

Paměť a učení



Paměť a učení

- Učení
 - Získávání nových znalostí a dovedností
- Paměť
 - Udržení naučené informace
- Klasifikace dle
 - Trvání
 - Charakteru informace
 - Zavzatých struktur mozku
 - Buněčných a síťových mechanismů

Paměť a učení

- **Kódování**
 - Zpracování příchozí informace
- **Přepis**
 - Registrace vstupní informace ze sensorických zdrojů
- **Konsolidace**
 - Informace trvalejšího významu přepsána do permanentní paměti
- **Uložení**
 - Výsledek získání a konsolidace informace
- **Vybavení**
 - Využití uložené informace k vytvoření vědomé reprezentace informace, či k vykonání naučeného chování

Vstup



Vstup

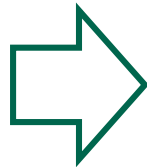


Okamžitá
paměť

Vstup



Okamžitá
paměť

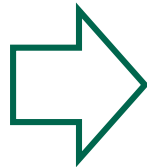


Krátkodobá paměť
(uložení)

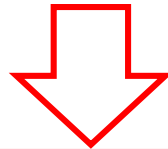
Vstup



Okamžitá
paměť



Krátkodobá paměť
(uložení)

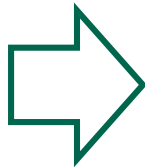


Zapomínání – ztráta informace

Vstup



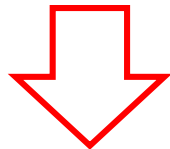
Okamžitá
paměť



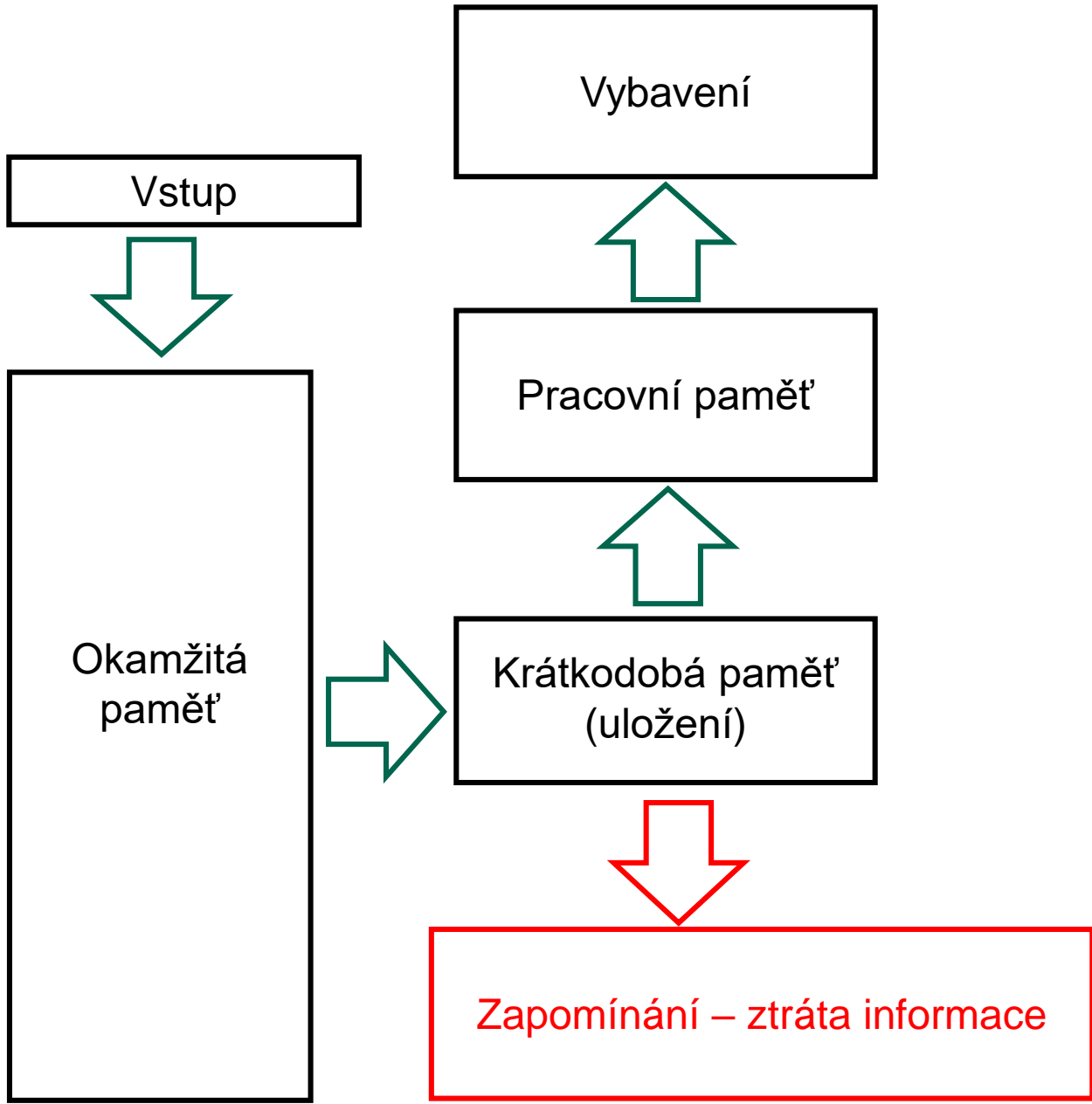
Pracovní paměť

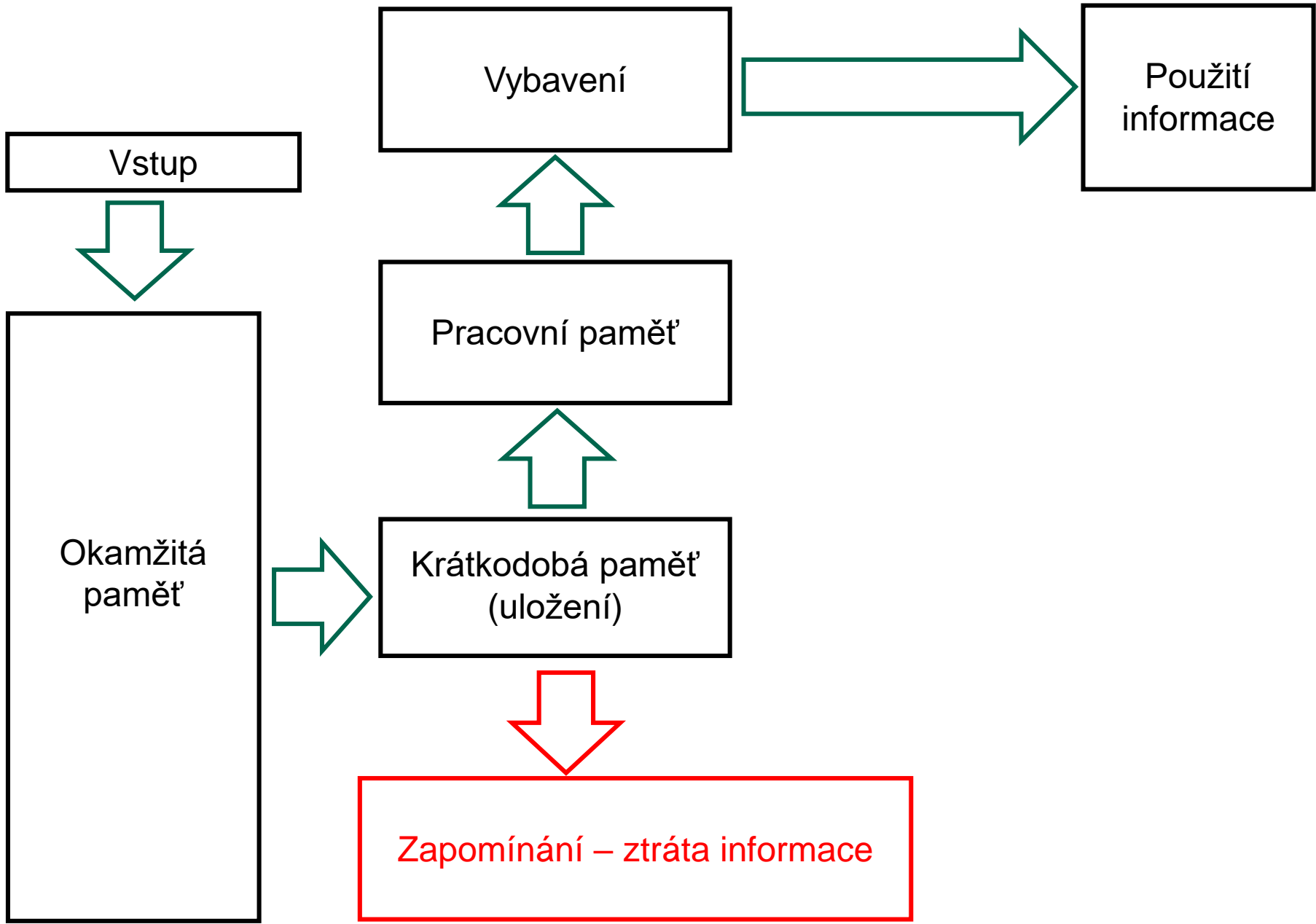


Krátkodobá paměť
(uložení)



Zapomínání – ztráta informace





Vstup

Vybavení

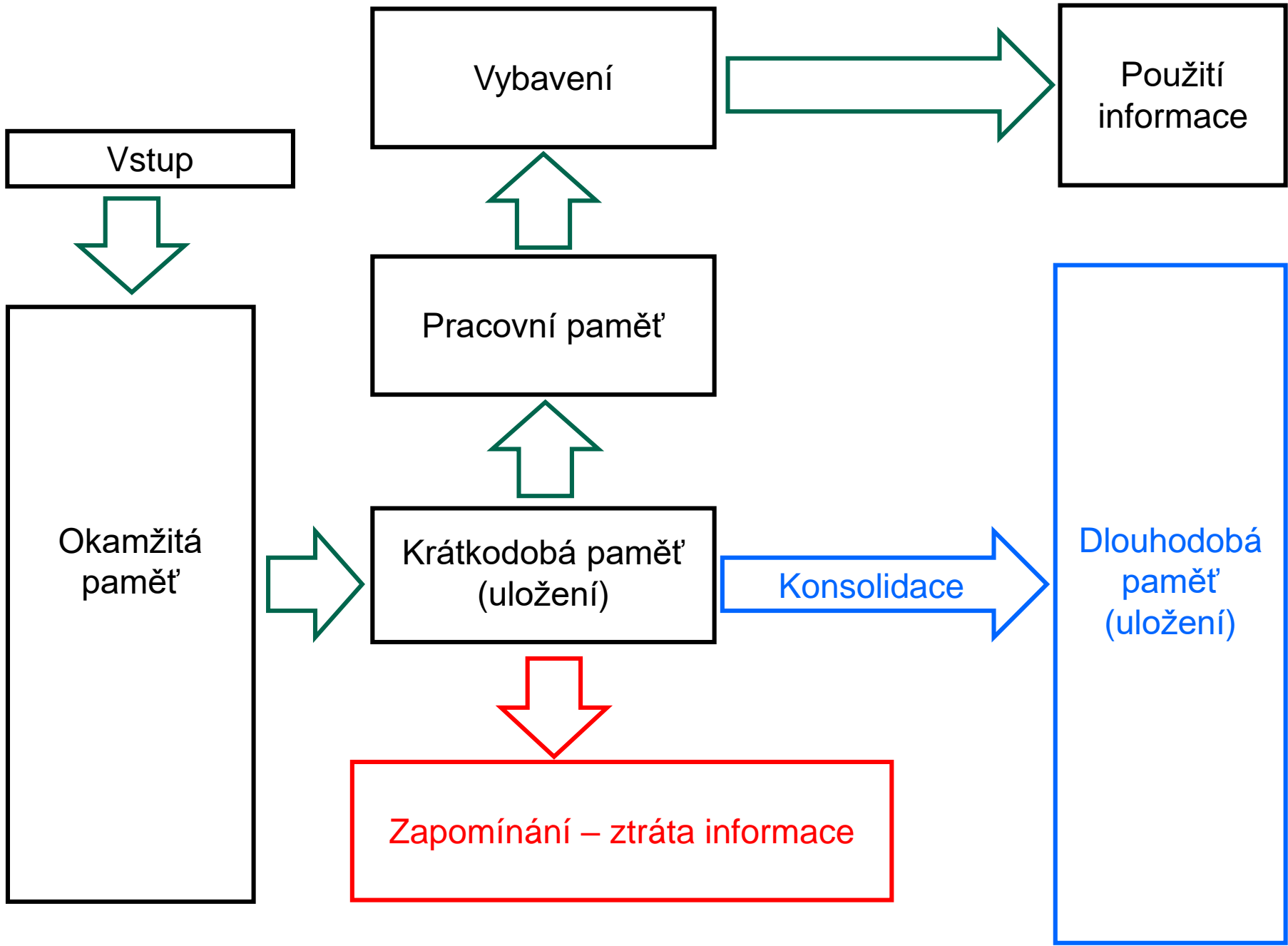
Použití
informace

Pracovní paměť

Okamžitá
paměť

Krátkodobá paměť
(uložení)

Zapomínání - ztráta informace



Vstup

Vybavení

Použití
informace

Pracovní paměť

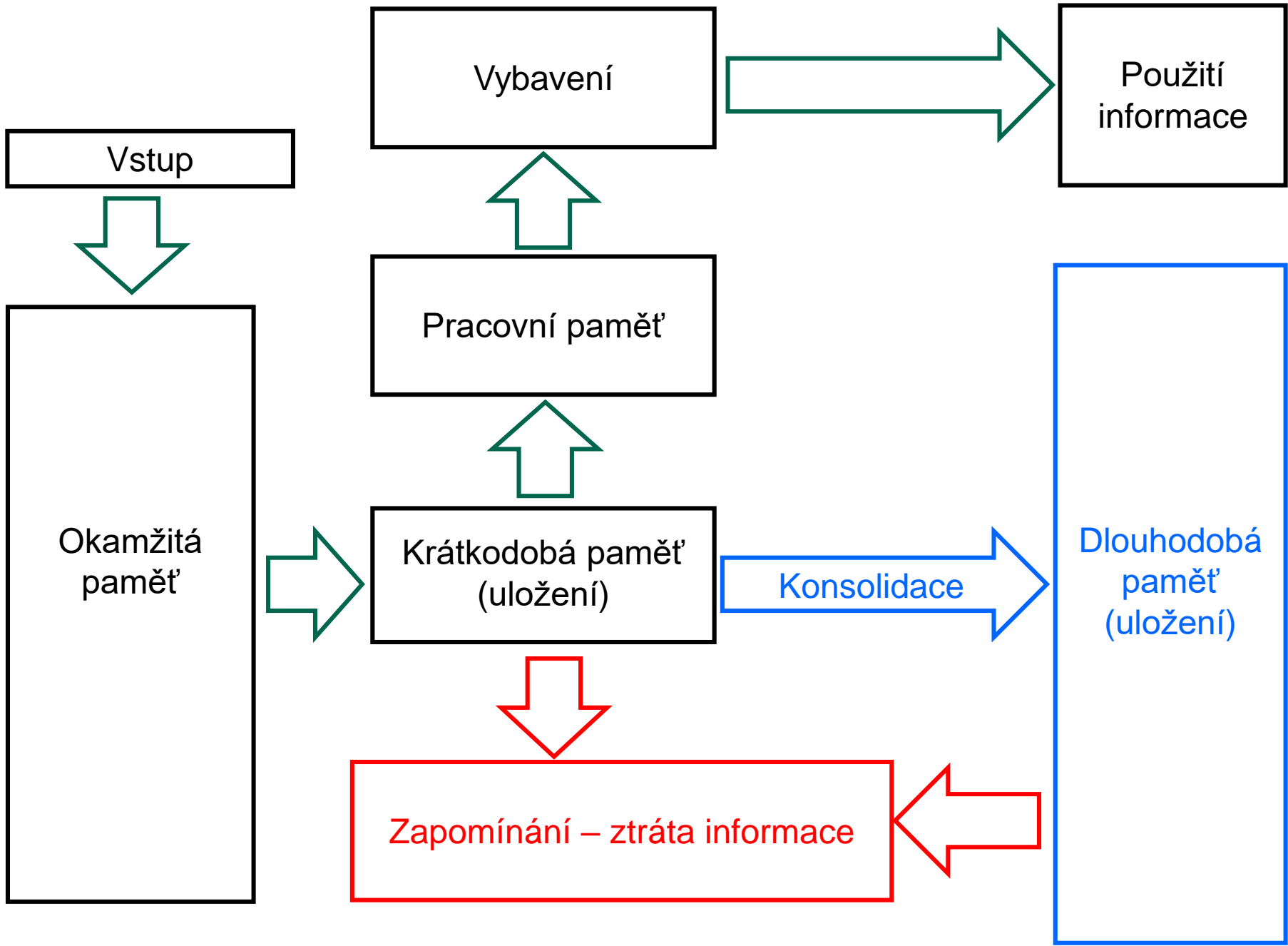
Okamžitá
paměť

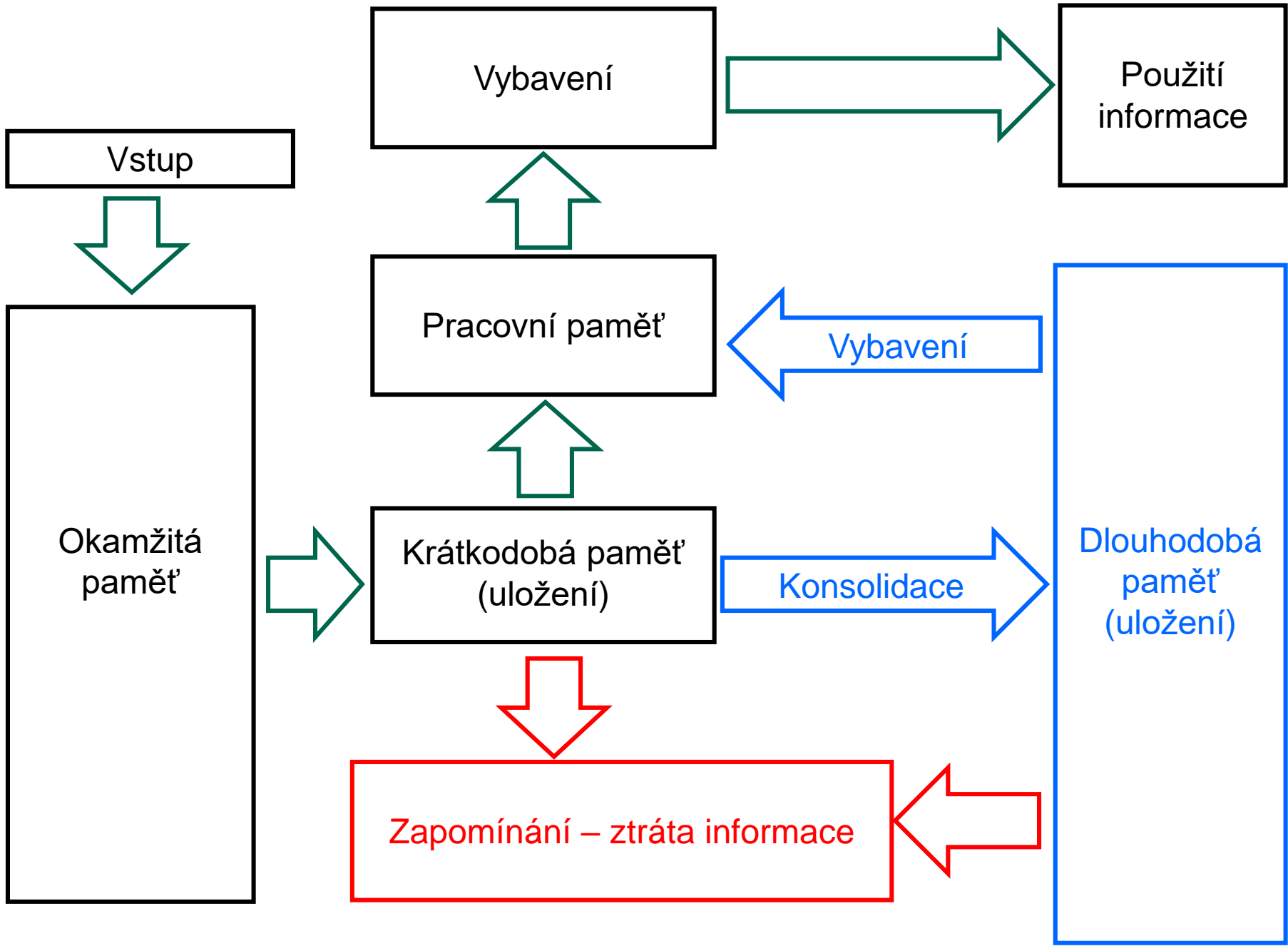
Krátkodobá paměť
(uložení)

Konsolidace

Dlouhodobá
paměť
(uložení)

Zapomínání – ztráta informace





Vstup

Vybavení

Použití informace

Pracovní paměť

Vybavení

Okamžitá paměť

Krátkodobá paměť (uložení)

Konsolidace

Dlouhodobá paměť (uložení)

Zapomínání – ztráta informace

Krátkodobá paměť

Dlouhodobá paměť

Střednědobá paměť

Implicitní
(nedeklarativní)
Přímá zkušenost

Explicitní
(deklarativní)
Vědomé úsilí

Procedurální
(dovednosti,
zvyky)

Emoční
odpověď

Episodická
(události)

Sémantická
(fakta)



Striatum

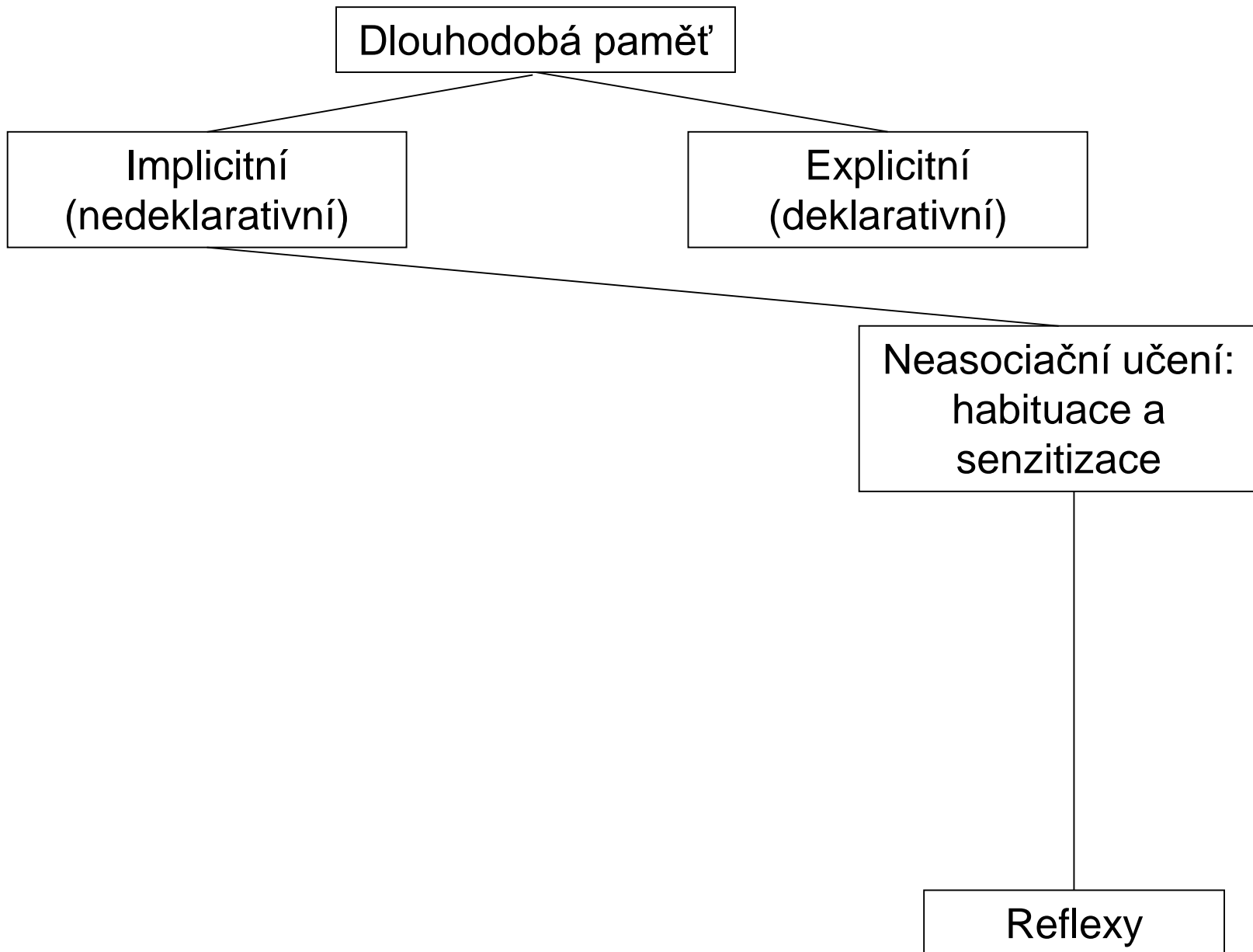


Amygdala



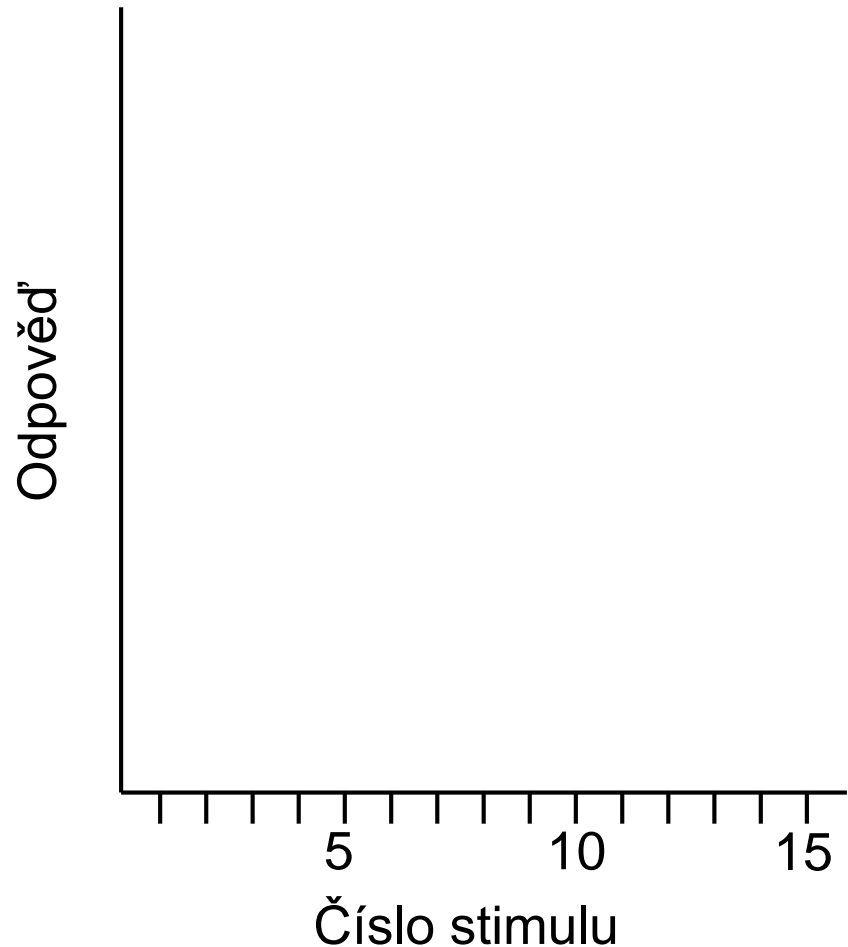
Mediální temporální lalok

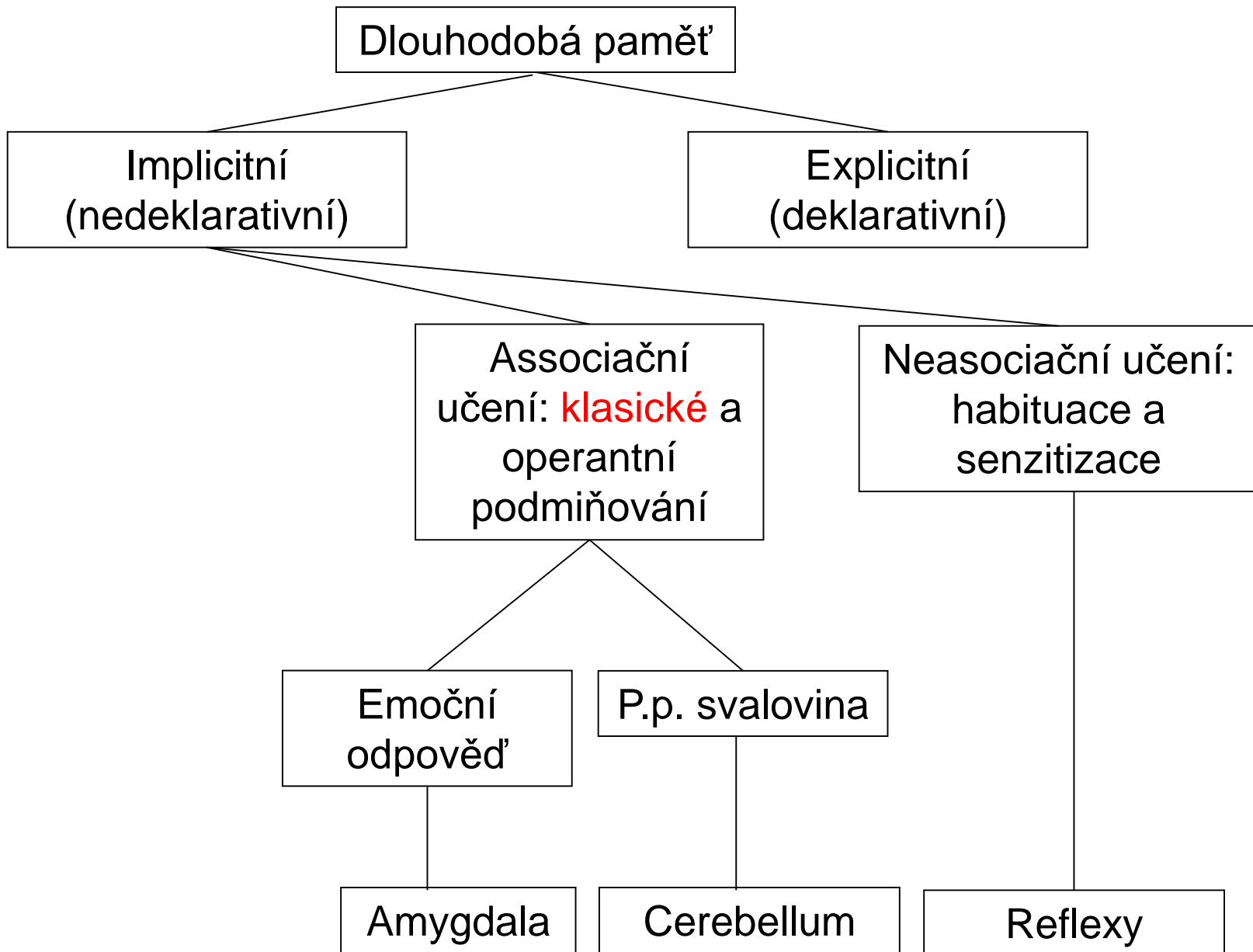




Neasociační učení

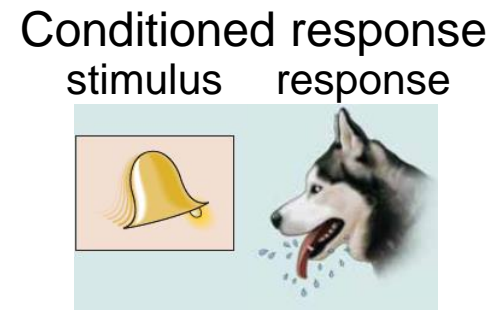
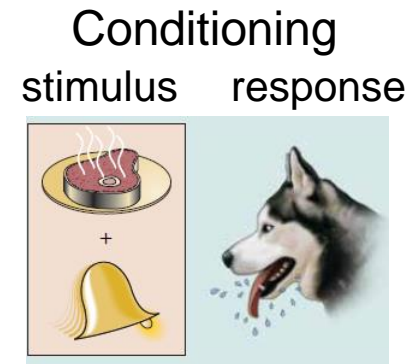
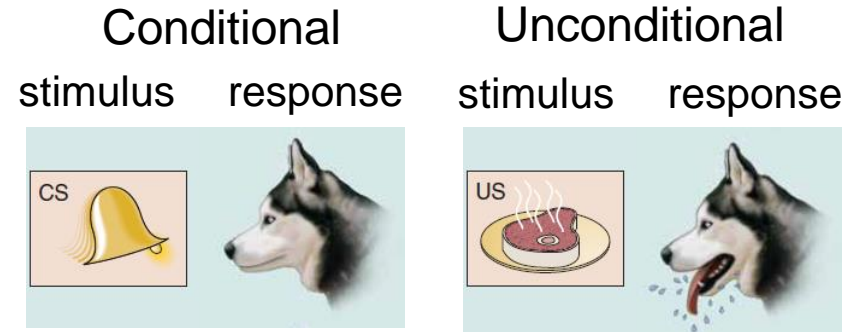
- Změny v behaviorální odpovědi na jednotlivý stimulus v průběhu času
- Habituační
 - Učení se ignorovat podněty bez signálního významu.
- **Sensitizace**
 - **Zesílení odpovědi na všechny podněty**



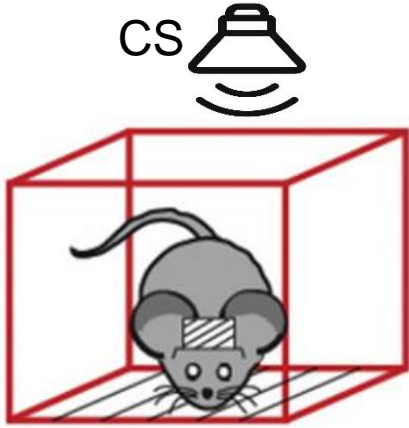


Asociativní učení

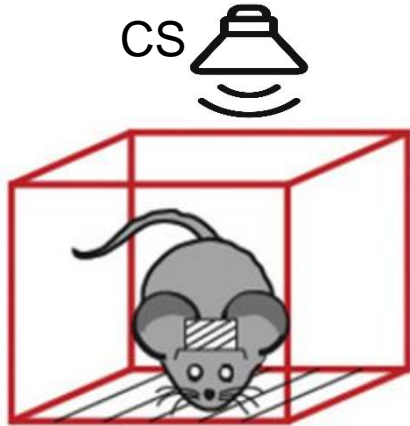
- Změny v chování v důsledku vytvoření časové souvislosti mezi dvěma a více podněty
- Klasické podmiňování
 - Nepodmíněný podnět (jídlo)
 - Podmíněný podnět (zvuk)
 - Podmiňování
 - Podmíněný reflex (odpověď) (salivace při zvukovém podnětu)



Fear conditioning



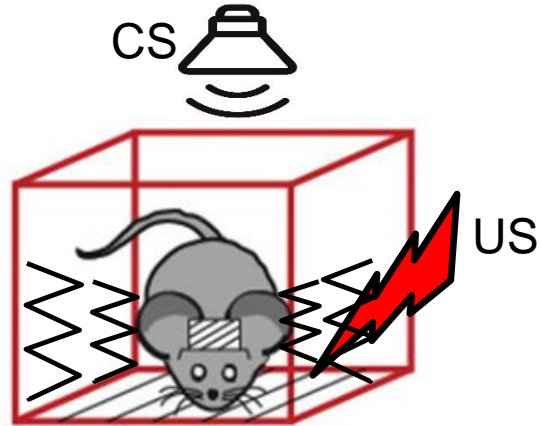
Fear conditioning



Krevní tlak



Záraz
činnosti



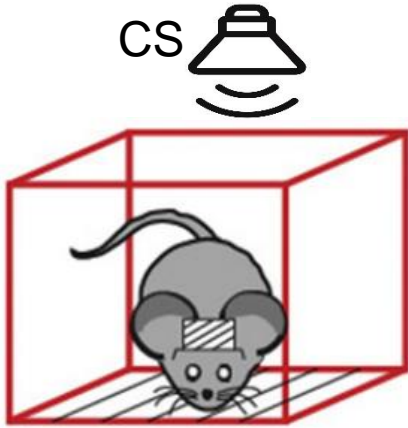
Krevní tlak



Záraz
činnosti



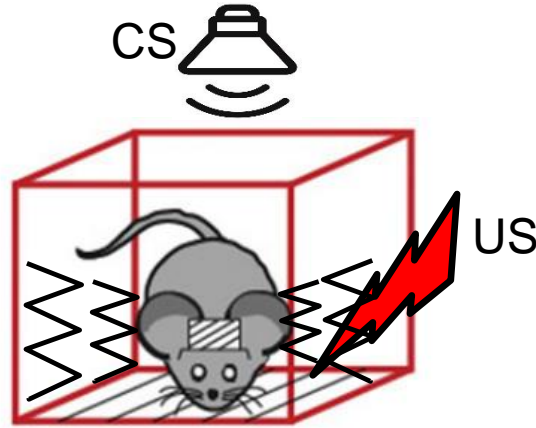
Fear conditioning



Krevní tlak



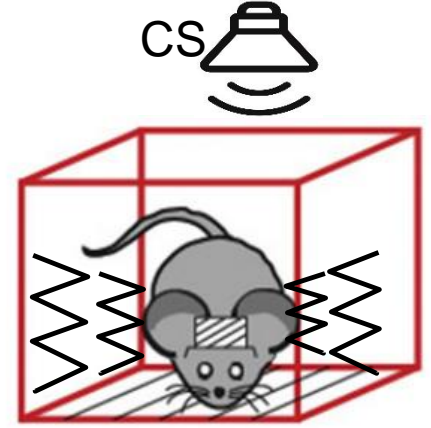
Záraz
činnosti



Krevní tlak



Záraz
činnosti



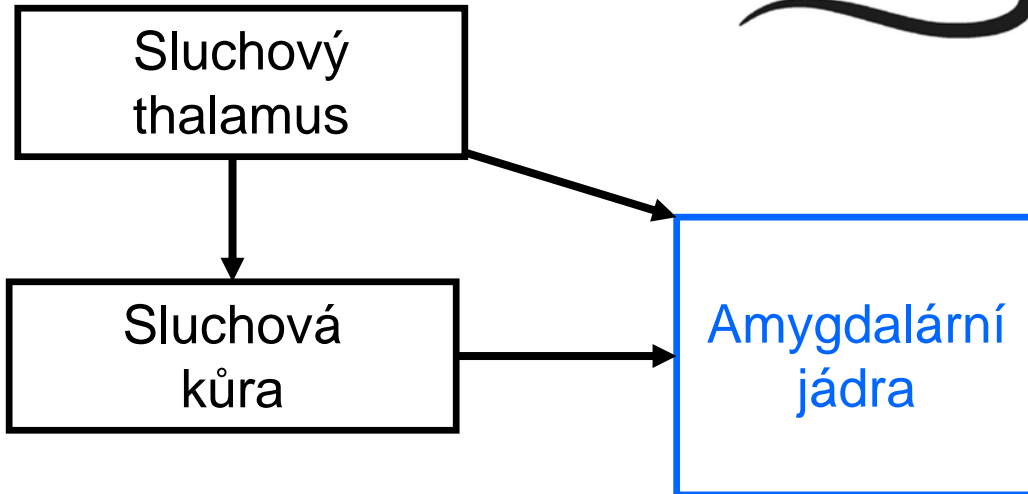
Krevní tlak



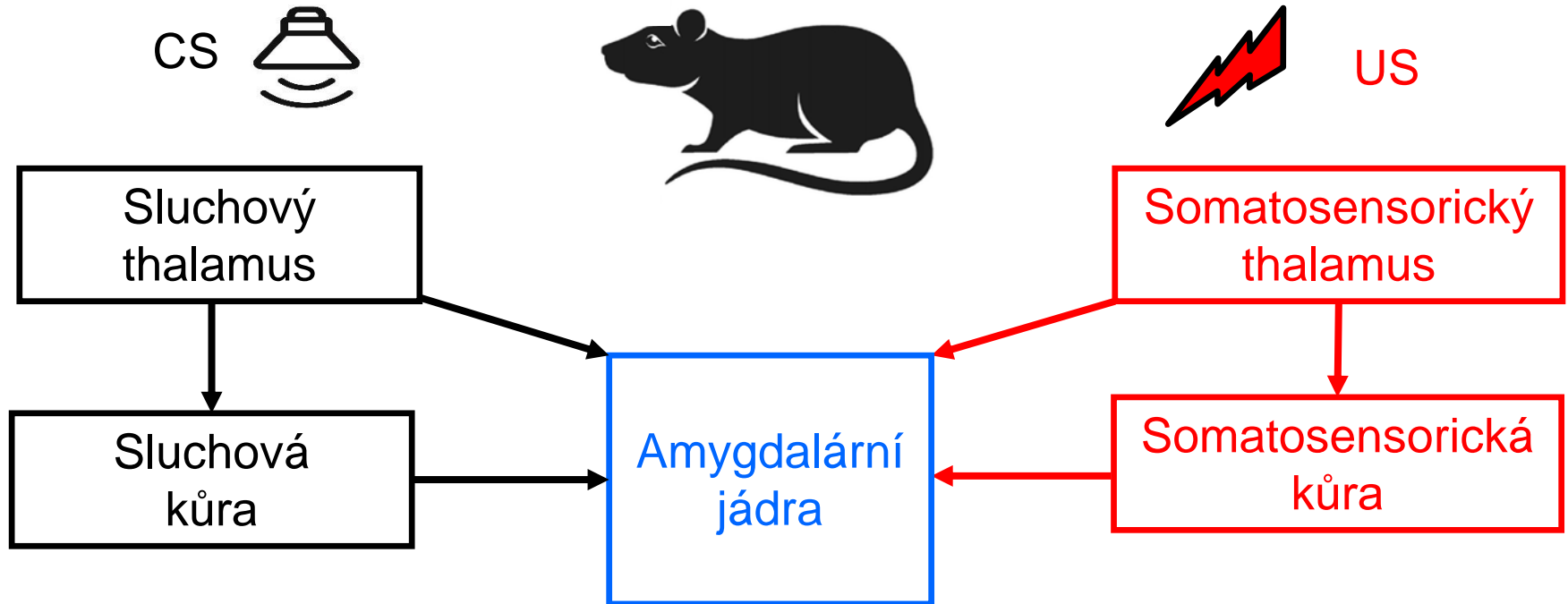
Záraz
činnosti



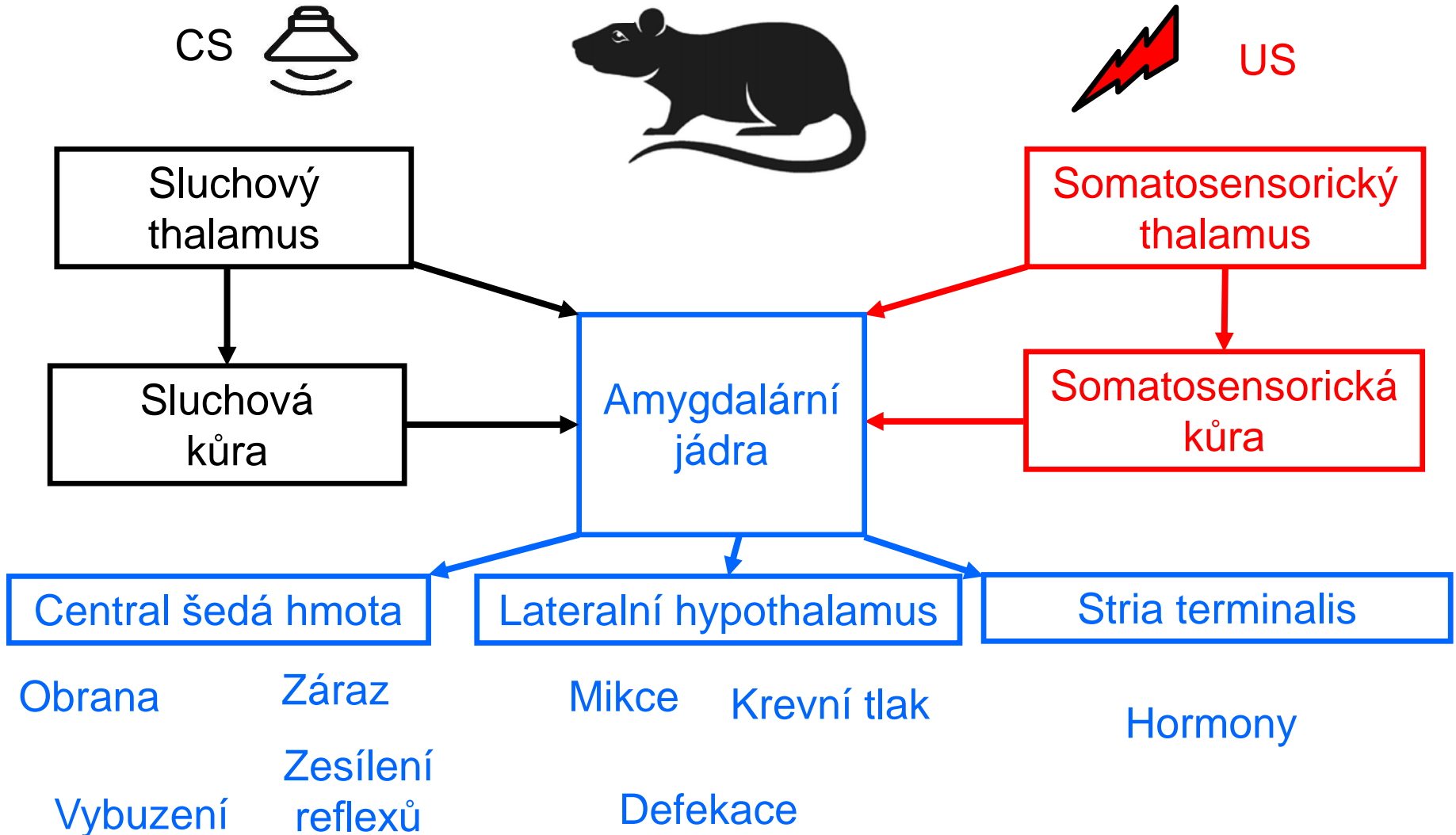
Fear conditioning - okruhy



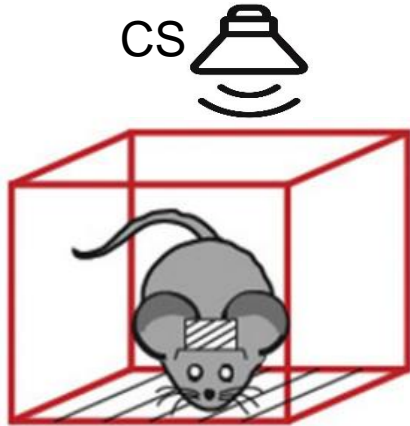
Fear conditioning - okruhy



Fear conditioning - okruhy



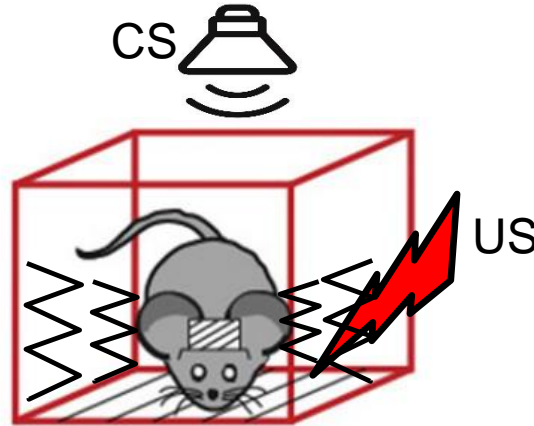
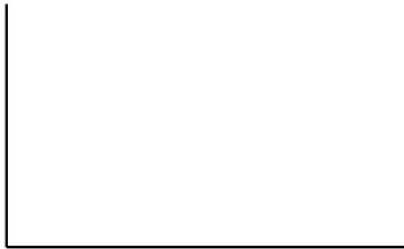
Contextual fear conditioning



Krevní tlak



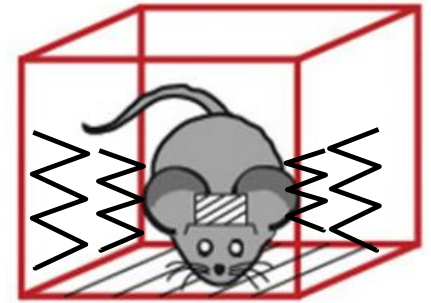
Záraz
činnosti



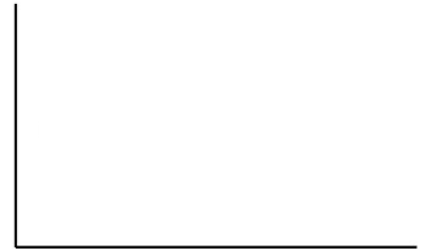
Krevní tlak



Záraz
činnosti



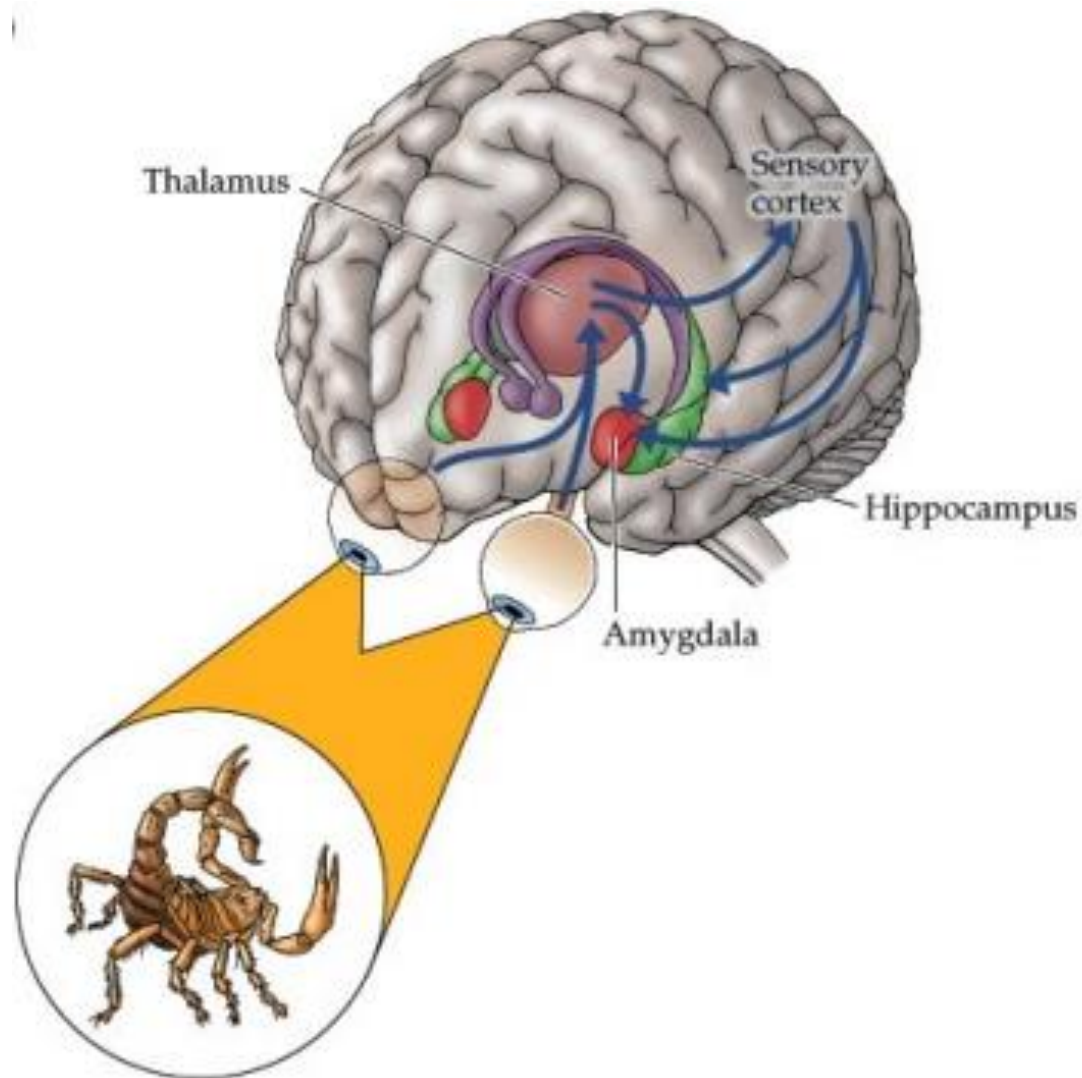
Krevní tlak

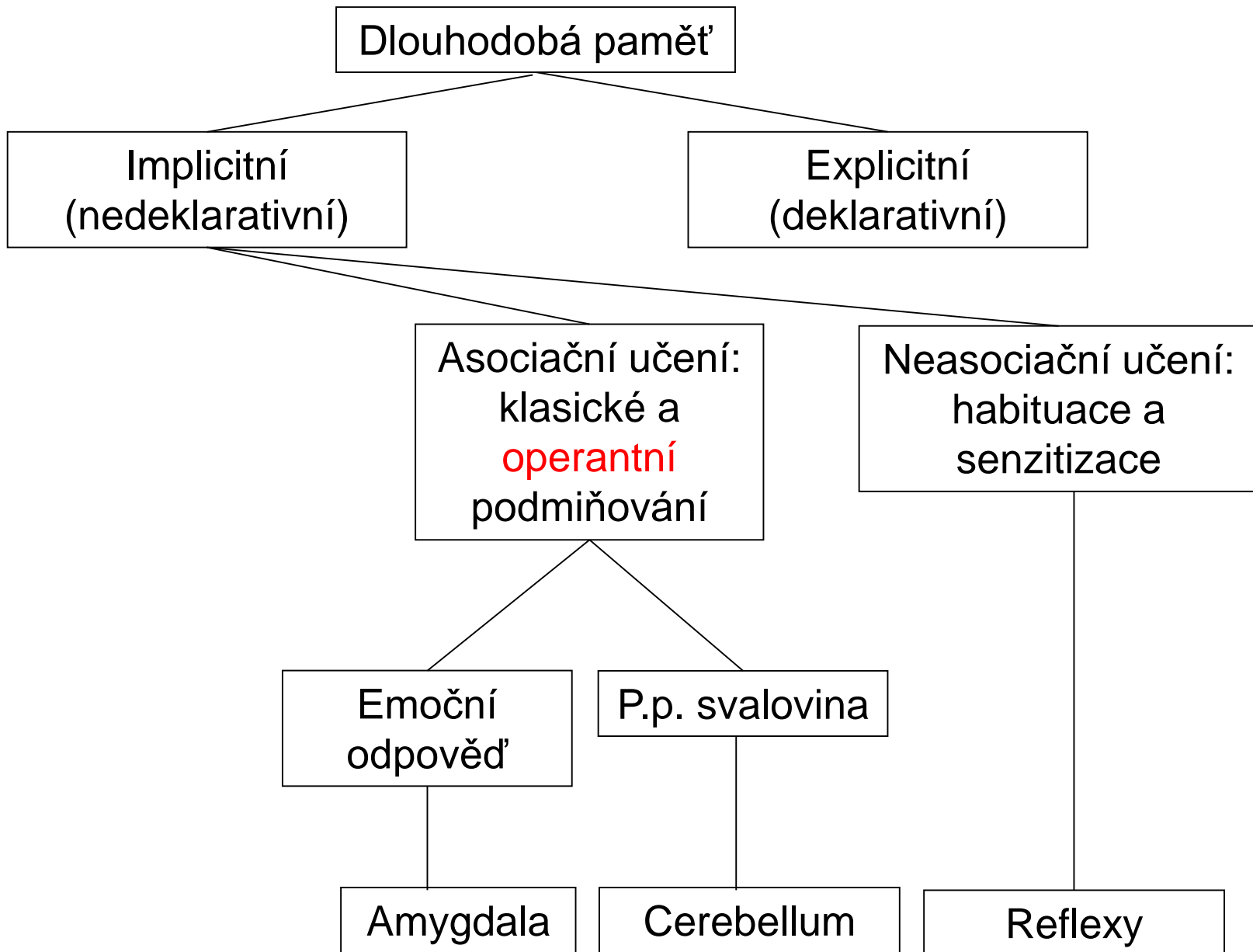


Záraz
činnosti



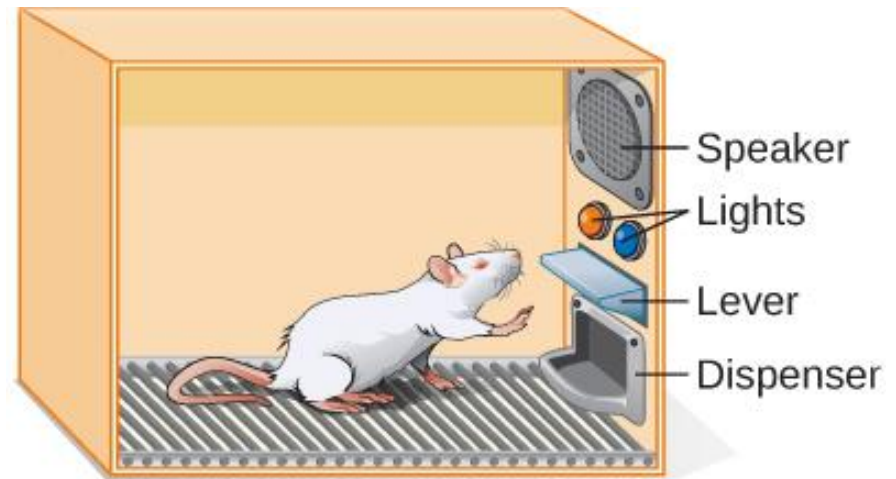
Fear conditioning u lidí

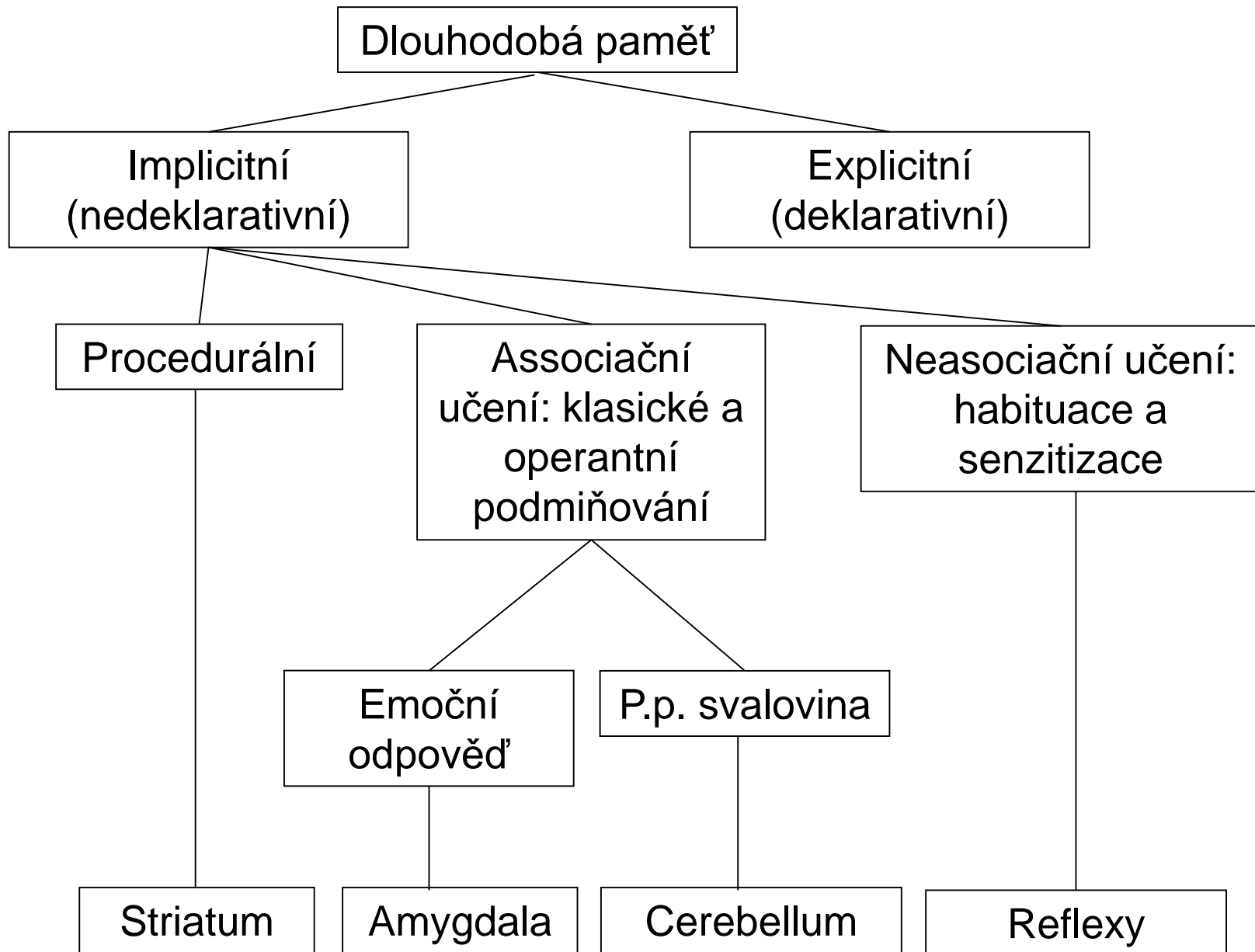




Asociativní učení

- Operantní podmiňování
 - Asociace motorické činnosti se stimulem s významem
 - Aktivní provedení určitého úkonu
 - Motivace (pozitivní, negativní)
 - Komplikovanější neuronální zapojení



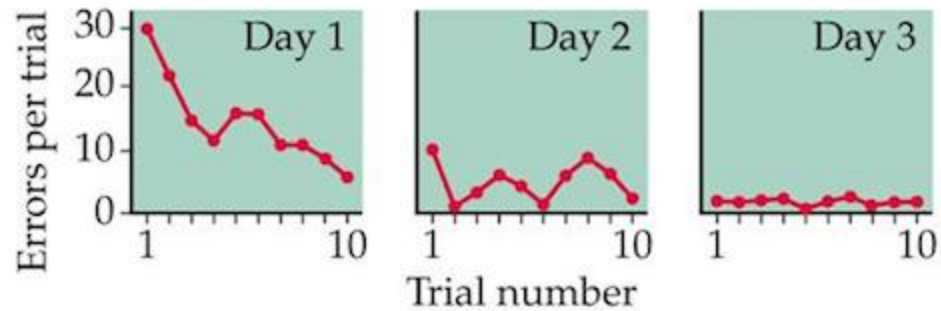


Procedurální paměť

- Učení a uložení
 - Motorických dovedností
 - Percepčních schémat
 - Kognitivních schémat
 - Řečové stereotypy
 - Zvyky
- Vědět jak
- Opakované učení
- Uložena konkrétní informace
- Fylogeneticky stará
- Ontogeneticky časná (prenatálně)
- Podvědomé vybavení

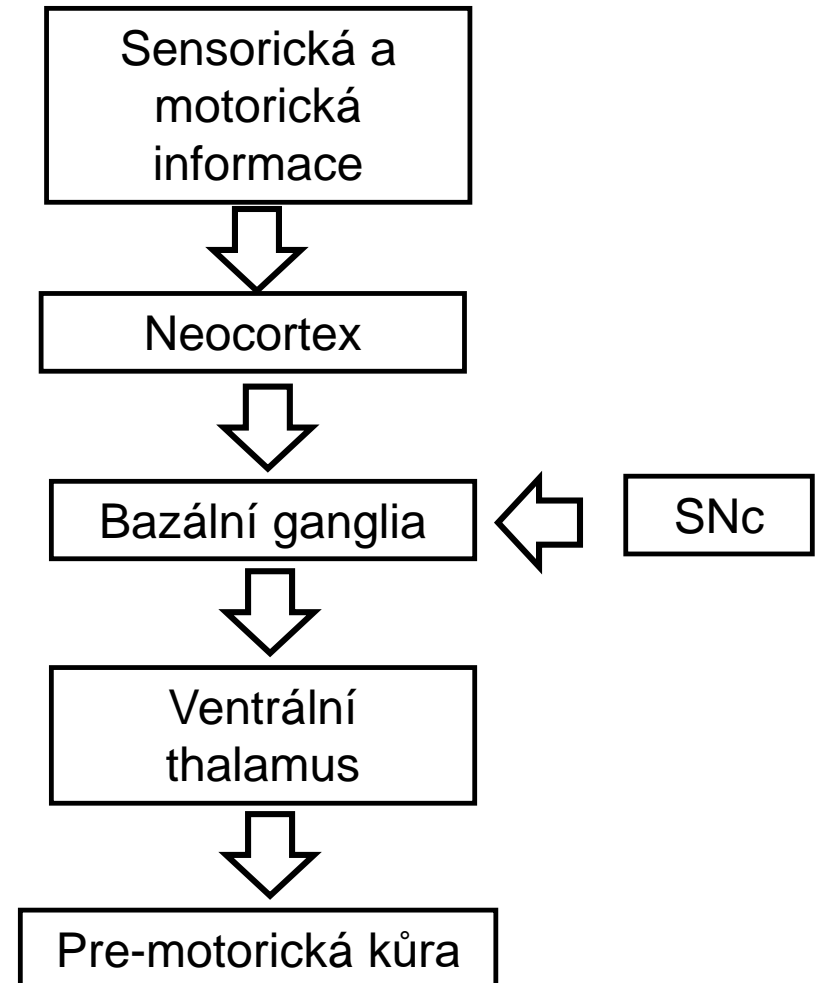


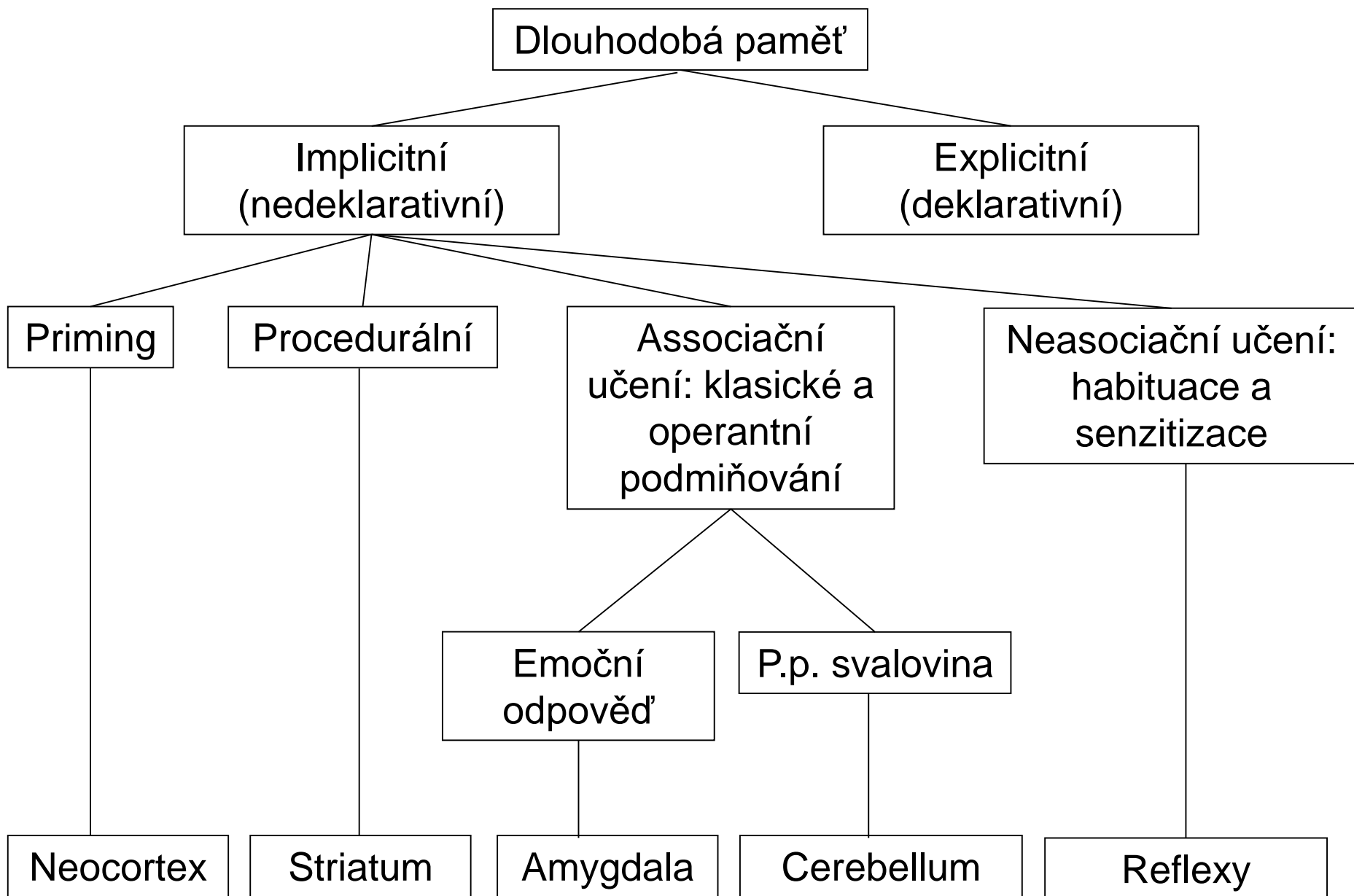
Procedurální paměť



Okruhy procedurální paměti

- Bazální ganglia
 - Nucleus caudatus
 - Putamen
- Huntingtonova chorea
 - Degenerace neuronů v bazálních gangliích
 - Neschopnost zvládnout zrcadlové psaní
 - Neschopnost vytvářet zvyky





Krátkodobá paměť

Dlouhodobá paměť

Střednědobá paměť

Implicitní
(nedeklarativní)
Přímá zkušenost

Explicitní
(deklarativní)
Vědomé úsilí

Procedurální
(dovednosti,
zvyky)

Emoční
odpověď

Episodická
(události)

Sémantická
(fakta)



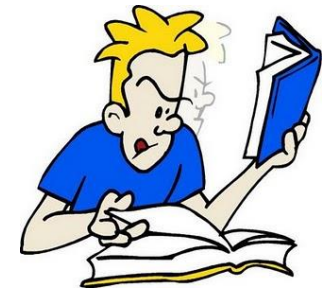
Striatum



Amygdala



Mediální temporální lalok



Deklarativní paměť

- Uložení znalostí, událostí a fakt
- Znat co
- Není zapotřebí opakování
- Uložená informace v abstraktní formě
- Fylogeneticky mladá
- Ontogeneticky pozdě (po 2. roce)
- Závislá na hipokampu (konsolidace)
- Vědomé vybavení



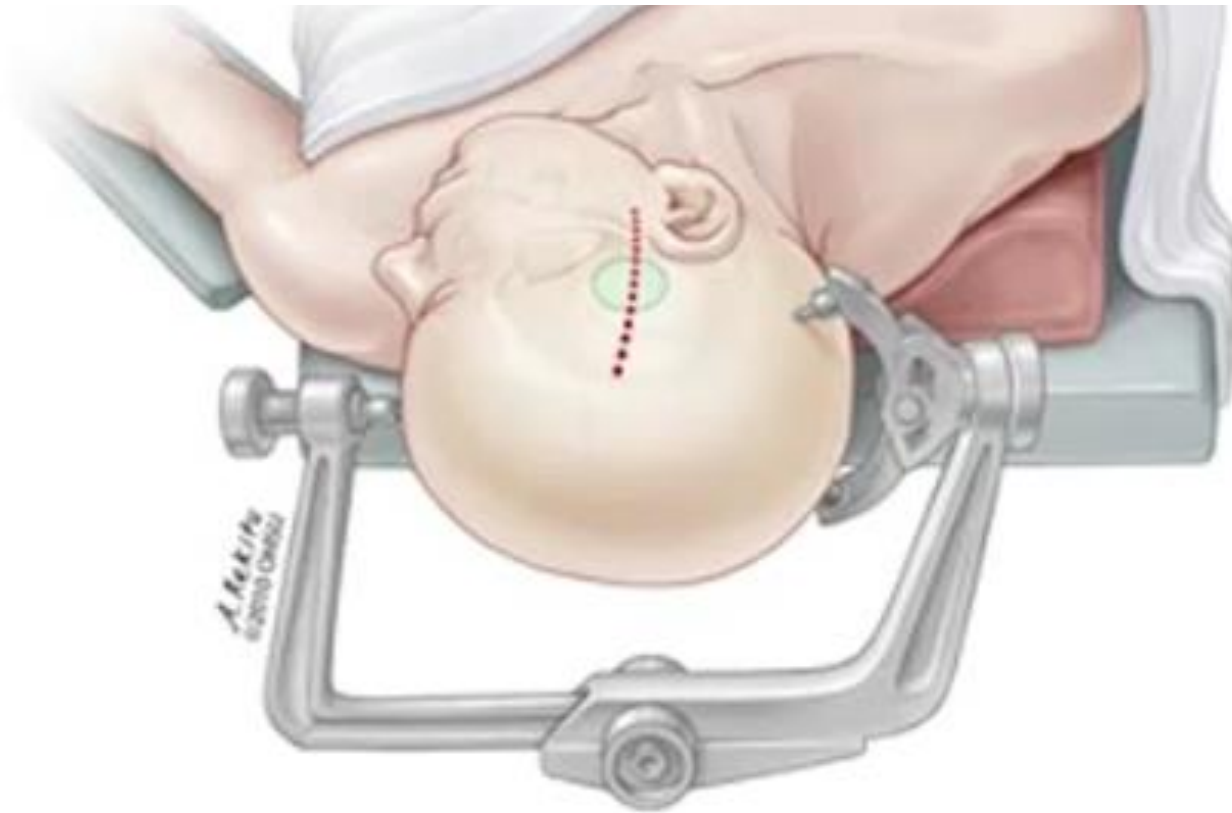
Henry Molaison

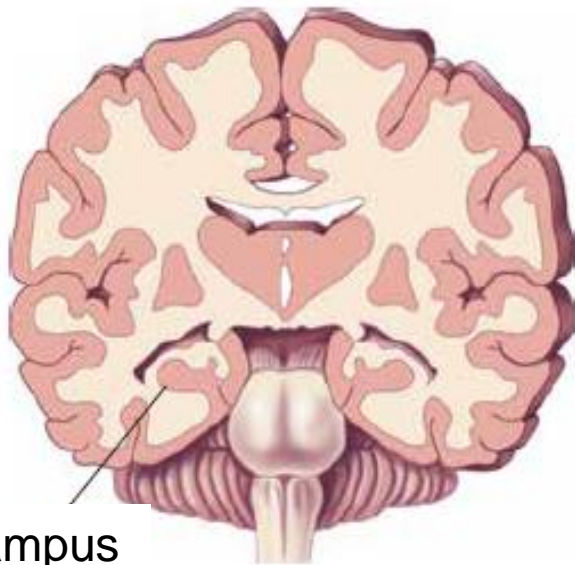
- Záchvaty od 16 let
- Ukončil zaměstnání ve 27 letech
- Záchvaty z mediálních temporálních laloků
- Operace - 1953 (William Scoville)



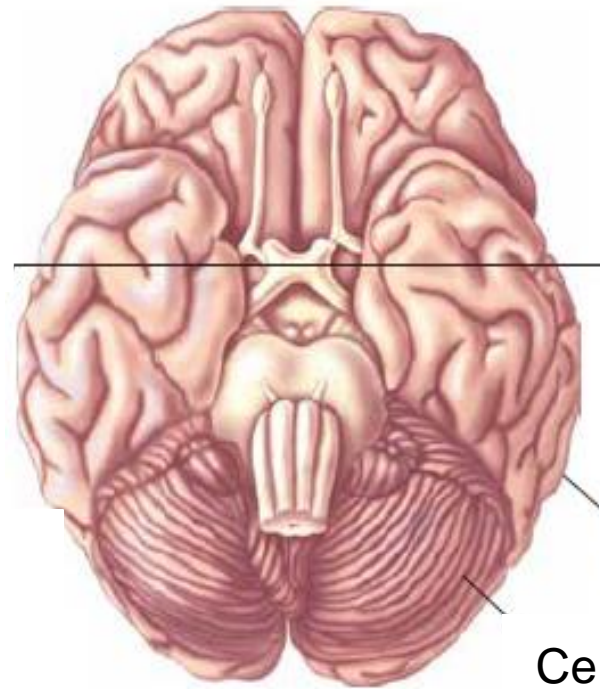
Henry Molaison
1926 – 2008

Amygdalohipokampektomie





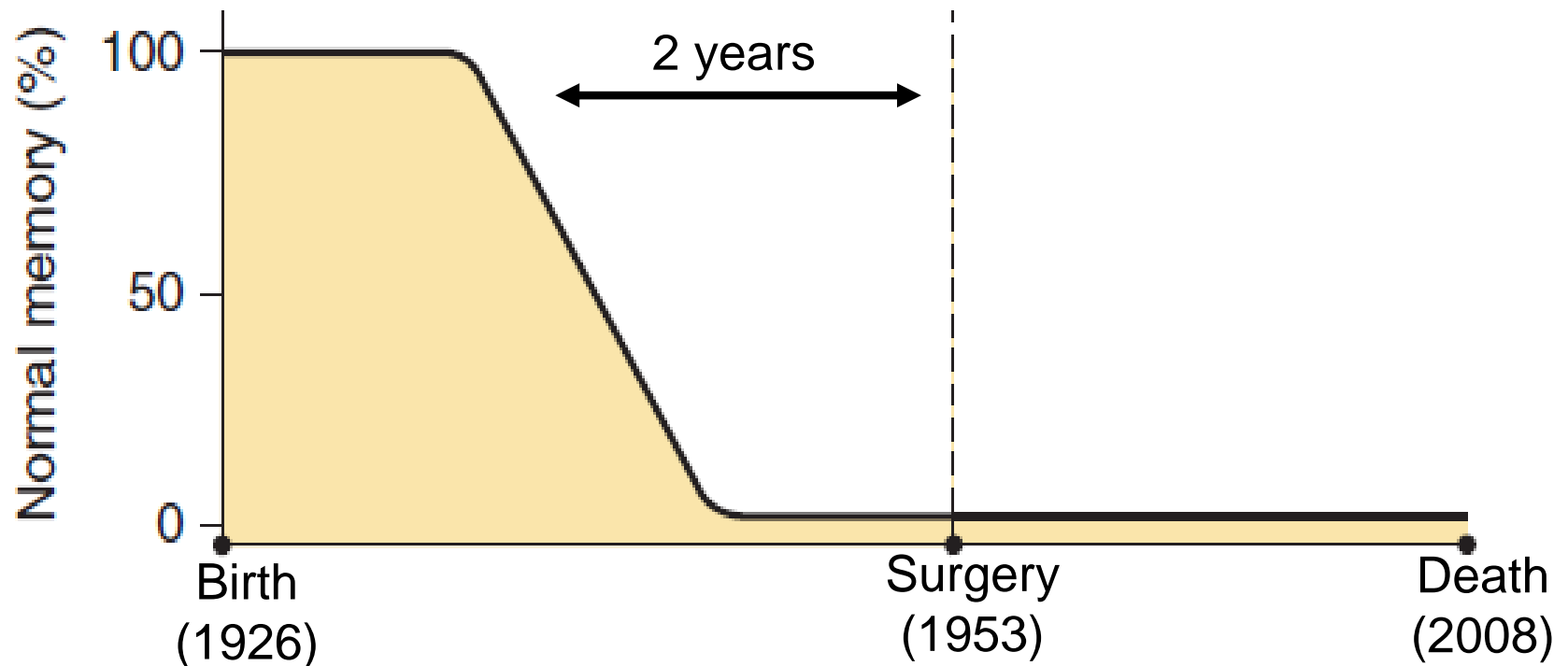
Hippocampus



Temporal lobe

Cerebellum

Henry Molaison – anterográdní amnesie



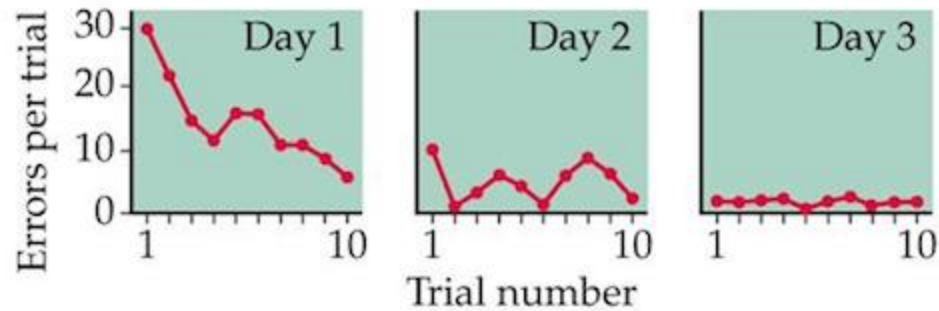
Petr Čech – retrográdní amnesie



Petr Čech – retrográdní amnesie

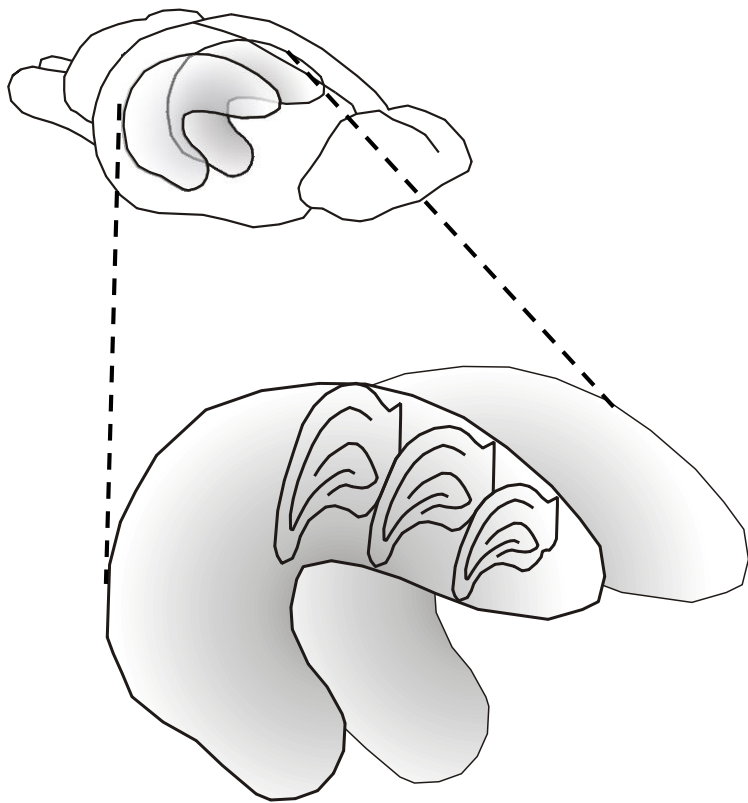


Henry Molaison a procedurální paměť



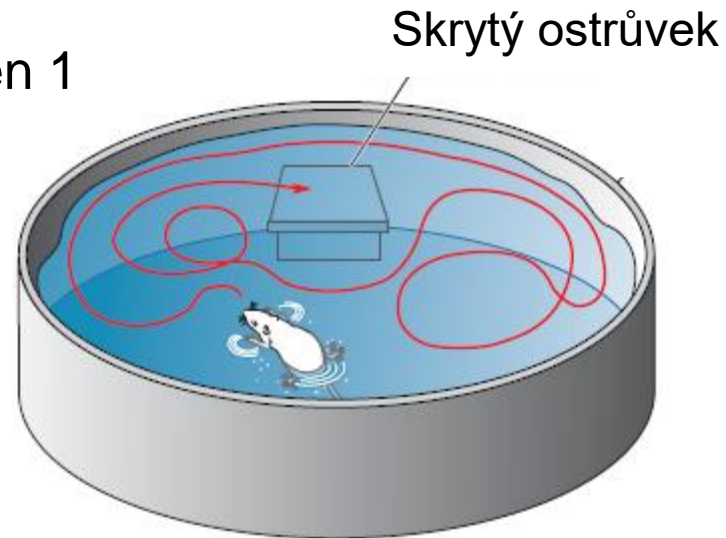
Prostorová navigace

Potkanní mozek

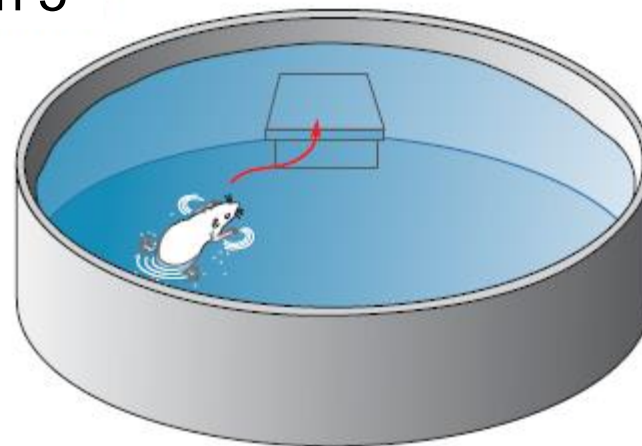


Hipokampy

Den 1



Den 5

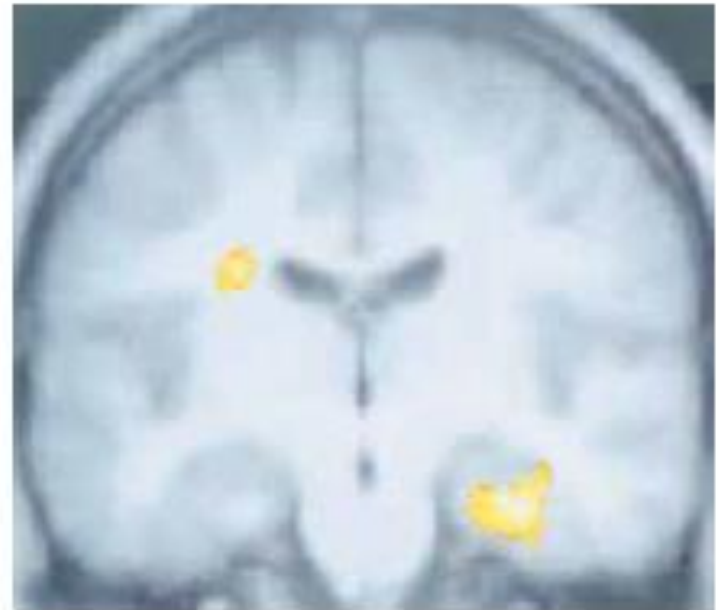


Prostorová navigace

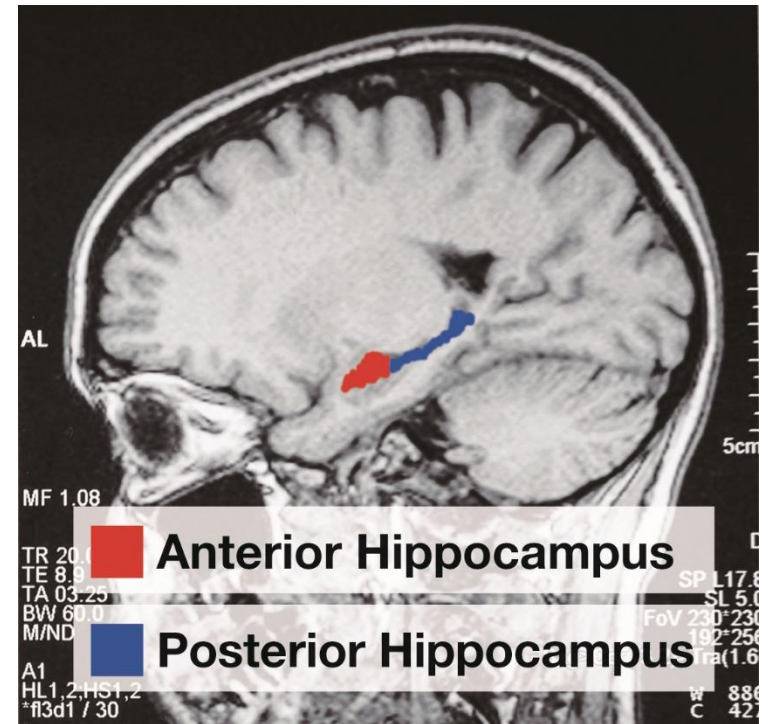
Navigace ve virtuální realitě



Metabolismus glukózy
(PET scan)

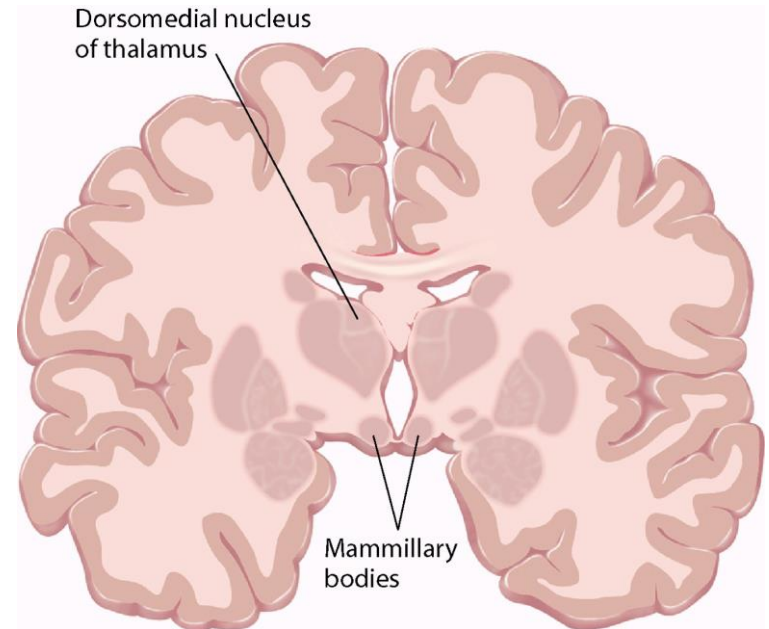


Prostorová navigace

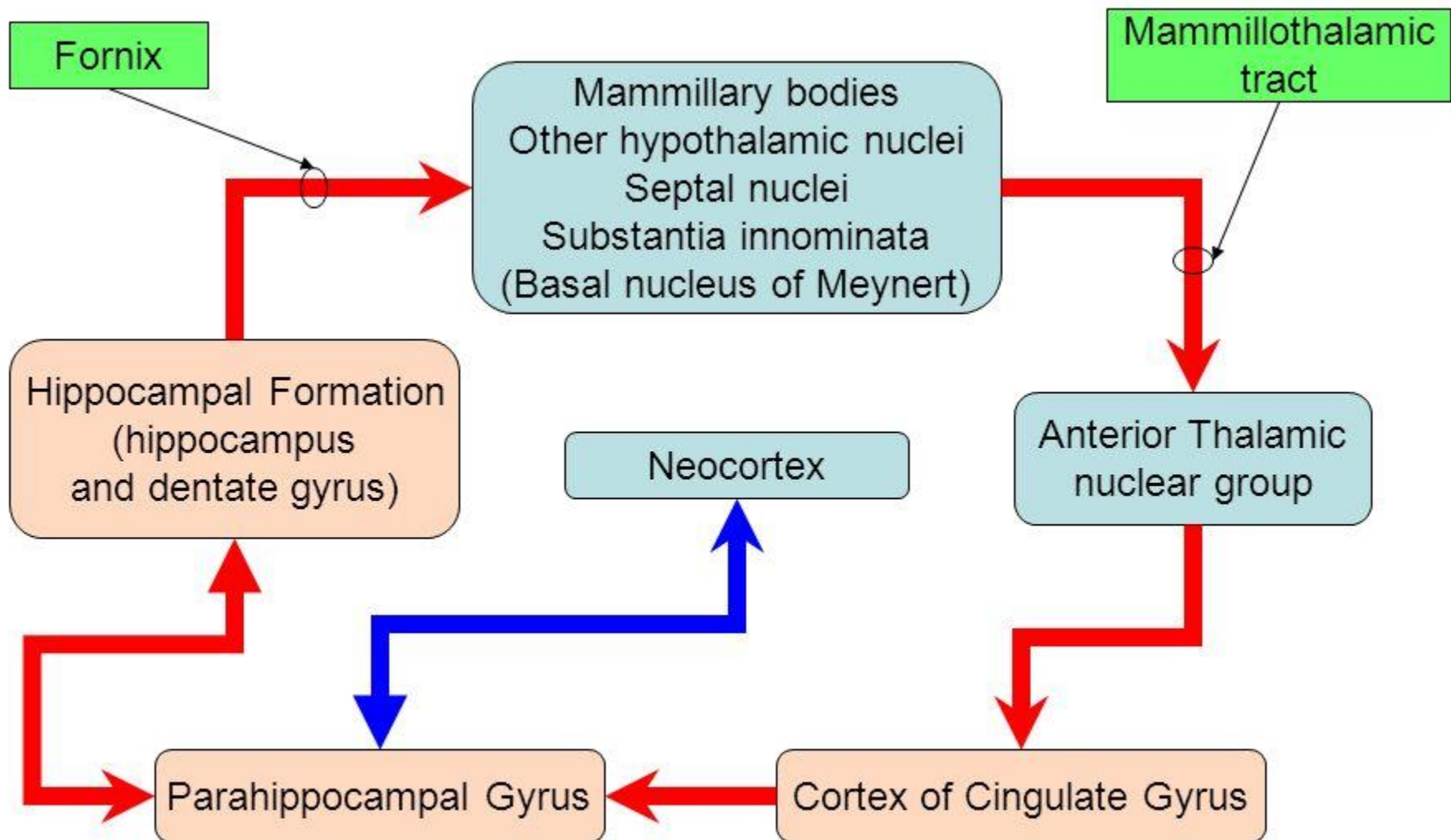


Diencephalon a deklarativní paměť

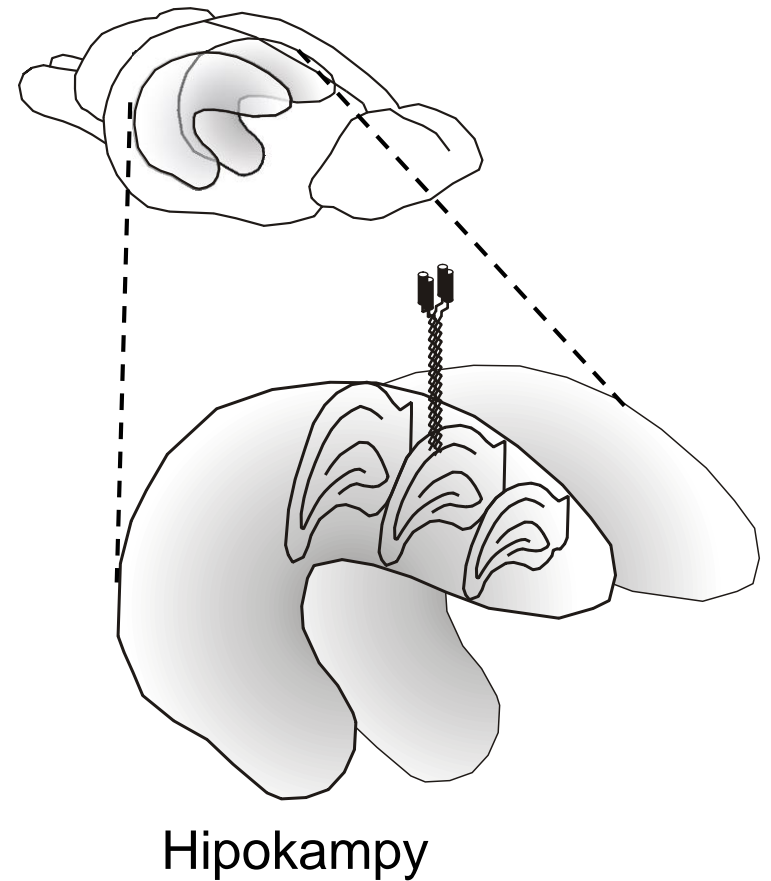
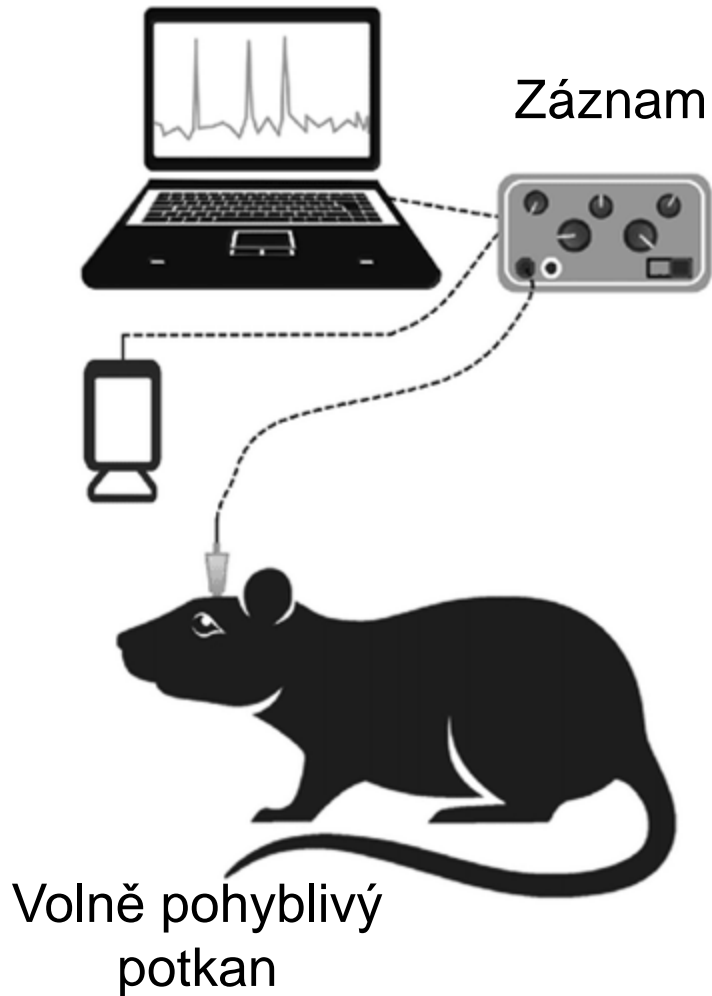
- Amnesie při poškození ncl. dorsomedialis či corpora mammilaria
- CMP, nádor, trauma, alkoholismu, vitamín B1 deficiencie
- Korsakovova psychóza:
 - Retrográdní amnesie
 - Anterográdní amnesie
 - Nepříjemní
 - Apatie
 - Neuvědomění poruchy
 - Konfabulace – imaginární zážitky k maskování mezer v paměti



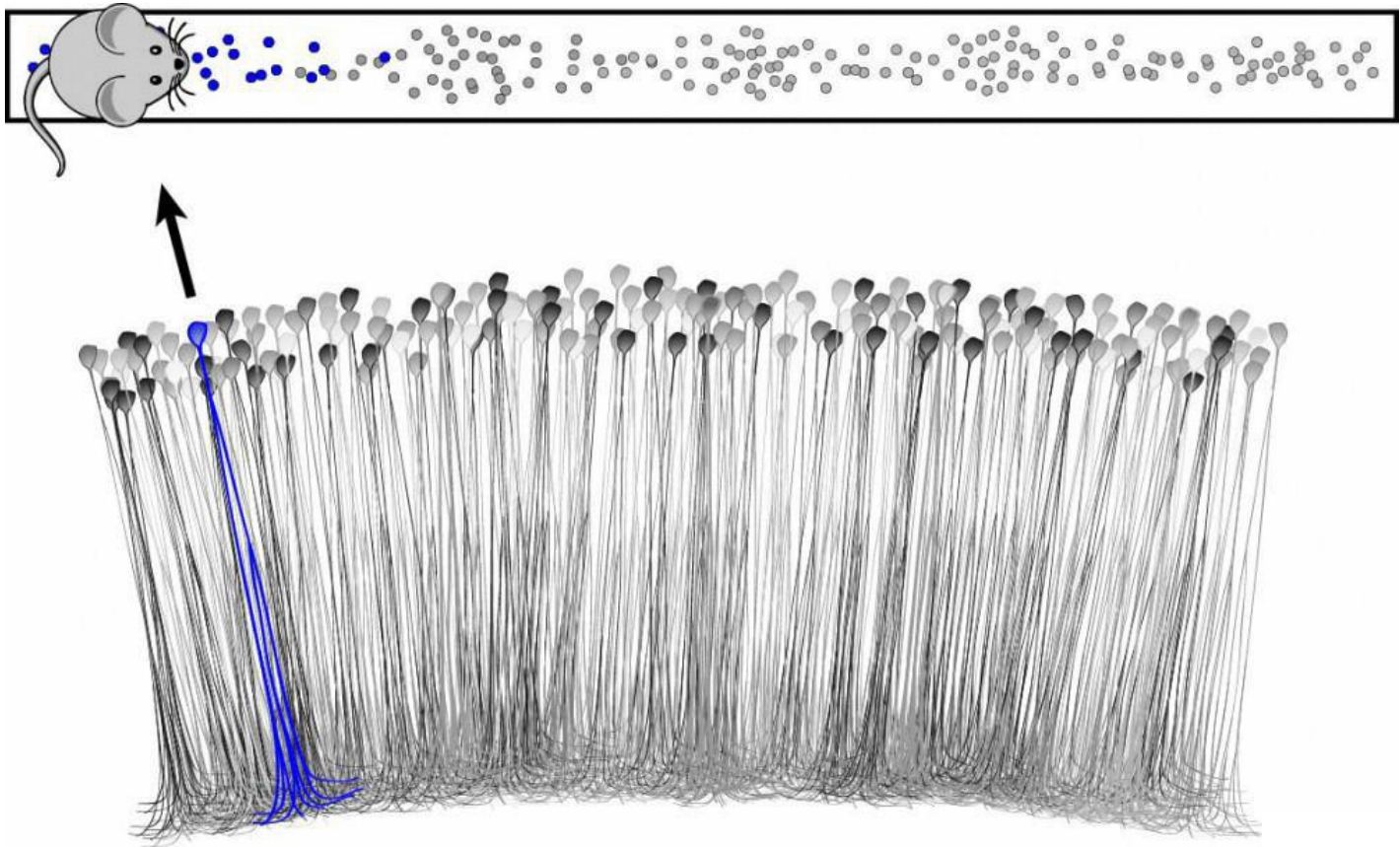
Limbecké okruhy paměti a emocií



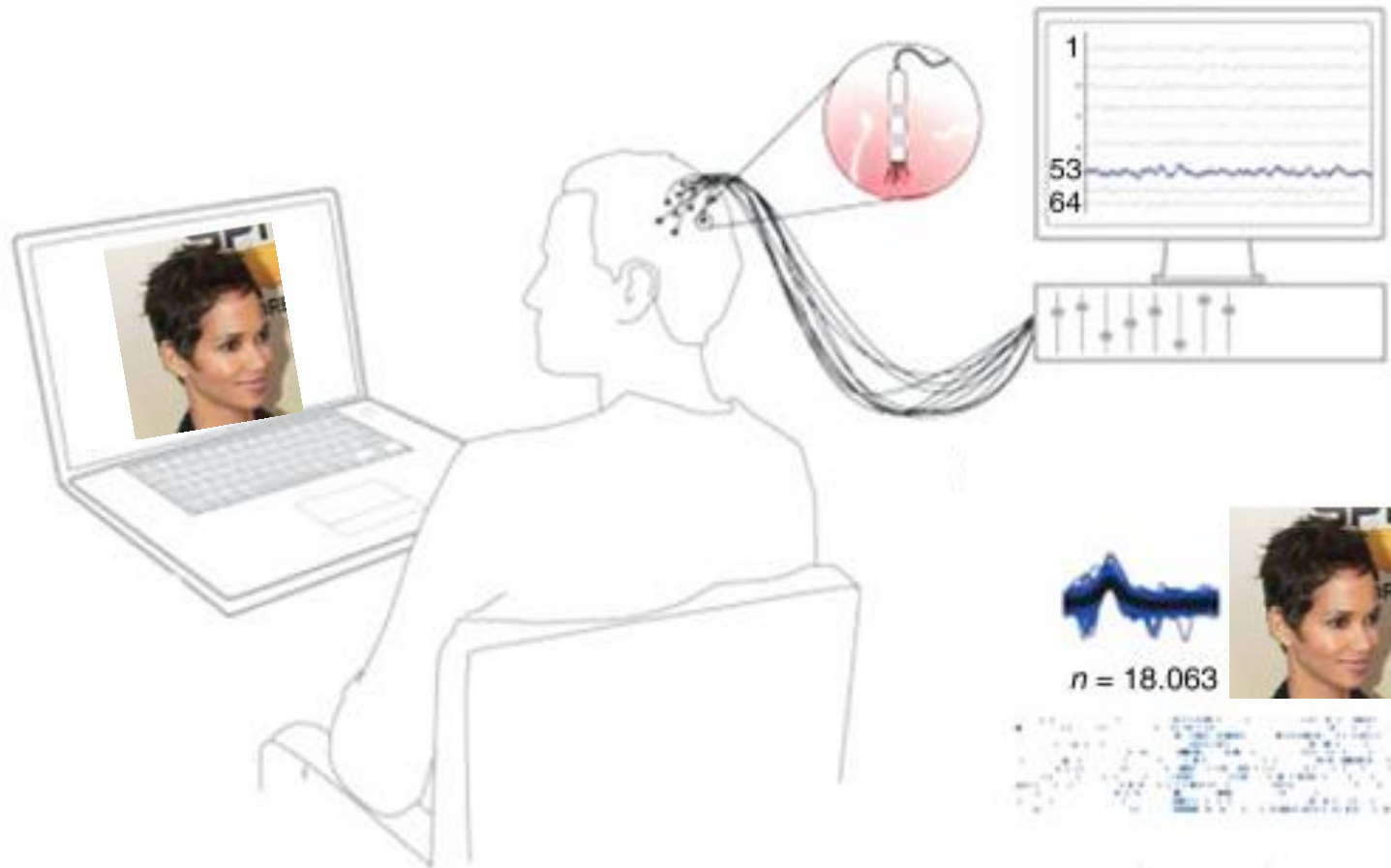
Reprezentace prostoru v hipokampu – place cells



Reprezentace prostoru v hipokampu– place cells

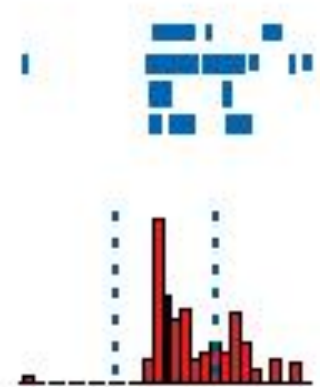
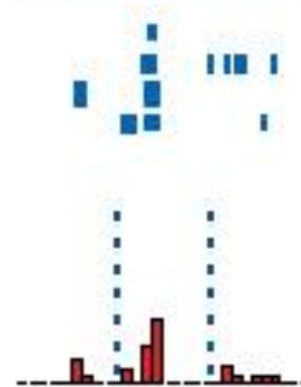
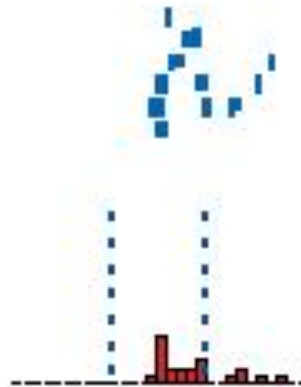
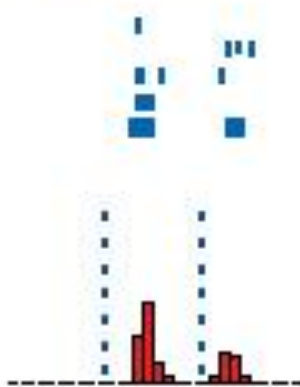
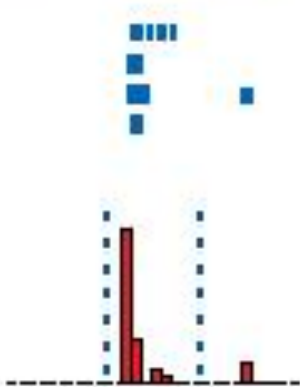


Neuron Halle Berryové



Záznam z hipokampu

Neuron Halle Berryové

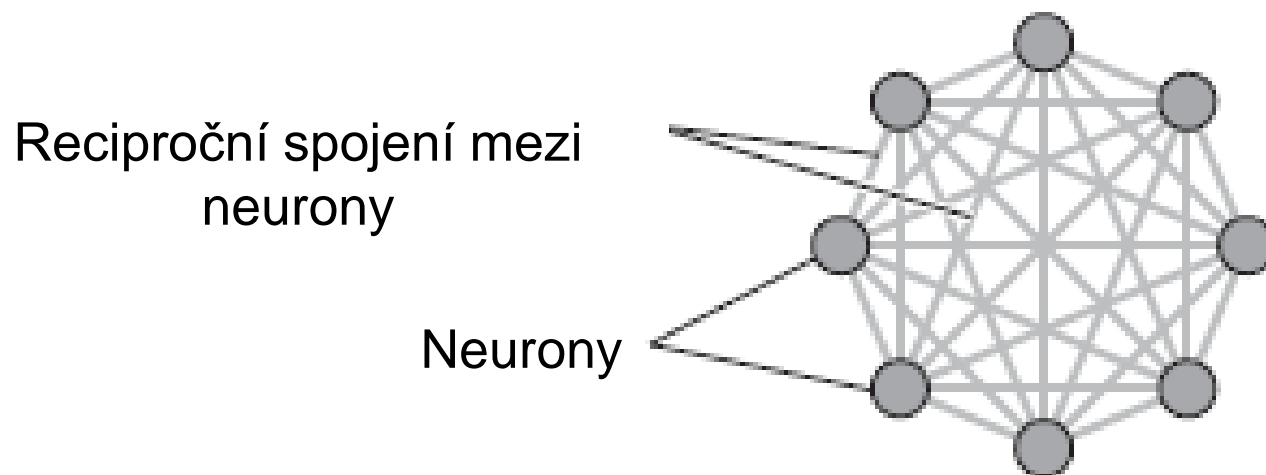


Mechanizmy učení a paměti

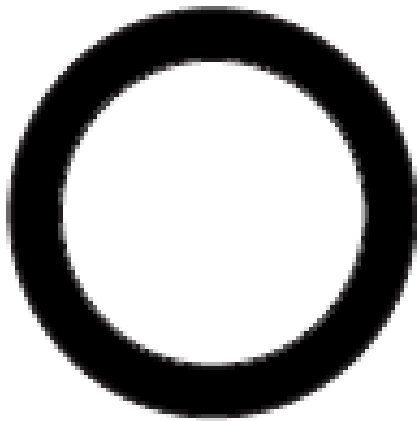
Paměť a engram

- Paměť
 - Nová nebo zesílená spojení mezi mozkovými oblastmi, skupinami buněk, či buňkami
- Engram – paměťová stopa
 - Fyzická reprezentace naučeného
- Přerušování spojení, či poškození engramu
 - Deficit paměti

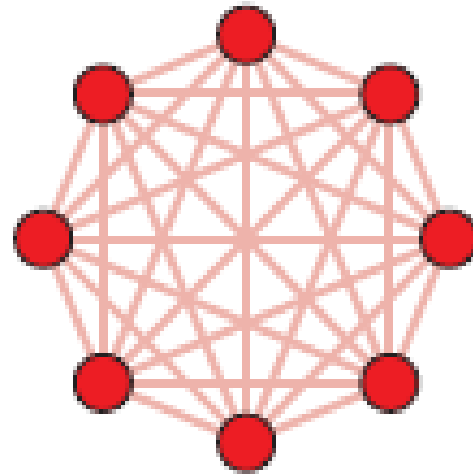
Vytváření pamětní stopy



Vytváření pamětní stopy

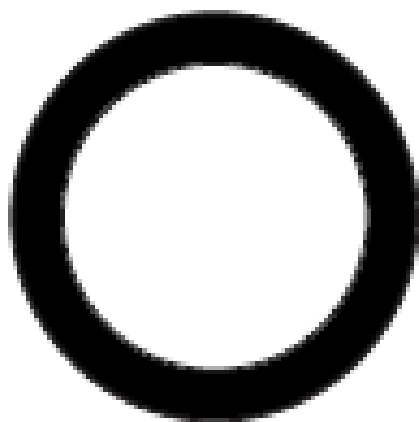


Zevní podnět

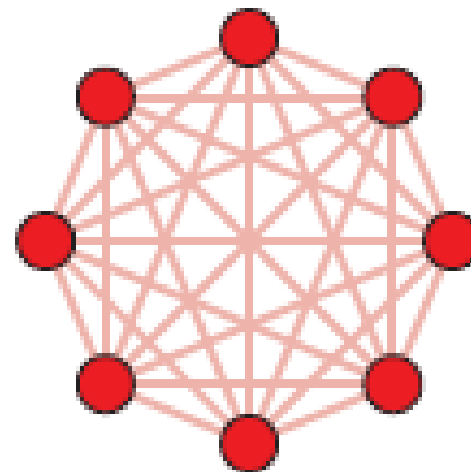


Aktivace buněčné
populace podnětem

Vytváření pamětní stopy

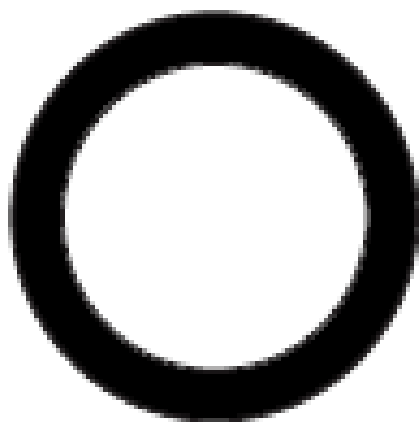


Zevní podnět

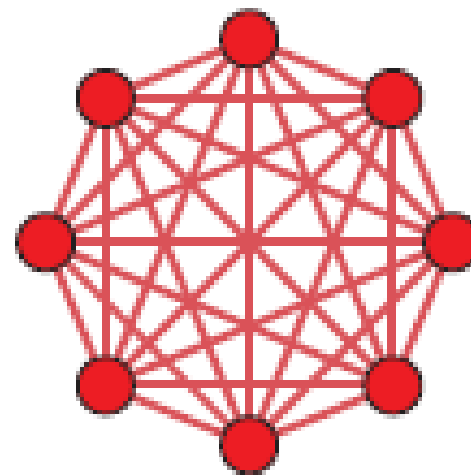


Reverberující aktivita v
buněčné populaci pokračuje
po odstranění stimulu

Vytváření pamětní stopy

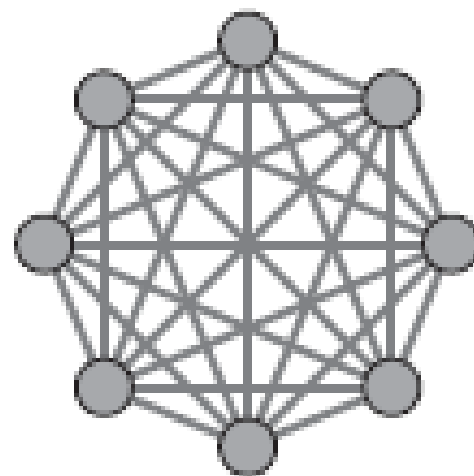


Zevní podnět



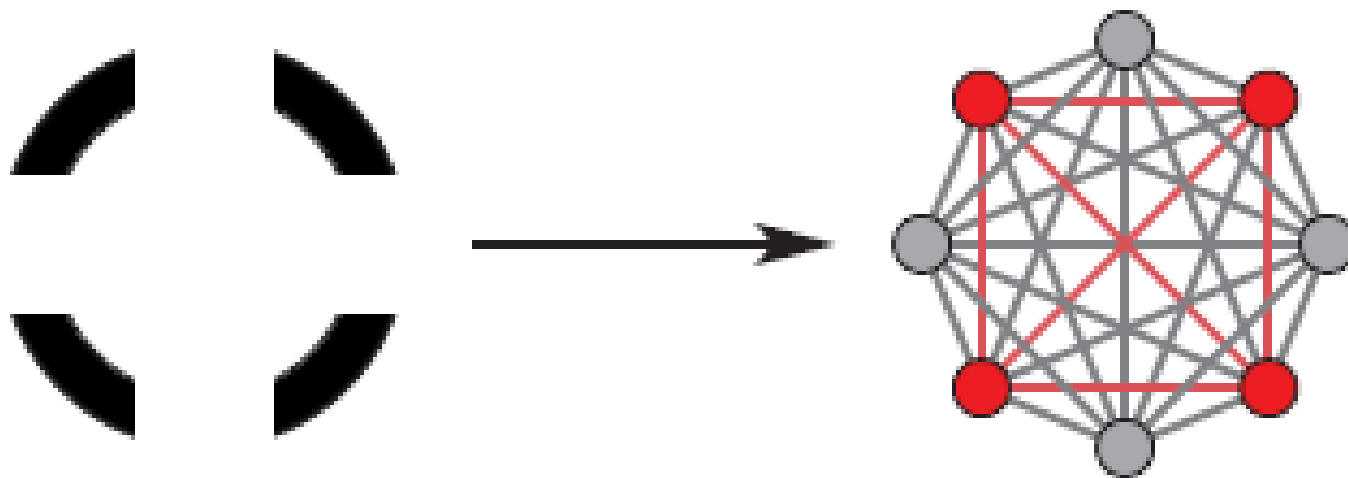
Posílení spojení mezi neurony v buněčné populaci, které jsou aktivní ve stejný čas. Princip *fire together – wire together*.

Vytváření pamětní stopy



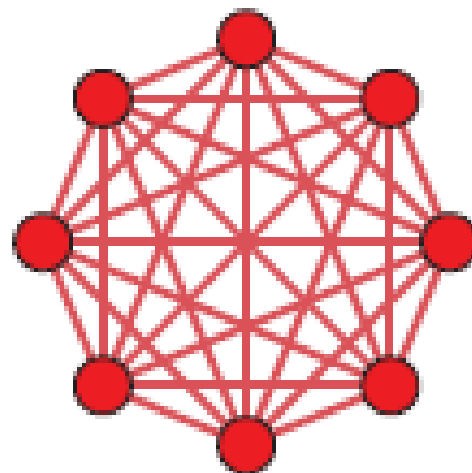
Posílená spojení v populaci neuronů reprezentují engram (paměťovou stopu) pro daný typ podnětu

Vybavení pamětní stopy



Po období učení, částečná aktivace v populaci buněk engramu vede k aktivaci celé buněčné reprezentace stimulu.

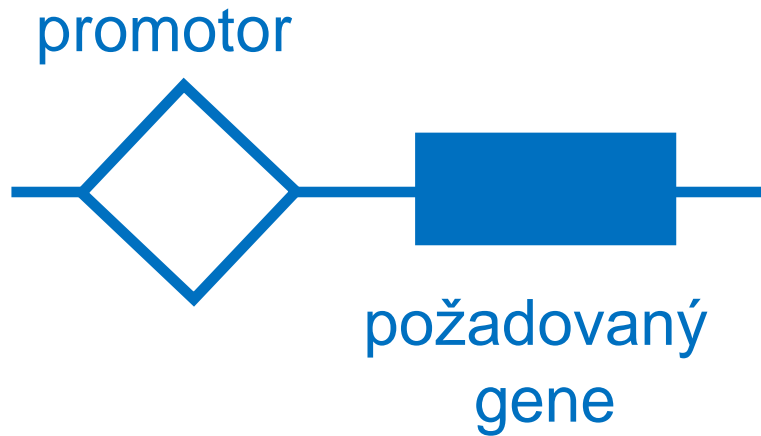
Vybavení pamětní stopy



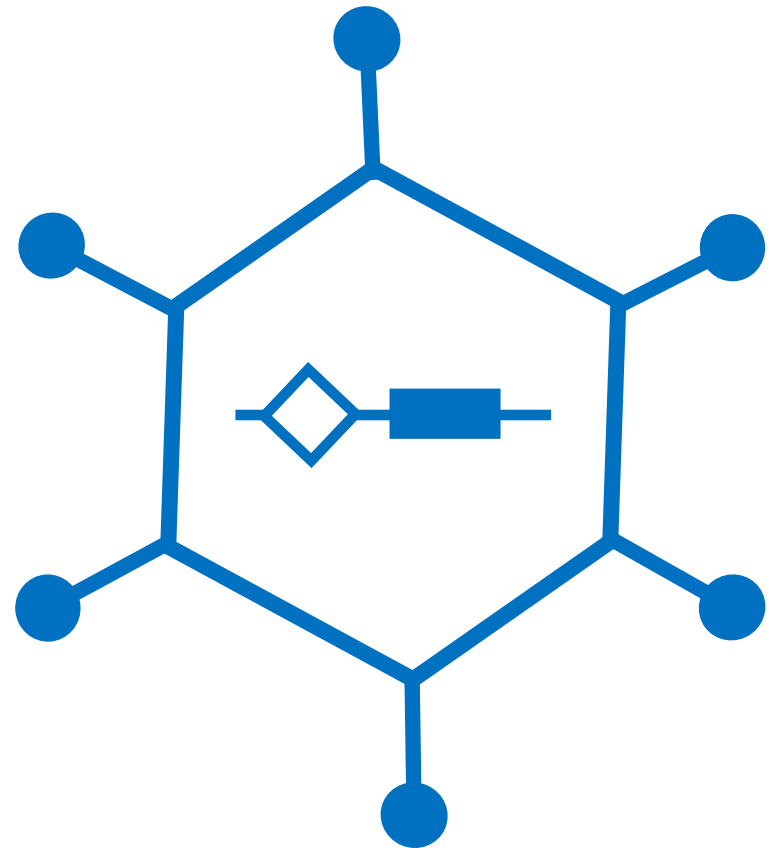
Tato aktivaci
vybaví „Kruh“

Genetická modifikace

Genový konstrukt

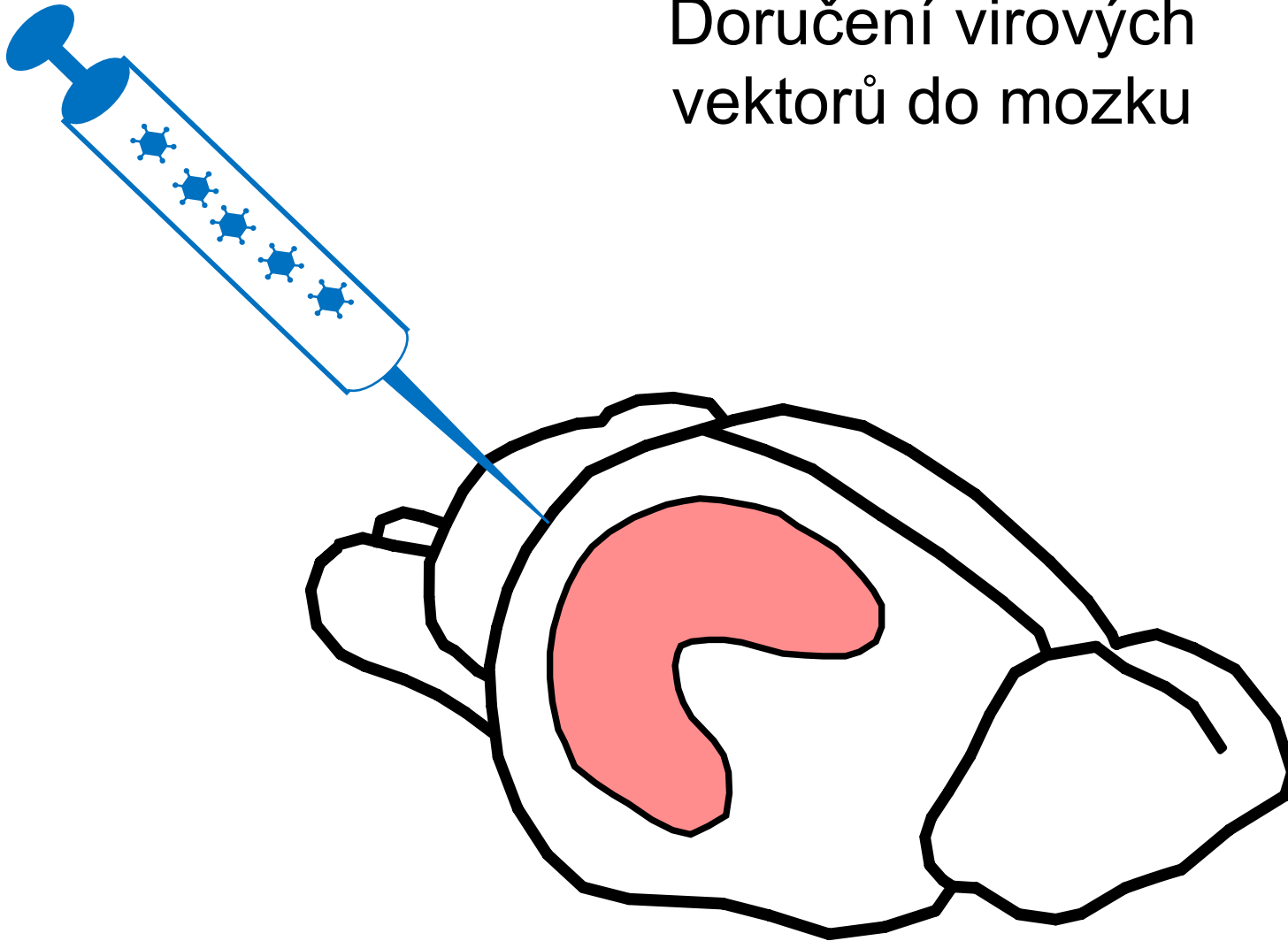


Virový vektor (adenovirus, lentivirus, HSV)

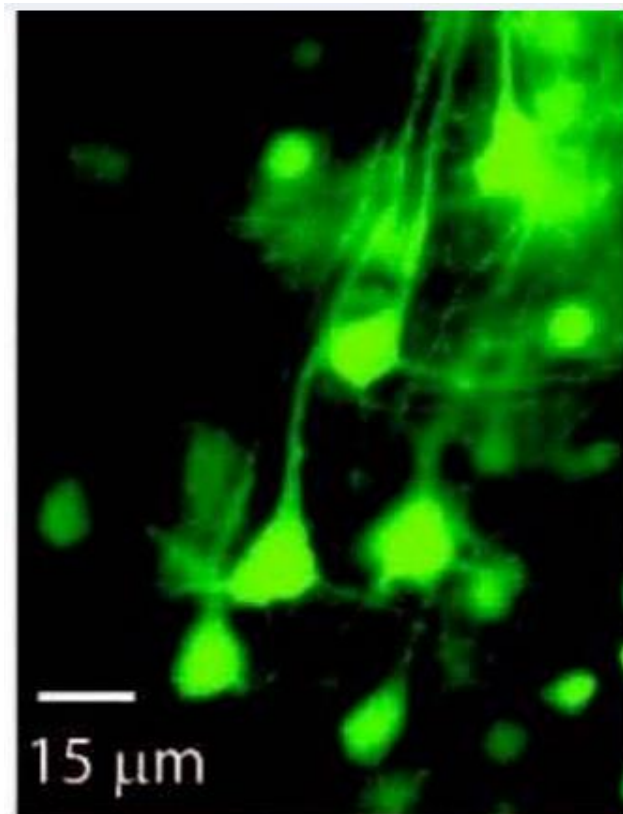
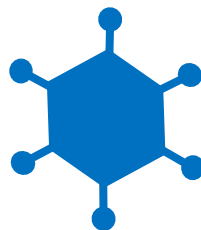
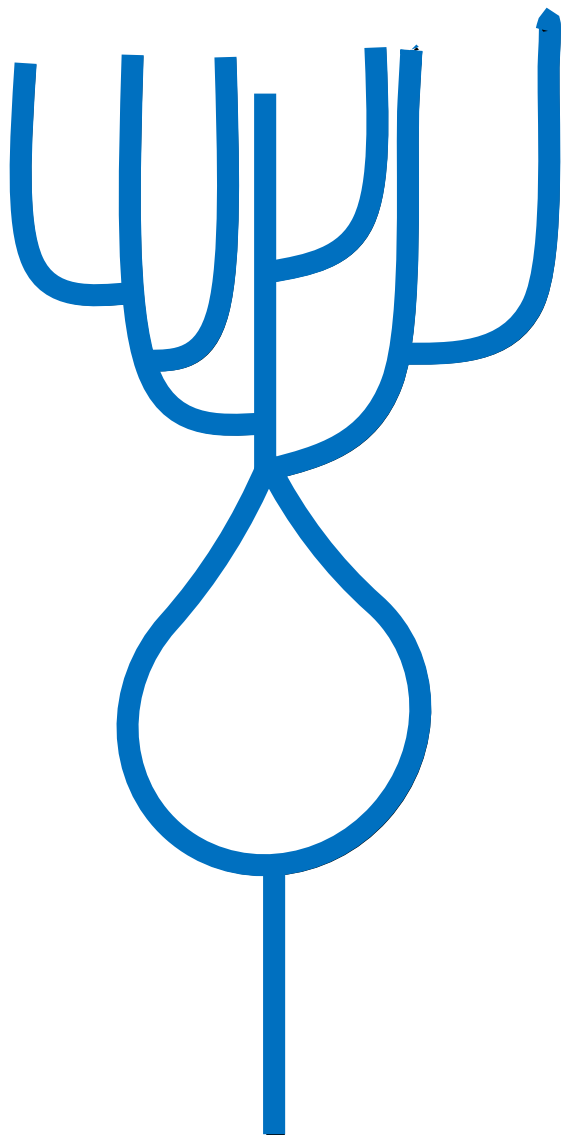


Genetická modifikace

Doručení virových
vektorů do mozku

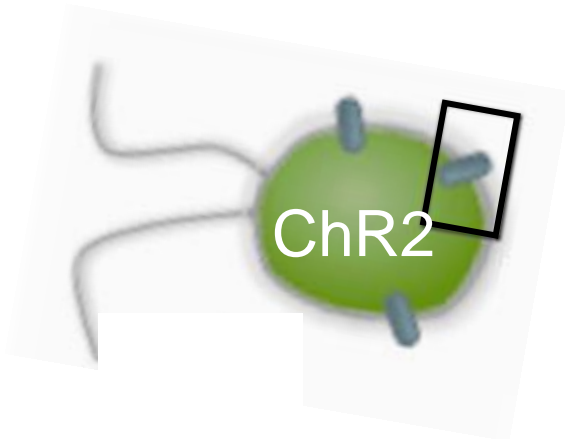


Genetická modifikace

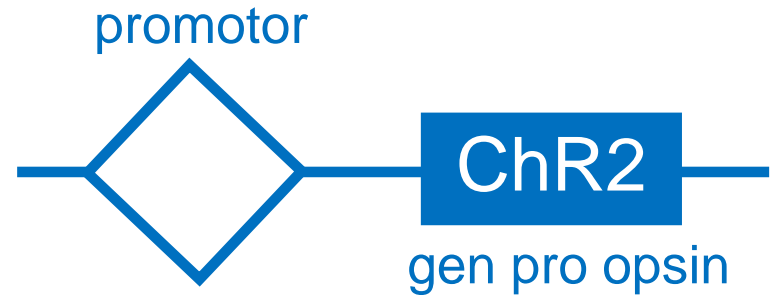


Optogenetika

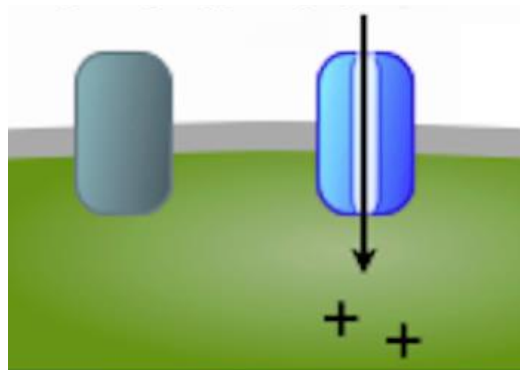
Sinice



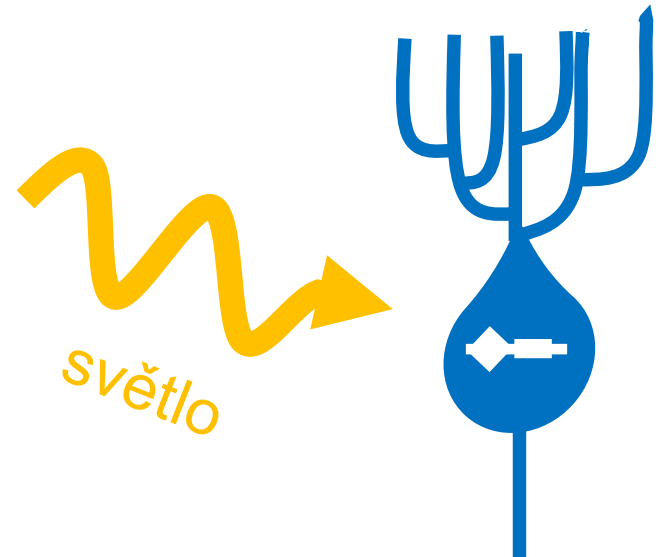
Opsinový genový konstrukt



Světlem aktivovaný iontový kanál (opsin)

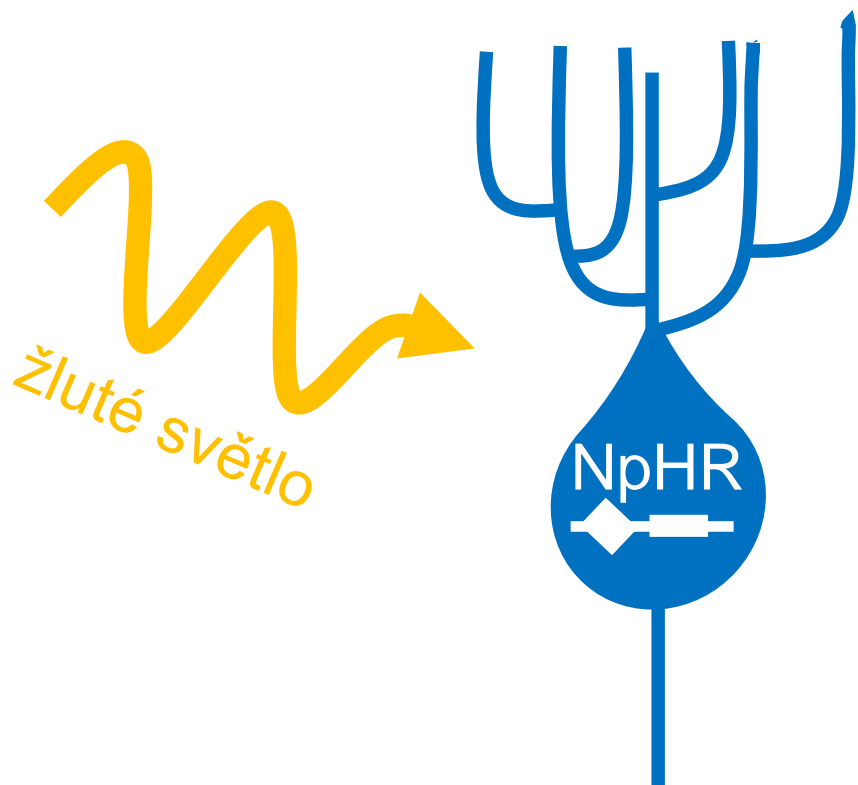


Neuron exprimující opsin

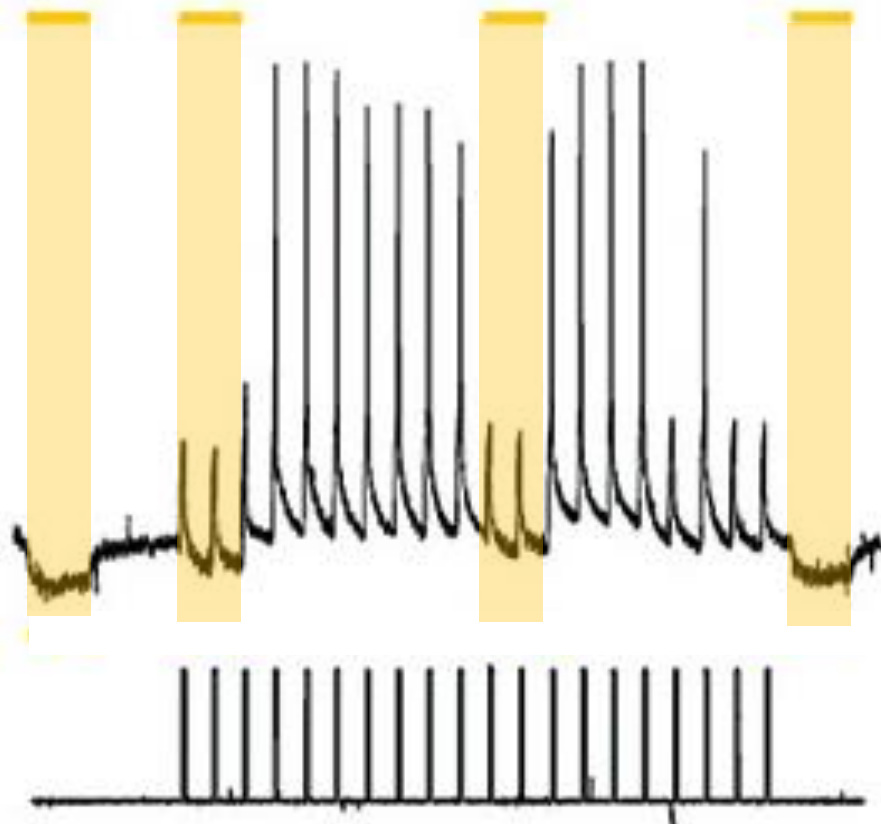


Optogenetika

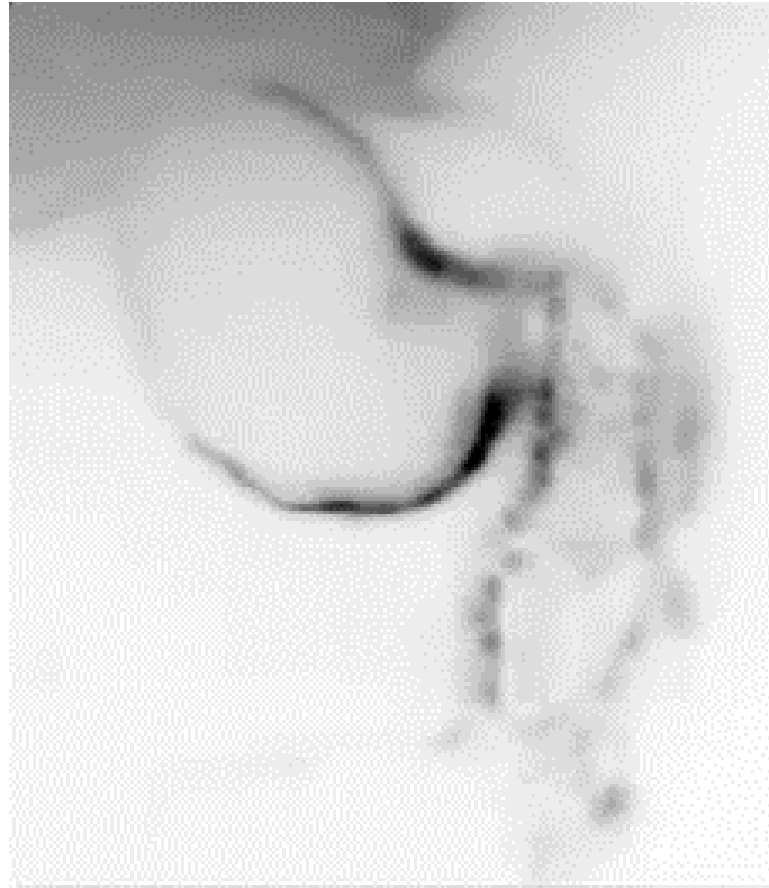
Neuron s inhibičním opsinem NpHR



Aplikace světla

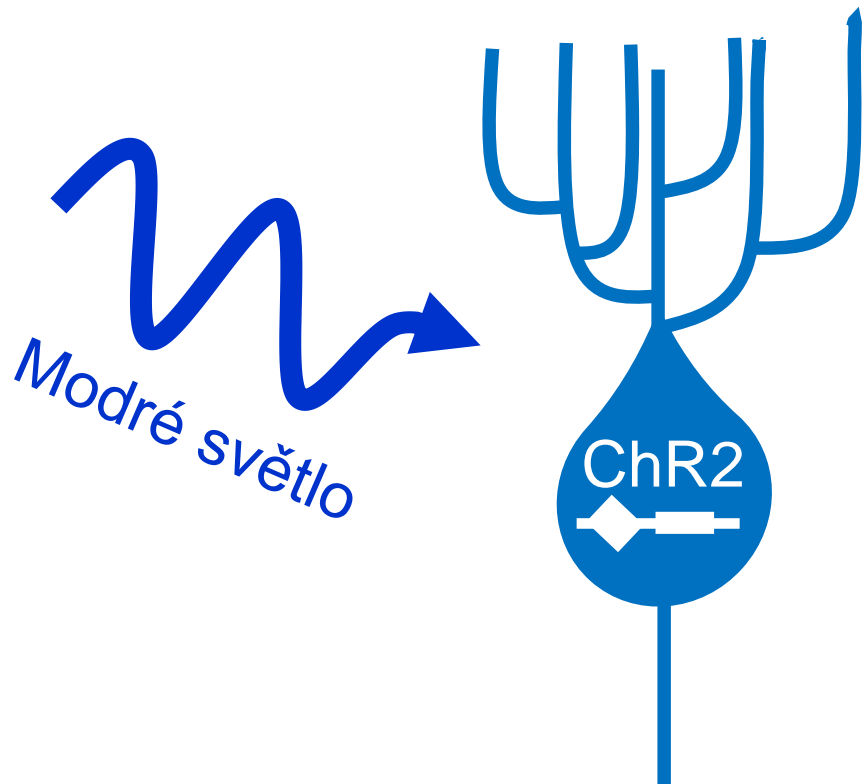


Optogenetika – srdce

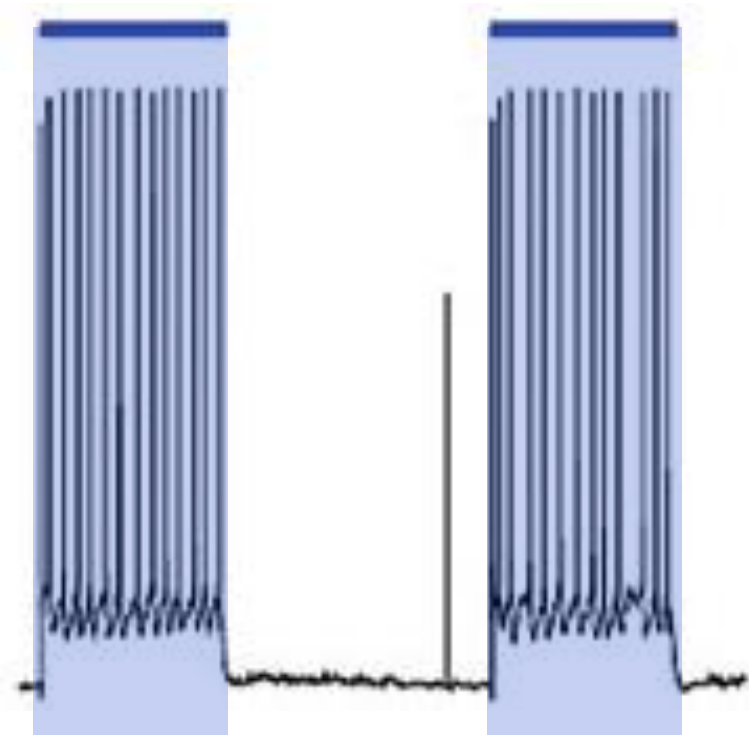


Optogenetika

Neuron exprimující
aktivační opsin ChR2



Aplikace světla

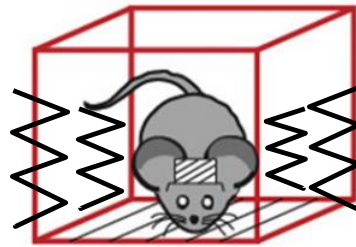
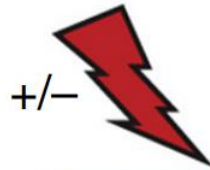


Paměťová stopa

Prostředí A

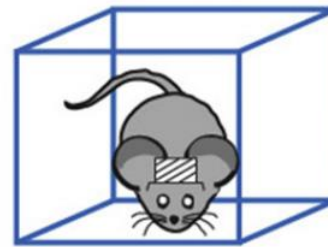


Prostředí B



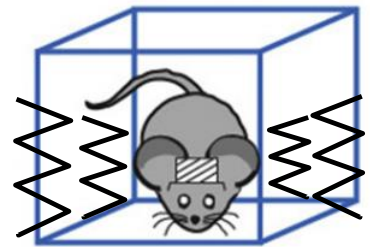
Strach a
záraz

Prostředí A

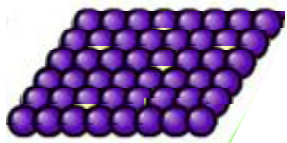


Prostředí A

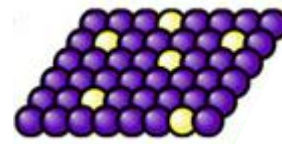
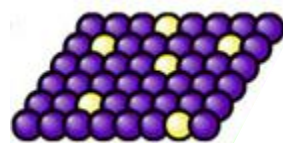
Stimulace
modrým světlem



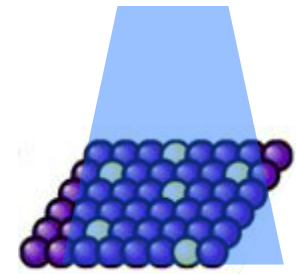
Strach a
záraz



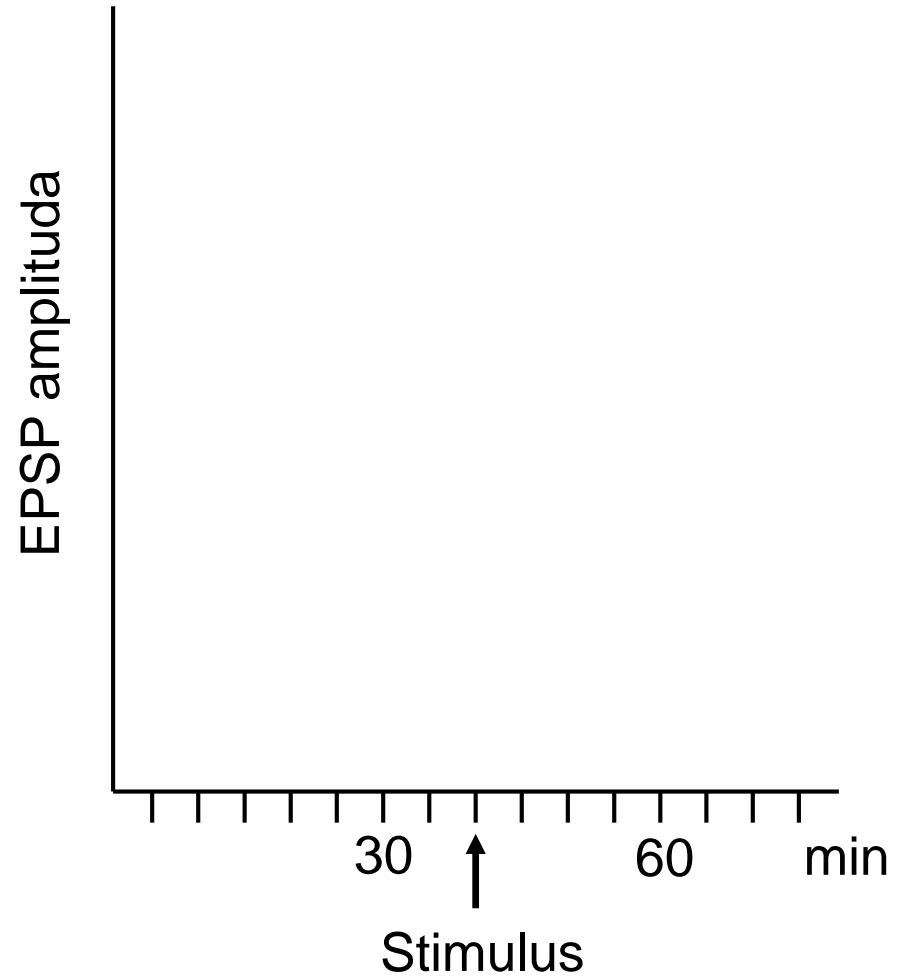
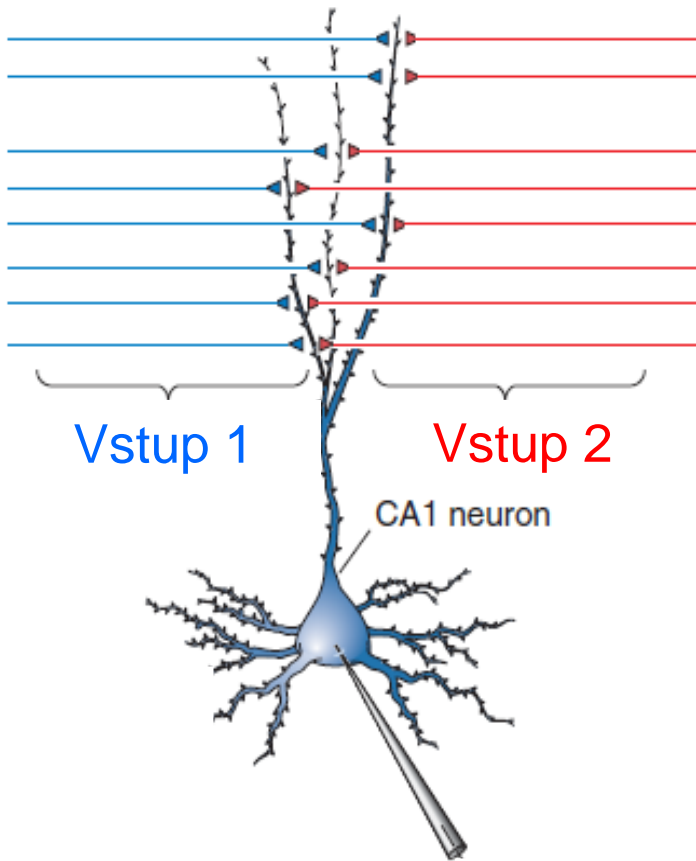
Označení buněk
engramu



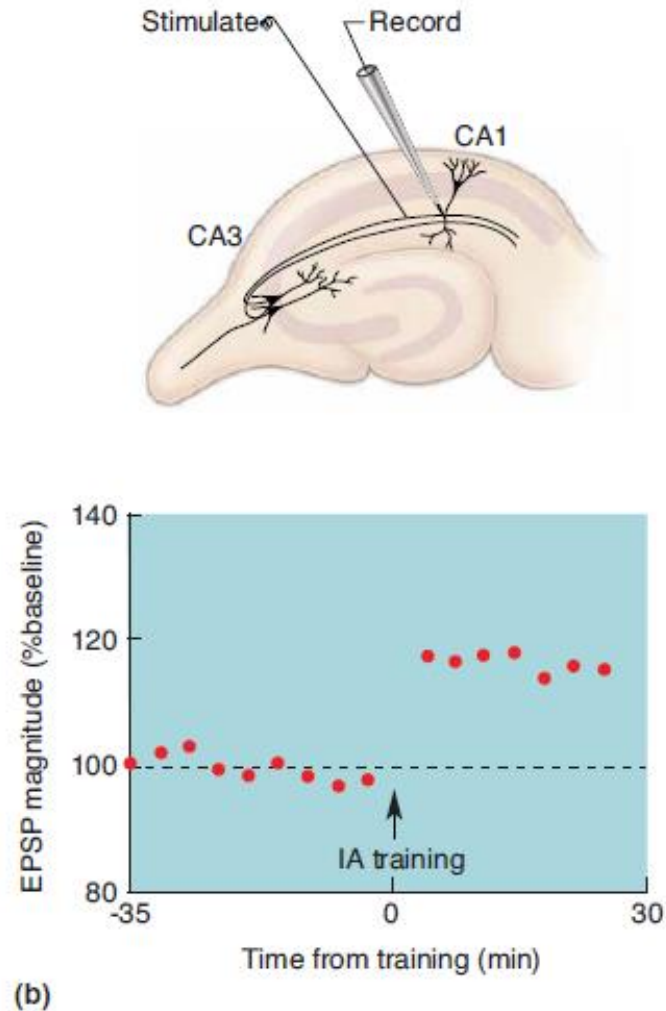
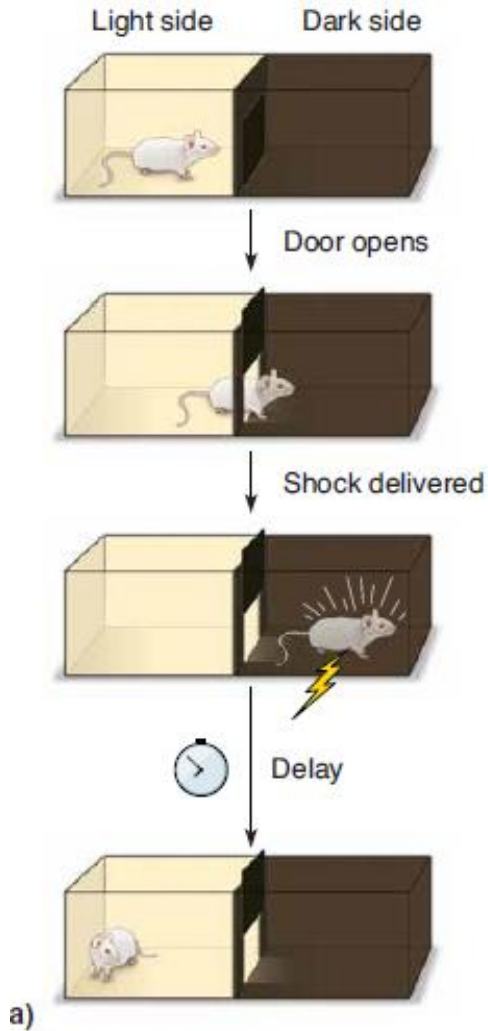
Aktivace buněk
engramu - vybavení



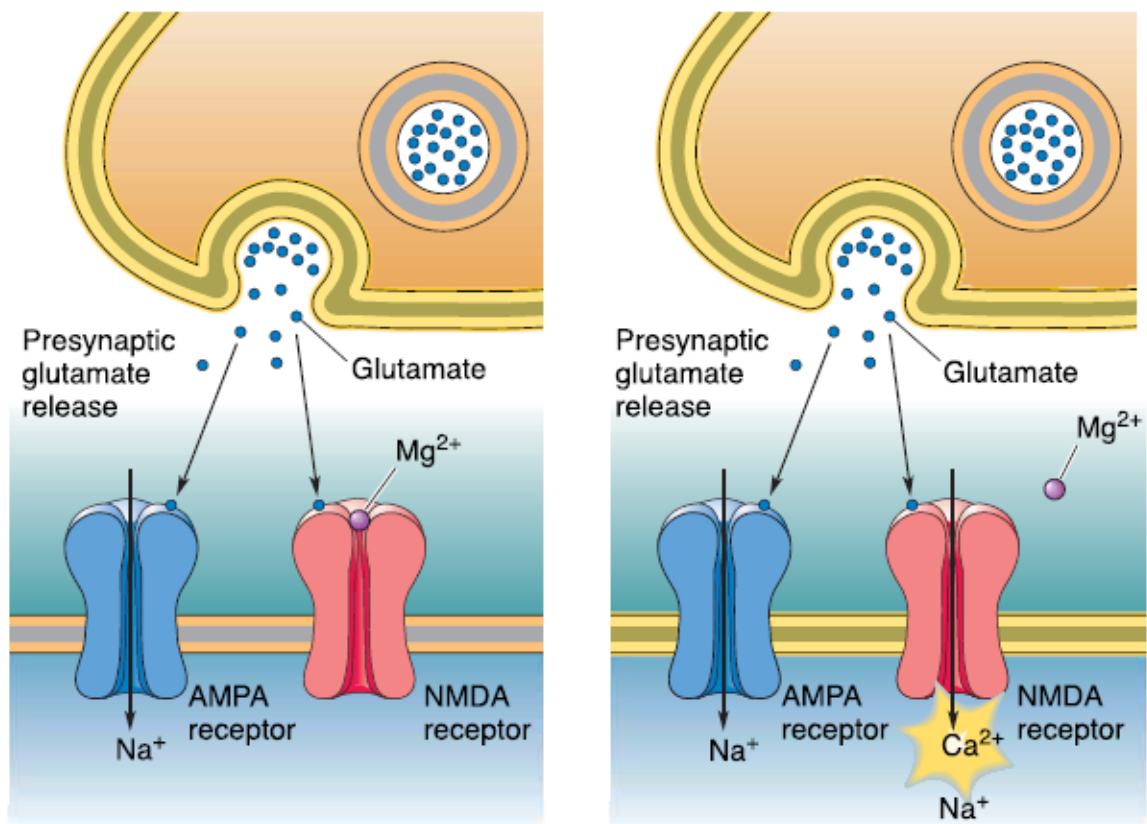
Dlouhodobá potenciace



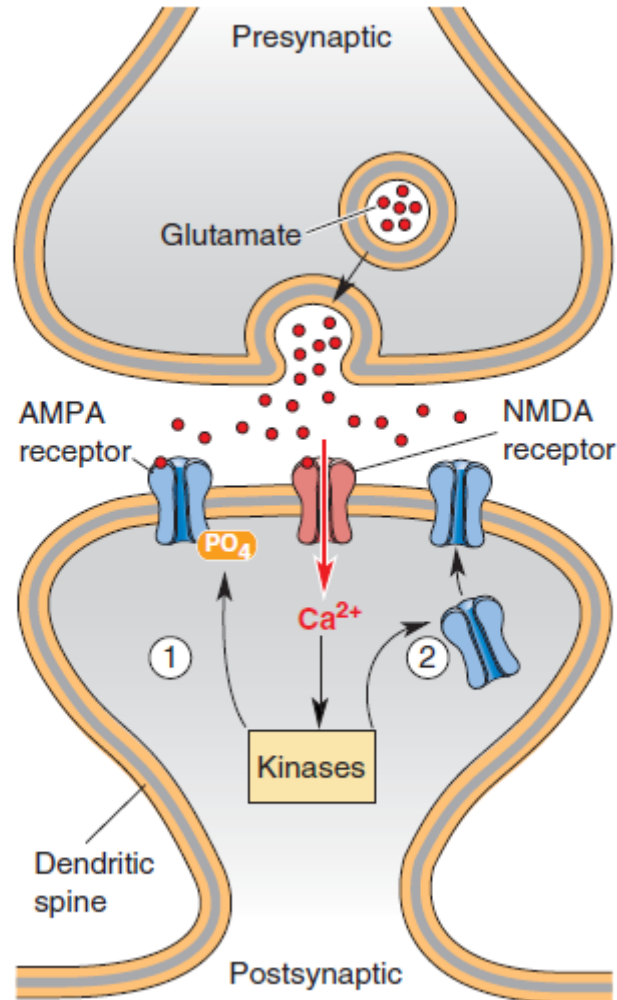
Long-term potentiation



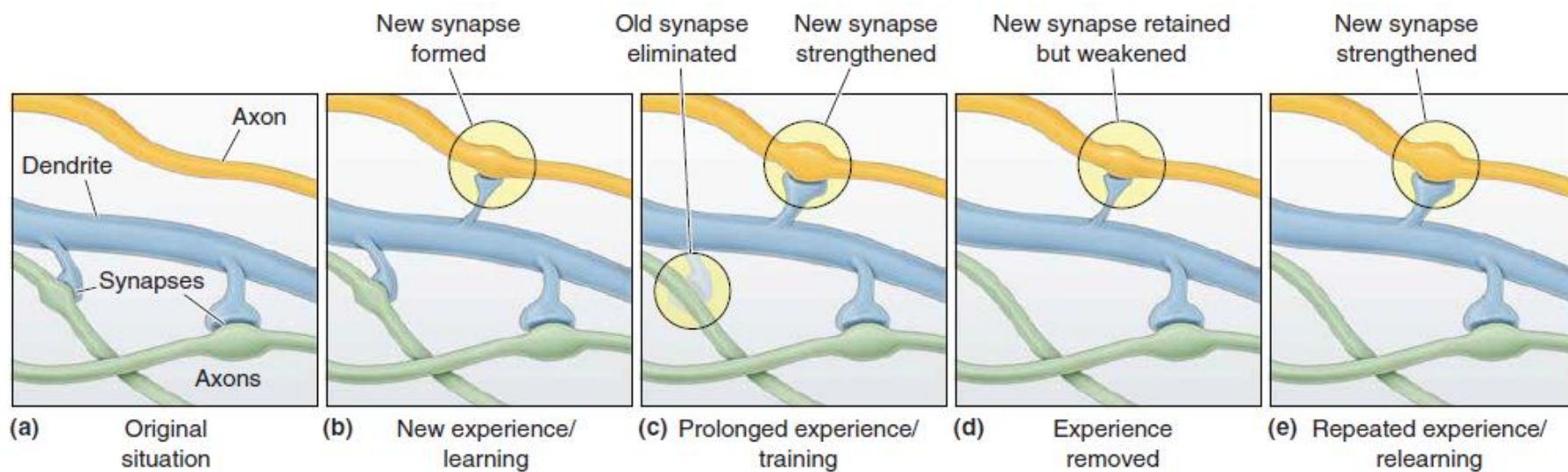
Dlouhodobá potenciace



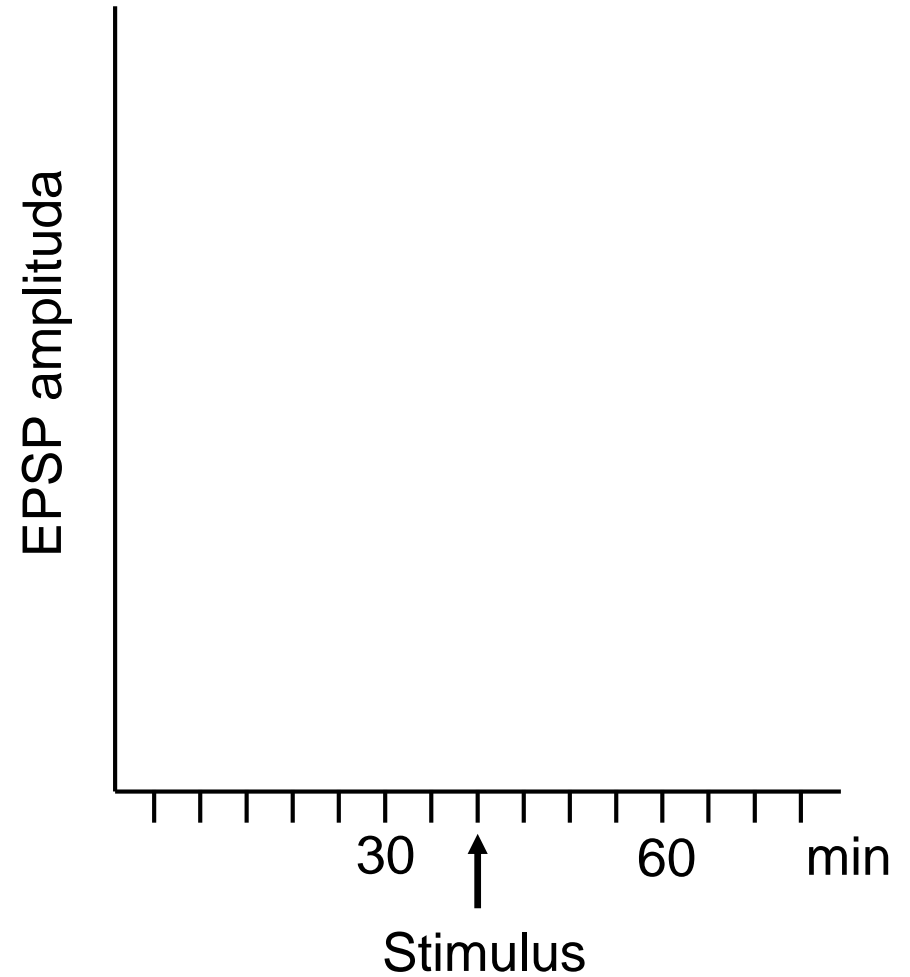
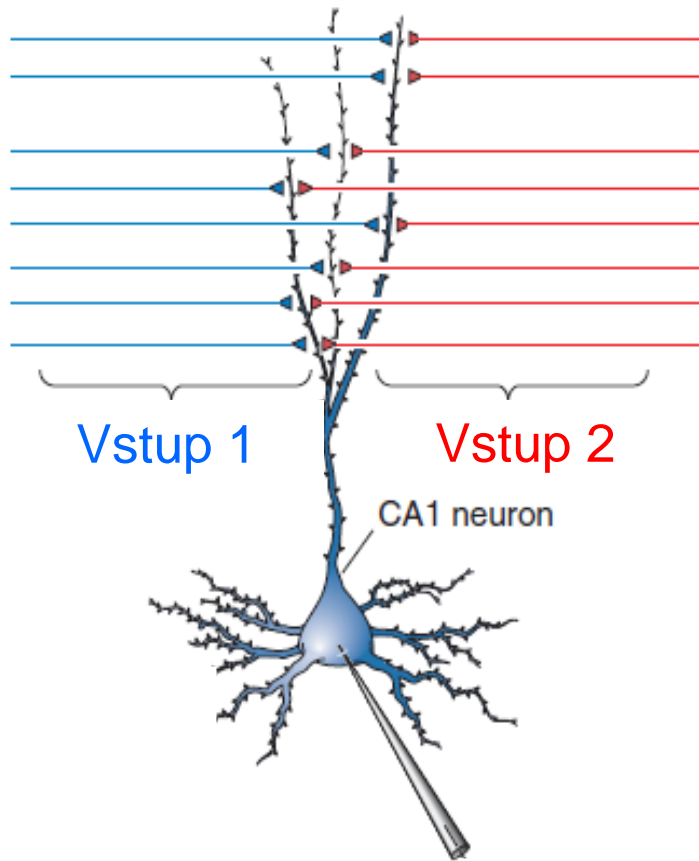
Dlouhodobá potenciace



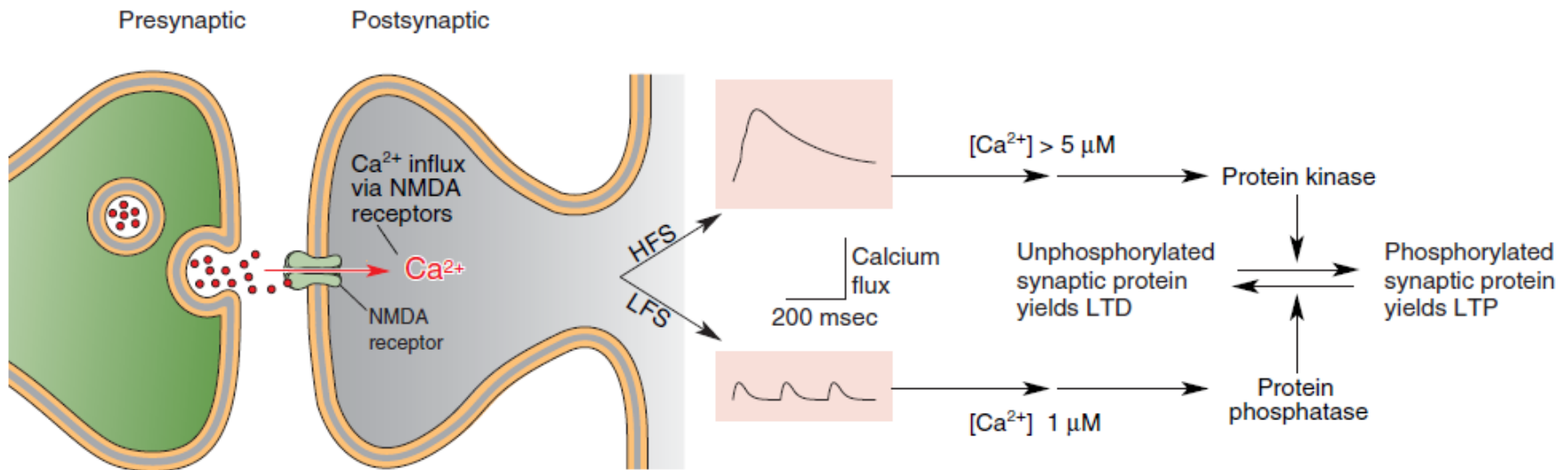
Morfologické koreláty paměti a zapomínání



Dlouhodobá deprese



Dlouhodobá potenciace a deprese



Conclusion

- What is memory and learning?
- How the memory is classified?
- What is implicit memory and its types?
- What is explicit memory?
- Which brain structures are involved in specific types of memories?
- What are the cellular mechanisms of memory formation?
- What is LTP and what role glutamate transmission plays in LTP?
- Consolidation, retrograde and anterograde amnesia