

Emoce (?)

- radost, smutek, zlost pouze slovní vyjádření různých skutečností

Emoční stavy

- pozorovatelné přímo z výrazu tváře a chování jedince, nepřímá pomocí psychofyziologických testů a endokrinních vyšetření

Teorie o emocích

Rethinking the Emotional Brain

Joseph LeDoux^{1,2,*}

¹Center for Neural Science and Department of Psychology, New York University, New York, NY 10003 USA

²Emotional Brain Institute, New York University and Nathan Kline Institute, Orangeburg, NY 10962 USA

*Correspondence: jel1@nyu.edu

DOI 10.1016/j.neuron.2012.02.004

I propose a reconceptualization of key phenomena important in the study of emotion—those phenomena that reflect functions and circuits related to survival, and that are shared by humans and other animals. The approach shifts the focus from questions about whether emotions that humans consciously feel are also present in other animals, and toward questions about the extent to which circuits and corresponding functions that are present in other animals (survival circuits and functions) are also present in humans. Survival circuit functions are not causally related to emotional feelings but obviously contribute to these, at least indirectly. The survival circuit concept integrates ideas about emotion, motivation, reinforcement, and arousal in the effort to understand how organisms survive and thrive by detecting and responding to challenges and opportunities in daily life.

Okruhy přežití (Survival circuits)

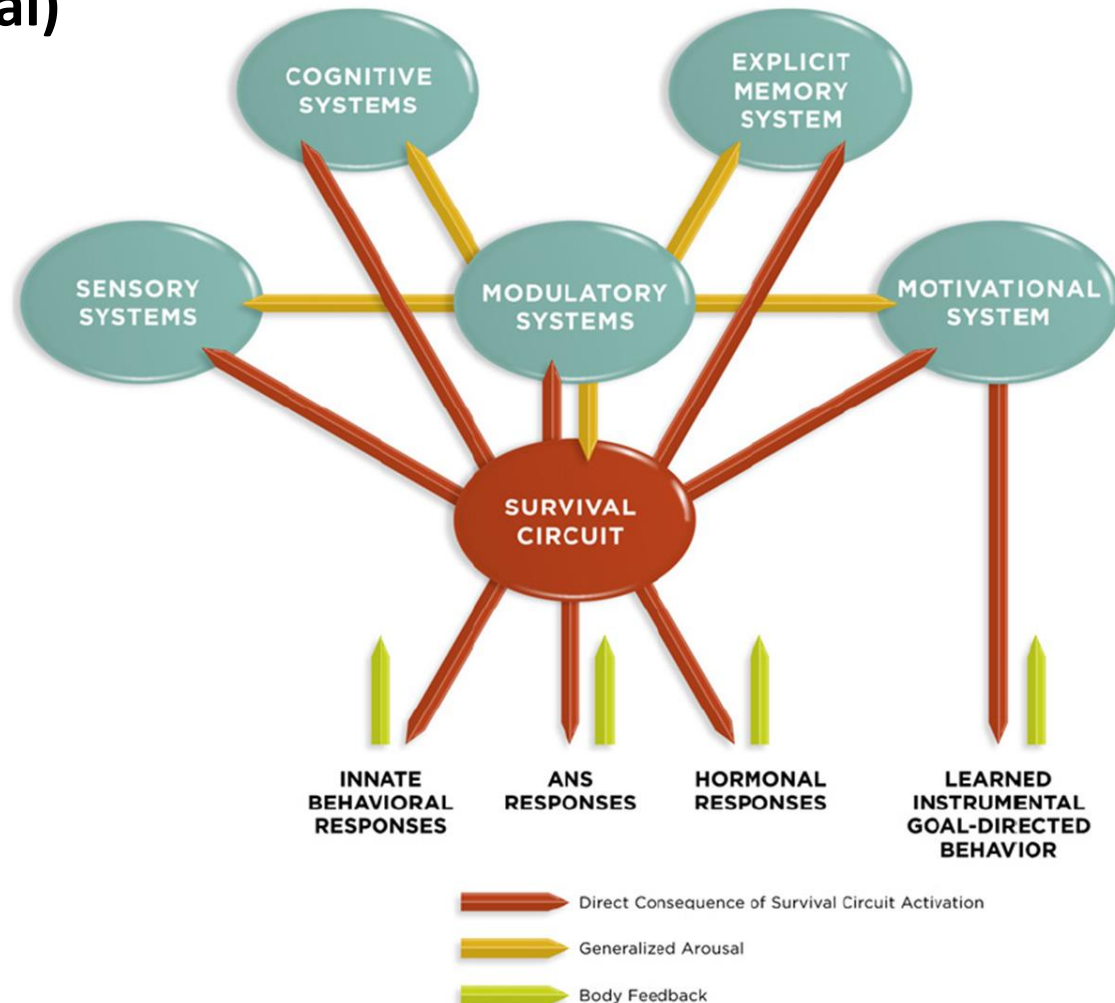
- obrana, nutriční, vodní hospodaření, termoregulační, sexuální
- naladění na své podněty, tzn. každý má jiný spouštěč
- vrozené programy a asociativním učením získané odpovědi

Okruhy přežití

- výsledek aktivace např. obranného okruhu u různých živočišných druhů může být různý: uplavat, uletět, utéct = různý motorický program

Výsledek aktivace okruhů přežití

- behaviorální, autonomní a endokrinní odpověď
- úroveň nabuzení (arousal)
- motivační systémy
- pracovní paměť
- ovlivnění časných stádií analýzy senzorických informací



Emoce

- **soubor fyziologických odpovědí:**
mozku - změny úrovně nabuzení (arousal) a kognitivních funkcí jako pozornost, paměť, rozhodování
těla – endokrinní, autonomní a somatomotorické

základní emoce

komplexní emoce

sociální emoce

Emoce

- automatické, většinou nevědomé odpovědi
- spouštěné tehdy, když mozek detekuje významné podněty (negativní nebo pozitivní)

Podněty

- některé spouštějí emoční odpověď automaticky bez předchozí zkušenosti (= emoční kompetence)
- jiné získávají emoční význam asociačním učením s emočně kompetentními podněty
- mohou spustit fyziologickou odpověď **bez účasti vědomí i prožitků**

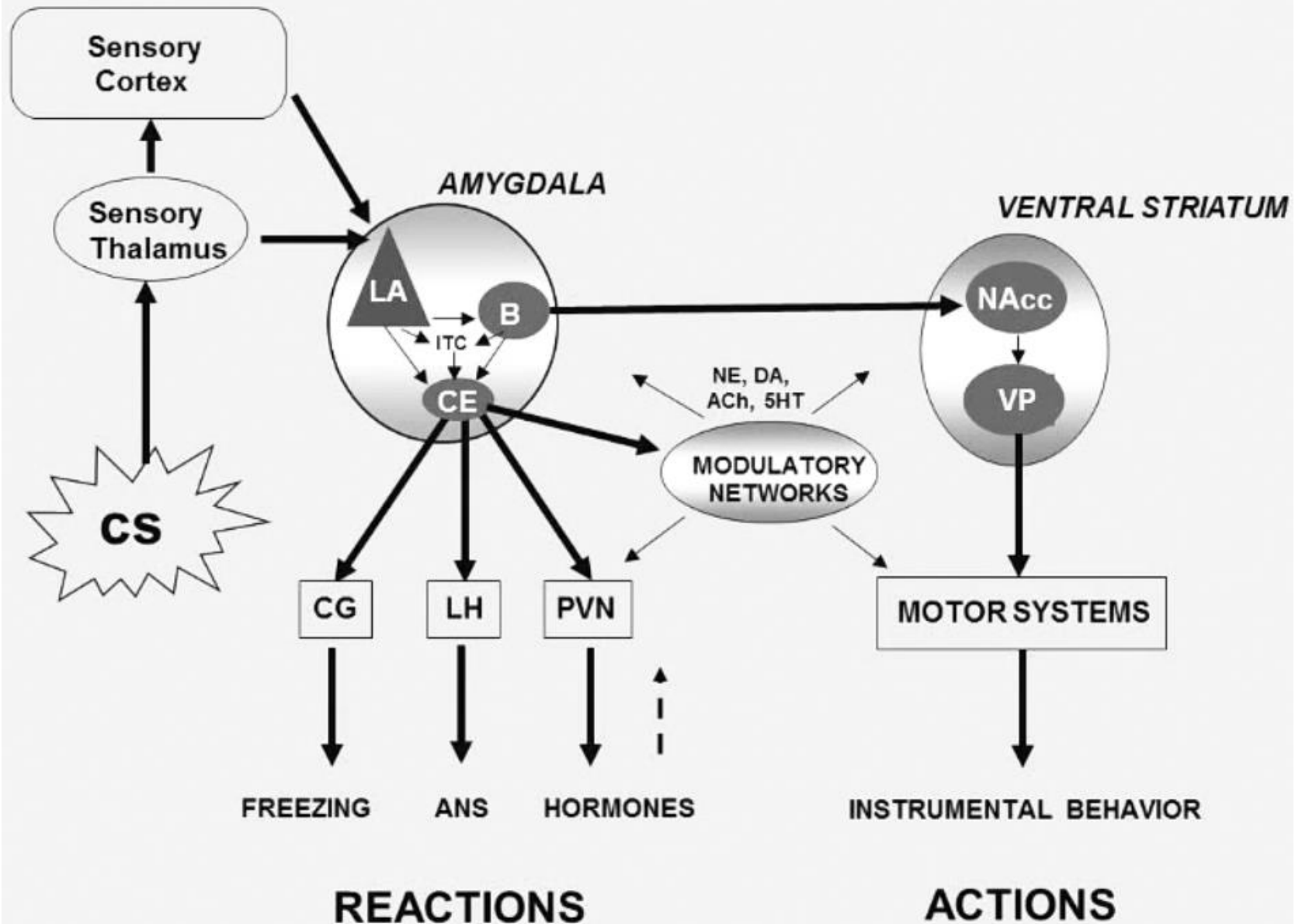
Emoce \approx Okruhy přežití

- vznikly za účelem přežití
- aktivují celý organismus
- inhibují irelevantní funkce
- potencují relevantní motivační stavy

Amygdala

Klasické podmiňování obranné reakce

CIRCUITS MEDIATING THREAT-ELICITED REACTIONS AND THREAT-MOTIVATED ACTIONS



Amygdala u člověka

- aktivita se zvyšuje při US-CS podmiňování
- strach ve výrazu tváře aktivuje amygdalu (dokonce i sublimálně prezentovaný)
- aktivní i u pozitivních podnětů – jídlo, sex, peníze

Léze amygdaly u člověka

- vede k vymizení klasického podmiňování obranné odpovědi
- nerozezná strach ve výrazu tváře a nevytváří emoční odpověď

Struktury limbického předního mozku

- gyrus cinguli, g. parahippocampalis, hipokampální formace (hipokampus, gyrus dentatus, subiculum)
- hypothalamus, corpora mamilaria, septum, nucleus accumbens, amygdala, periaqueduktální šed'
- orbitofrontální kortex

Učení a paměť

- amygdala - implicitní paměť a učení (emoční paměť)
- hipokampus se podílí na vytvoření explicitní paměti o emoční události (paměť o emoci)

Úloha kontextu

- kontextové podmiňování – preference míst spojených s podněty důležitými pro přežití a vyhýbání se nebezpečným místům (vyžaduje účast hipokampu – senzorické informace o místě)

Pocity (feelings)

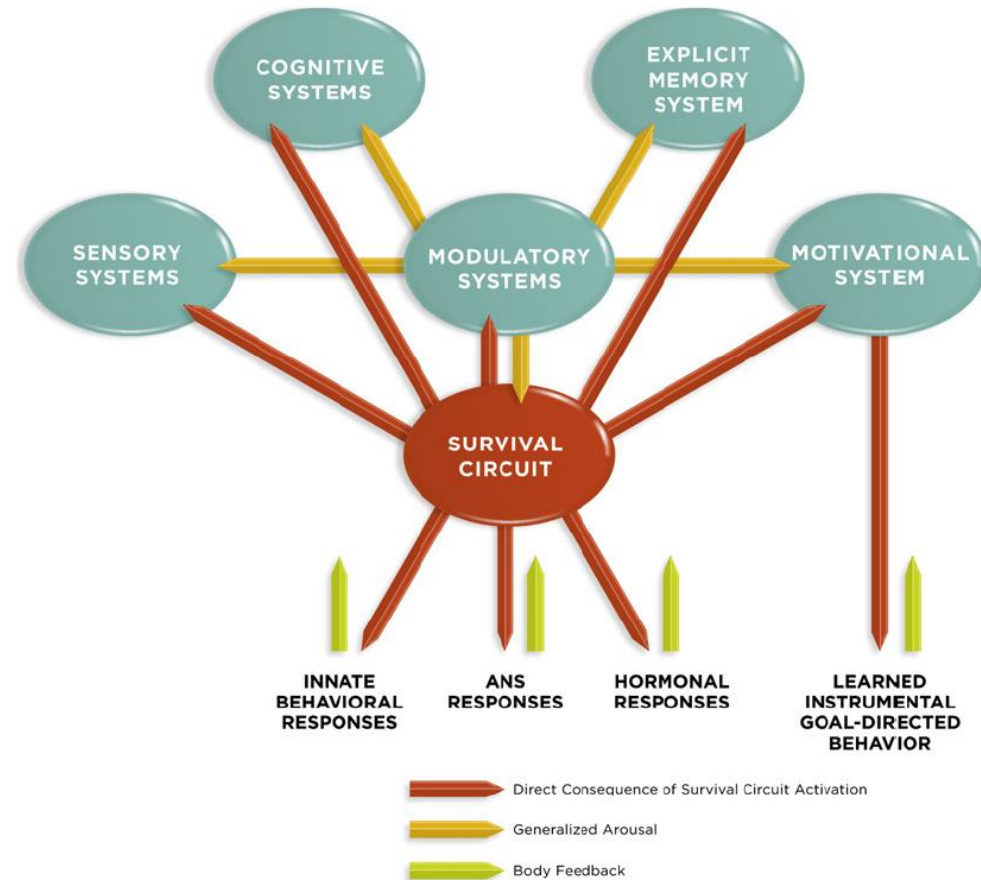
- vědomé vnímání somatických a kognitivních změn
 - vědomí
 - slovní vyjádření
- inzula, sekundární somatosenzorická oblast, gyrus cinguli, hypothalamus, struktury mozkového kmene
- usnadňují učení o objektech a situacích, které spouštějí automatické emoční odpovědi
- zvyšují adaptabilitu v odpovědi na nebezpečné nebo výhodné situace

Léze oblastí prefrontálního laloku

- porušené sociální emoce a prožitky, změny chování, sociopatie → neschopnost udržet si práci nebo stabilní sociální vztahy, porušují sociální zvyklosti, neudrží finanční nezávislost

Motivační stavy

- procesy zprostředkující cílenou odpověď (chování) na změny vnitřního nebo zevního prostředí
- jsou součástí neurálních okruhů zajišťujících přežití organismu



Motivační stavy ovlivňují:

- pozornost
- výběr cíle
- úsilí sledovat vybraný cíl
- odpověď na podněty

Motivační stavy

- vycházejí z interakce mezi interními (fyziologické chybové signály a cirkadiánní rytmy) a externími vstupy (významné podněty)

úrovně:

- pohnutky (drives) vyvolané změnou vnitřních podmínek (hlad, žízeň a teplota)
- osobnostní a sociální potřeby získané zkušeností a učením

Dopamin – reward-prediction error signal

- dopamin – slouží jako signál o chybné predikci odměny, posiluje učení a paměť (deklarativní i asociativní)

„Systém odměny“

- pravděpodobně zajišťuje základní „logiku“ pro výběr cílů → povzbuzení chování uspokojující potřeby

struktury kolem fasciculus telencephalicus medialis (dopamin) –
ventrální tegmentum a ncl. accumbens

Motivační stavy

usměrnění chování jedince vede

- k uspokojení vnitřních potřeb, které se tím oslabí a motivace zaniknou anebo
- vyhnutí se podnětům s negativním (averzivním) významem

Závislost

- psychická závislost X fyzická závislost (větší u opiátů)
- tolerance

Návykové látky

- aktivují „systém odměny“
- mechanismy na dopaminu:
 - závislé - ↑ extracelulární koncentrace dopaminu v ncl. accumbens
 - nezávislé - přes vlastní opiátové receptory v „systému odměny“

Retikulární formace (RF)

- skupiny neuronů v mozkovém kmeni
- funkce:
 - **generátory vzorců**
 - **modulační systémy mozku**

Generátory vzorců

- skupiny neuronů, které se nacházejí v blízkosti jader hlavových nervů (např. n. vagus, n. trigeminus, n. facialis, ...)
- řídí reflexy (př. vestibulookulární reflex, korneální reflex, dávivý reflex, kašel, ...) a stereotypní chování (př. žvýkání, polykání, zvracení, ...)
- složitější generátory vzorců - dýchání
- emoční výraz ve tváři

Modulační systémy mozku

- jasněji lokalizované skupiny neuronů s dlouhými ascendentními a descendentními axony
- noradrenergní, dopaminergní, serotoninergní, cholinergní, histaminergní, ...

Ascendentní systém – arousal a vědomí

= ascending arousal system

- monoaminergní buněčné populace mesencefala (ncl. raphe - **serotonin**, locus ceruleus – **noradrenalin**, ncl. tuberomamilaris – **histamin**)
- pedunkulopontiní a laterodorzální tegmentální jádra - **acetylcholin**
- ncl. parabrachialis – **glutamát**
- laterální hypothalamus – **orexin**
-

Ascendentní systém – arousal a vědomí

- difúzní projekce do kůry:
 - via thalamus (přepojovací a intralaminární jádra)
 - via laterální hypothalamické oblasti a jádra basálního předního mozku
- léze těchto projekcí postihuje vědomí

Ascendentní systém – arousal a vědomí

- zvyšuje bdělost (vigilanci) a pohotovost k odpovědi korových a thalamických neuronů na senzorní podněty = arousal = aktivní bdělost se soustředěnou pozorností
- vědomí – být vzhůru, být si vědom sebe sama a také prostoru kolem sebe
- modulace cirkadiálních rytmů (bdělost-spánek)

Ascendentní systém – kognitivní funkce

- noradrenalin – pozornost
- dopaminergní projekce do dorzolaterálního prefrontálního kortexu ovlivňuje pracovní paměť

Modulace bolesti

- z locus ceruleus (noradrenalin)
- z ncl. raphe magnus (serotonin)
(pozn. agonisté 5-HT_{1D} receptorů nebo blokátory zpětného vychytávání monoaminů – léčba bolesti)

Modulace motorické aktivity

- dopamin (substantia nigra → bazální ganglia)
- drogy vázající se na serotoninové receptory spouštějí např. třes, myoklonus („serotoninový syndrom“)
- noradrenergní neurony – projekce k motoneuronům
→ facilitace excitačních vstupů (přes β receptory)
- pozn.: nadměrná aktivace během obranné reakce může spustit třes

Patologie modulačních systémů

- Alzheimerova choroba – acetylcholin
- schizofrenie – dopamin
- deprese – serotonin a noradrenalin

Elektroencefalografie

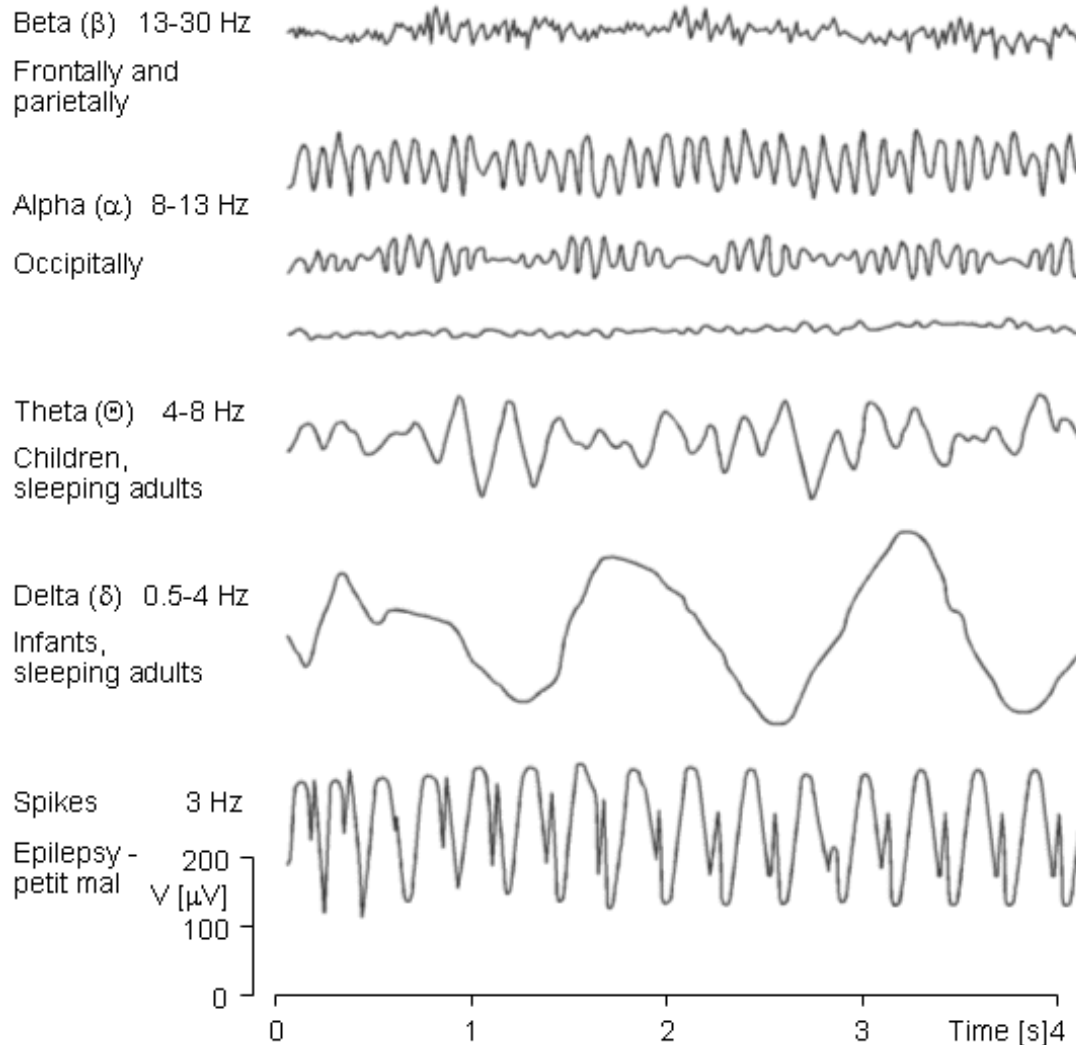
- metoda registrující elektrickou aktivitu mozku

Elektroencefalografie - snímání

- monopolární zapojení:
 - aktivní elektroda
 - indiferentní elektroda

= referenční snímání (zapojení)
- bipolární snímání
- svod (kanál)
- zemnicí elektroda
- napětí v mikrovoltech
- systém 10-20
- eeg čepice

Elektroencefalografie



Spánek

- aktivně řízený a vysoce organizovaný stav mozku, sestávající z několika fází
- kritéria: snížená motorická aktivita; snížená reakce na stimulaci; stereotypní nastavení těla (ležící se zavřenýma očima); relativně snadný návrat ke bdělému stavu (na rozdíl od komatu)

Non-REM spánek

- zpomalování EEG → **spánek s pomalými vlnami**
- ↓ sympatikotonie, ↓ TF, ↓ TK
- relaxace příčně pruhovaných svalů, svalový tonus a reflexy jsou intaktní
- ↑ práh pro probuzení

REM spánek

- **rychlé pohyby očí**
- EEG podobné bdělému stavu (paradoxní spánek)
- atonie - ↓ tonu kosterního svalstva (kromě okohybných svalů a bránice)

Spánek

- non-REM a REM fáze = 90-110 minut
- 4-6 krát / noc
- trvání non-REM 3 a 4 fáze se v průběhu spánku zkracuje, REM fáze se prodlužuje

Délka spánku během života

REM spánek

- po narození představuje REM spánek asi 50 % z celého spánku a jeho zastoupení rapidně klesá do 4 let věku na cca 20-25 %

Spánek

- u mladých dospělých:
 - 50-60 % non-REM 2 stádium
 - 20-25 % REM stádium
 - 15-20 % non-REM 3 a 4 stádium
 - 5 % non-REM 1 stádium
- Nověji se 3. a 4. fáze non-REM spojují do jedné fáze, která se označuje jako 3. fáze.

Spánek a sny

- jak v REM, tak i v non-REM fázi
- non-REM sny – kratší, méně živé, méně emoční a více související s každodenním životem
- REM sny bývají delší, spíše zrakové, méně související s každodenním životem

Endogenní cirkadiánní rytmy

Ncl. suprachiasmaticus = „vnitřní hodiny“

Spánek a melatonin

Ospalost

Regulace spánku

Spánkové poruchy

- Insomnie – neschopnost spát dostatečně dlouhou dobu s pocitem nedokonalého odpočinku
 - stres, časový posun, káva, noční služby
 - bývá asociován s depresemi
- Syndrom spánkové apnoe – uzávěr dýchacích cest během spánku způsobující časté probouzení, což má za následek – žádný non-REM 4 a kratší REM spánek
- Narkolepsie – epizodické náhlé ataky REM spánku během dne bez fází non-REM spánku
 - 30 sekund - 30 minut
 - začátek může provázet náhlá ztráta svalového tonu – kataplexie
 - ↓↓ orexin (=hypocretin)

Mozková kůra

- tloušťka 2-(4)5 mm
- plocha asi 250 000 mm²

Mozková kůra

- neurony **pyramidové** (glutamát):
projekční, asociační, komisurální
- neurony **hvězdicovité** (glutamát a GABA):
lokální interneurony

Mozková kůra

- isocortex = neocortex
- allocortex =
archicortex (hippocampus, gyrus
dentatus, gyrus fasciolaris, gyrus
parahippocampalis)
+ paleocortex (olfactory area)

Hospodaření s vodou

- motivační stav: žízeň
- primární pití: korekce chyby
- sekundární pití: anticipace nedostatku
- motivační systém anticipuje přítomnost a vymizení chybových signálů – pití se ukončuje ještě před dosažením žádoucího stavu

Hospodaření s vodou

- monitorace objemu tělesných tekutin a osmolarity
- endokrinní (ledviny – RAAS) a nervové cesty (baroreceptory, osmoreceptory v SFO a OVLT)
- integrace v **hypothalamu** – paraventriculární jádro – vasopresin

Nutriční chování

- zpětnovazebný systém řízení – „set point“, který je pod vlivem více faktorů: stres, chutnost jídla, fyzické cvičení, genetické faktory a okolní podmínky → zdá se, že se nejedná o pravý „set point“ jako u termoregulace
- signály:
 - dlouhodobé - leptin, inzulín
 - krátkodobé - ghrelin, cholecystokinin

Nutriční chování u zvířat

experimentální stimulace ncl. paraventricularis hypothalamu
potlačuje krmení (léze – přejídání)

experimentální stimulace laterálního hypothalamu podněcuje k
jídlu (léze – ignorování jídla)

Nutriční chování

- ventromediální a laterální hypothalamus **nejsou centra sytosti a hladu**, protože nutričního chování se účastní více struktur CNS
- **motivační stav:** hlad

Řízení tělesné teploty

- detektory – periferní (v těle) a centrální (přední hypothalamus – teplota krve)

Řízení tělesné teploty

v hypothalamu:

vstupní informace: neurony citlivé 1) na chlad a 2) na teplo
- integrace informací centrálních a periferních

výstup:

- experimentální stimulace předního hypothalamu:
 ↑ ztráty tepla → snížení tělesné teploty
- exp. stimulace zadního hypothalamu:
 ↑ uchování tepla → zvýšení tělesné teploty

Řízení tělesné teploty

- dlouhodobé řízení přes endokrinní systém (hormony štítné žlázy)
- vedle autonomních, endokrinních a mimovolních motorických odpovědí se také spouští volní motorická aktivita s cílem minimalizovat odchylky

Řízení tělesné teploty

set point: 37 °C; kolísá během dne, nejnižší během spánku

- zvýšen při nemoci - pyrogeny (př. interleukin-1 z makrofágů), které vstupují do mozku v preoptické oblasti

stimulace antipyretické oblasti - nuclei septi před preoptickou oblastí - potlačují horečku

Hypothalamus

- řídí periferní doprovod emočních stavů
- elektrickou stimulací různých míst hypothalamu je možné vyvolat různé (od jednoduchých až po komplexní) autonomní a somatomotorické reakce charakteristické pro určité emoční stavy

Hypothalamus

- je to struktura, kde se integrují různé informace a výstupem je organizovaný a odpovídající set autonomních, endokrinních a behaviorálních odpovědí

Hypothalamus

- Krevní tlak a iontové složení
- Energetický metabolismus
- Reprodukční (sexuální a rodičovské) chování
- Tělesná teplota
- Obranné chování
- Střídání spánku a bdění