



Paměť u zvířat

Kamil Vlček

Oddělení neurofyzologie paměti

Fyziologický ústav AVČR

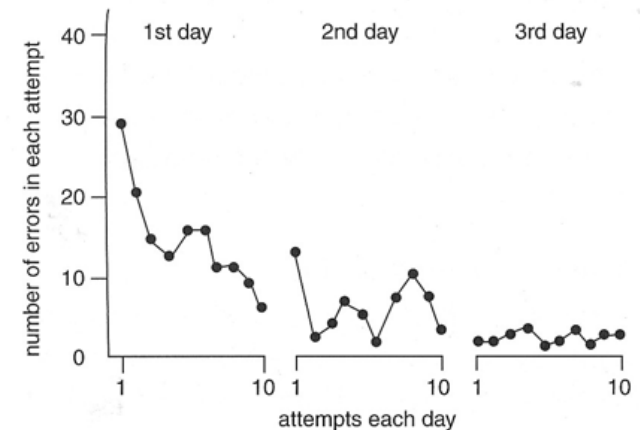
FHS, Srovnávací psychologie, 4.11.2020

Co je to paměť?

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

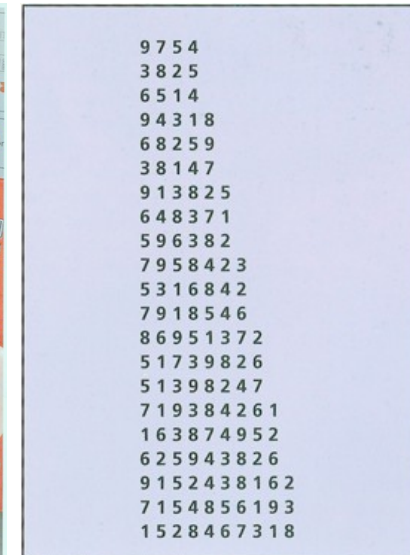
Poznávání paměti

- Paměť se projevuje jako změna výkonu
- Jaké jsou systémy paměti, které leží v pozadí těchto změn výkonu?



Dělení paměti podle délky uchování paměťové stopy

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



Základní poznatky k přežití

- Které zvuky neznamenají nebezpečí a které znamenají?
- Který zvuk znamená, že bude jídlo?
- Který zvuk znamená, že nás chce něco sežrat?
- Co mám udělat, abych dostal do zobáčku jídlo?
- Co nemám dělat?



Základní poznatky k přežití

- **Které zvuky neznamenaají nebezpečí a které znamenají?**
- Který zvuk znamená, že bude jídlo?
- Který zvuk znamená, že nás chce něco sežrat?
- Co mám udělat, abych dostal do zobáčku jídlo?
- Co nemám dělat?

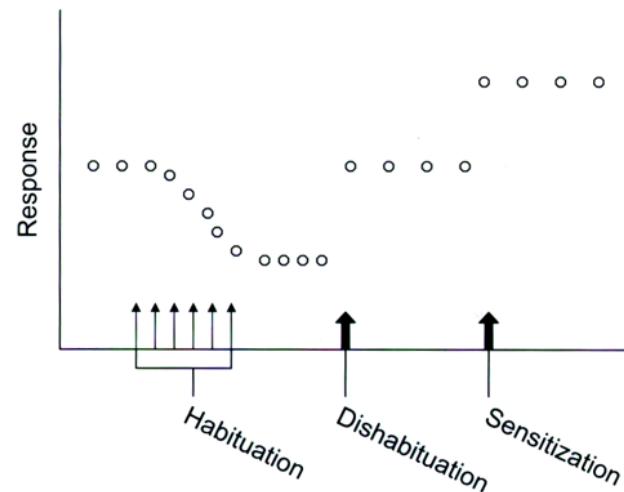


Neasociativní učení

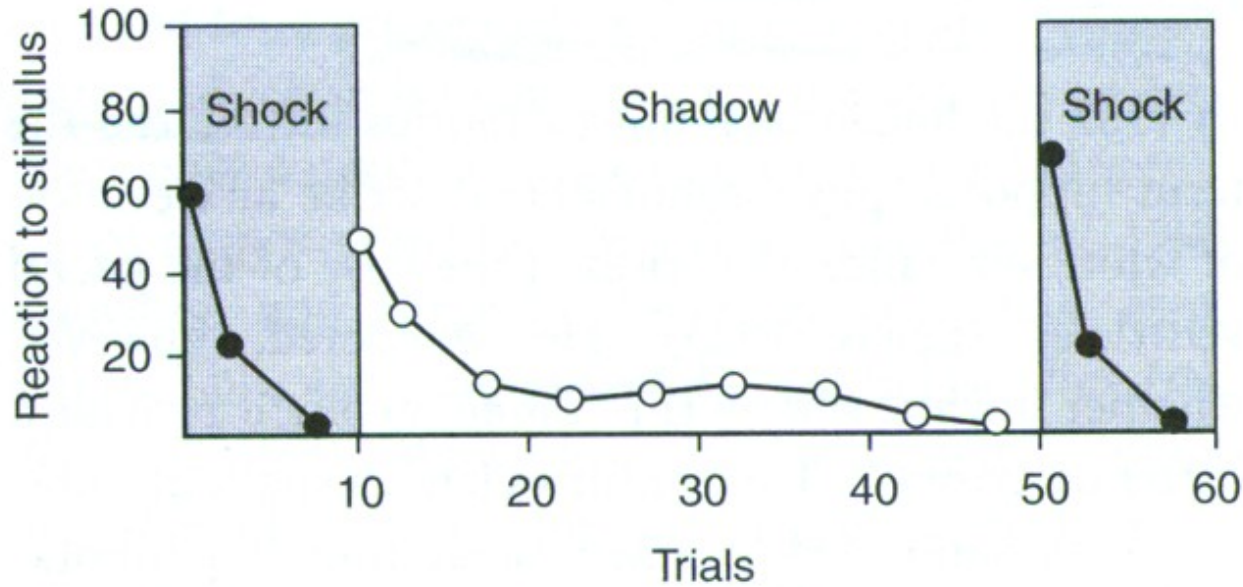
- Habituaace
 - **snížení** odpovědi na opakovaný podnět
- Senzitizace
 - **zvýšení** odpovědi na opakovaný podnět



Nezmar



Habituace

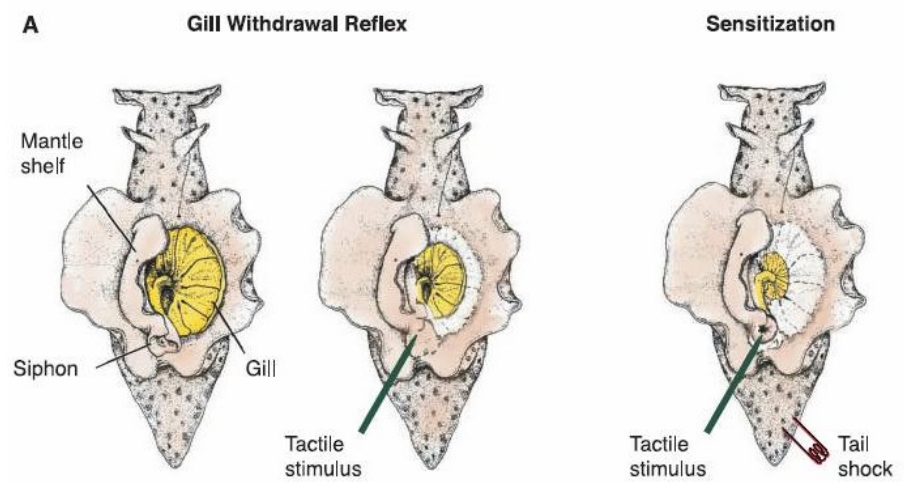
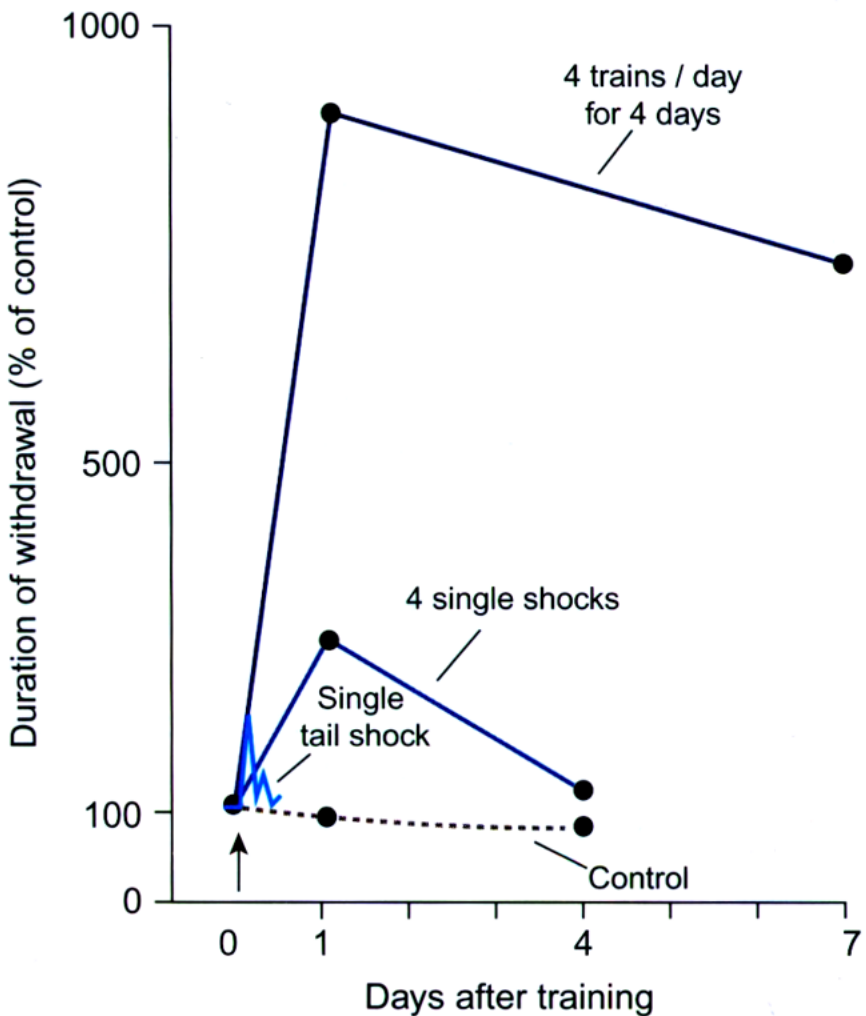


- Stažení červa na dotyk a stín
- Habituační reakce na dva různé podněty jsou nezávislé



Nereis

Senzitizace



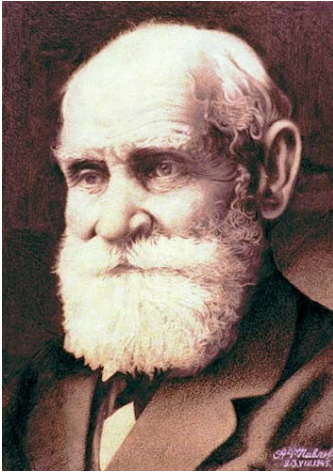
Eric Kandel
Nobelova Cena 2000

Základní poznatky k přežití

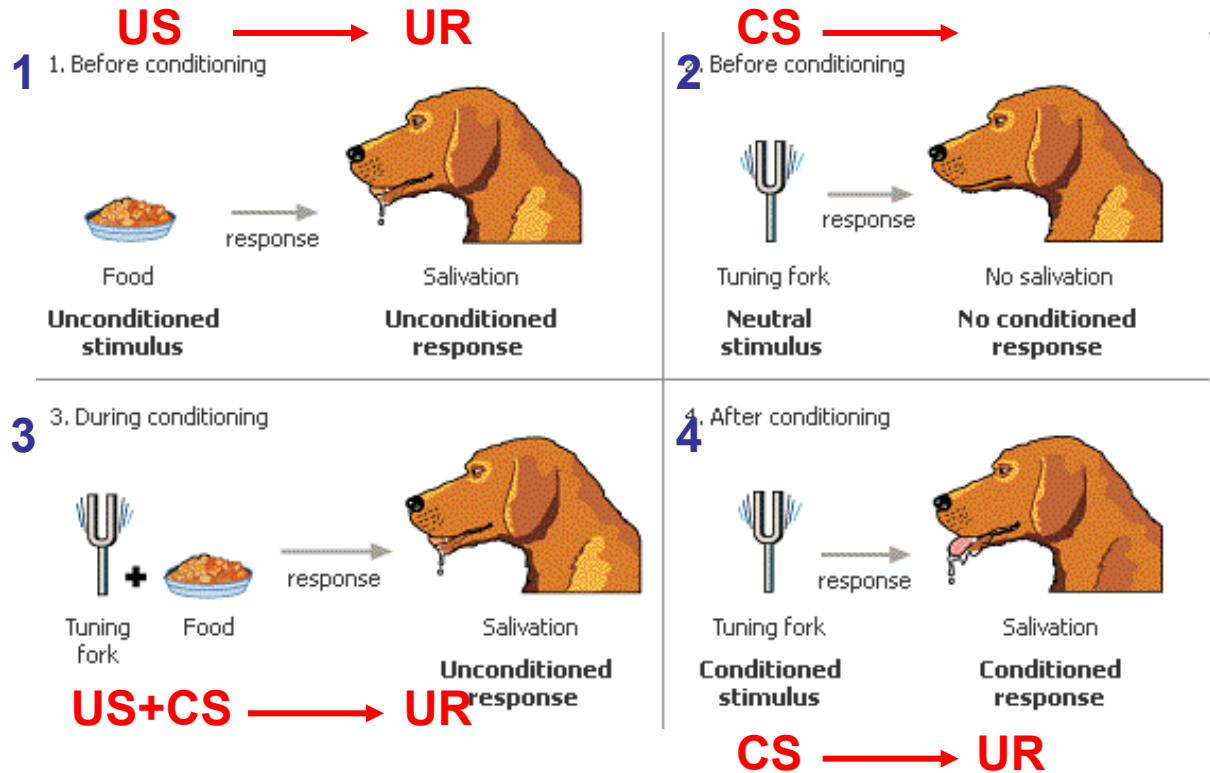
- Které zvuky neznamenají nebezpečí a které znamenají?
- **Který zvuk znamená, že bude jídlo?**
- **Který zvuk znamená, že nás chce něco sežrat?**
- Co mám udělat, abych dostal do zobáčku jídlo?
- Co nemám dělat?






Klasické podmiňování

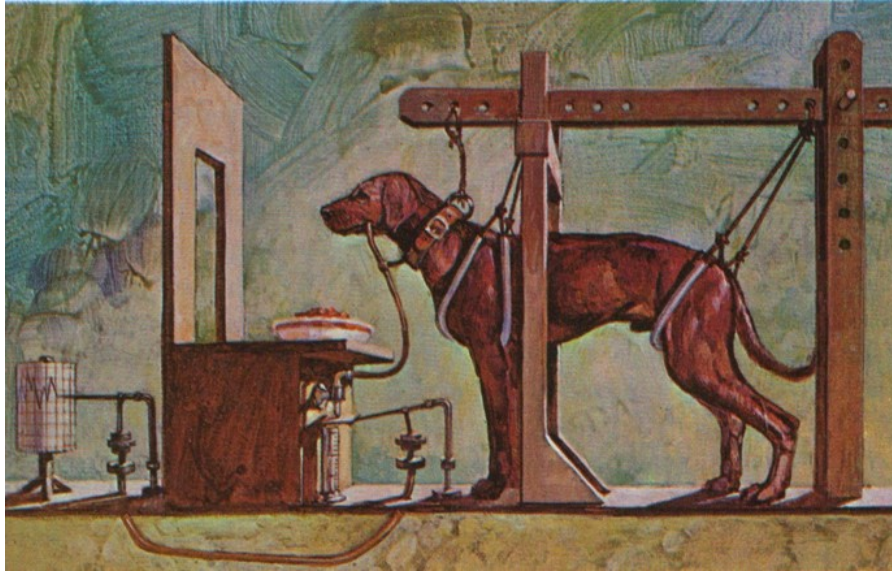


I.P.Pavlov
1849 - 1936



Nepodmíněný podnět	US	Potrava 
Nepodmíněná reakce	UR	Slinění 
Podmíněný podnět	CS	Zvuk 
Podmíněná reakce	CR	Slinění

Pavlovovy pokusy

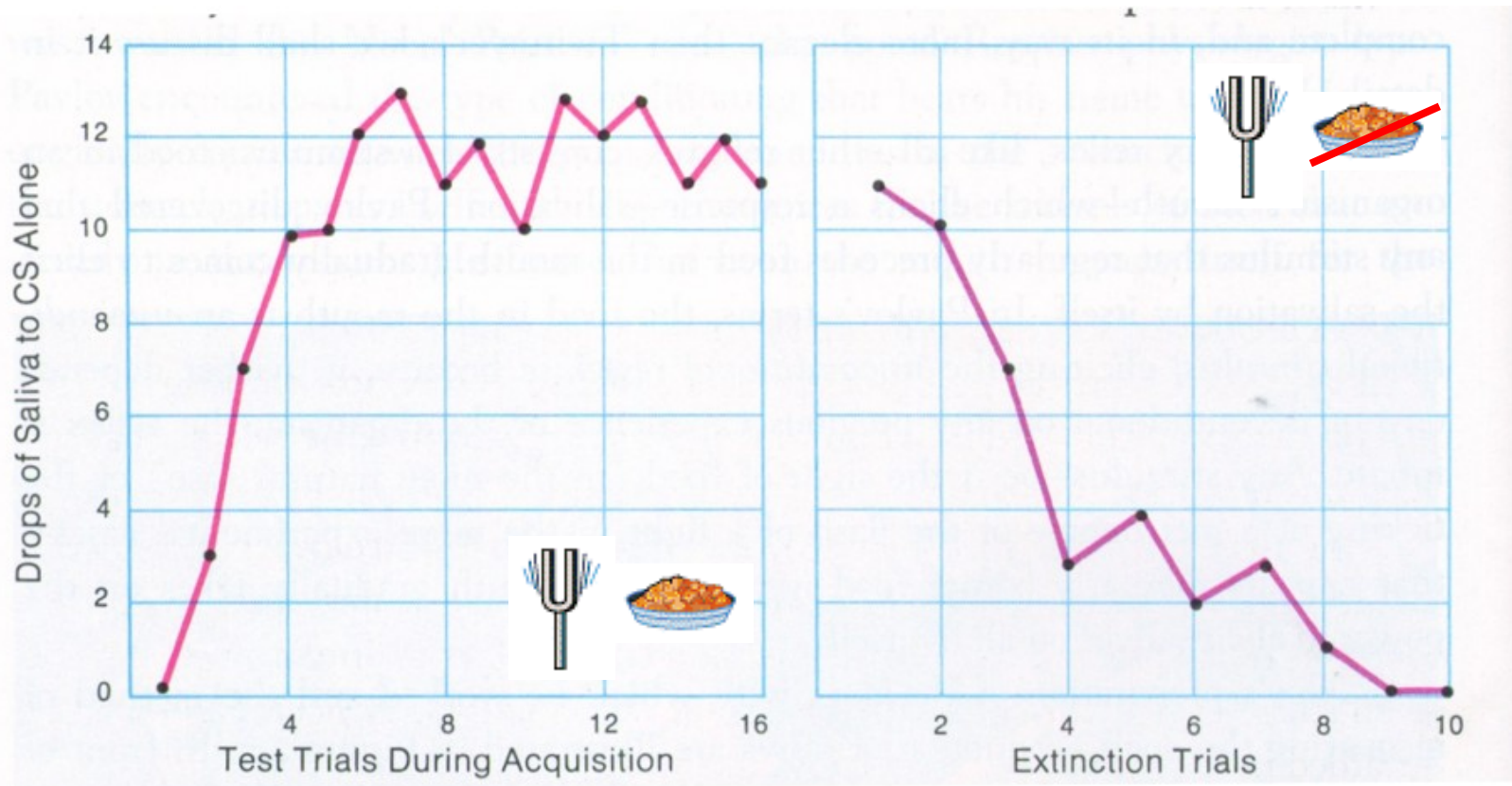


- Automatický odběr slin a počítání kapek

- Nobelova cena 1904

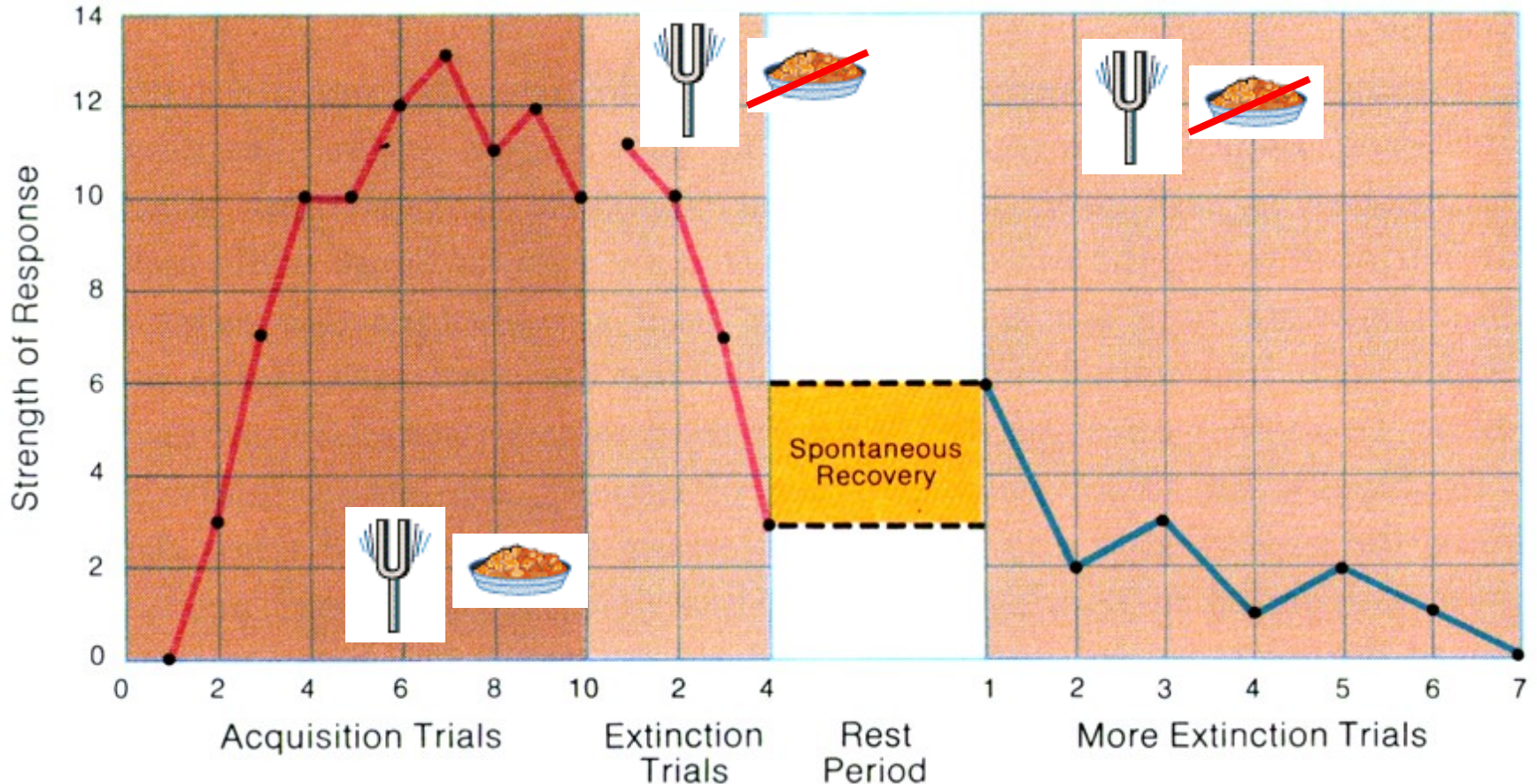


Křivka učení a vyhasínání



- Vlevo učení se reakce (slinění) na podmíněný podnět CS
- Vpravo vyhasínání reakce (bez nepodmíněného podnětu US)

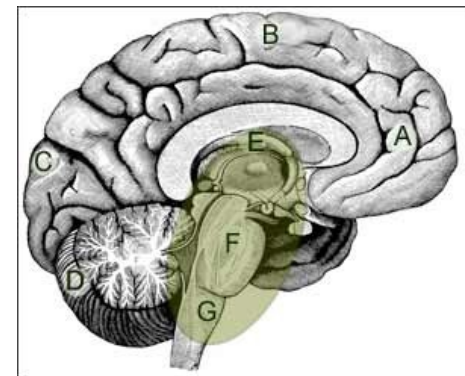
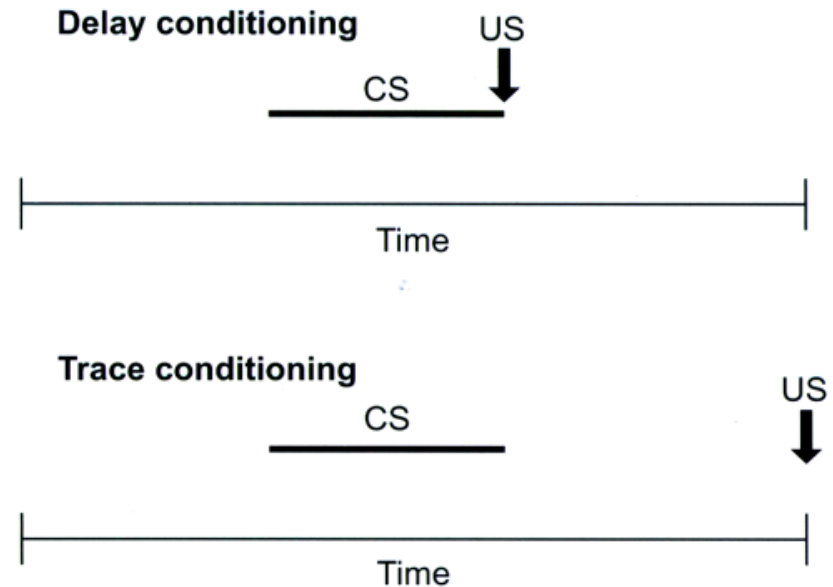
Vyhasínání není zapomínání



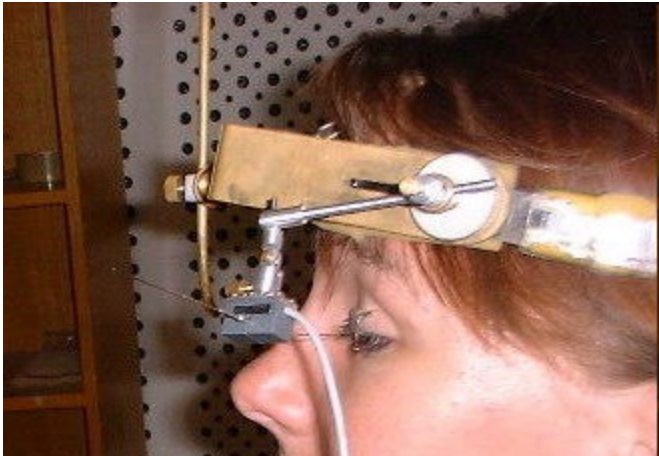
- Po pauze bez podnětů jsou odpovědi zase větší

Význam klasického podmiňování

- Učení se kauzality v prostředí
 - příčina – následek
- Dva druhy klasického podmiňování
 - Zpožděné podmiňování (delay conditioning)
 - Mozeček
 - Stopové podmiňování (trace conditioning)
 - Mozeček + hipokampus



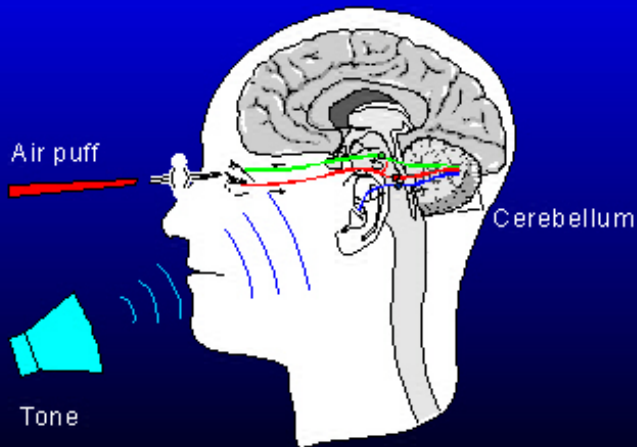
Podmiňování mrknutí oka



- eyeblink conditioning
- model klasického podmiňování u lidí
- CS = zvuk, US = fouknutí do oka
- CR = mrknutí

YouTube:

Classical Conditioning Demonstration



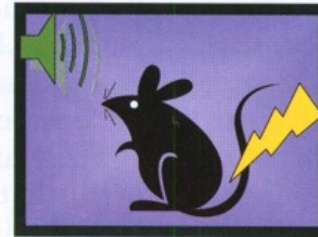
<https://www.youtube.com/watch?v=Xg3WuvCrIZg>

Strachové podmiňování



Malý Albert a strachové podmiňování

TRAINING



elektrický šok=US
tón=CS
strachová reakce
(freezing)= CR

- Animal is placed in novel context
- Hears a tone
- Receives foot shock

CONTEXTUAL TEST



- Animal is returned to same context
- Test for freezing behavior

CUED TEST



- Animal is placed in modified context
- Hears a tone
- Test for freezing behavior

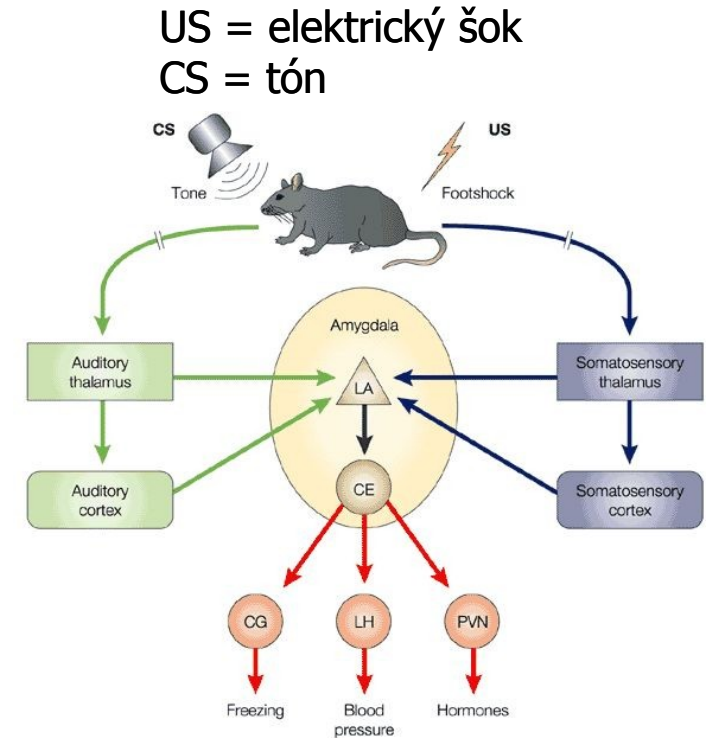
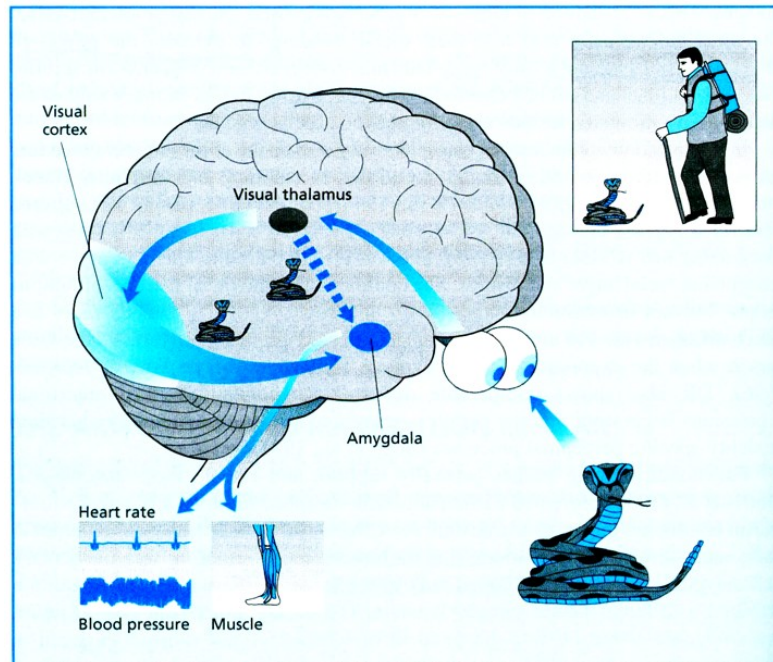
- **Učení:** Potkan je umístěn do nového prostředí, uslyší tón a dostane mírný elektrický šok do tlapek
- **Test:** Freezing (tuhnutí) ve stejném prostředí, nebo v jiném prostředí se stejným tónem

Dvě dráhy strachového podmiňování

- Podmiňování strachu

(Fear conditioning)

- spojení první rychlé reakce na šok s tónem probíhá v **amygdale**
- pro druhou pomalejší reakci je důležitá **mozková kůra** a **hipokampus**



Podmíněná chuťová averze

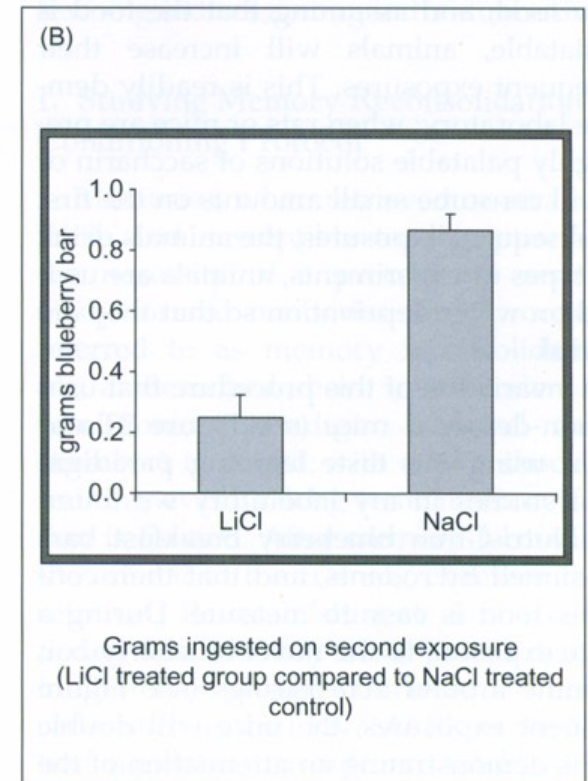
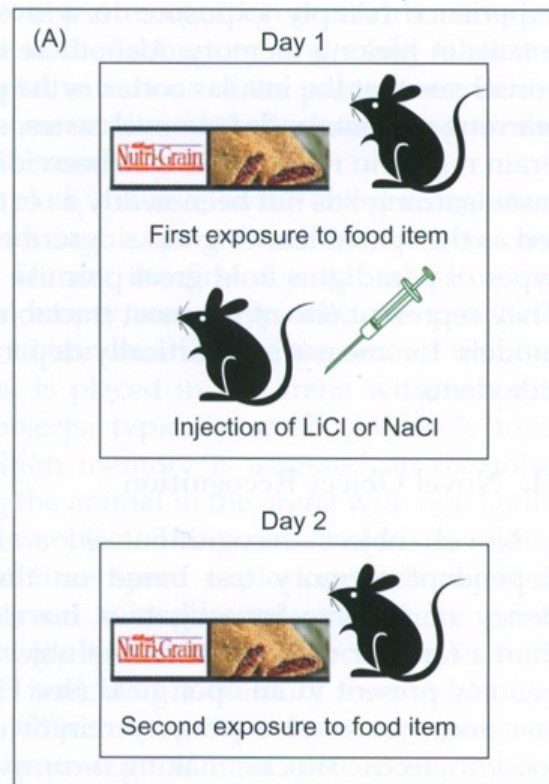
- Po konzumaci nové potravy žaludeční nevolnost
 - Např. injekce LiCl (přechodné bolesti útroby)
- Druhý den vyhýbání se potravě
- Na rozdíl od běžného podmiňování je mezera mezi CS a US, u podmíněné chuťové averze to může být až několik hodin

US= LiCl

CS=potrava

CR= přechodná bolest

Častá i u lidí

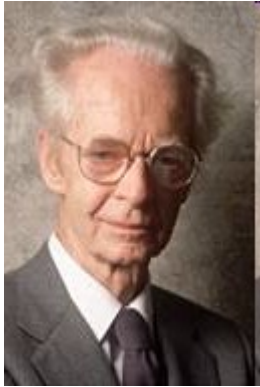


Základní poznatky k přežití

- Které zvuky neznamenají nebezpečí a které znamenají?
- Který zvuk znamená, že bude jídlo?
- Který zvuk znamená, že nás chce něco sežrat?
- **Co mám udělat, abych dostal do zobáčku jídlo?**
- **Co nemám dělat?**

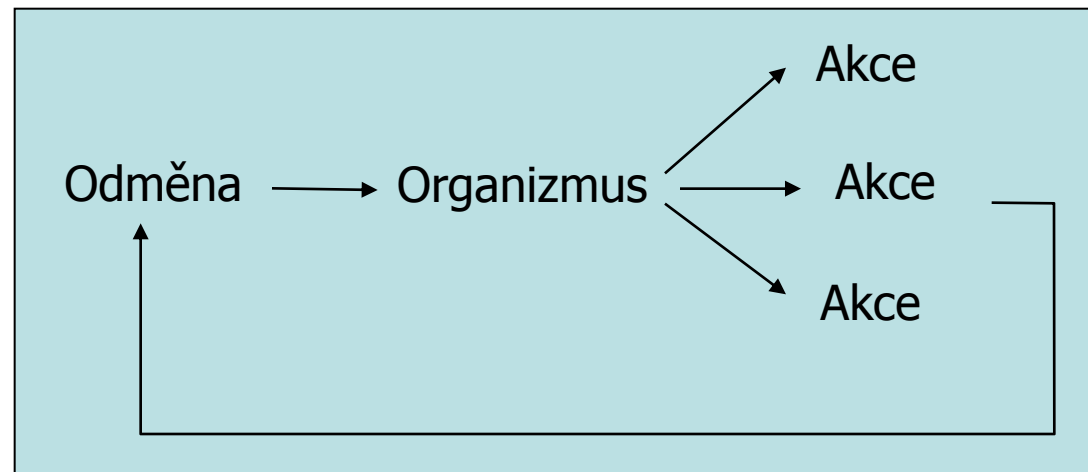
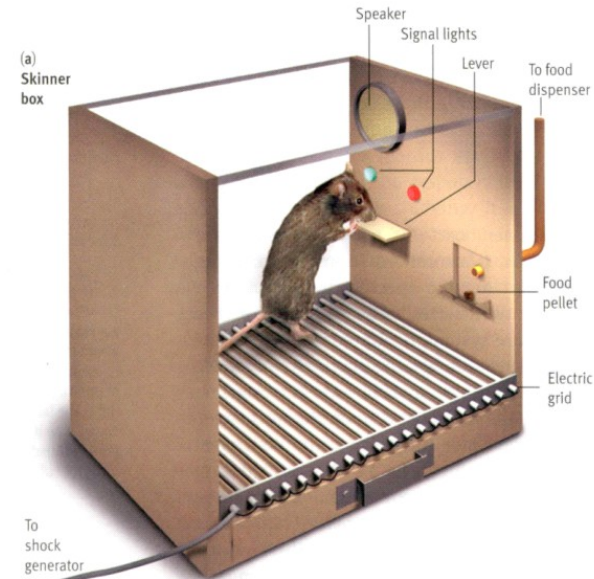


Operantní podmiňování

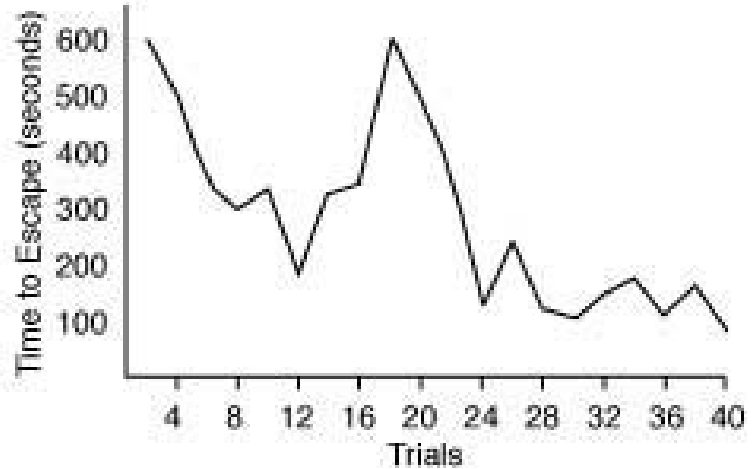
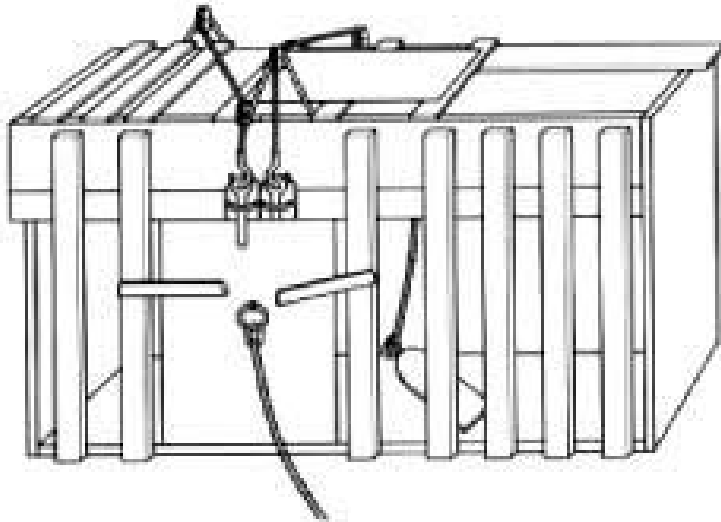


B. Skinner
1904 - 1990

Skinnerův box

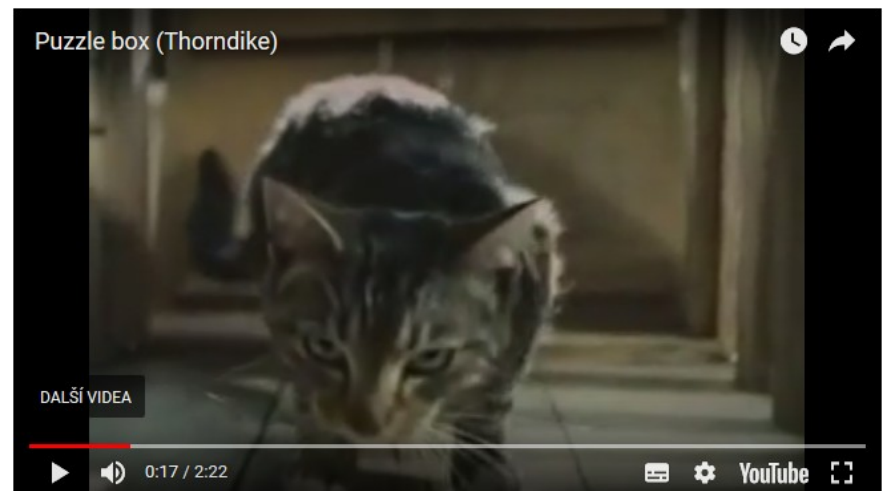


Zákon účinku



Adapted from Domjan, 1993 (modified from Thorndike, 1898 [left] and Imada & Imada, 1983 [right])

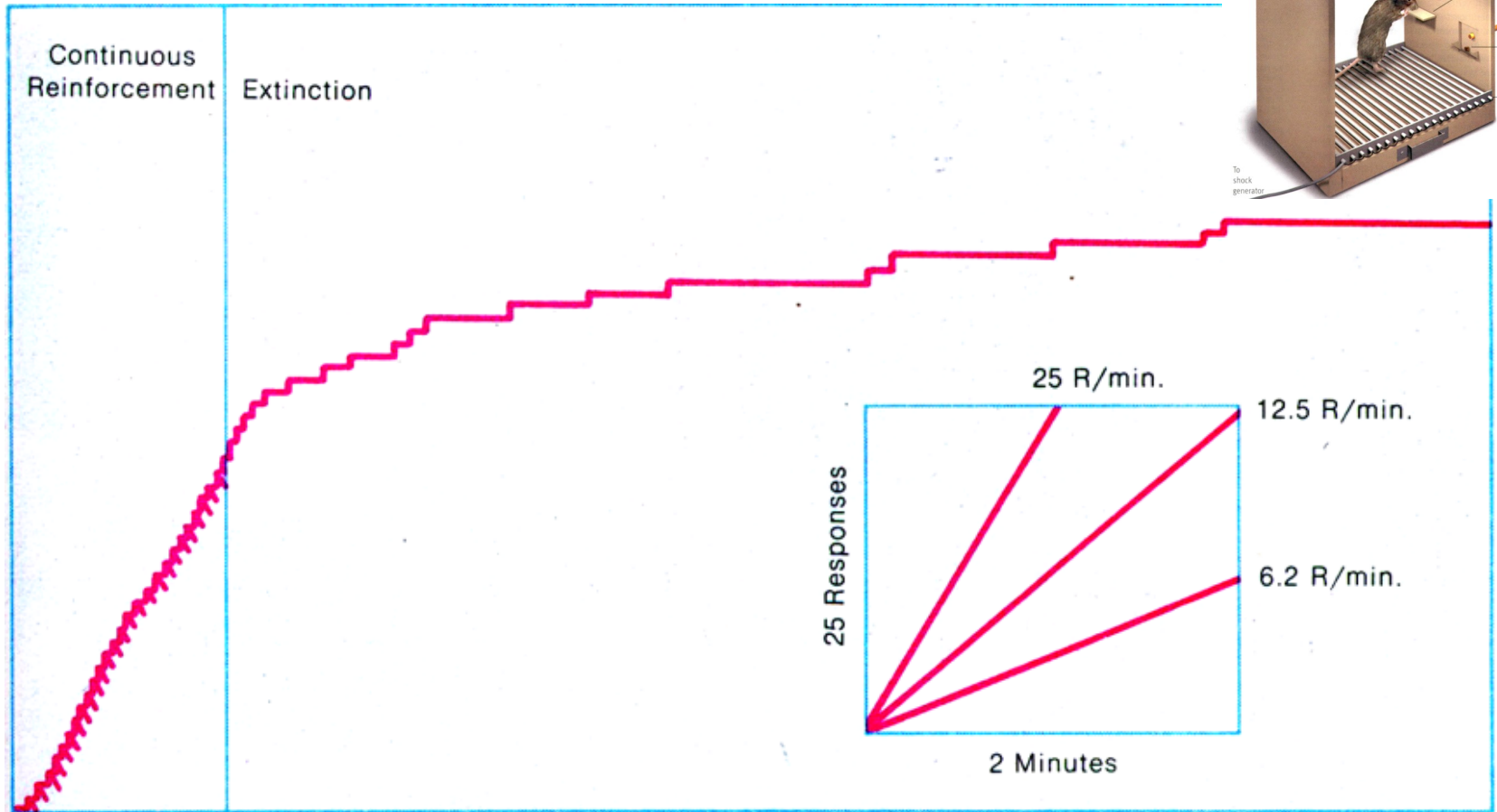
- Thorndike (1898)
the law of effect



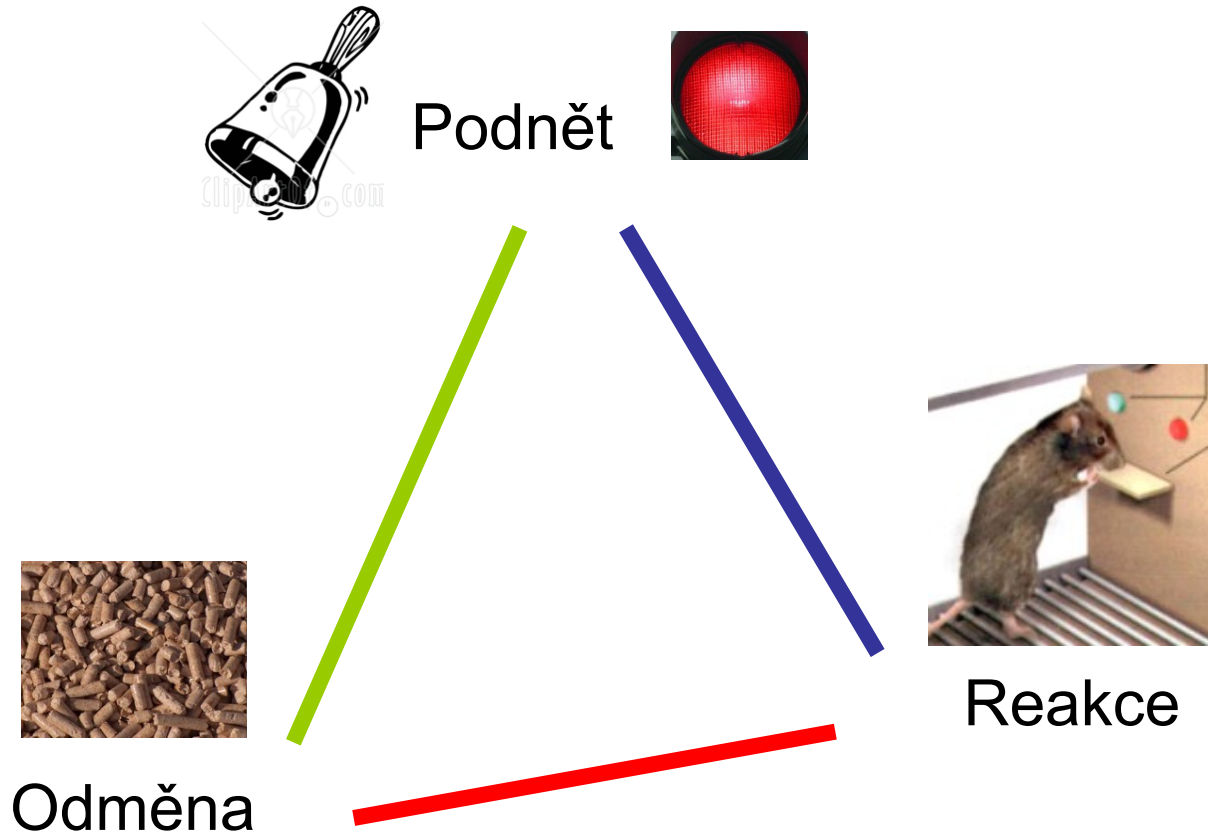
<https://www.youtube.com/watch?v=fanm--WyQJo>

Křivka učení a vyhasínání

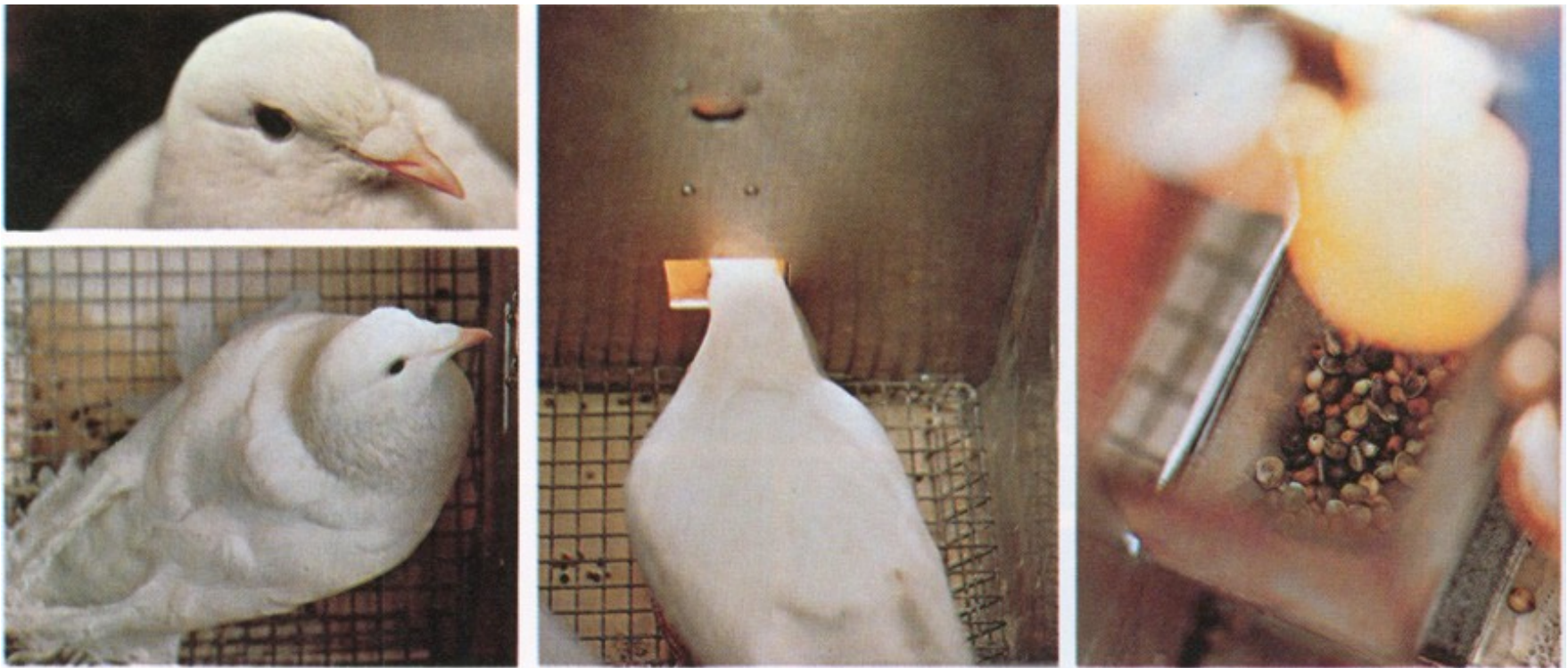
kumulativní mačkání páčky



Základní prvky podmiňování

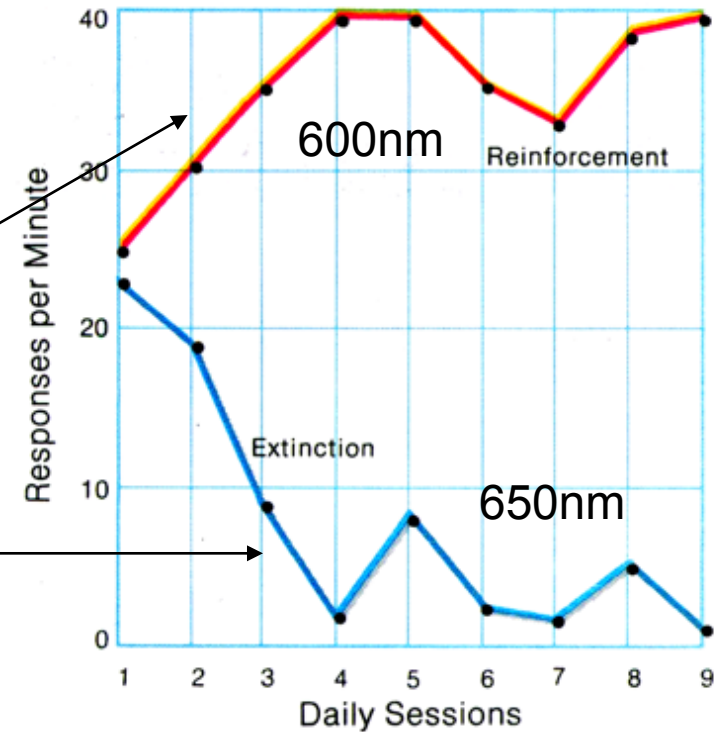
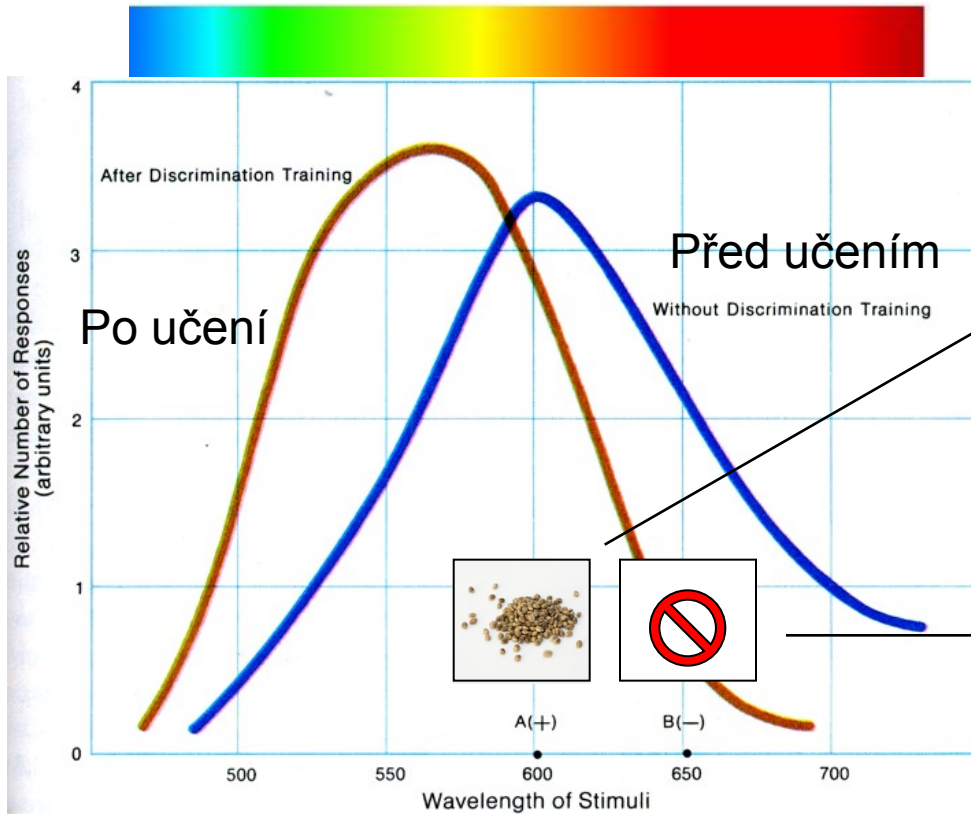


Diskriminační učení



- Holubi jsou odměněni potravou za klovnutí pokud svítí oranžové světlo

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

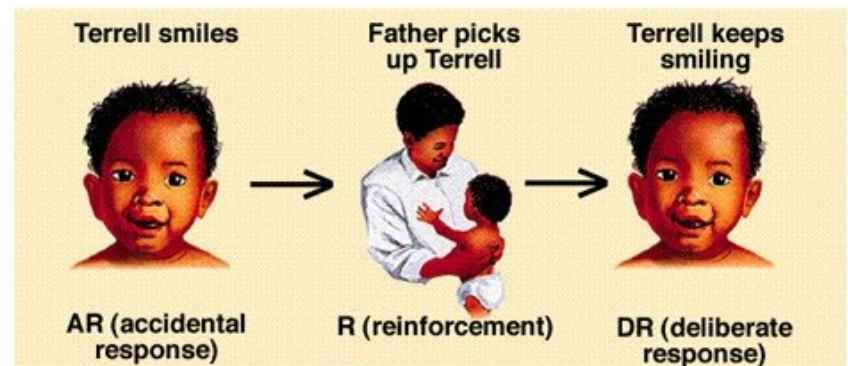
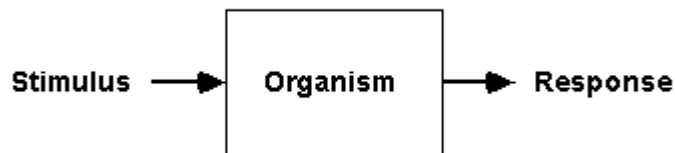
Výcvik zvířat

- Podnět => Akce psa => Odměna

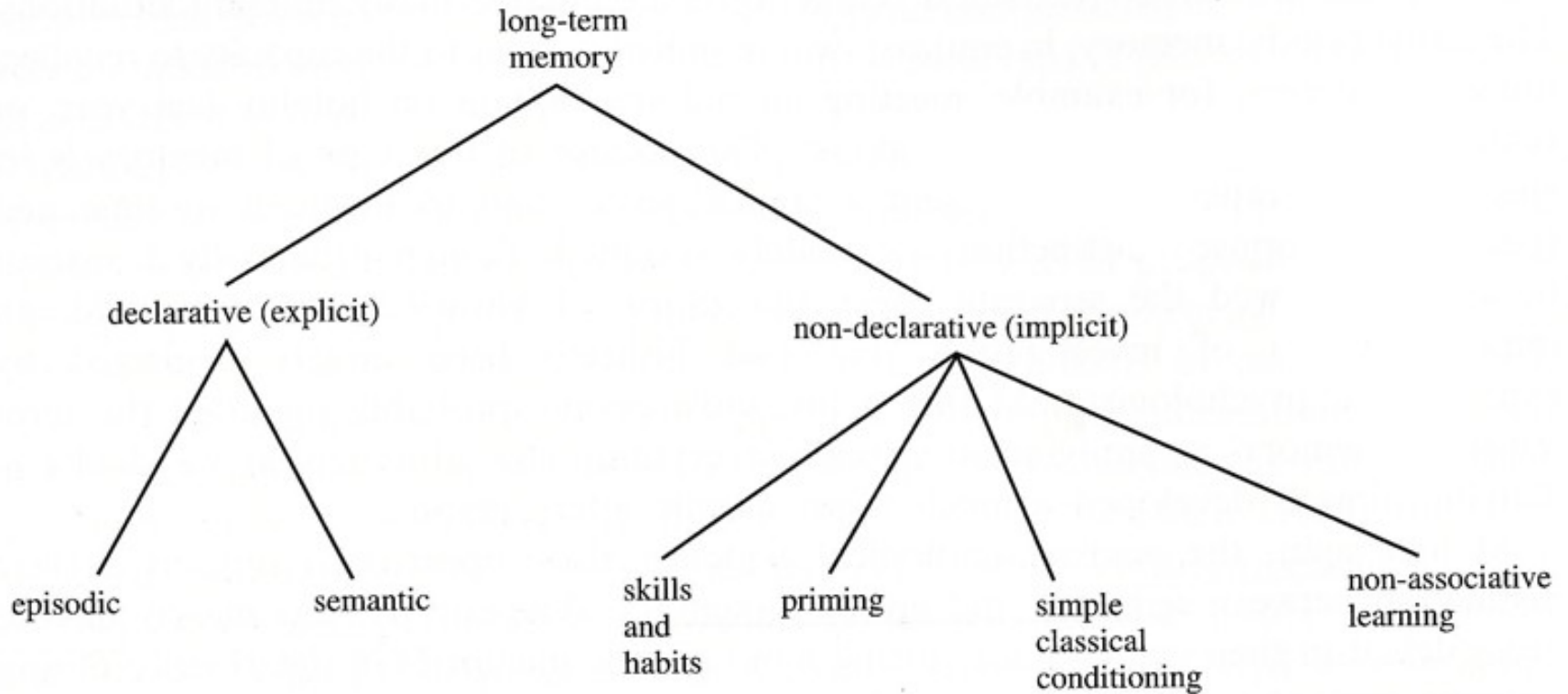


Behaviorismus

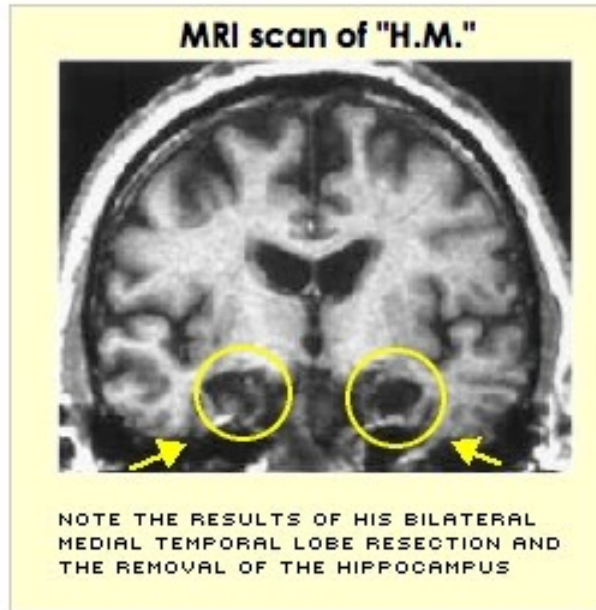
- 1920s – 1950s
- Model chování jako podnět-reakce
- Organismus jako černá schránka
- Veškeré chování je pouze podmíněná reakce na podnět (u zvířat i lidí)
- Učení se sociálnímu chování, řeči ... všemu



Rozdělení dlouhodobé paměti

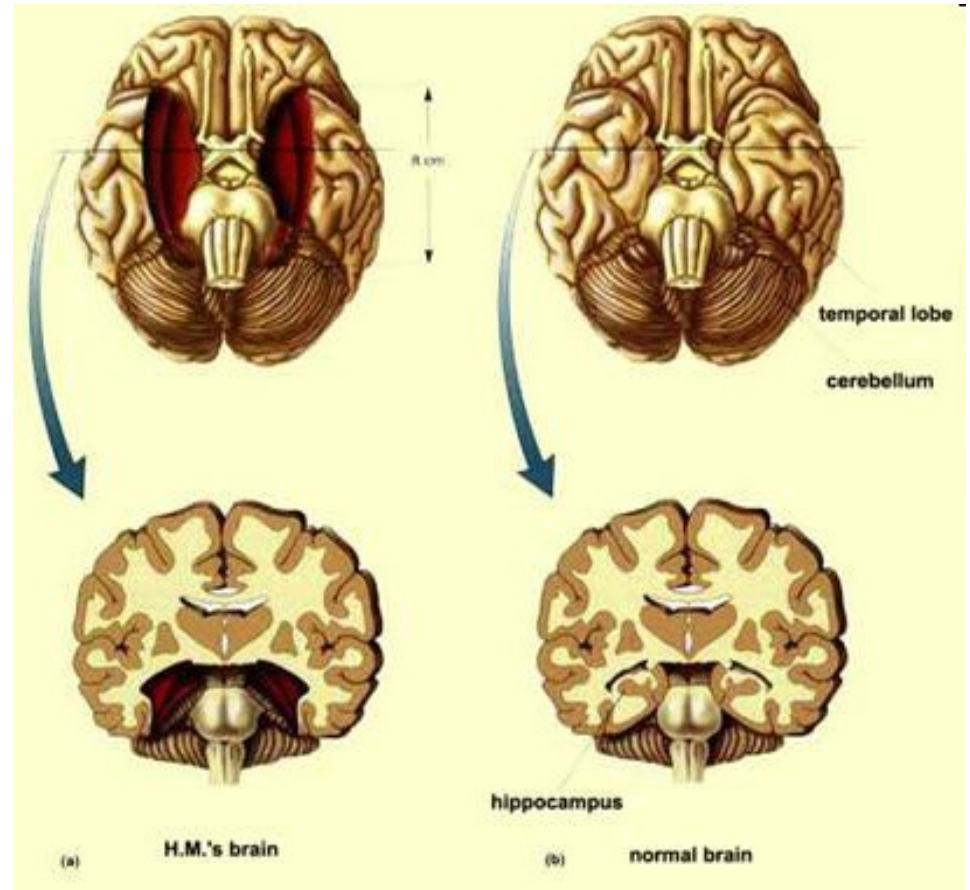


Amnésie u člověka



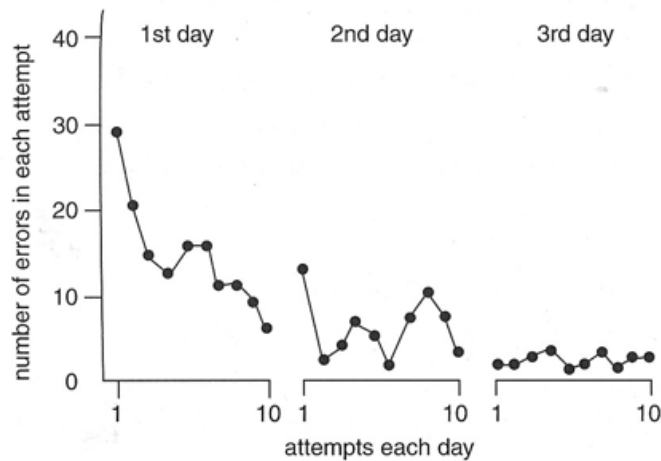
Pacient H.M.

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



Učení se dovednostem u H.M.

- H.M. se naučil zrcadlové kreslení
- Nepamatoval si, že se to učil



Druhy dlouhodobé paměti

Kritérium vědomí + vnitřní reprezentace:

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

Deklarativní paměť

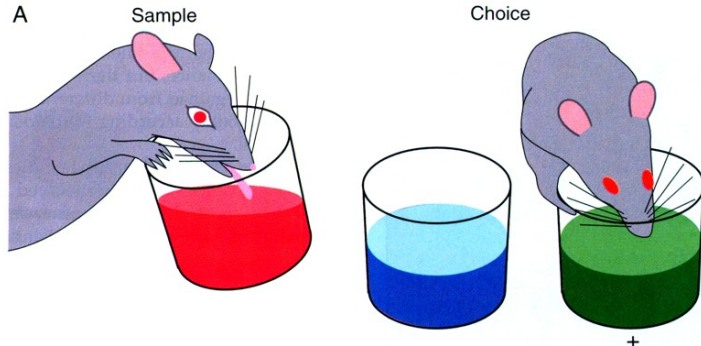


Fakta = sémantická paměť



Události = epizodická paměť

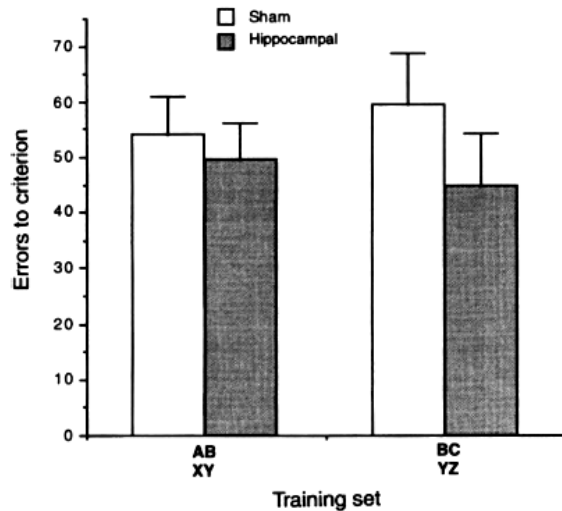
Deklarativní paměť u potkanů



Učení se páru pachů – červený → zelený

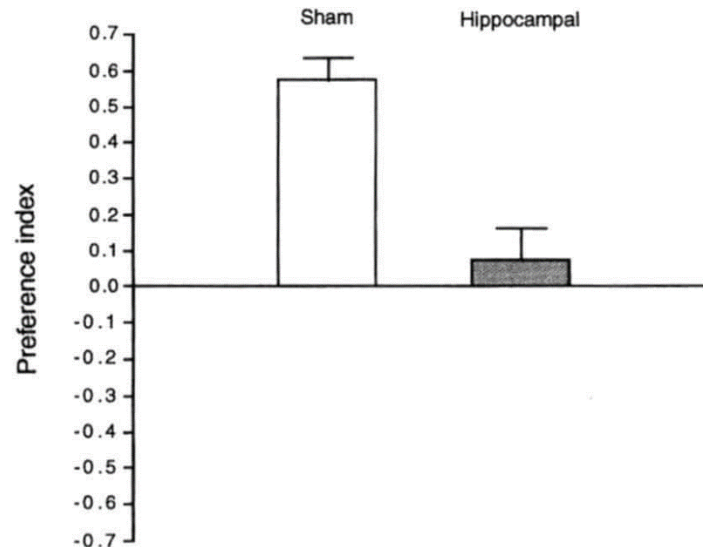
- Párové asociace - páry hrnků s různými pachy, kde najdou schovanou potravu
- Potkani s lézí hipokampu si nevytvoří flexibilní paměť – neumí si převrátit pořadí pachů

Learning paired associates



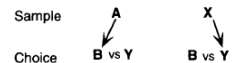
Test: červený → zelený

Test for symmetry



Test: zelený → červený

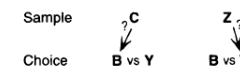
Training Set 1: AB & XY



Training Set 2: BC & YZ

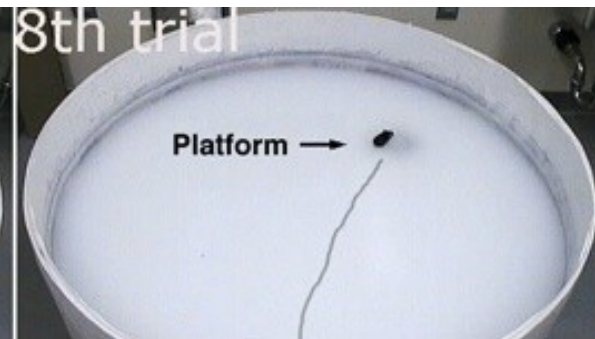
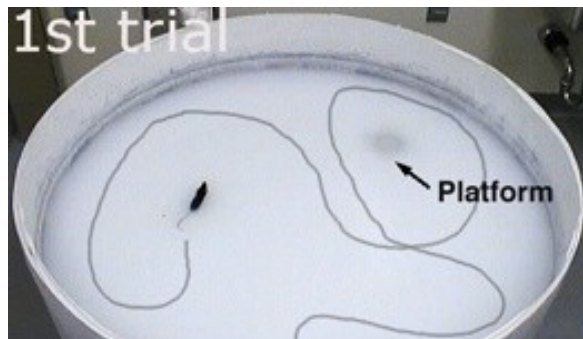


Test for Symmetry: CB & ZY



Morrisovo vodní bludiště

- model deklarativní paměti u zvířat



Epizodická paměť

- Tulving 1972
 - epizodická paměť ukládá informace o specifických událostech a jejich vztazích v čase a prostoru
 - charakterizace pomocí používaných testů (např. zopakování jednou slyšených slov je epizodická paměť)
- Tulving 1983
 - epizodická paměť zahrnuje vědomé znovuvybavení a mentální cestování časem
 - v této formě je testovatelná pouze verbálně a jen u lidí



Endel Tulving

Paměť epizodického typu



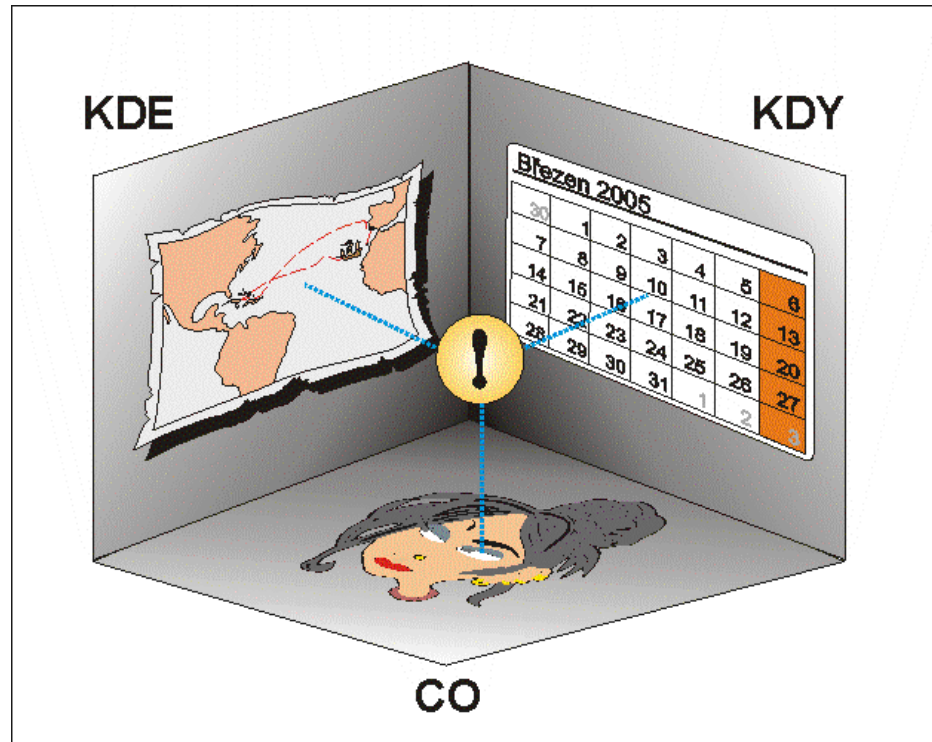
- Založena na prvním pojetí epizodické paměti
 - podle Tulving 1972
- Episodic-like memory
 - Clayton & Dickinson, Nature, 1998

Schovávání potravy



- Evropská sojka, food caching
- <https://www.youtube.com/watch?v=T8bQnAhT-4E>

Paměť epizodického typu



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

Paměť epizodického typu



4 h ↓



124 h ↓



Clayton & Dickinson, Nature, 1998

Degrade group

Replenish group

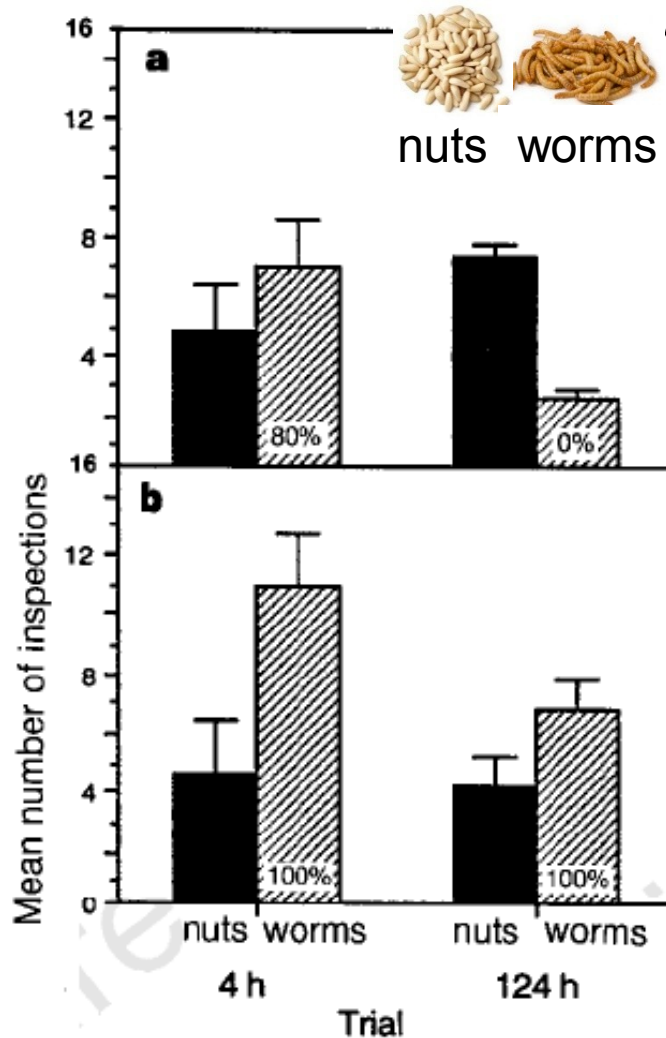


Figure 2 | A western scrub-jay caching wax worms. Birds hide the food items in trial-unique, visuo-spatially distinct caching trays filled with sand in which they can bury caches.

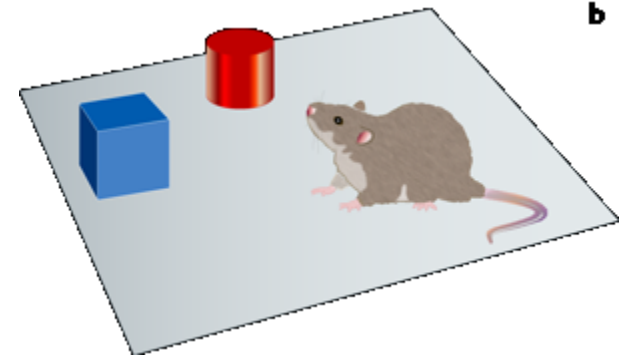
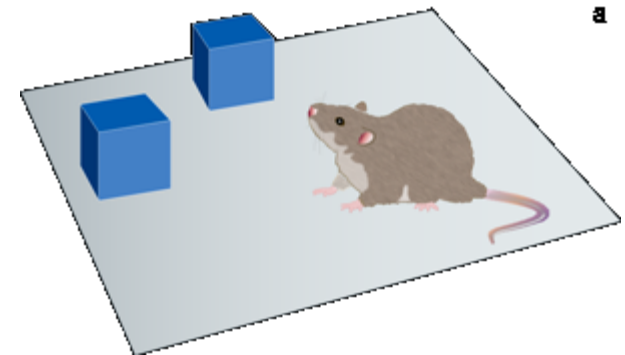
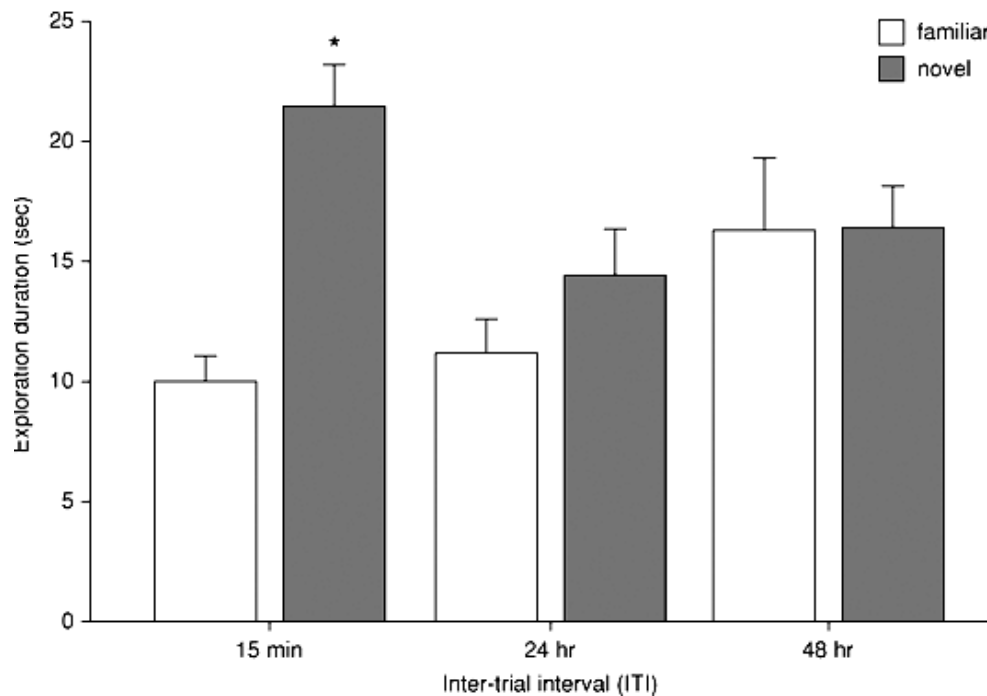
Skupiny sojek podle druhu učení

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

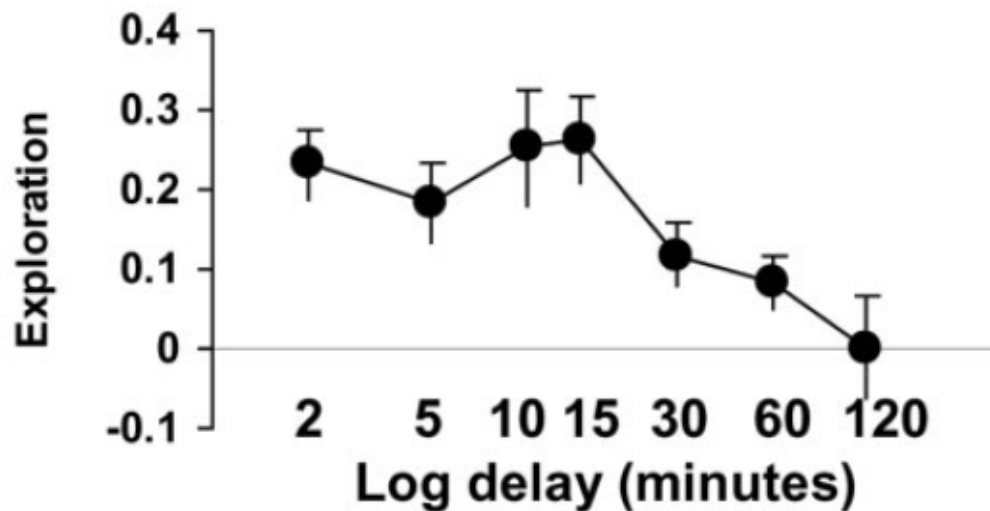
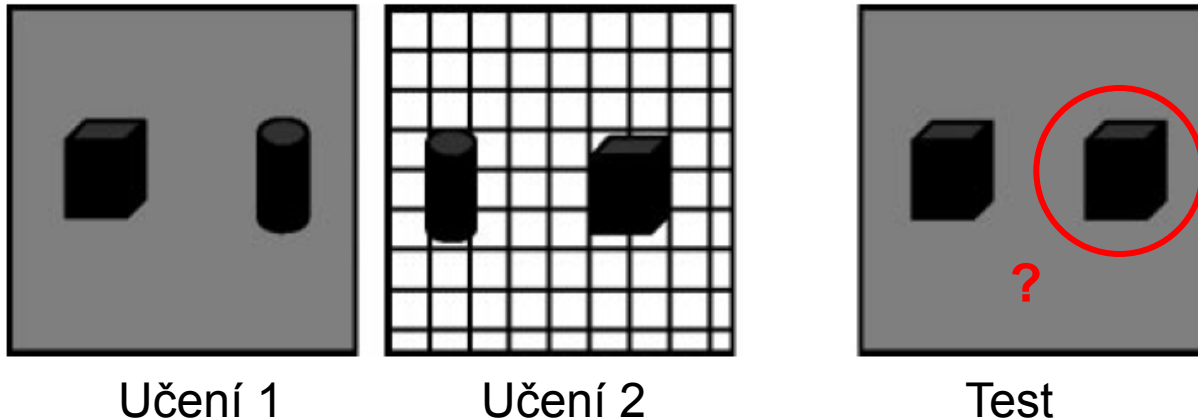
Clayton & Dickinson, Nature, 1998

Rozpoznání nového objektu

- Učení – potkan umístěn k dvěma objektům

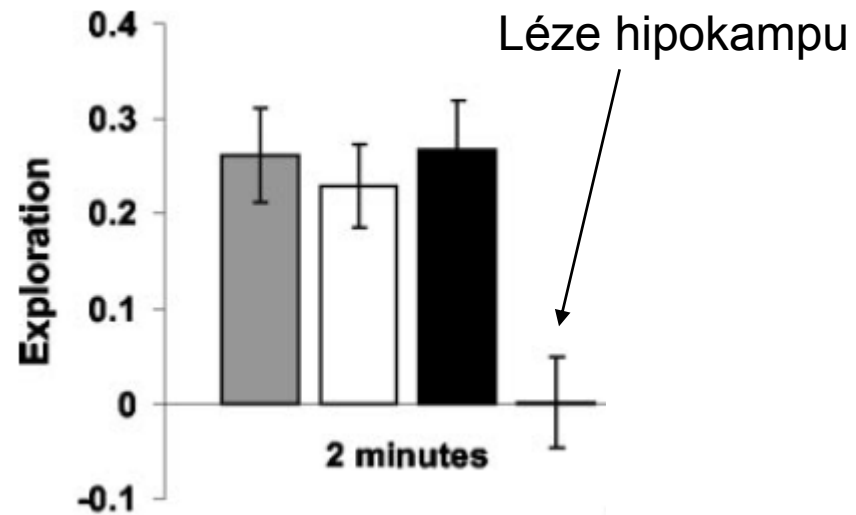
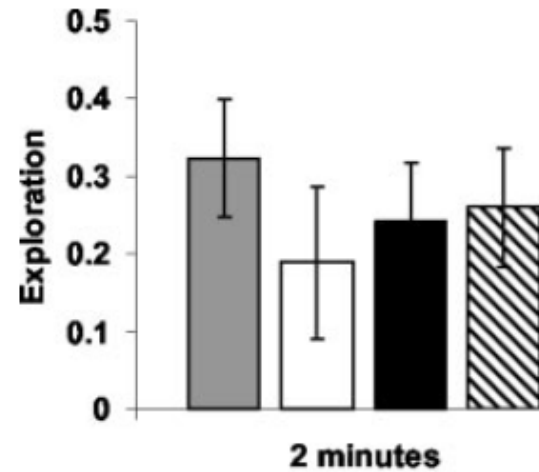
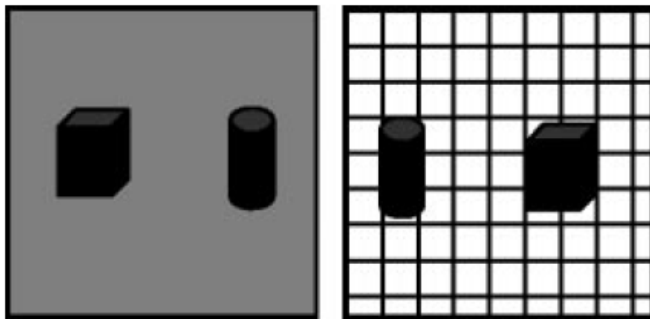
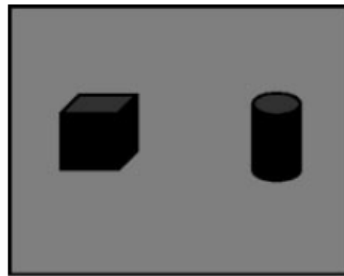


Paměť epizodického typu u potkanů



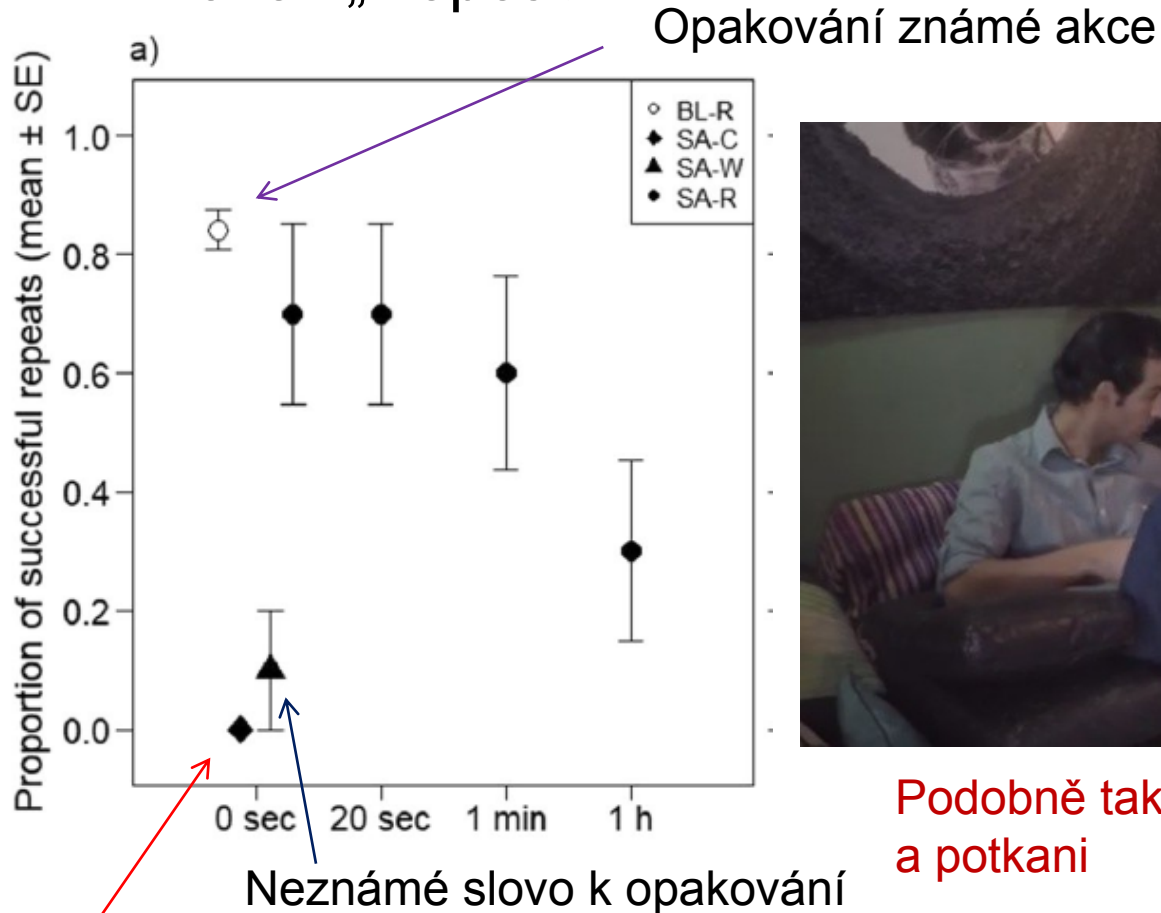
- **Co - Kde - Kontext**
- Učení – dva objekty v různých pozicích podle kontextu
- Test – který objekt je v tomto kontextu na novém místě?

Paměť epizodického typu je hipokampálně závislá



Epizodická paměť u psů

- Opakování spontánní akce
- Povel „Repeat“



Podobně také holubi, orangutani, gorily a potkani

Fugazza et al 2020 SciRep

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

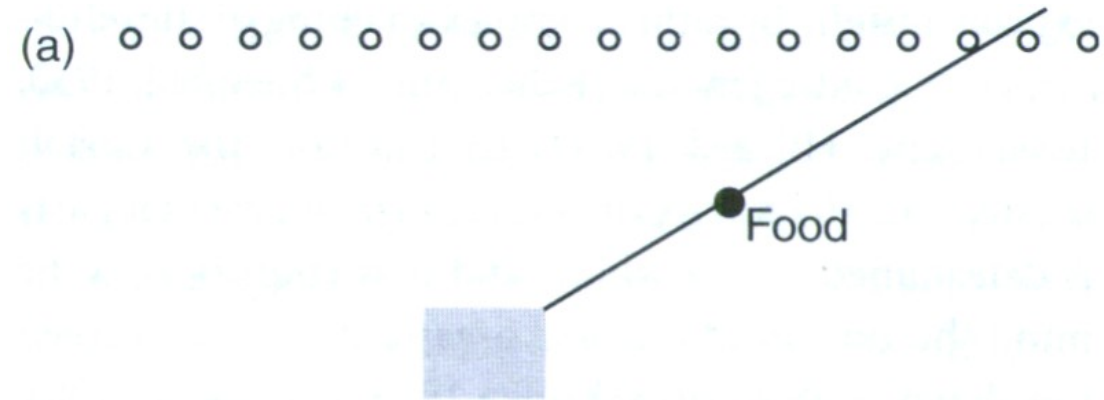
Učení vhlédem

- Kohler (1925) - „Aha zkušenost“ – náhlé řešení

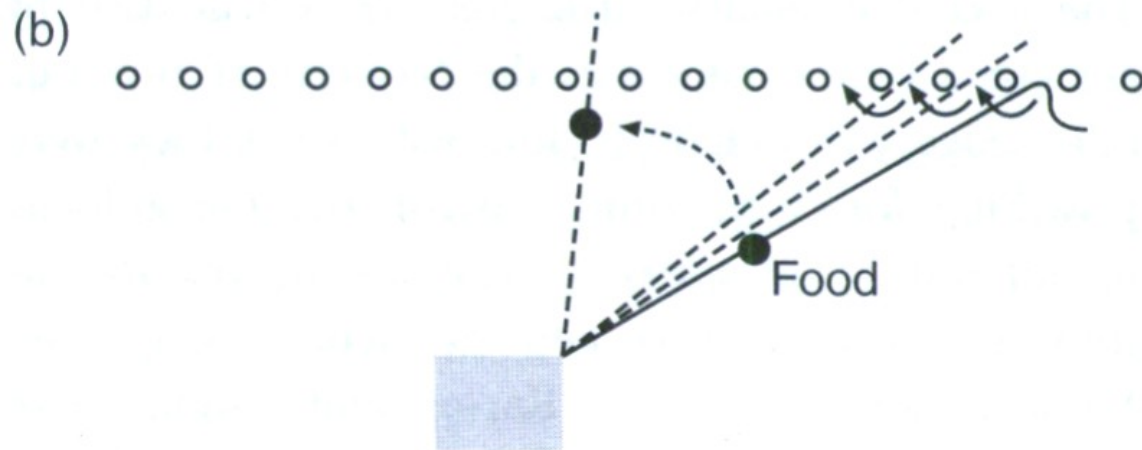


Zábrany jsou mentální pravidla, určující co může a nebo nemůže přispět k řešení

Učení vhladem



- Učení: zkušenost přetrvává a přistě je řešení rychlé





Děkuji za pozornost