Starr	Paul
McCartney	George	Harrison	Mick	Jagger
Keith	Richards	Madonna	Courtney	Cox
David	Schwimmer	Jennifer	Aniston	Matthew
Perry	Lisa	Kudrow	Matt	LeBlanc

- zoskupovanie: páry slov do mien, mená do obsadenia skupín/filmov
- Skupiny potom vytvárajú „vyššie“ elementy zapamätania

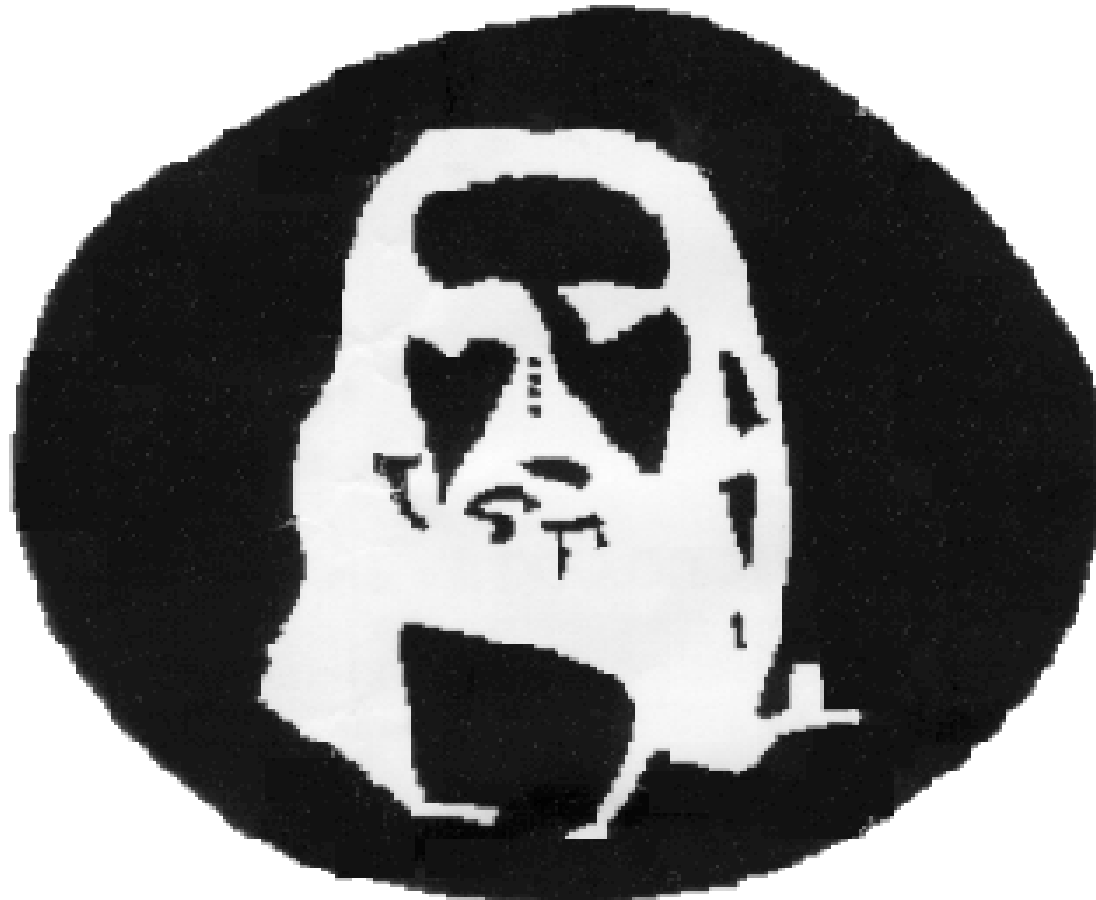
Ikonická pamäť

- odozva senzorických buniek na podnety nie je nekonečne rýchla, preto sa v nich na chvíľu uchová
- potom sa prenesie do STM alebo zanikne
- nízka kapacita (desať? položiek)
- trvanie väčšinou menej než 1 sekundu

- príklady: vizuálne a sluchové spätné maskovanie (backward masking)

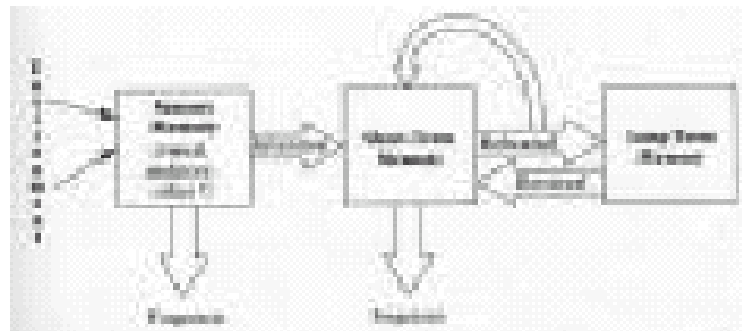
- iný súvisiaci príklad – „visual aftereffect“

Ikonická pamät'



Model troch štruktúr pamäti - zhrnutie

- Ikonická, krátko- a dlhodobá
- abstraktné štruktúry (bez fyzických korelátov v mozgu)
- rozdelenie primárne podľa dĺžky uchovania (kapacita a obsah sú druhotné)
- zdôrazňuje úlohu STM – nevyhnutná pre naučenie sa a vyvolanie pamäti, ale aj pre **všeobecné kognitívne aktivity**



- STM a LTM majú rozdielne neurálne reprezentácie:
 - poškodenie ľavého parietálneho laloku – poruchy STM
 - bilaterálne poškodenie temporálnych lalokov – poruchy LTM

Klinické štúdie pamäti u ľudí

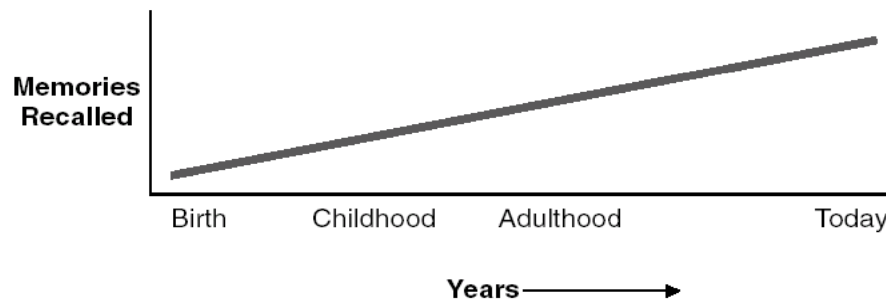
Amnézia – ťažká strata explicitnej pamäti (pri úrazoch hlavy)

Retrogradná – strata spomienok z doby pred úrazom

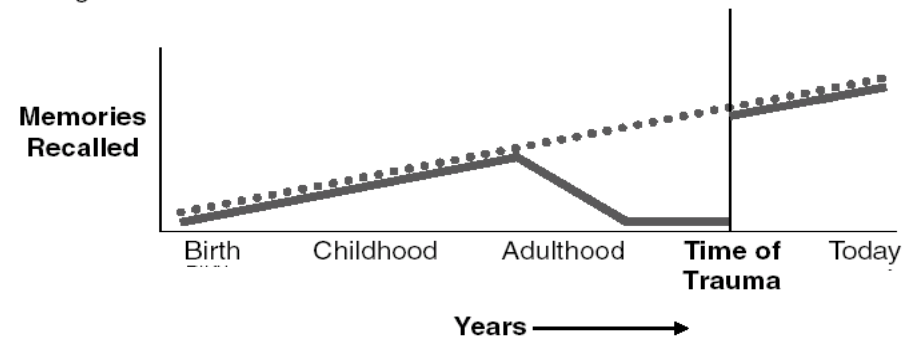
Anterogradná – neschopnosť uchovať si nové spomienky – zriedkavá

Anterogradná sprevádzaná retrogradnou - bežnejšia

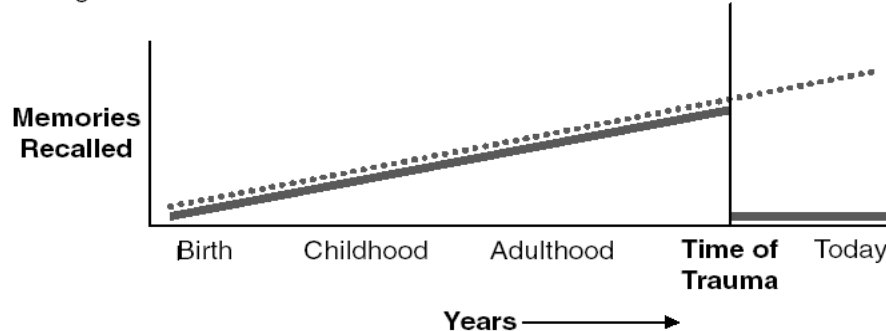
(A) Normal Memory



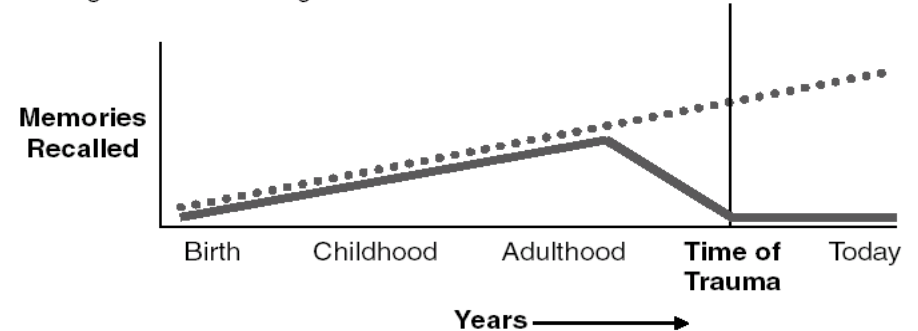
(C) Retrograde Amnesia



(B) Anterograde Amnesia



(D) Anterograde AND Retrograde Amnesia



Pacient H.M. – anterogradná amnézia

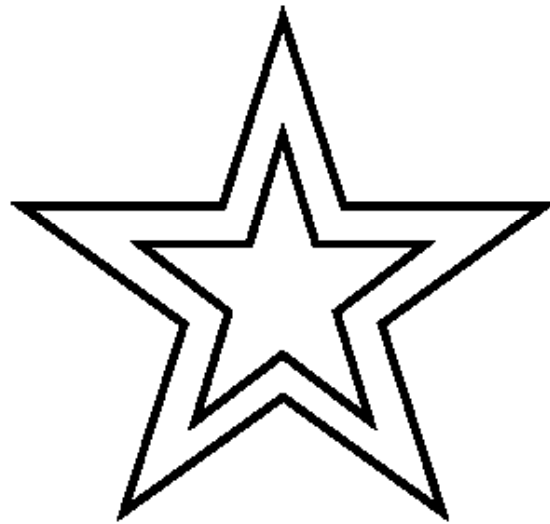
- v r. 1953, 29-ročný muž trpí silnými epilepsiami
- podrobí sa experimentálnej operácii – bilaterálnemu odstráneniu mozgovej štruktúry nazývanej **hipokampus**
- epilepsia vyliečená
- Bočný efekt: anterogradná amnézia:
 - Inteligencia, jazyk, osobnosť sú nedotknuté
 - má normálnu STM a výborne si spomína na detstvo (retrogradná amnézia v rozpätí 11 rokov)
 - neschopnosť vytvoriť si nové explicitné dlhodobé spomienky - nepamätá si: udalosti (Vietnamská vojna 1967), mená, tváre (ani doktorov), svoju tvár (keďže zostarol), uvedomuje si svoju poruchu „Every day is alone in itself, whatever joy I've had and whatever sorrow I've had”
- deficit spôsobený zablokovaným prenosom informácií z STM do LTM

Pacient H.M. – anterogradná amnézia

Čo sa H.M. vie naučiť:

- motorické úlohy. Napr. „mirror drawing task“

(A)



(B)



Figure 2.8 The mirror-drawing task. (A) Subjects are given this pattern and asked to trace it, keeping within the borders. (B) A screen is placed above the hand so that the subject can view progress only by watching a mirror, which reverses the apparent motion of the hand. (B is reprinted from Carlson, 1997, Figure 15.5, p. 457.)

Pacient H.M. – anterogradná amnézia

Čo sa H.M. vie naučiť:

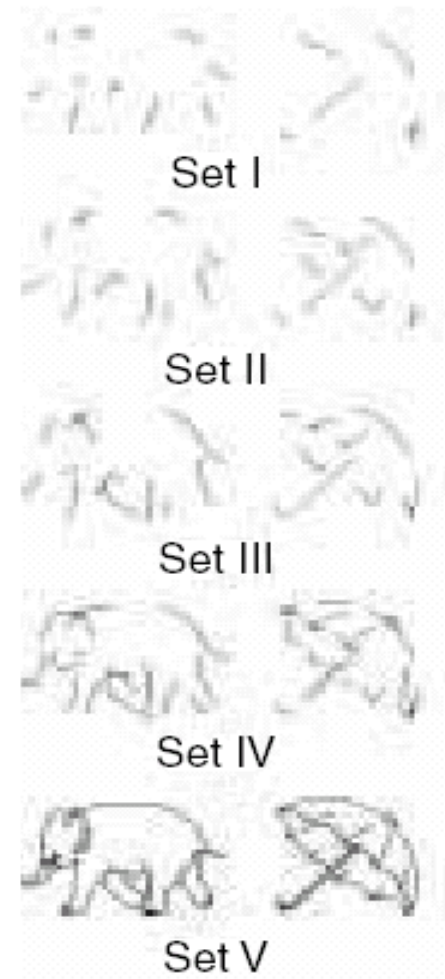
- Perceptuálne úlohy. Napr. „figure completion task“ (priming)

T.j., vie získať „procedurálne znalosti“ (vie sa naučiť „ako“)

Nevie získať „deklaratívne znalosti“ (nevie „že“)

H.M. sa vie naučiť zručnosti, ale nevie, že sa ich naučil

Veci si pamätá len tak dlho, pokiaľ ich má v STM – po 5 min od stretnutia si naň už nepamätá



Taxonómia pamäti

Pamäť:

- deklaratívna:
 - epizodická – udalosti
 - sémantická – fakty
- Nedeklaratívna:
 - zručnosti a návyky: „mirror drawing“, viazanie šnúrok
 - priming: časti obrázkov
 - klasické podmieňovanie motorických reflexov: žmurknutie
 - emočné klasické podmieňovanie: strachom

Deklaratívna a nedeklaratívna = explicitná a implicitná

HM nie je schopný uchovať si deklaratívne spomienky, je schopný uchovať nedeklaratívne

HM má odstránený hipokampus ktorý je v mediálnom temporálnom laloku → štruktúry v tomto laloku sú dôležité pre deklaratívnu pamäť

Pamäťové štruktúry v mozgu

<u>Typ pamäti</u>	<u>Funkcia</u>	<u>Mozgová štruktúra</u>
Deklaratívna	Fakty a udalosti	hipokampus, mediálny temp. lalok
Priming	krátka aktivácia existujúcich reprezentácií	tylový, temporálny, frontálny
Motorické zručnosti	nové zručnosti	motorický kortex
Klasické podm	vzťahy stimulu a odozvy	mozoček
Emočné podm.	párovanie stimulu a emočnej odozvy	amygdala

Otázka: je všeobecný koncept „pamäti“ zmysluplný?

Kódovanie – čo ovplyvňuje čo si zapamätáme

- emócie vyvolané materiálom xxx
- opakovanie materiálu x
- hĺbka myslenia o materiáli xxxx
- snaha naučiť sa materiál x

Príklad efektu hĺbky myslenia:

- vidíme sériu slov
- máme robiť jednu z troch vecí:
 - hľadať, či sú v nich veľké písmená (fyzická úroveň)
 - rozpoznať, či sa rýmujú s nejakým slovom (sluchová úroveň)
 - kategorizovať – napr. je to rastlina? (sémantická úroveň)

Najviac si zapamätáme pri sémantickej hĺbke myslenia

Čo sa deje po zakódovaní – proces uchovania

Môžeme uvažovať, že pamäť je jednoduchá „úschovňa“?

Nie, lebo:

- temporálny gradient pri amnézii
- nie všetky spomienky sa uchovávajú rovnako
- spomienky sa časom ustália → konsolidácia

Konsolidácia:

- proces, ktorým sa spomienky časom ustália
- Hebb (1949) – dve fázy uchovania
 - najprv sa spomienky uchovávajú ako nervová aktivita
 - neskôr sa zakódujú ako štrukturálne zmeny v mozgu
- môže prebiehať aj roky
- Integrujú sa pri nej staré a nové znalosti
- zdá sa, že pri jej úvodnej fáze je dôležitý spánok (REM)
- sprostredkovaná hipokampom (potkany snívajú o bludiskách)
- Súbežne sa informácie organizujú (kategórie, akronymy)

Čo sa deje po zakódovaní – proces vyvolania

Nie vždy je možné vyvolať zapamätané „repressed memories“:

- napr. po nehodách – informácie sú v pamäti, ale nevieme ich vyvolať

Klamné spomienky (false memories):

- zapamätané udalosti, ktoré sa v skutočnosti nestali – staršie spomienky sa prepíšu/pomiešajú pri uchovávaní novších

Vyvolanie z LTM je často konštruktívne

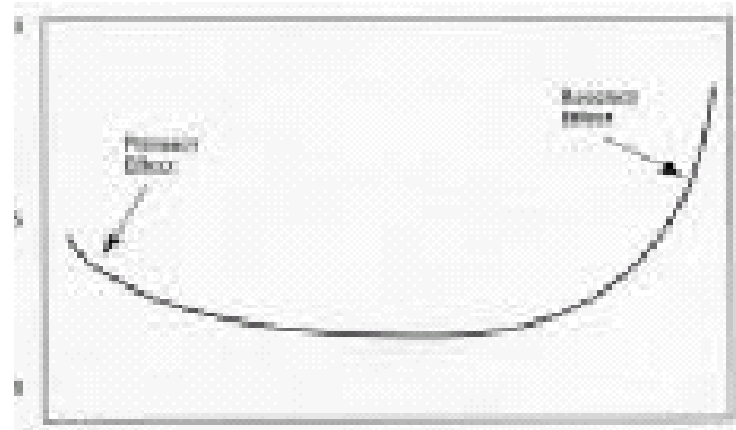
- napr. na čo si spomenieme je ovplyvnené predošlými skúsenosťami

Proces vyvolania – primacy & recency effect

Experiment s voľným vyvolaním spomienok:

- Subjekty vidia sekvenčne prezentovaný zoznam slov
- Pravdepodobnosť, že si slovo zapamätajú závisí na jeho poradí
- krivka v tvare „U“:
 - lepšie zapamätanie prvých prvkov – primacy (primárnosť)
 - lepšie zapamätanie posledných prvkov – recency (nedávnosť)

Graf: pravdepodobnosť, že slovo bolo zapamätané ako funkcia poradia slova



Efekty sú separovateľné:

- Recency závisí len na STM
- Primacy na LTM

Zabúdanie

Dve základné teórie:

Interferenčná:

- Zabúdanie spôsobené novými „konkurenčnými“ znalosťami
- „Decay“ / rozklad štruktúry:
- štruktúra, v ktorej je pamäť uchovaná sa postupne rozloží

Ikonická pamäť:

rýchly rozklad ale aj možnosť „maskovania“

STM:

interferenčné aj rozklad

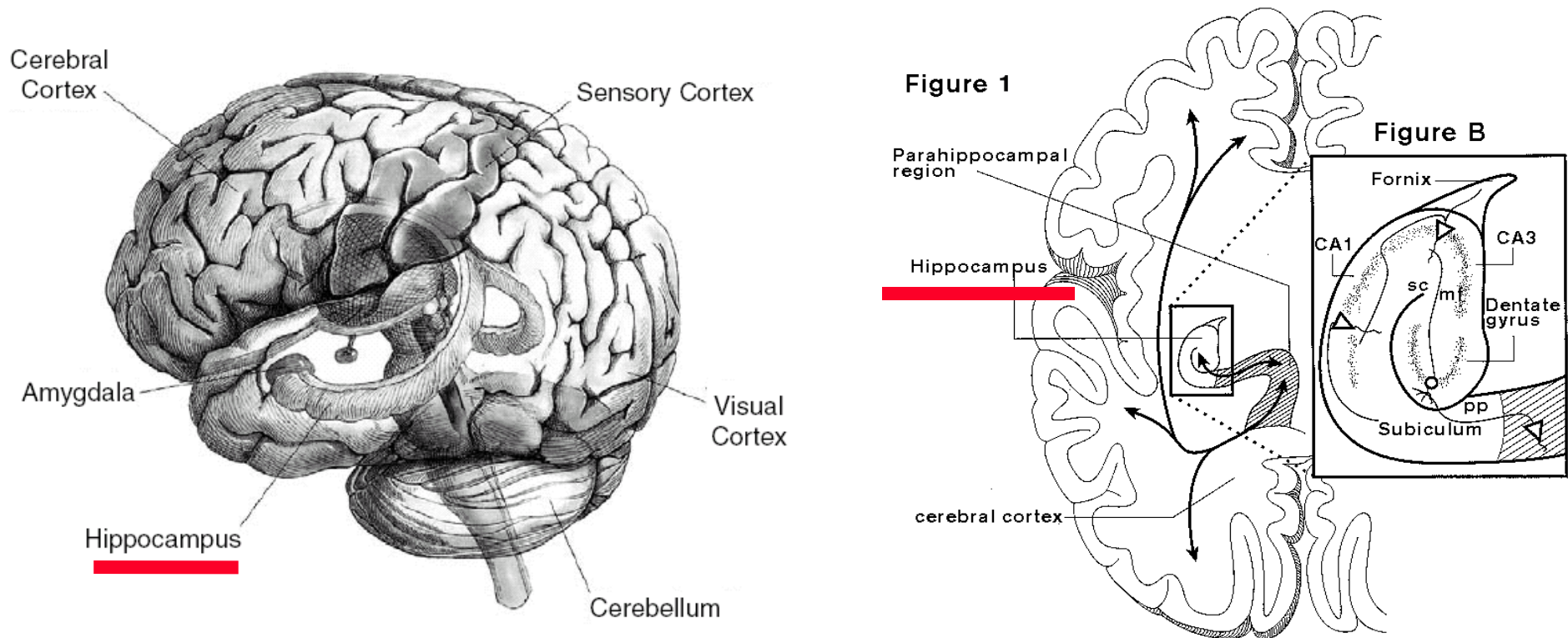
LTM:

interferencia jasná, rozklad nie

Hipokampus – základná štruktúra učenia

„Most neuroscientists now agree that hippocampus has something to do with learning and memory, but there is little consensus about what exactly the hippocampus is doing when we learn and store new memories“

- ležia na vnútornej strane temporálnych lalokov, nazývanej mediálny TL
- sú rozdelené na štyri časti, označované CA1 až CA4
- Podieľa sa hlavne na deklaratívnej pamäti



Zvieratá – model učenia a hipokampu

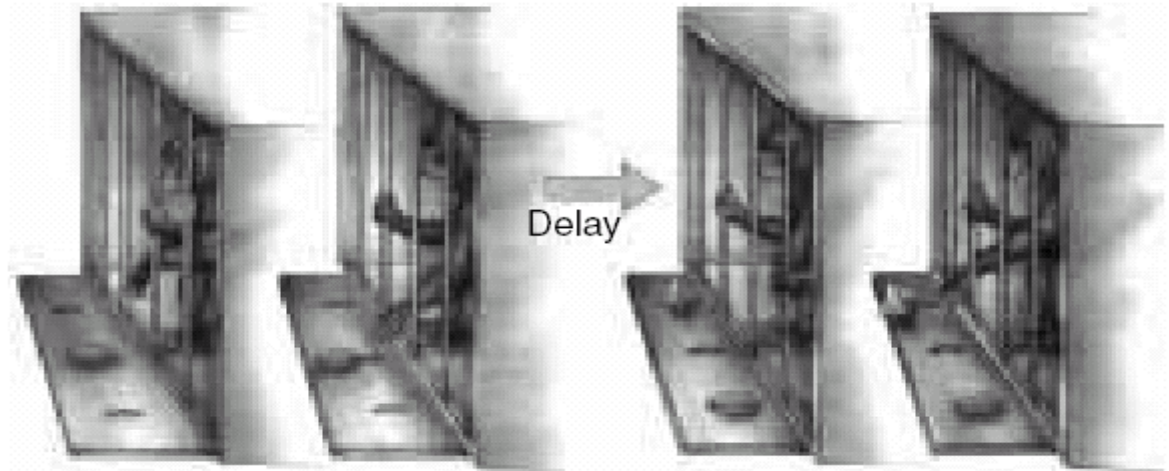
Poznatky o pamäti človeka sa získavajú primárne z dobrovoľníkov po úraze

Na zvieratách je možné robiť experimenty kontrolovane

Základný problém: najvýraznejším prejavom ľudskej amnézie je strata deklaratívnej pamäti. **Ako sa spýtať potkana, či si pamätá čo robil pred dvomi hodinami?**

Metóda 1: **Delayed nonmatch to sample (test nezhody po uplynutí intervalu)**

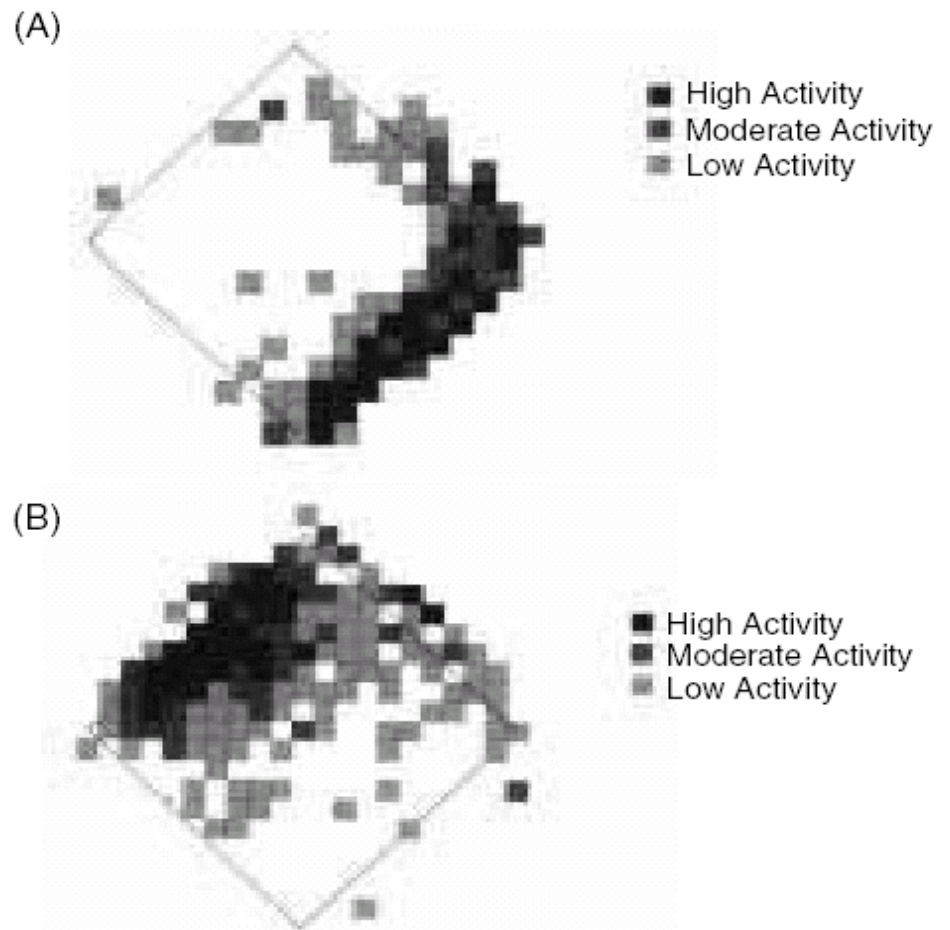
- testuje sa epizodická pamäť
- bez hipokampu sa opica nenaučí, kde hľadať potravu
- podobne u potkanov



Hipokampus a priestorová navigácia potkana

Hipokampus potkana obsahuje „priestorové neuróny“ (place cells), ktoré sa aktivujú, len keď je potkan na určitom mieste v nádobe/prostredí

Z týchto neurónov má potkan vytvorenú kognitívnu mapu priestoru, v ktorom sa pohybuje



Priestorová navigácia potkana a deklaratívna pamäť človeka

Experiment vo vodnom bludisku:

Pod hladinou nepriehľadnej vody je stojan, z ktorého sa potkan môže dostať von z nádoby

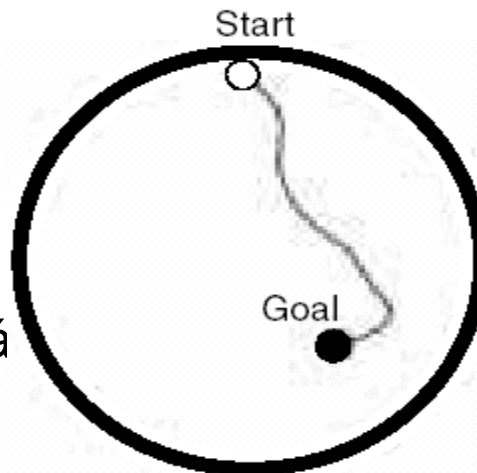
Potkan sa motá vo vode kým na stojan nenarazí

Ak má hipokampus, rýchlo sa naučí nájsť stojan, nech už je kdekoľvek vo vode

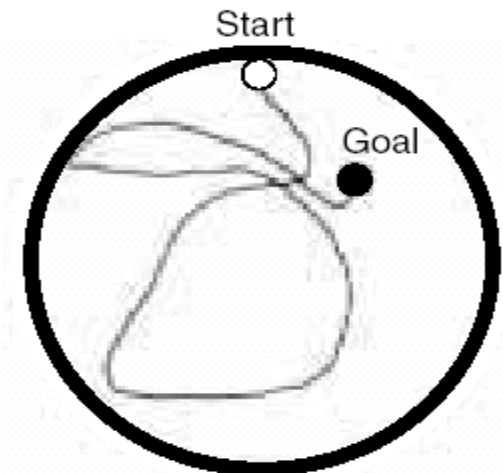
Súvisí toto učenie
nejak s deklaratívnym
učením ľudí?

Ako určiť, či hipokampus
je jediná štruktúra, ktorá
sa na ňom podieľa?

(A) Control Rat

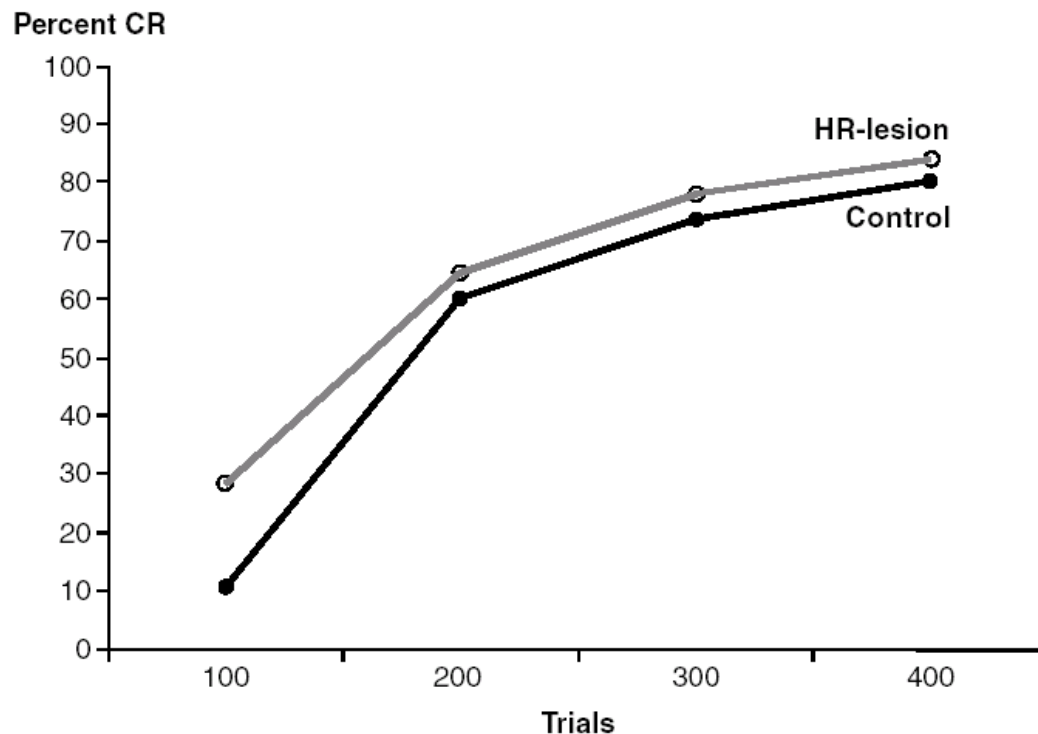


(B) Hippocampal-Lesioned Rat



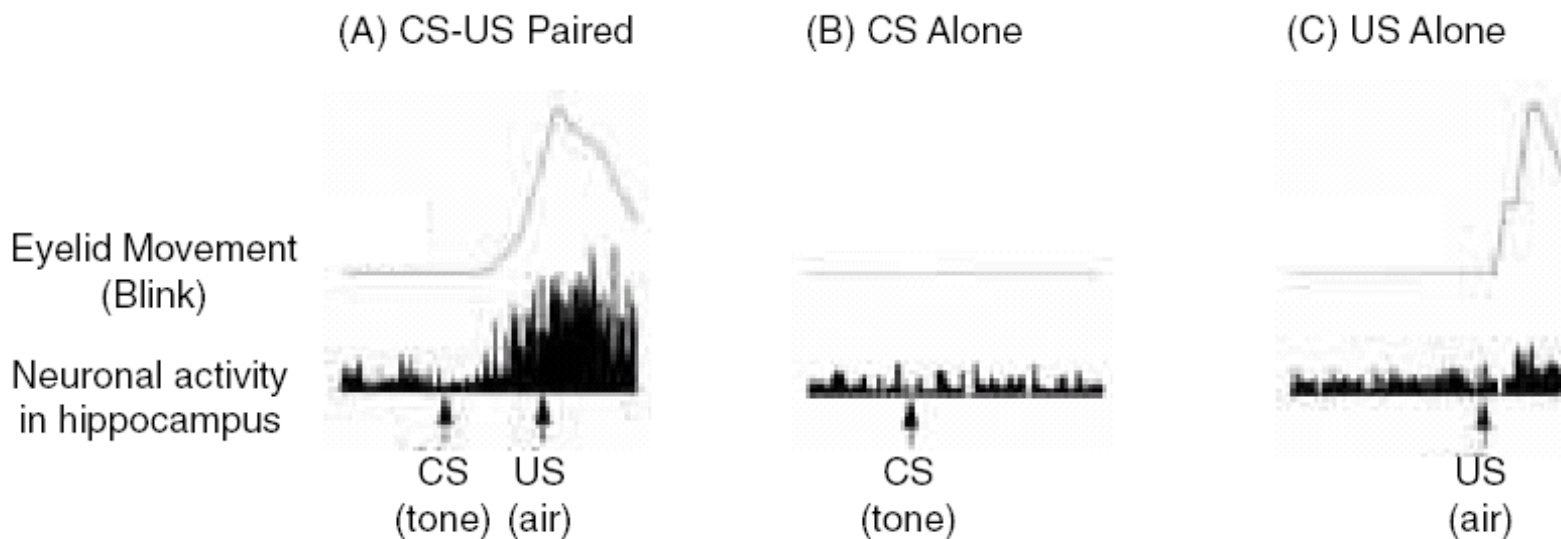
Hipokampus a klasické podmieňovanie

- klasické podmieňovanie je jednoduchšie než priestorové učenie sa
- typický experiment s reflexom žmurknutia králika
- výsledok: asociácia sa vytvorí aj bez hipokampu, ale hipokampálne neuróny sú definitívne aktívne
- Hypotéza: hipokampus za normálnych okolností prispieva k všetkému učeniu, aj keď na niektoré typy nie je nevyhnutný



Hipokampus a klasické podmieňovanie

- klasické podmieňovanie je jednoduchšie než priestorové učenie sa
- typický experiment s reflexom žmurknutia králika
- výsledok: asociácia sa vytvorí aj bez hipokampu, ale hipokampálne neuróny sú definitívne aktívne
- Hypotéza: hipokampus za normálnych okolností prispieva k všetkému učeniu, aj keď na niektoré typy nie je nevyhnutný



Zhrnutie

- Tri pamäťové štruktúry
- Amnézie
- Taxonómia pamäti
- Uloženie, uchovanie, vyvolanie
- Neurálna báza - hipokampus

Budúca prednáška

Neurálna báza videnia