

Emoce a pocity

Obrázky a tabulky použity z:

- Principles of Neural Science (5th ed.), Kandel et al. (2013)
- Neuroscience (4th ed.), Purves et al. (2008)
- Joseph LeDoux. Rethinking the emotional Brain, Neuron (2012)
- Přehled lékařské fyziologie (20. vyd.), Ganong (2005)
- Atlas fyziologie člověka (6. vyd.), Silbernagl a Despopoulos (2004)
- Joseph LeDoux. Our emotional brain. <https://www.youtube.com/watch?v=tjhCPPhzBqQ>

Emoce (?)

- radost, smutek, zlost pouze slovní vyjádření různých skutečností

Emoční stavy

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

Struktury limbického předního mozku

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

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

- zajišťuje vrozené i získané (naučené) emoční reakce

Amygdala u člověka

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

Léze amygdaly u člověka

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

Struktury přispívající emoční odpovědi

- vedle amygdaly také hypotalamus a periaqueduktální šed'
- přední gyrus cinguli, inzula a ventromediální prefrontální kortex – komplexní emoční stavy

Struktury přispívající emoční odpovědi

- 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

Učení a paměť

- amygdala - implicitní paměť a učení (emoční paměť)
- hipokampus se podílí na vytvoření explicitní paměti o emočních událostech (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, mozkový kmen

Pocity

- usnadňují učení o objektech a situacích, které spouštějí automatické emoční odpovědi
- zvyšují adaptabilitu v odpovědi na nebezpečné nebo výhodné situace

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

- objem tělesných tekutin a osmolarita
- endokrinní (ledviny – renin-angitenzin-aldosteron systém) a nervové cesty (baroreceptory, osmoreceptory v subfornikálním orgánu a organum vasculosum laminae terminalis)
- integrace v hypothalamu – paraventikulární jádro (PVN) – 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

Nutriční chování u zvířat

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

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

Nutriční chování

- leptin a inzulín snižují příjem potravy a zvyšují termogenezi
- leptin stimuluje uvolnění cholecystokininu z duodena
- leptin a ghrelin mají opačný efekt na neurony ncl. arcuatus hypotalamu, které uvolňují NPY a agouti-related peptid

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 – voda versus antilopa)
- pozitivní zpětná vazba mezi významnými podněty a motivačními stavy zajišťuje dokončení behaviorální odpovědi

System odměny

- pravděpodobně zajišťuje základní „logiku“ pro výběr cílů
- povzbuzení chování uspokojujícího potřeby
- míra povzbuzení závisí na intervalu posledního uspokojení

System odměny

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

System odměny

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

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

Motivační stavy – úrovně

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

Motivační stavy

- **přežití**: krátkodobé (jídlo a pití) a dlouhodobé (sexuální chování a péče o potomstvo)

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

Řízení tělesné teploty

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

Řízení tělesné teploty

v hypothalamu:

neurony citlivé 1) na chlad a 2) na teplo

- integrace informací centrálních i periferních

Řízení tělesné teploty

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

Řízení tělesné teploty

- dlouhodobé řízení přes endokrinní systém (hormony štítné žlázy)

Řízení tělesné teploty

- 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 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

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

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

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

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

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

TABLE 27.1**Summary of the Cellular Mechanisms that Govern Sleep and Wakefulness**

<i>Brainstem nuclei responsible</i>	<i>Neurotransmitter involved</i>	<i>Activity state of the relevant brainstem neurons</i>
WAKEFULNESS		
Cholinergic nuclei of pons-midbrain junction	Acetylcholine	Active
Locus coeruleus	Norepinephrine	Active
Raphe nuclei	Serotonin	Active
Tuberomammillary nuclei	Orexin	Active
NON-REM SLEEP		
Cholinergic nuclei of pons-midbrain junction	Acetylcholine	Decreased
Locus coeruleus	Norepinephrine	Decreased
Raphe nuclei	Serotonin	Decreased
REM SLEEP ON		
Cholinergic nuclei of pons-midbrain junction	Acetylcholine	Active (PGO waves)
Raphe nuclei	Serotonin	Inactive
REM SLEEP OFF		
Locus coeruleus	Norepinephrine	Active

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

Spánkové poruchy

- 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)

Retikulární formace (RF)

- skupiny neuronů v mozgovém kmeni
- funkce:
 - **generátory vzorců** (pattern generators)
 - **modulační systémy mozku**

Generátory vzorců

- skupiny neuronů, které se nacházejí v blízkosti jader hlavových nervů
- řídí reflexy (př. vestibulookulární reflex, korneální reflex, dávivý reflex) a stereotypní chování (př. žvýkání)
- složitější generátory vzorců - dýchání

Generátory vzorců související s viscerálními funkcemi n. vagus:

- GI odpovědi – polykání, dávení, zvracení
- dýchací – zahájení a modulace dechového rytmu, kašel, škytavka, kýchání
- kardiovaskulární – baroreflex, krevní tlak, odpověď na cerebrální ischemii a hypoxii

Orofaciální motorické odpovědi

- žvýkání (n. V), pohyby rtů (n. VII), pohyby jazyka (n. XII)
- koordinace s dýchacími pohyby
- sensorický feedback z ncl. tractus solitarii (chuť) a sensorického jádra/jader n. trigeminus (struktura jídla, teplota, pozice čelisti)

Emoční výraz ve tváři

- generátory vzorců v okolí motorického jádra n. facialis – úsměv, pláč

Modulační systémy mozku

- jasněji lokalizované skupiny neuronů s dlouhými ascendentními a descendentními axony

Ascendentní systém – arousal a vědomí

= ascending arousal system

Ascendentní systém – arousal a vědomí

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

Ascendentní systém – arousal a vědomí

- 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 senzorické podněty = **arousal** = aktivní bdělost se soustředěnou pozorností
- **vědomí** – být vzhůru, být si vědom sebe sama a také prostoru kolem sebe

Ascendentní systém – arousal a vědomí

- modulace cirkadiánních rytmů
(bdělost-spánek)

Ascendentní systém – kognitivní funkce

- noradrenalin (locus ceruleus) – pozornost
- dopaminergní projekce do dorzolaterálního prefrontálního kortexu ovlivňují pracovní paměť
- dopamin – systém odměny

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 – BG)
- drogy vázající se na serotoninové receptory spouštějí např. třes, myoklonus („serotoninový syndrom“)

Modulace motorické aktivity

- noradrenergní neurony – projekce k motoneuronům
→ facilitace excitačních vstupů (přes β receptory)
- pozn.: nadměrná aktivace během obranné reakce může spustit třes

Vztah patologie a modulačních systémů

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

Mozková kůra

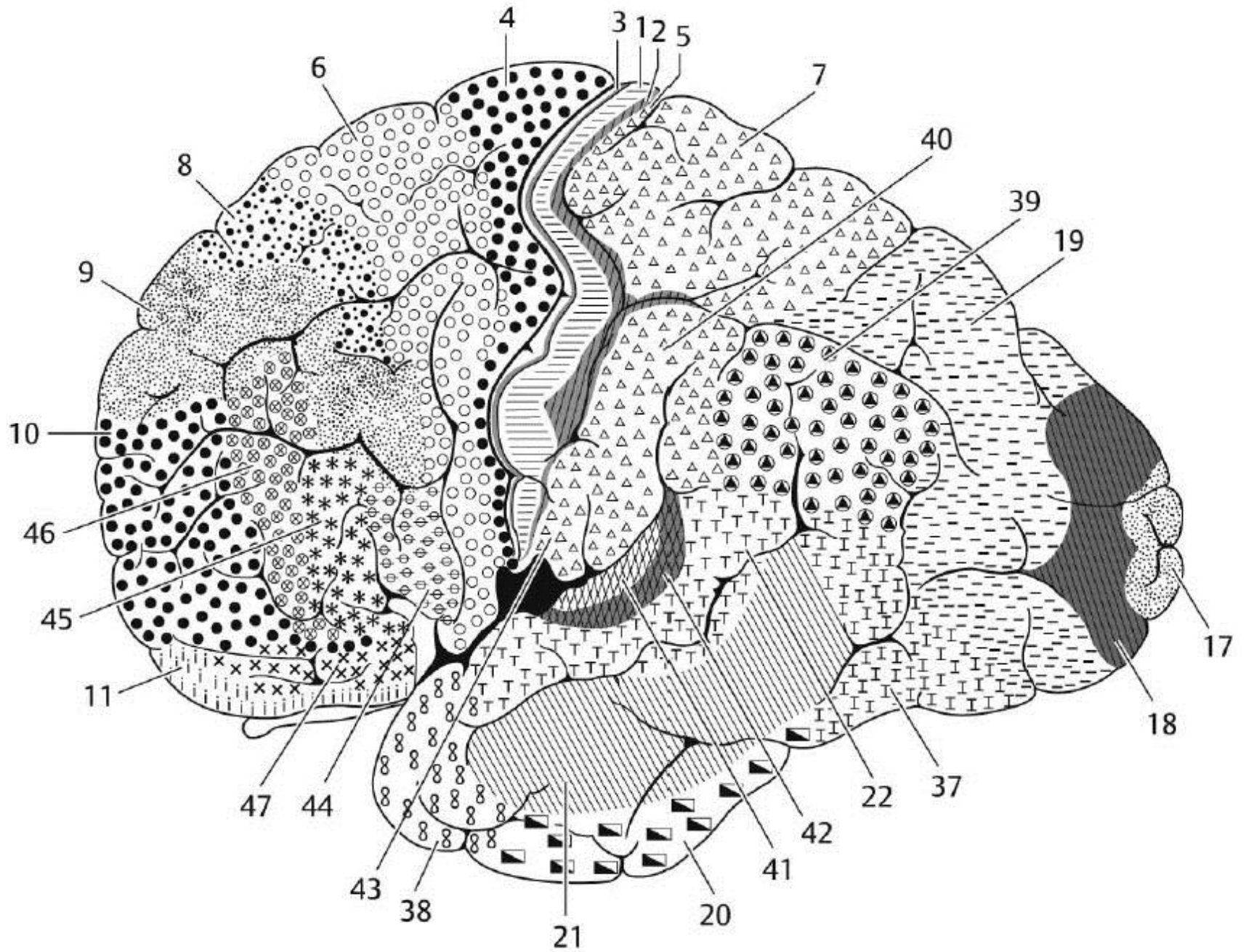
- tloušťka 2-(4)5 mm
- plocha asi 250 000 mm²

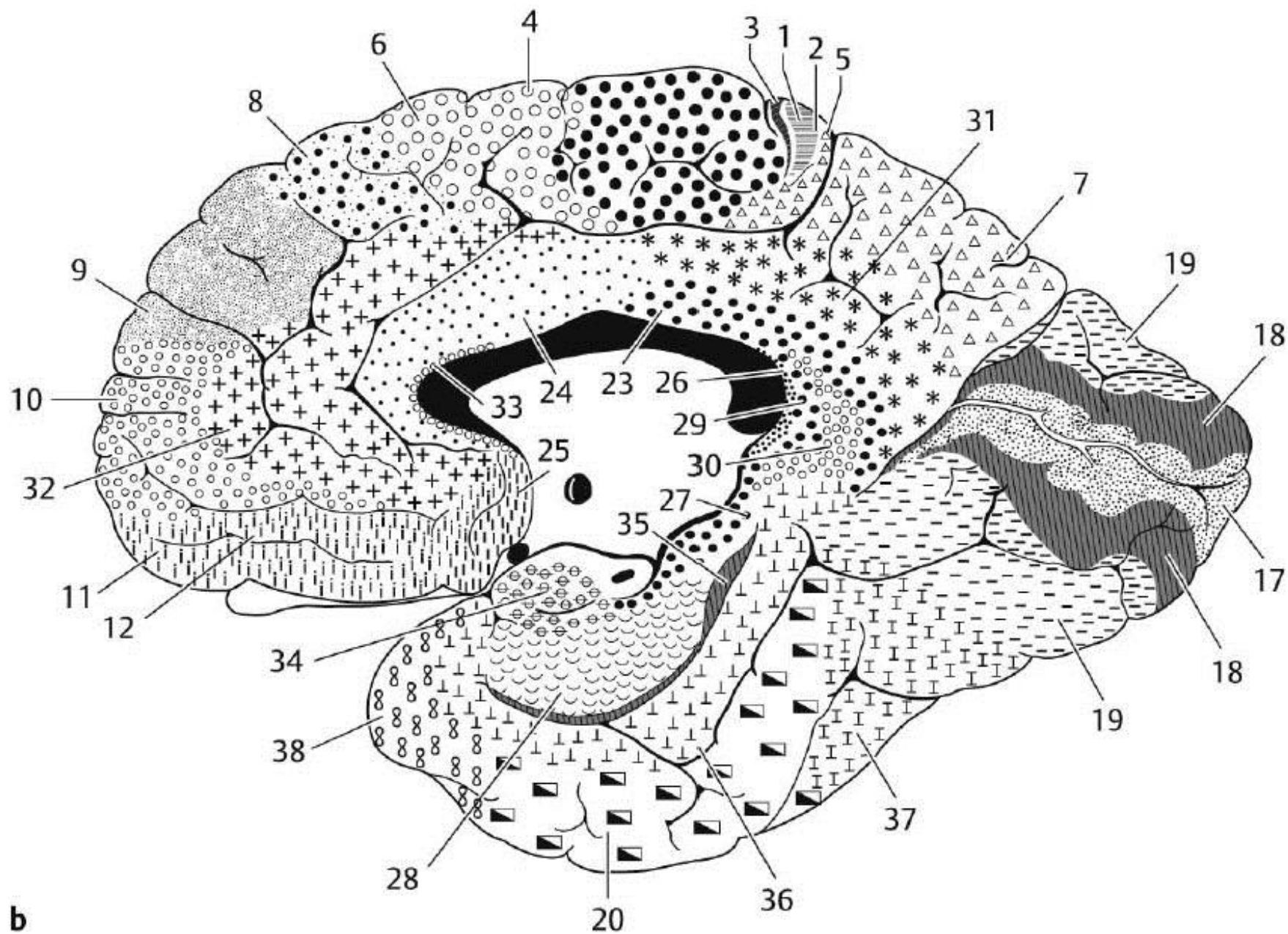
Mozková kůra

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

Mozková kůra

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





b