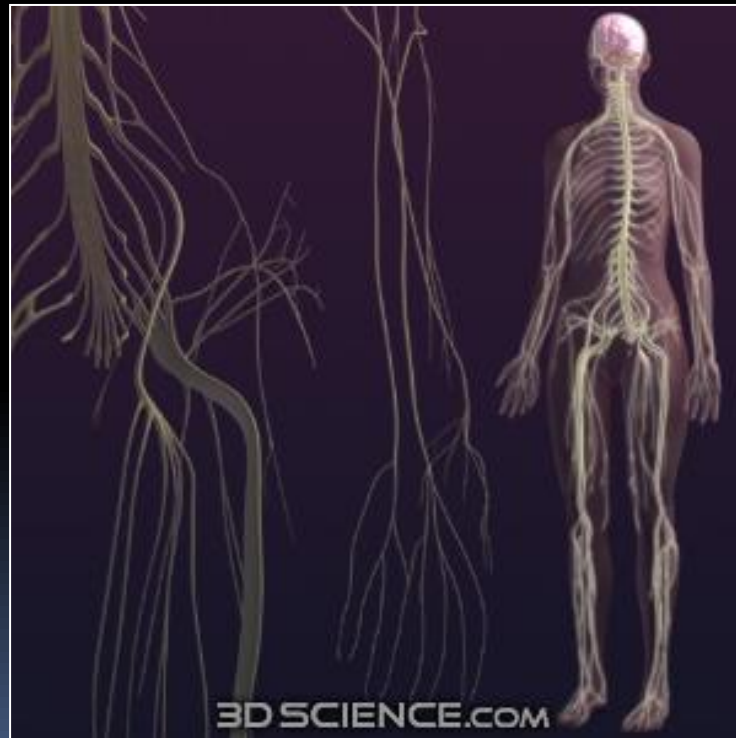


Nervová soustava



Uzpůsobená na rychlé předávání informací
Rostoucí význam ve fylogenezi – jeden z hlavních trendů ve vývoji živočichů.
Vybavená schopností zpracovávat, učit se
Základem pro chování, až po řeč, paměť, váže se na ni vědomí, prožívání.

Neuron – buňka schopná komunikovat elektricky, ale i chemicky (jako všechny buňky)

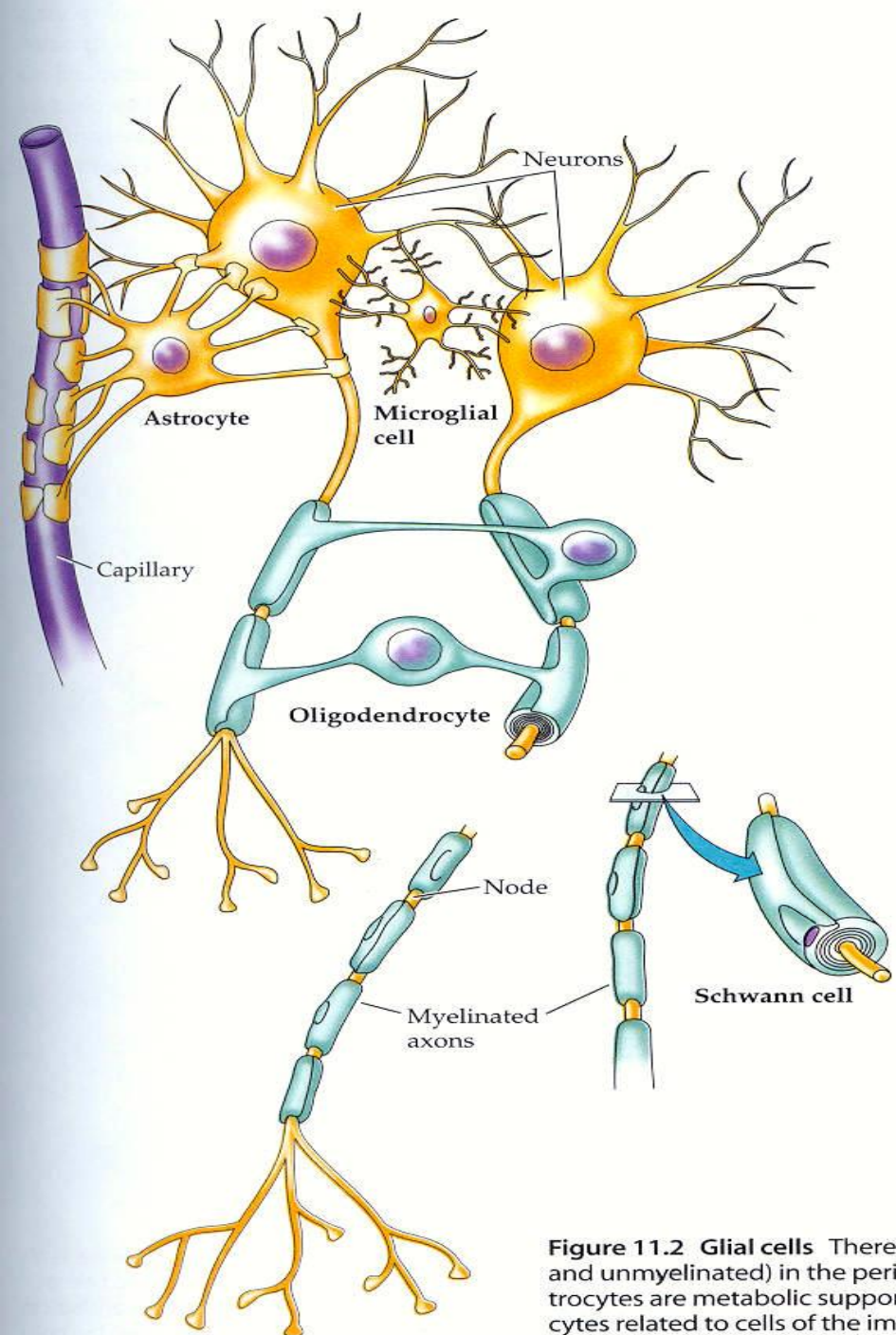
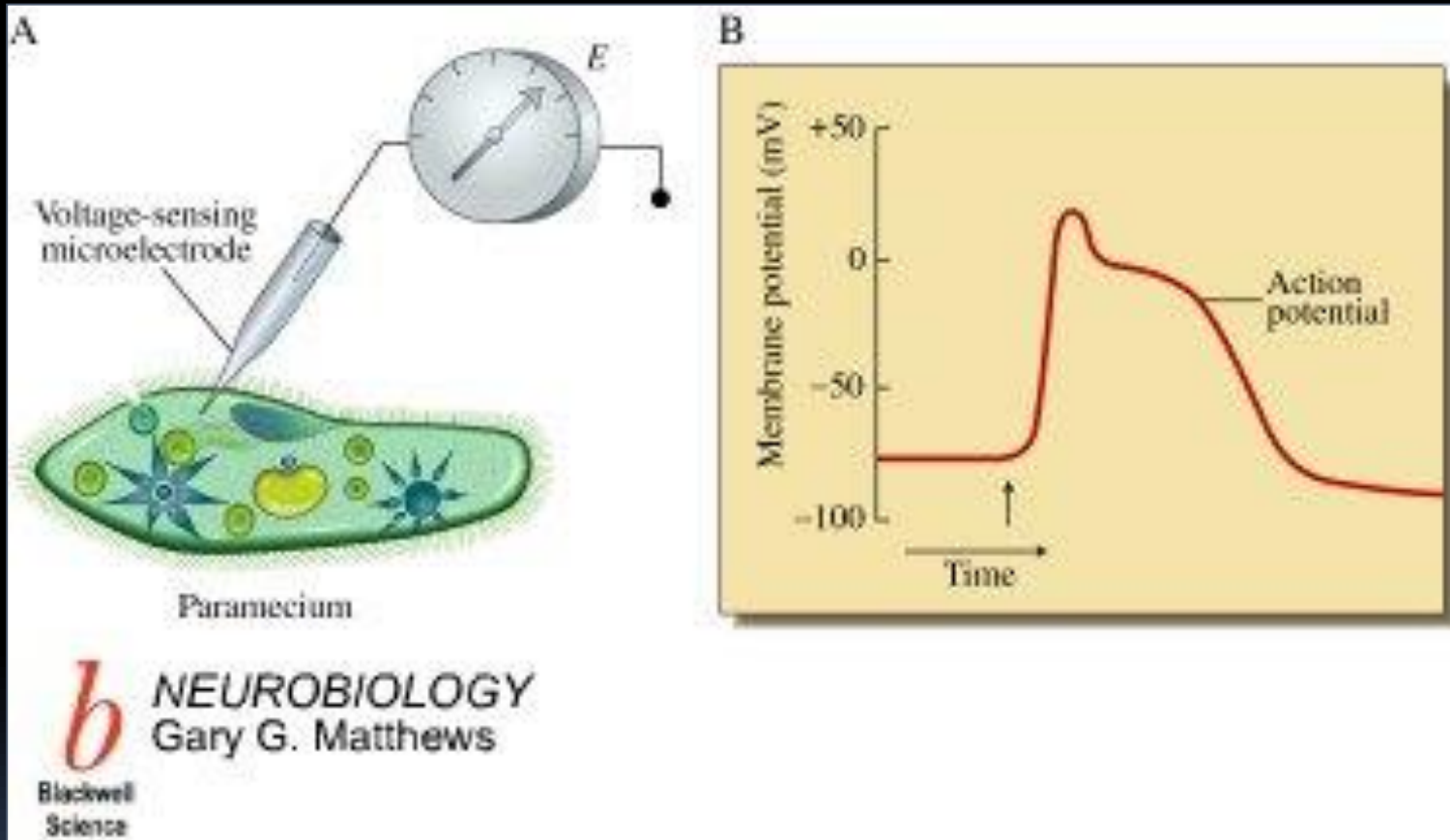


Figure 11.2 Glial cells There are (myelinated and unmyelinated) in the peripheral nervous system. Oligodendrocytes are metabolic support cells related to cells of the immune system.

Prvotní účel vzrušivých membrán.

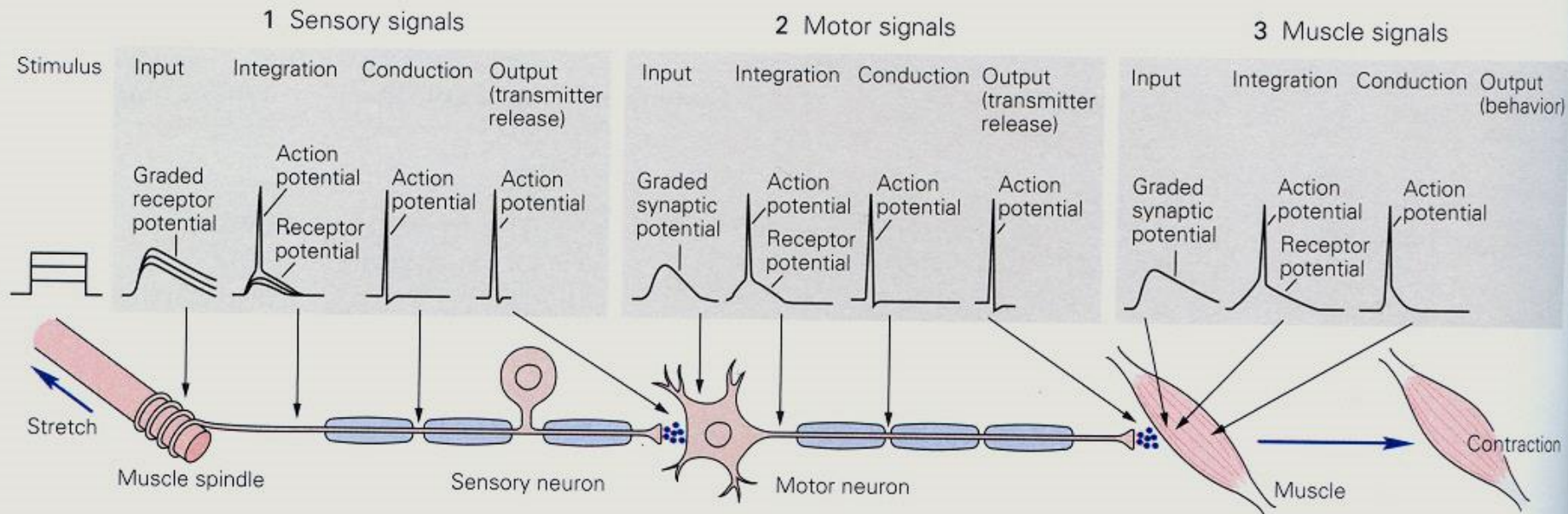
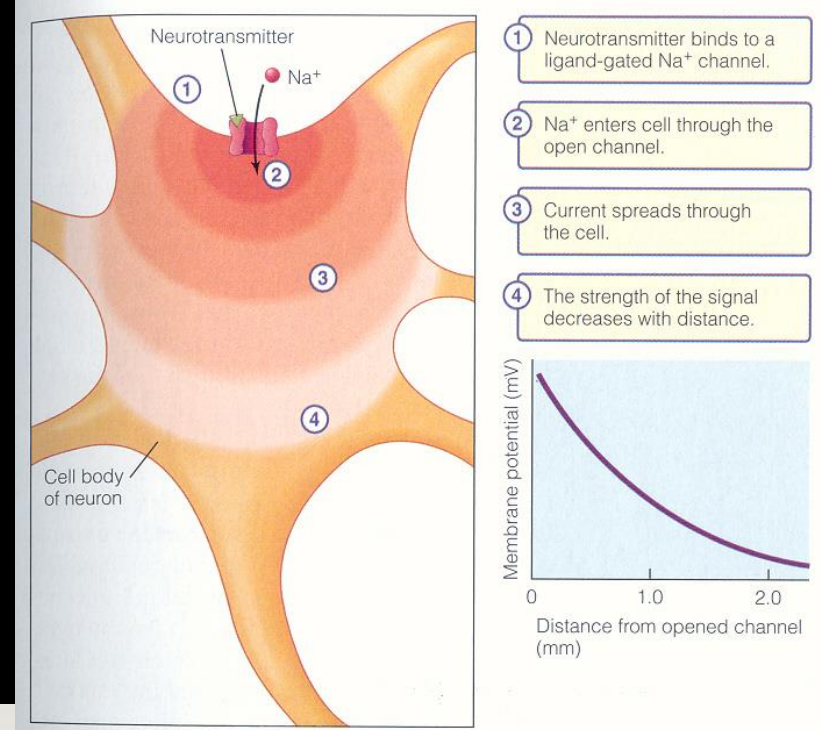
Využití elektrických impulzů pro koordinaci pohybů a signálů.



Dva druhy kódování informace

Dálkové šíření – digitálně

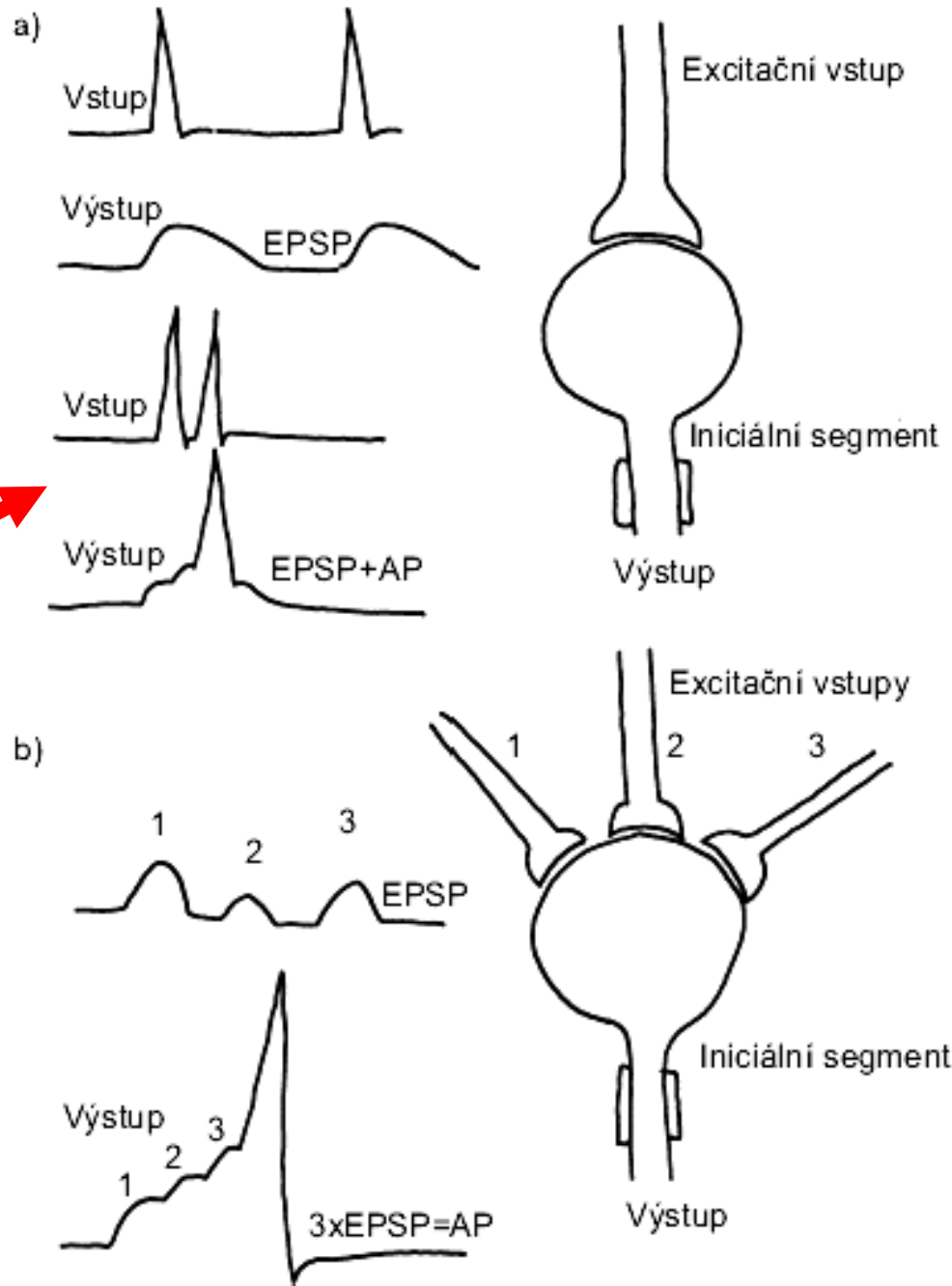
Zpracování - analogově



Smysl:

Zpracování - analogově

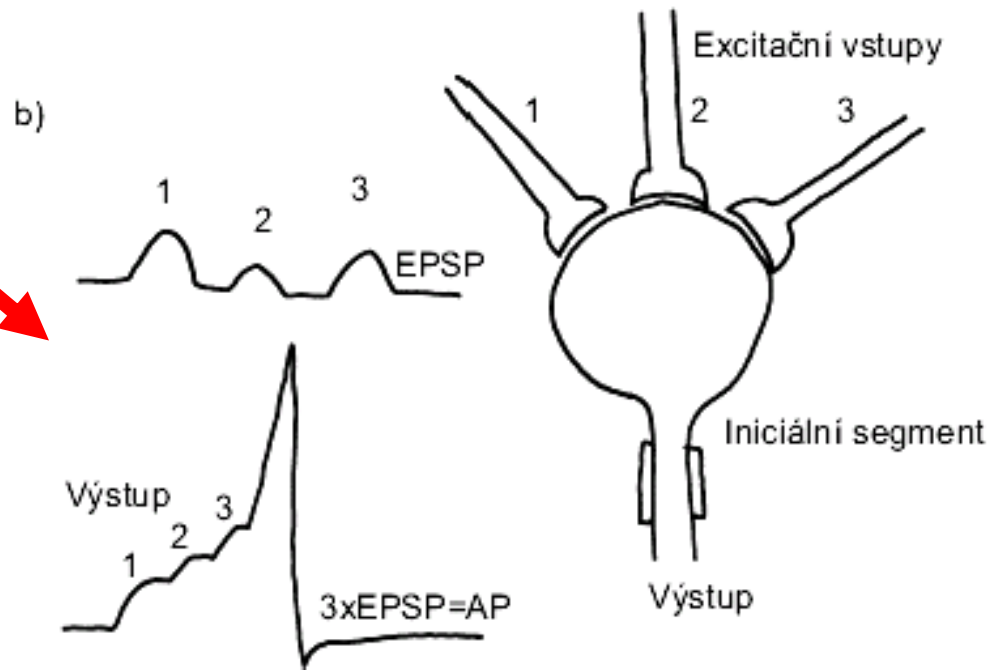
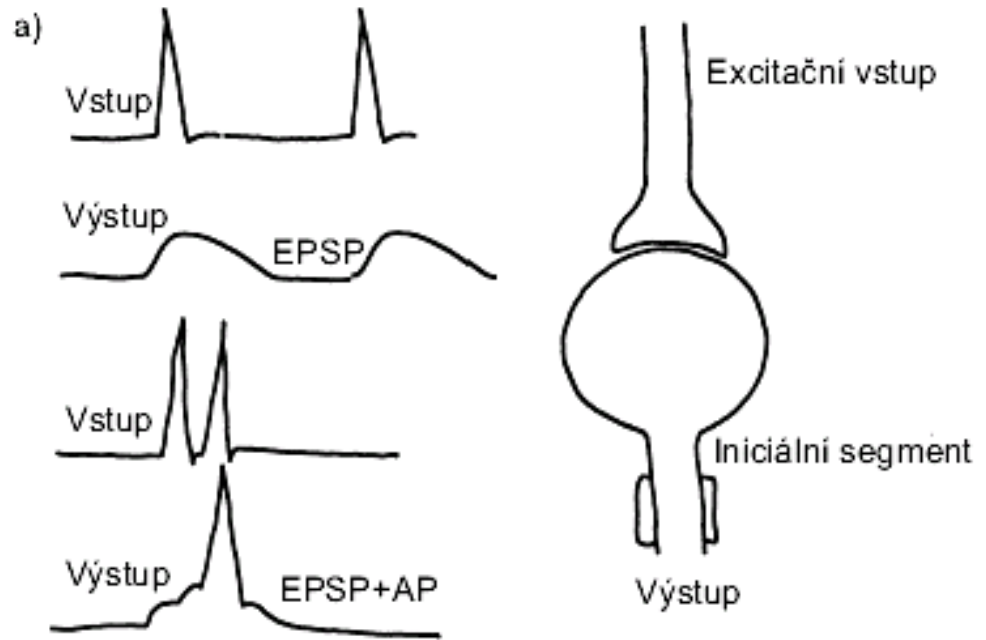
Časová sumace



Smysl:

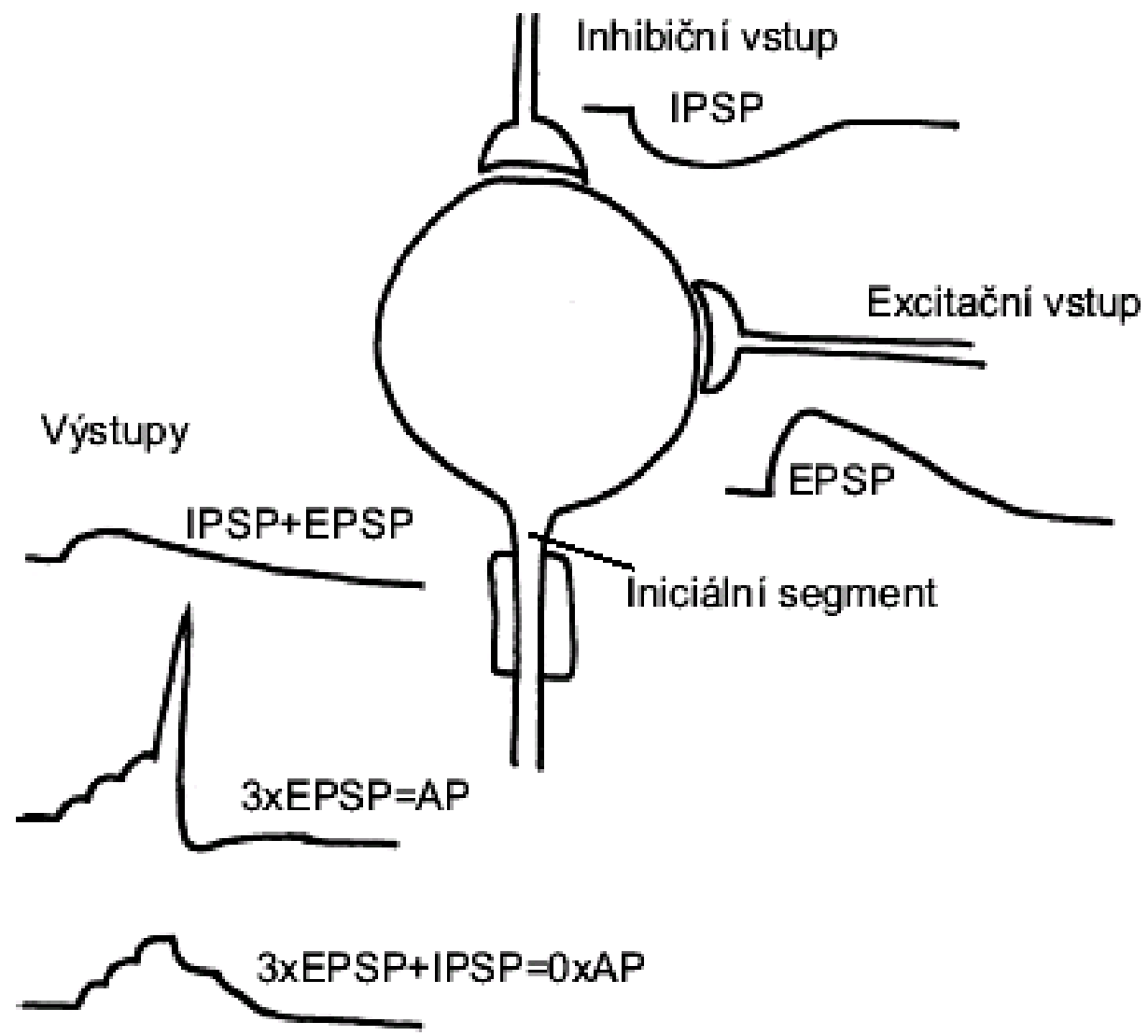
Zpracování - analogově

Časová sumace
Prostorová sumace



Některé synapse inibiční
Některé excitační

Facilitace
Inhibice



Využívá elektrických potenciálů pro zpracování informace.

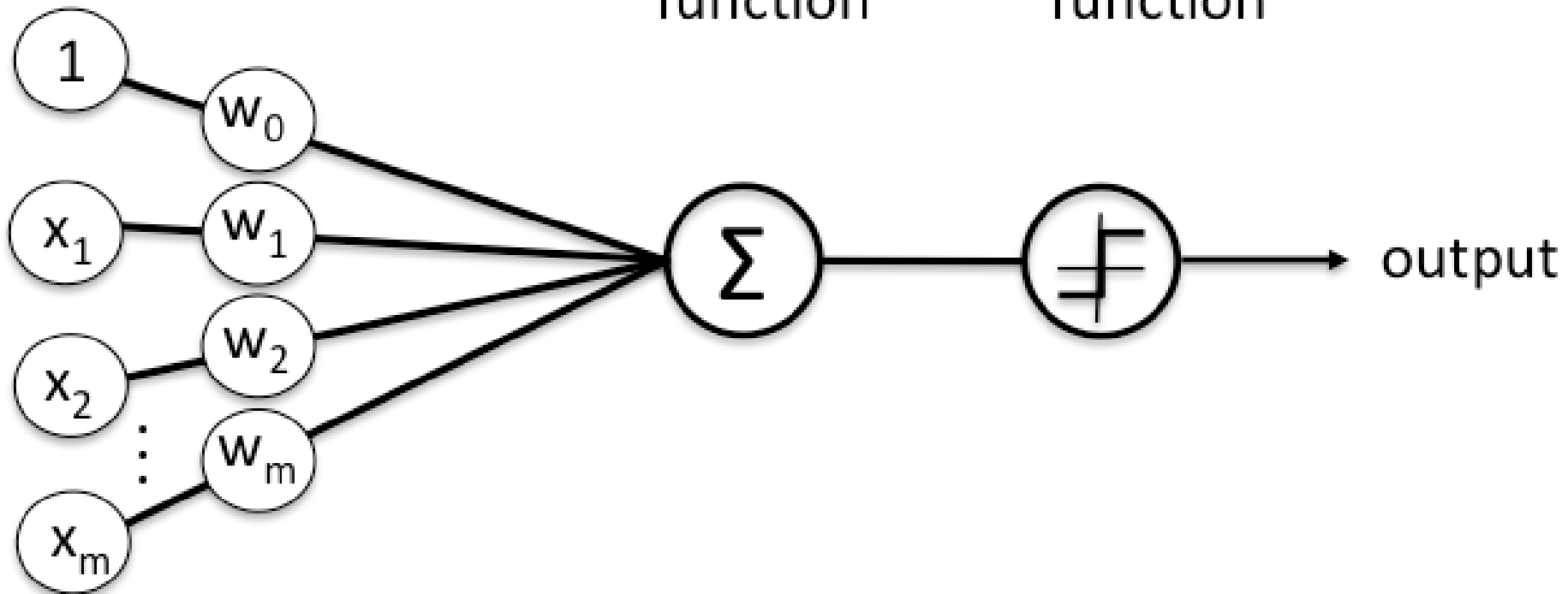


Inputs

Weights

Net input
function

Activation
function

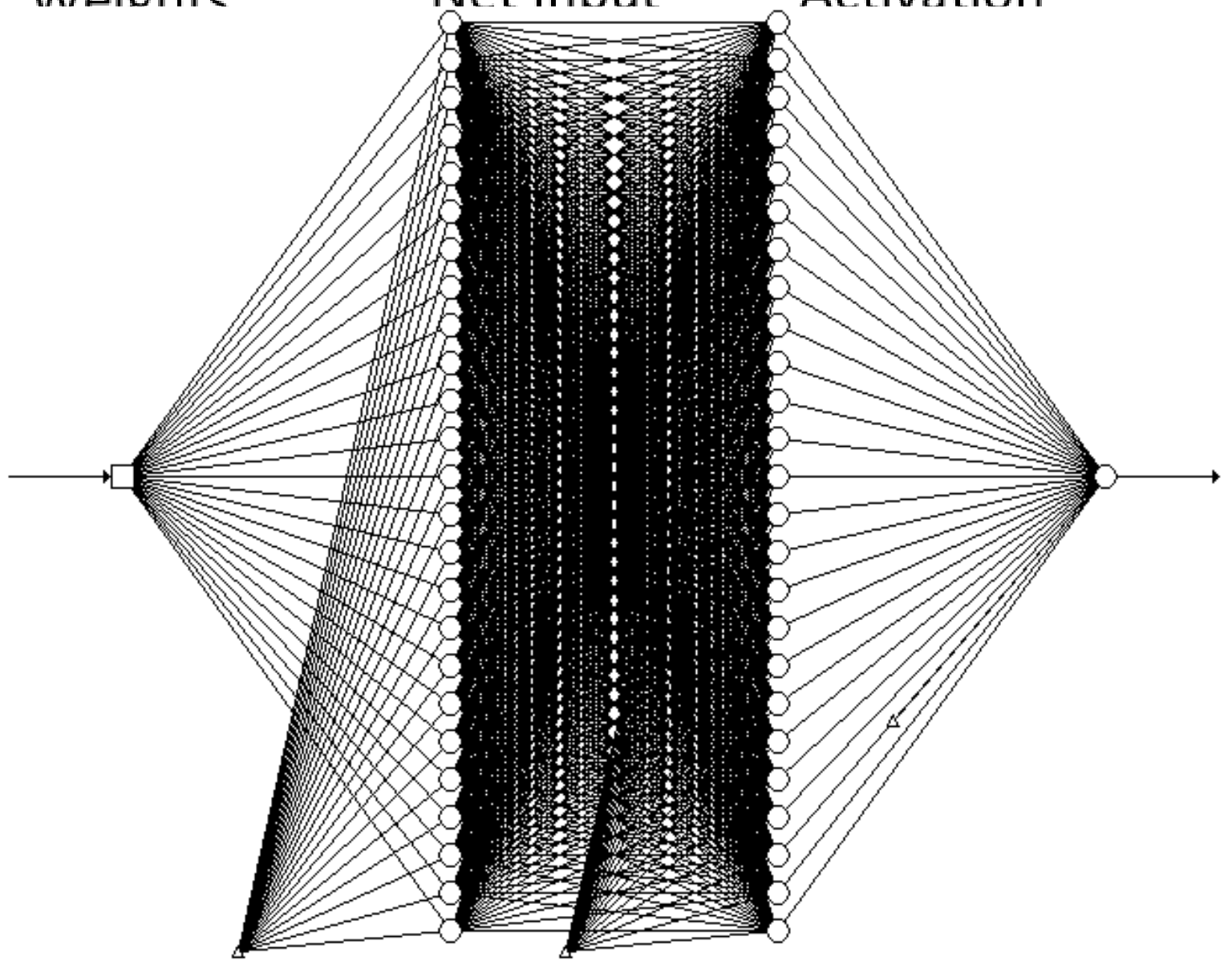
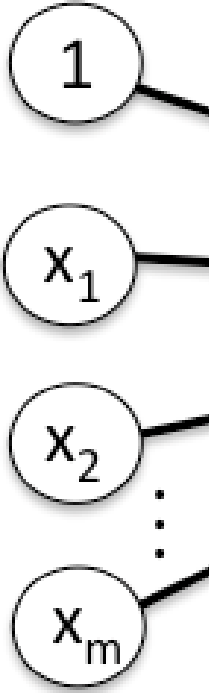


Inputs

Weights

Net input

Activation



it



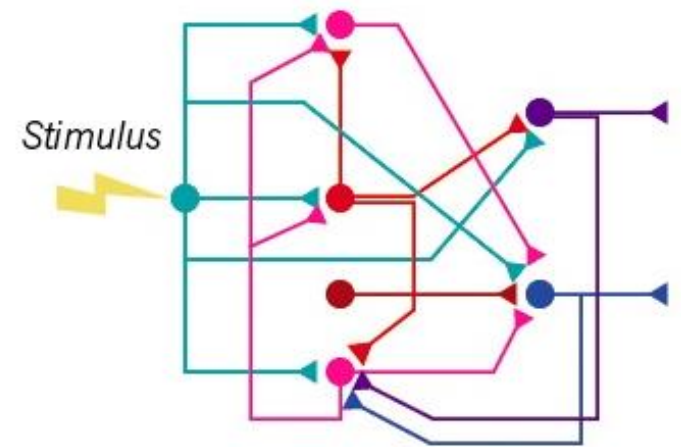
Jak spolu neurony komunikují.

Larva octomilky jako model.

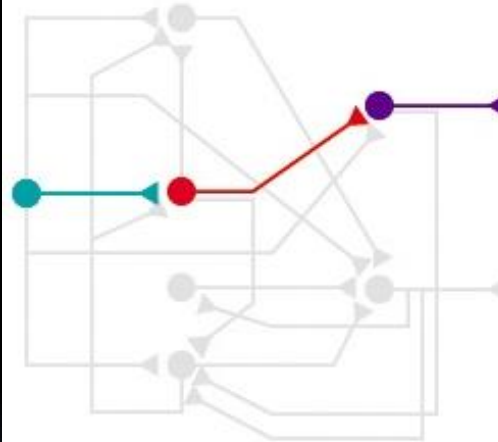
Aktivace různých drah pro různé typy chování.

Neurony integrují vstupy a výstup je výsledkem časové a prostorové souhry excitačních a inhibičních vstupů.

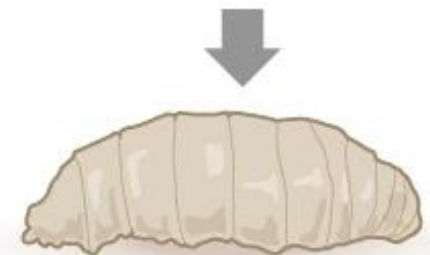
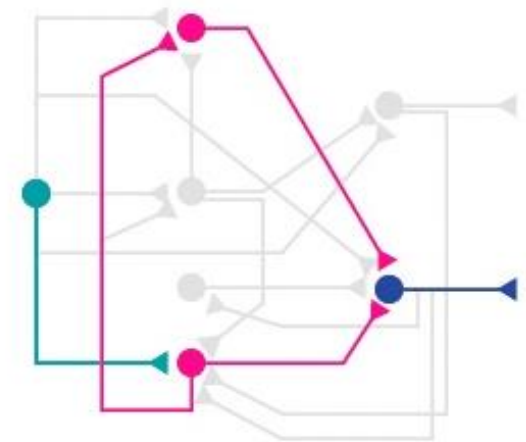
One neuron in a circuit is activated with a pulse of light. A signal passes through the network and the resulting behaviour is studied.



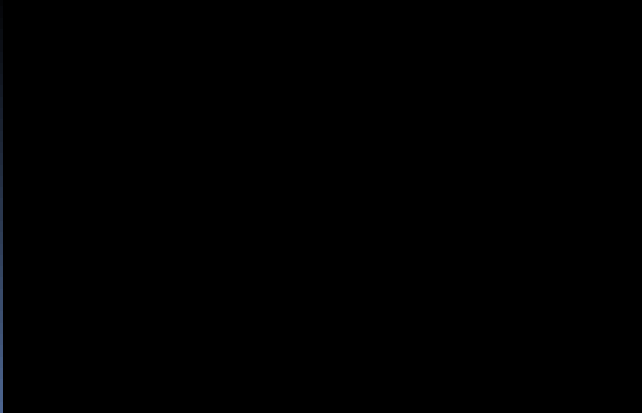
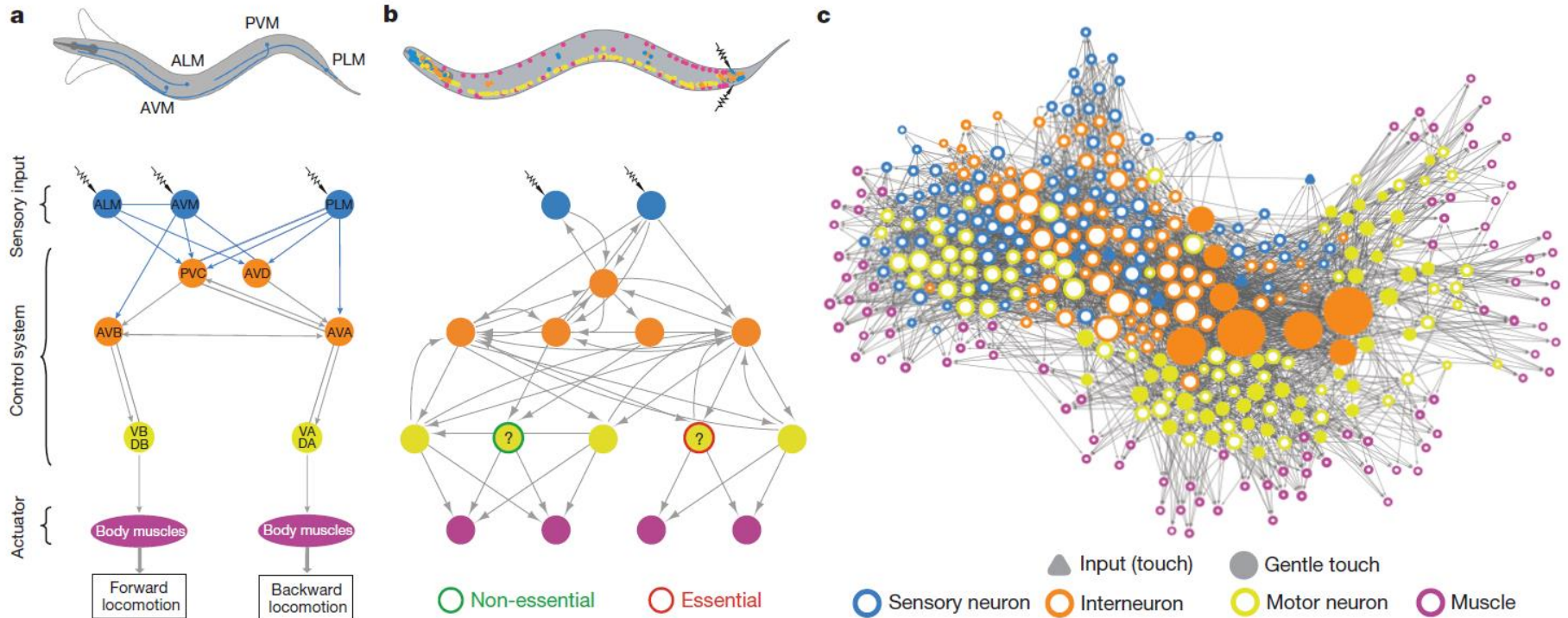
Behaviour 1: Turn head



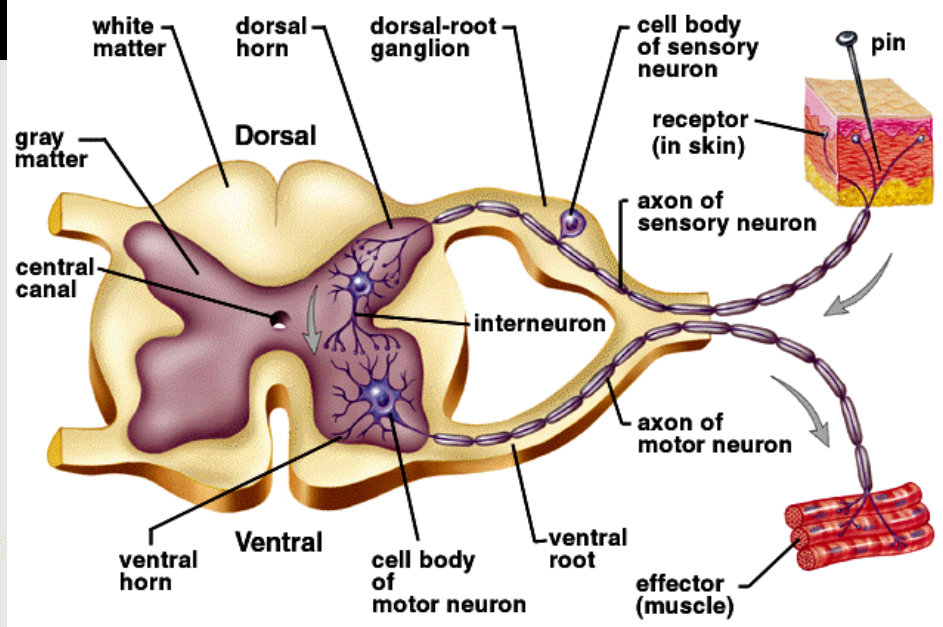
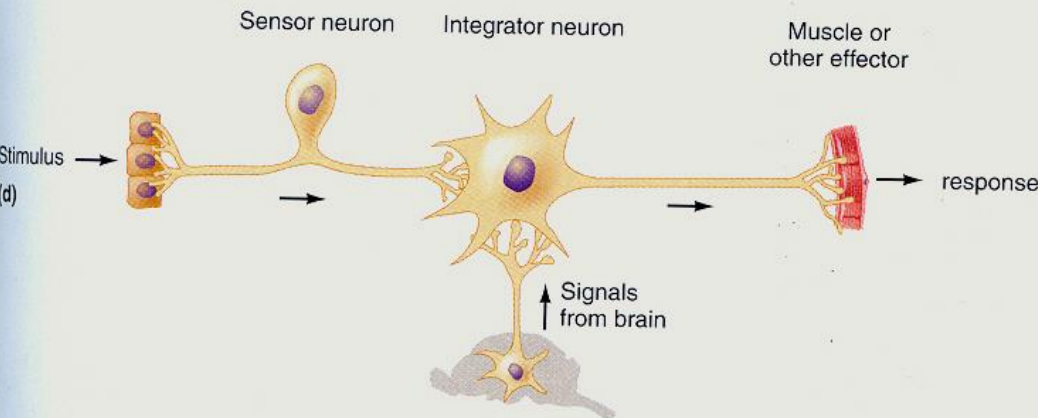
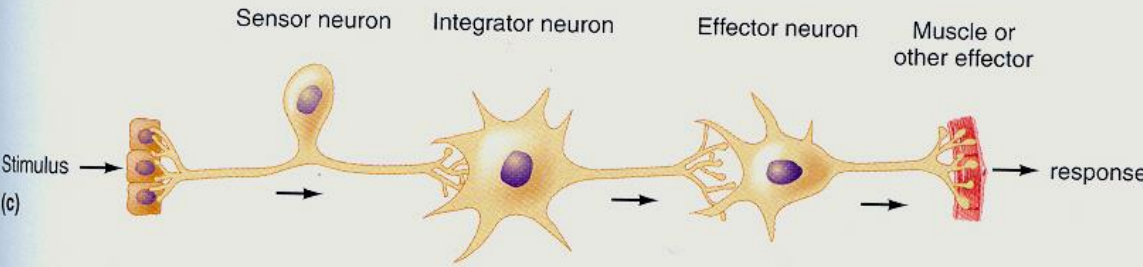
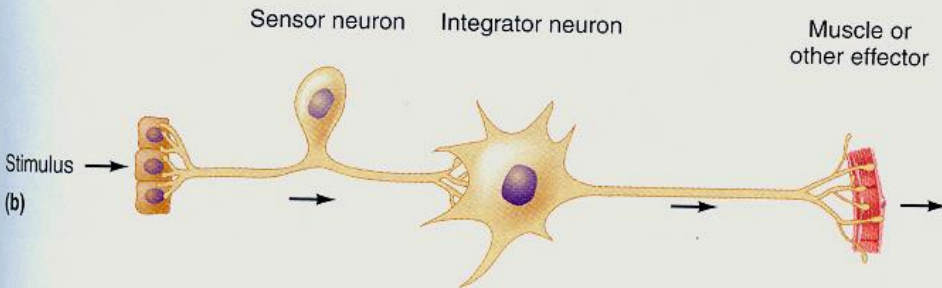
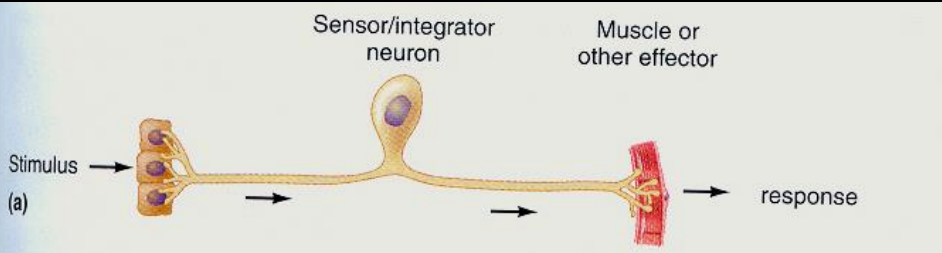
Behaviour 2: Retract head



Model háďátko: Sensorický vstup – řídicí sst. – motorická reakce

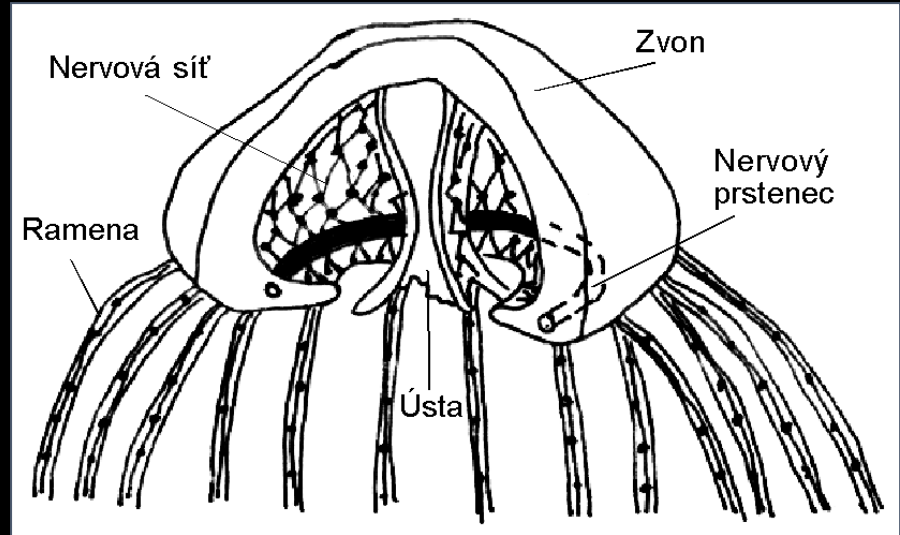
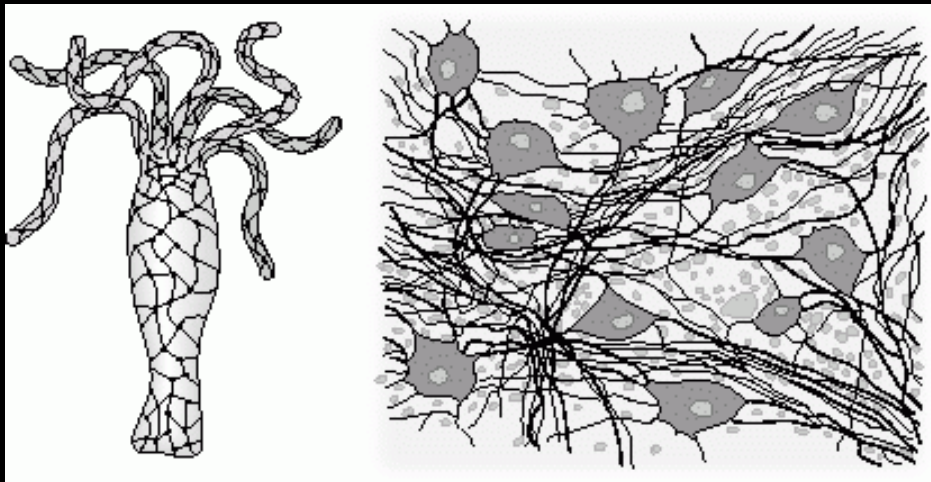


Reflexní oblouk – primární funkční jednotka.



Hromadění spojů a vstupů. Shluky (uzliny), mozek.

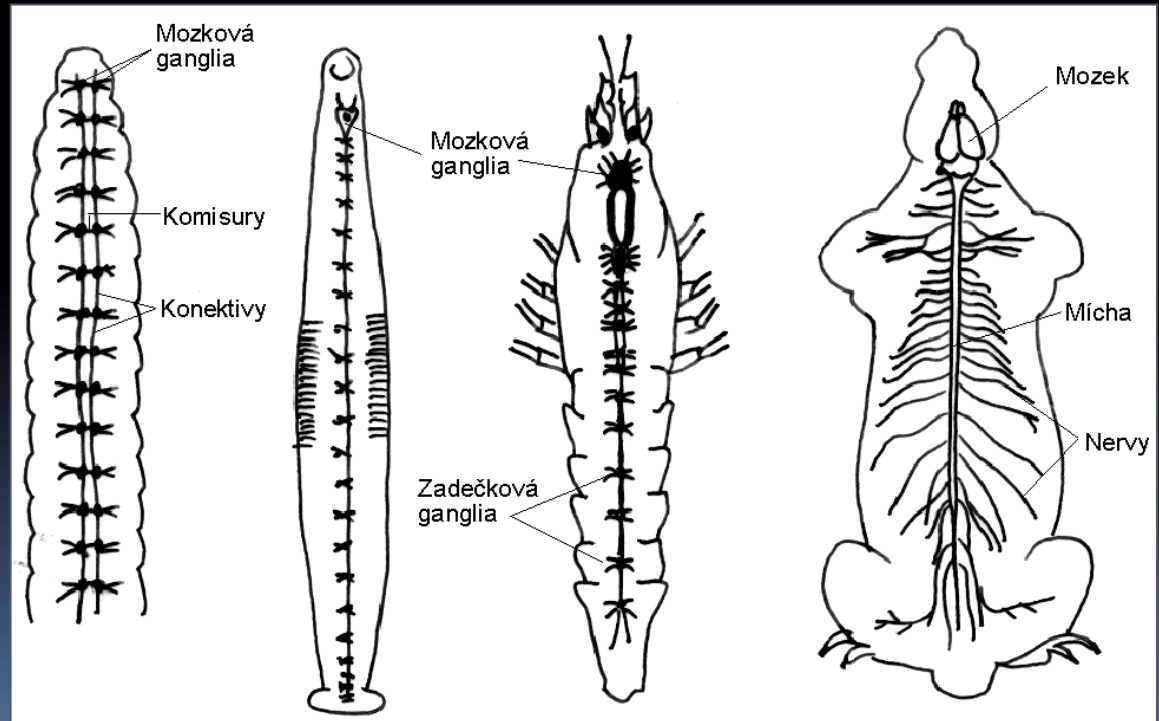
Přes mozek jdou informace o okolí, o stavu těla jako celku, naučené programy, anticipační programy, volně řízené chování...



Vývojové trendy:

- Agregace
- Centralizace
- Cefalizace

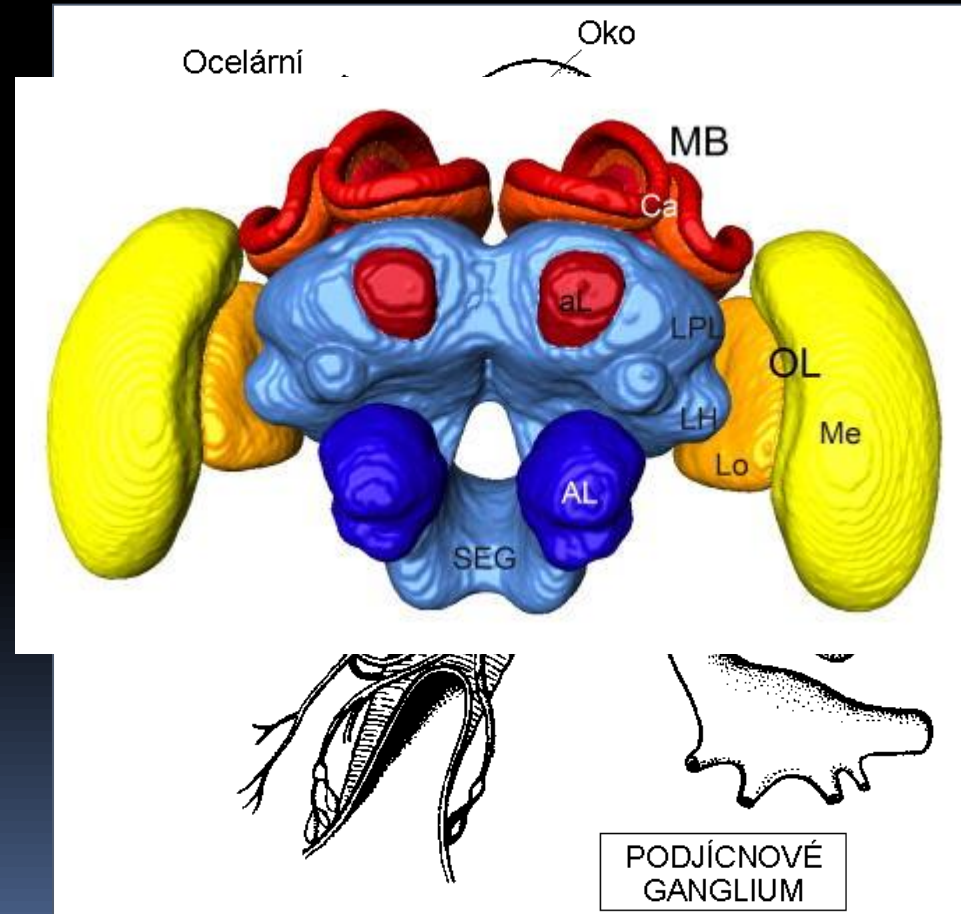
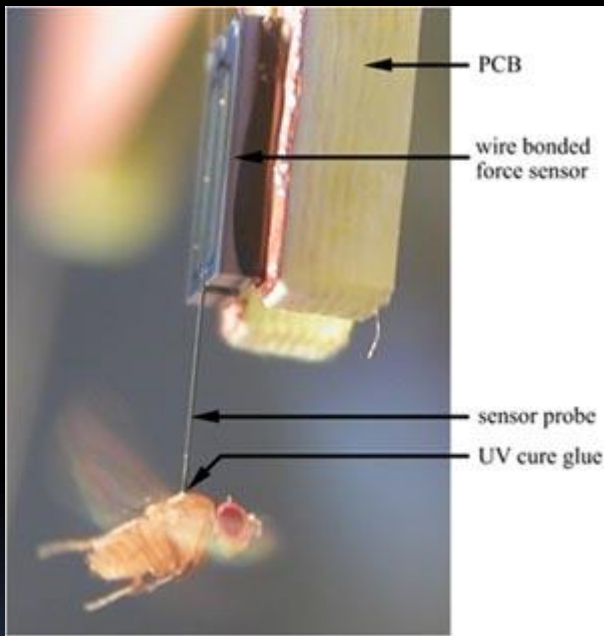
Klesající, ale významná autonomie periferie.
Smysly, pacemakery,
nervové „dálnice“



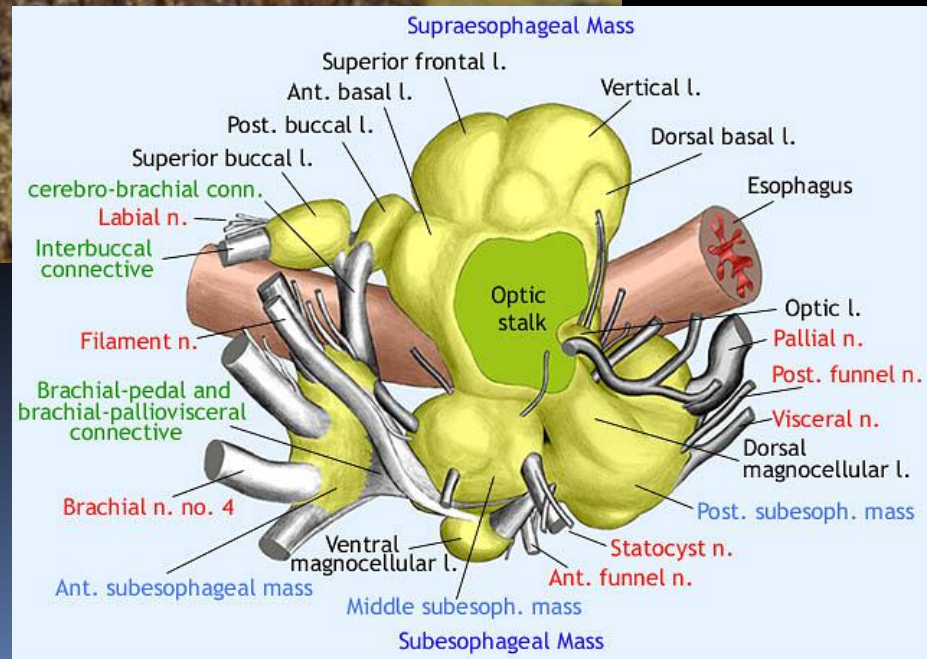
Hmyz

Mozek integruje informace ze smyslů.

Málo místa v těle, ale přitom nutnost rychlých reakcí a tedy i rychlého vedení, přitom bez myelinu. Musí být větší průměry neuronů => omezení počtu spojů a tedy i zpětnovazebné kontroly. Výsledek někdy „strojové chování“. Ale mnozí se učí, komunikují, složitě chovají.

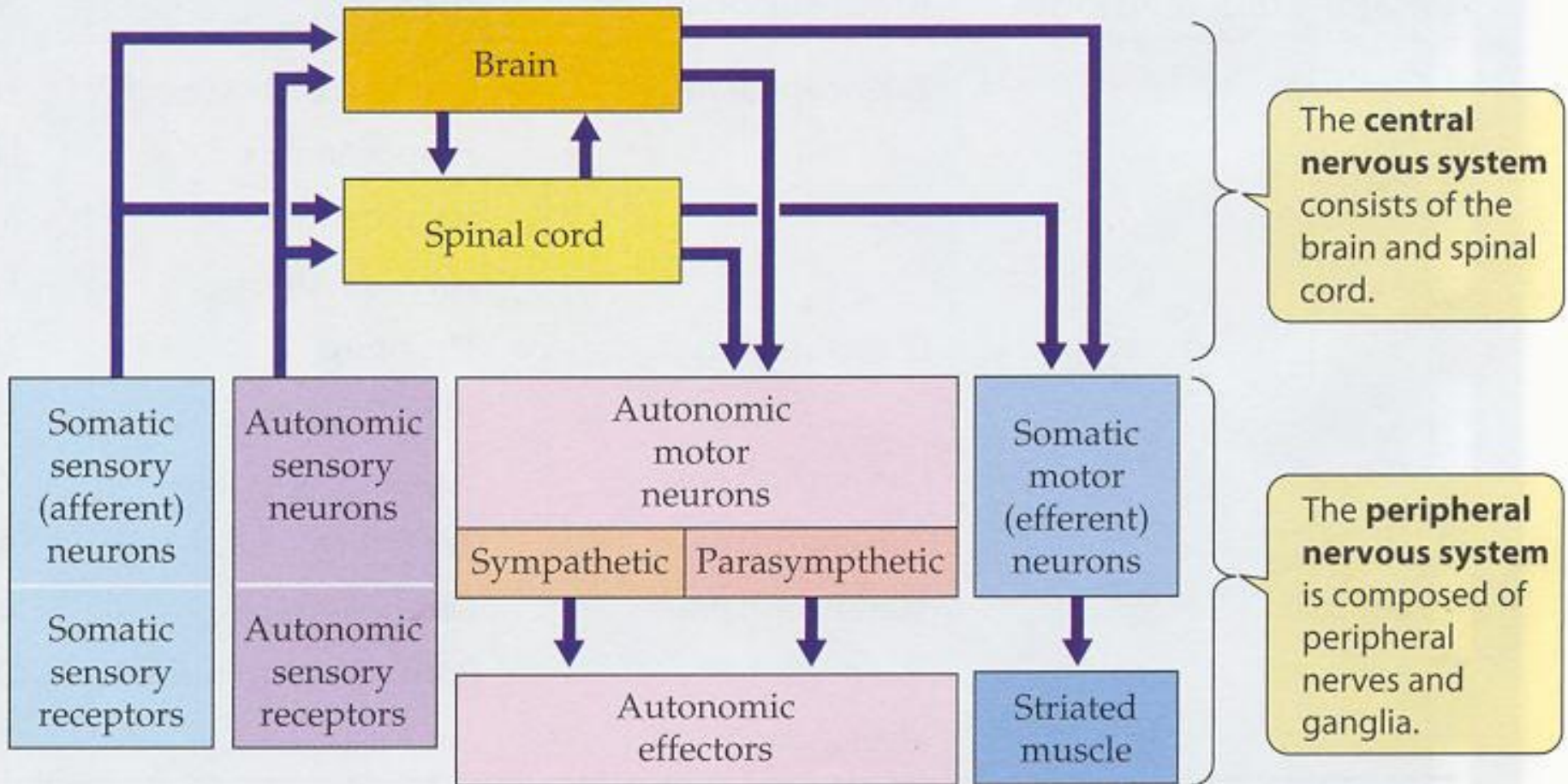


Hlavonožci – intelligence srovnatelná se savci

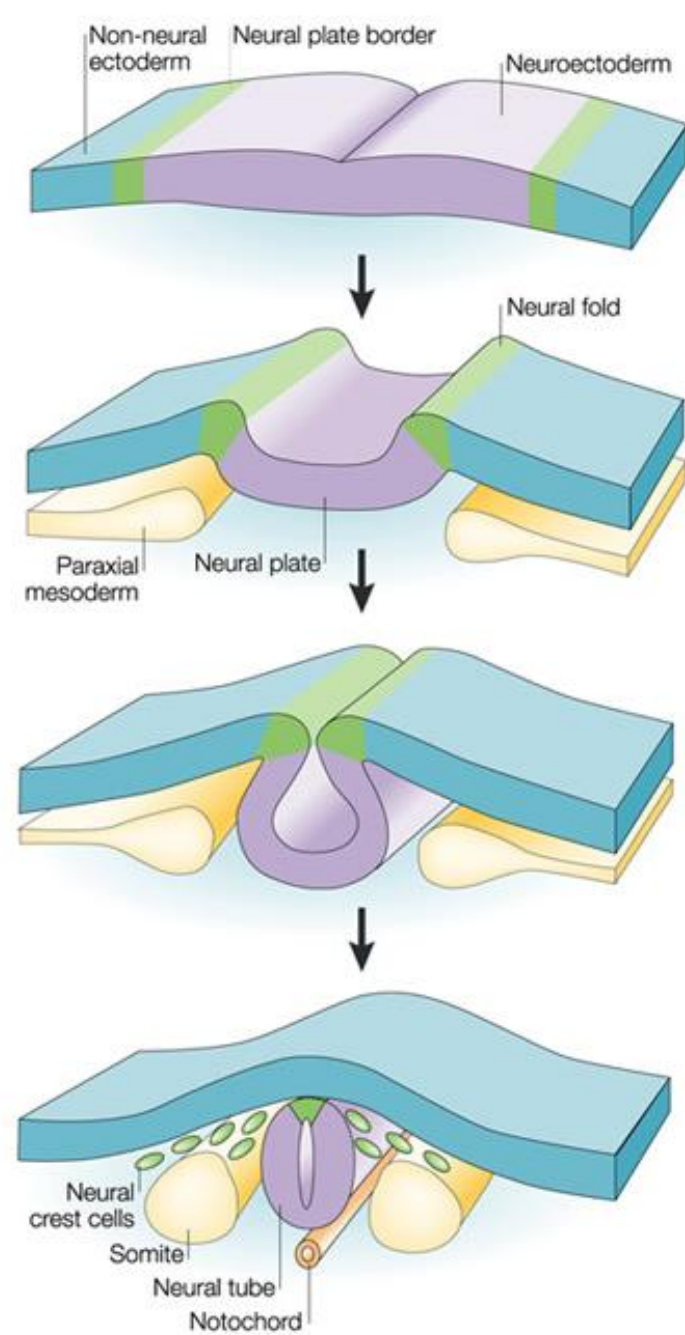
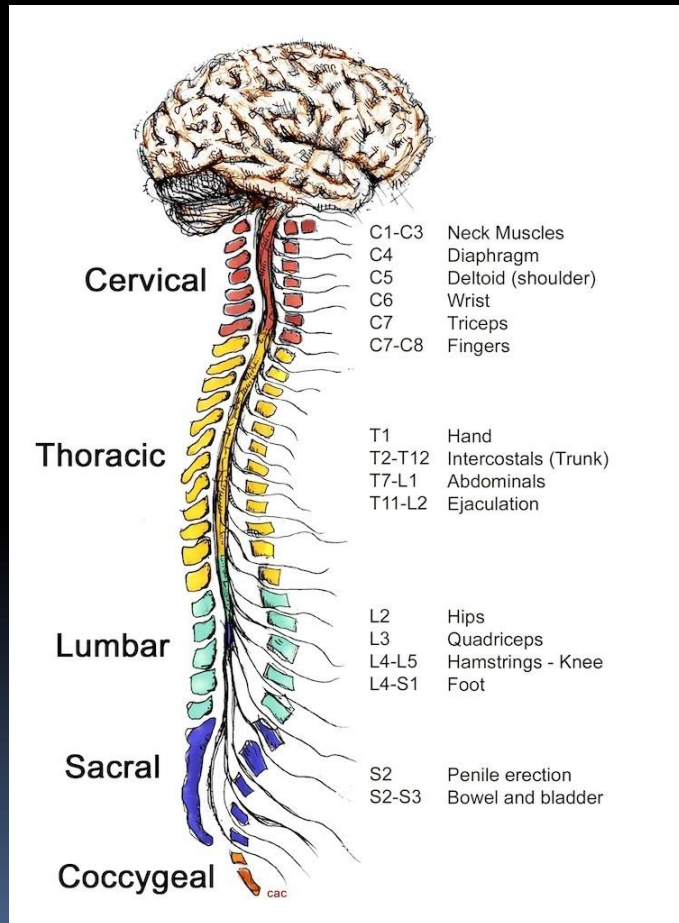


Členění nervového systému obratlovců

Oddělení centra x periferie a somatických x autonomních (viscerálních) částí

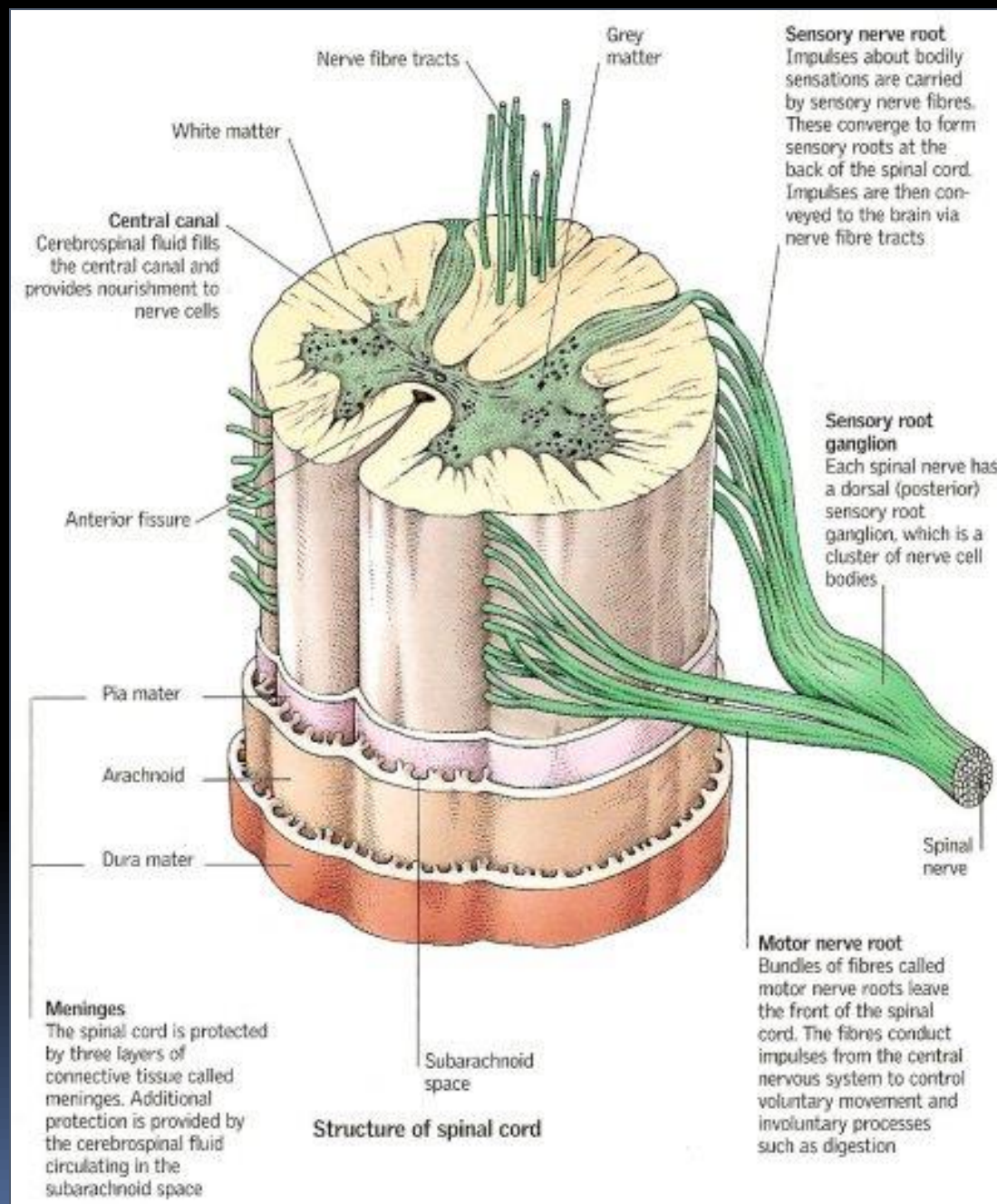


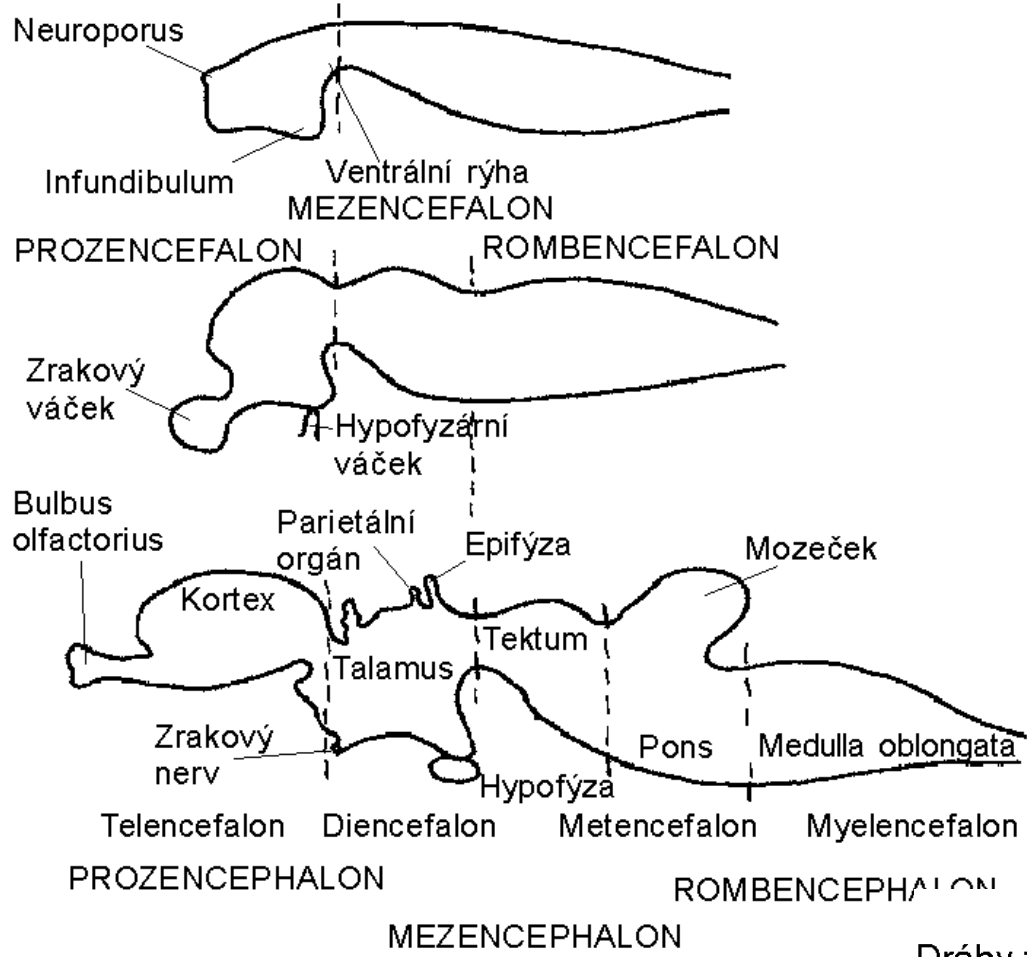
CNS se v ontogenezi obratlovců tvoří jako dutá trubice z ektodermu



Mícha – nejjednodušší část CNS

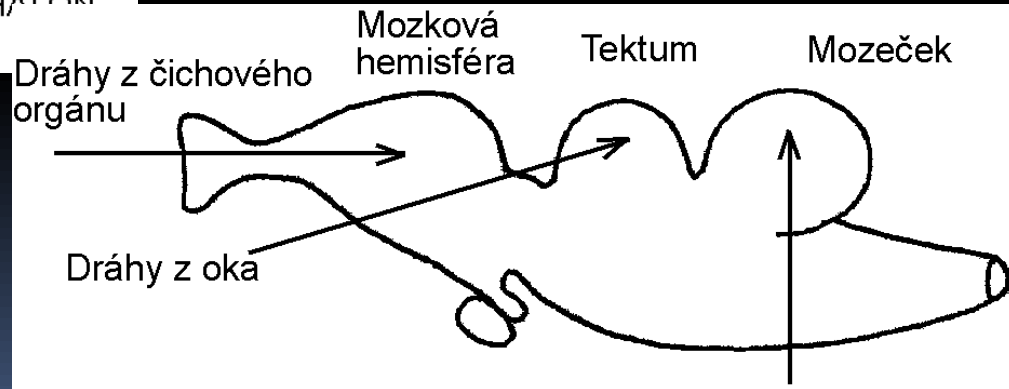
Řeší místní reflexní
reakce a propojuje
vyšší a nižší patra.



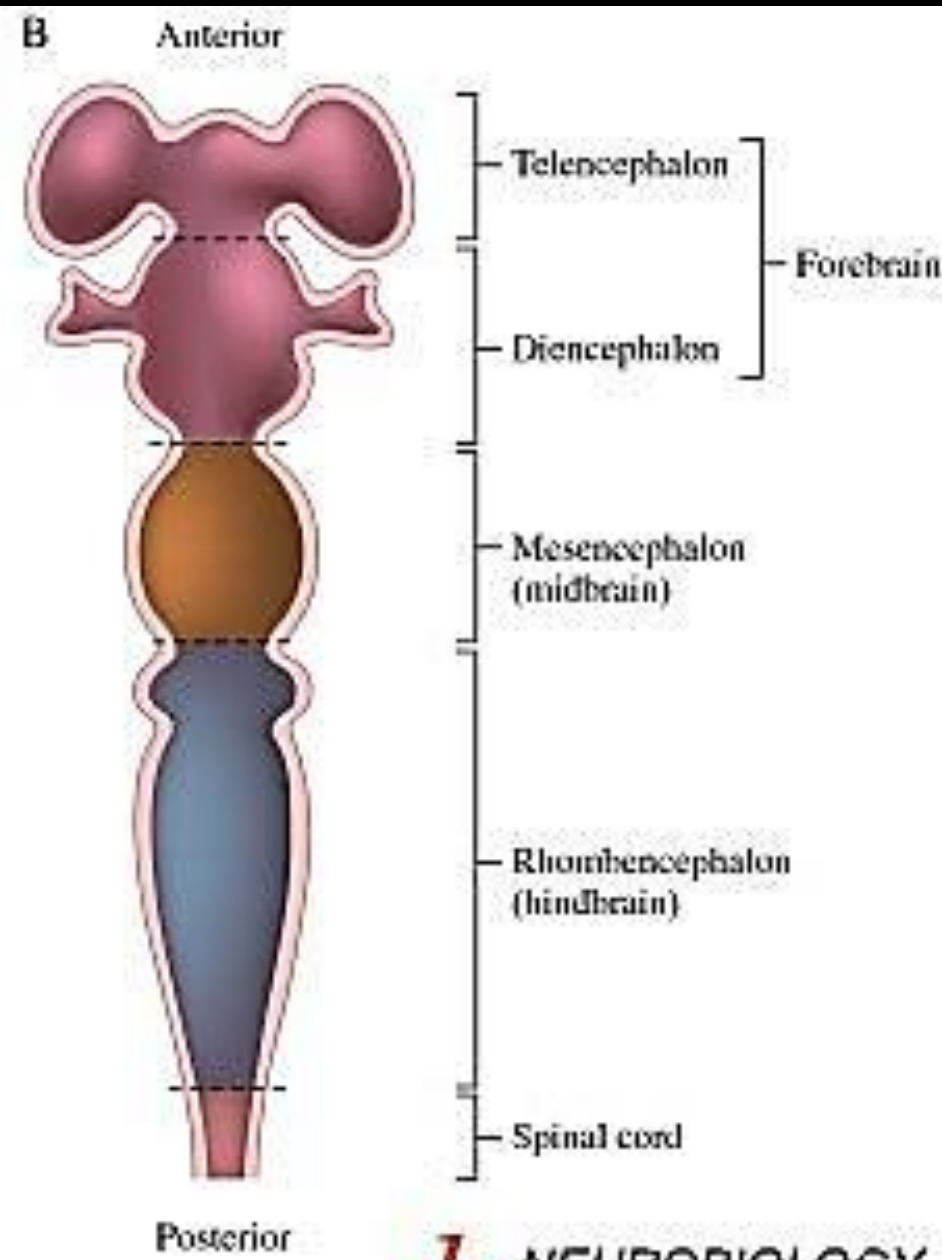
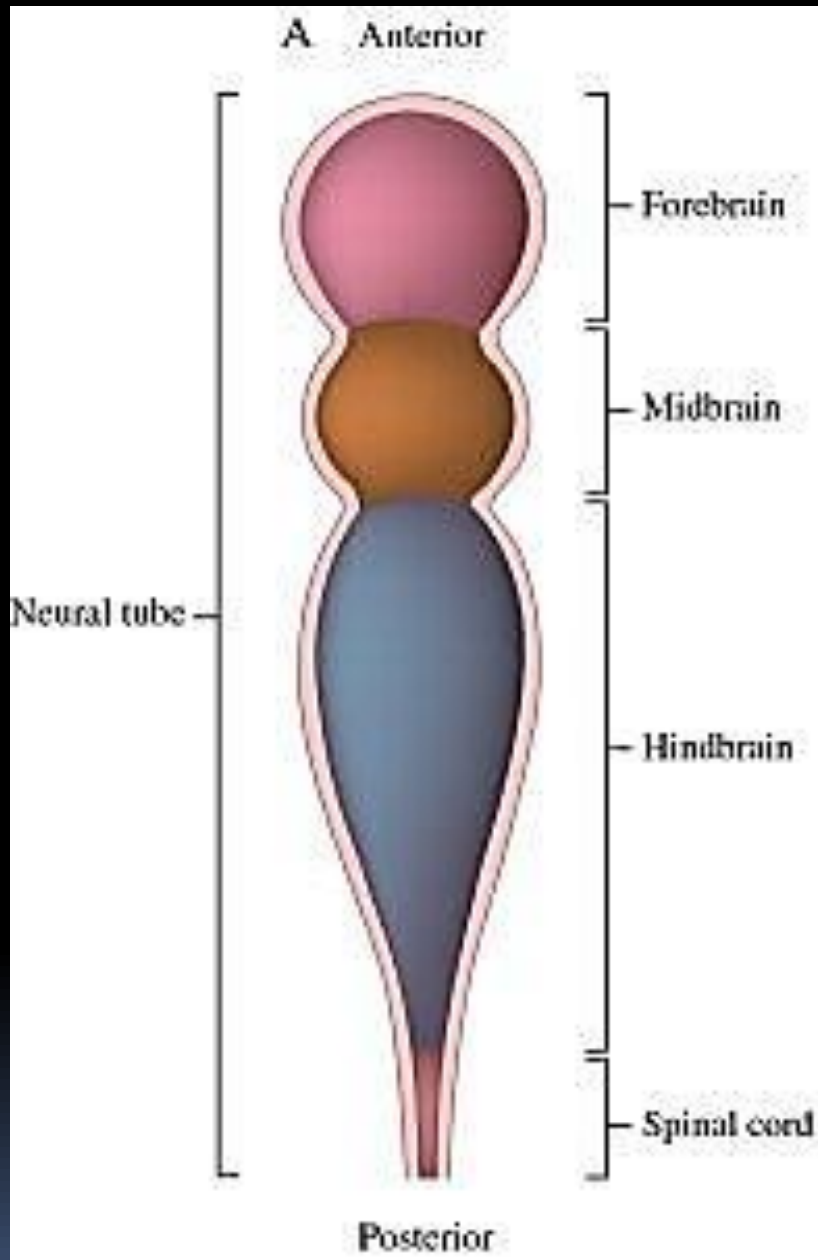


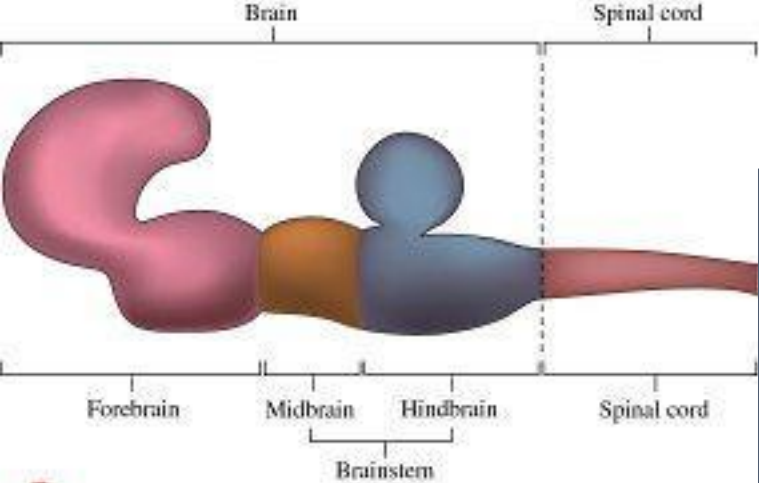
Vývoj mozku a původní zpracování smyslových vstupů

Mozek vzniká z rostrální části nervové trubice



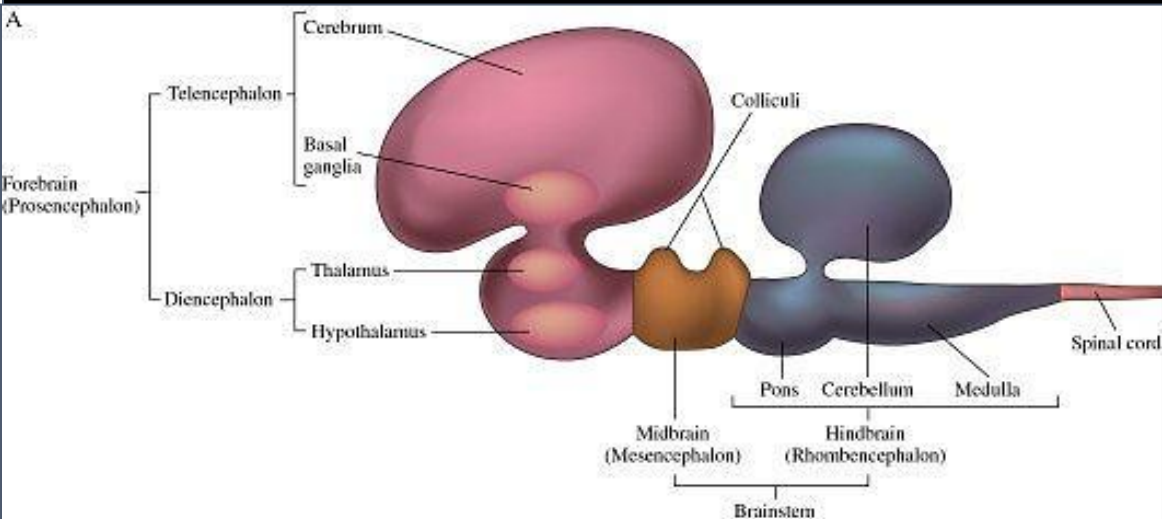
Dráhy ze statokinetického čidla a orgánu postranní čáry



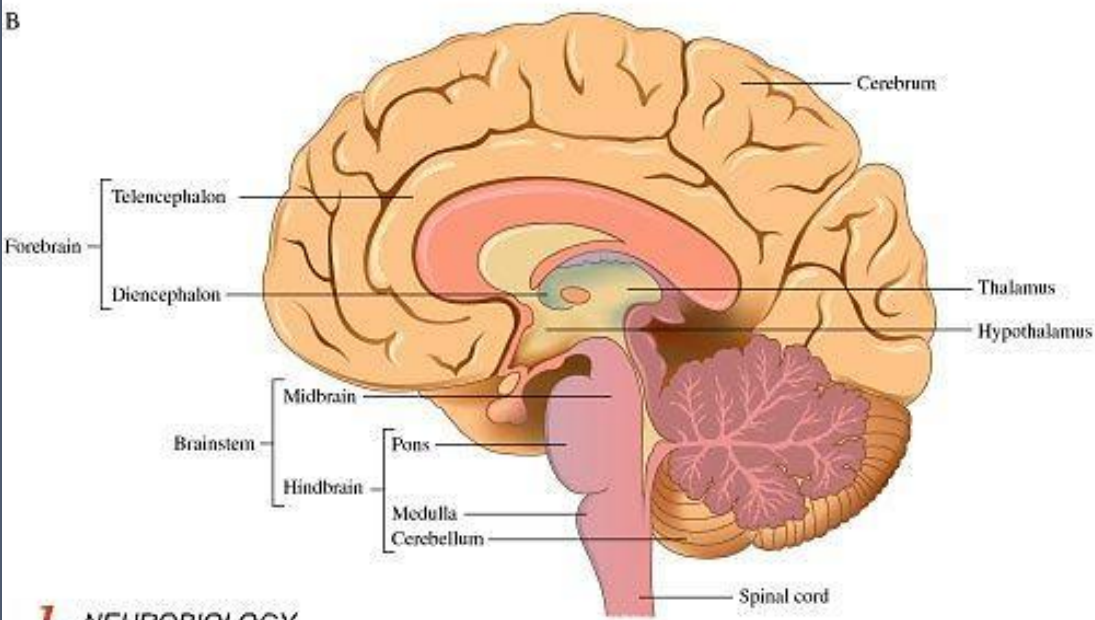


b NEUROBIOLOGY
Gary G. Matthews
Blackwell
Science

A



B



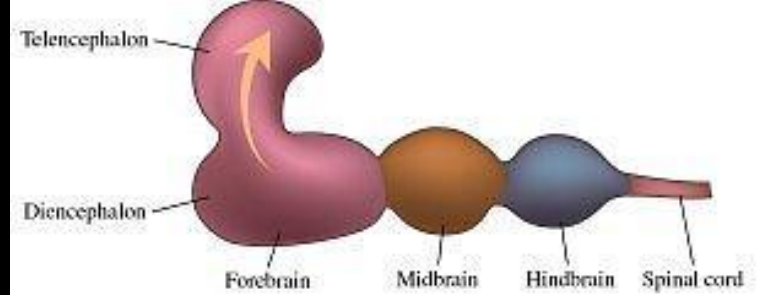
b NEUROBIOLOGY
Gary G. Matthews
Blackwell
Science

Vývoj probíhá zejména v rostrální a dorzální oblasti

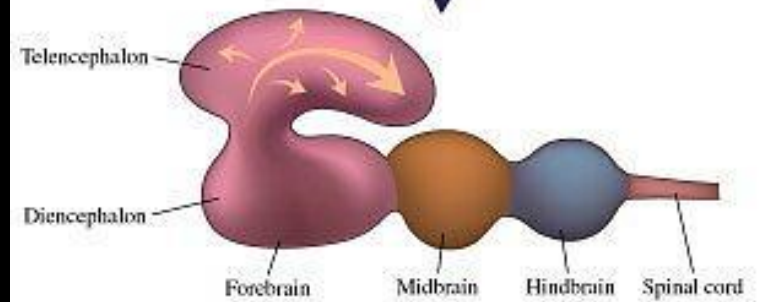
Dominance telencefala

Vývoj kortexu

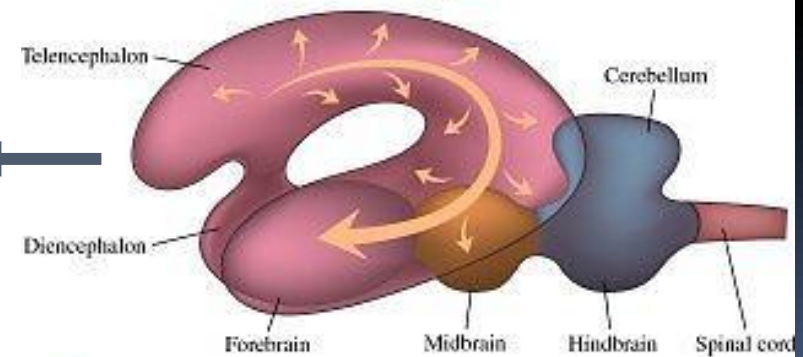
Ontogeneze mozku



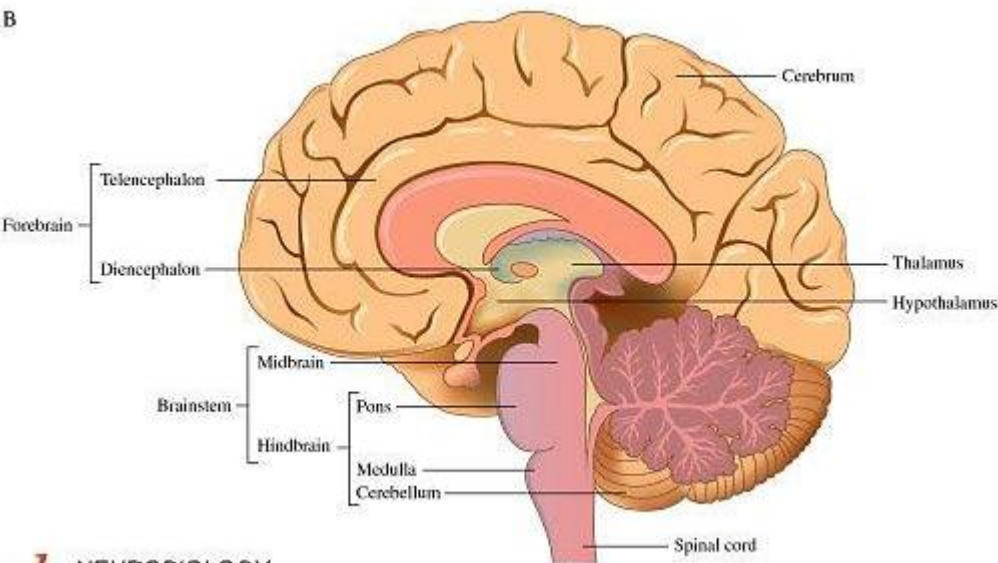
Development



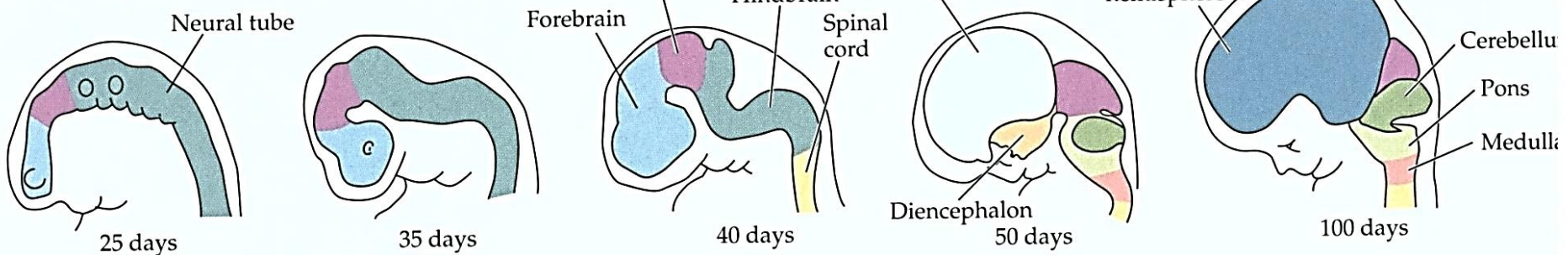
Development



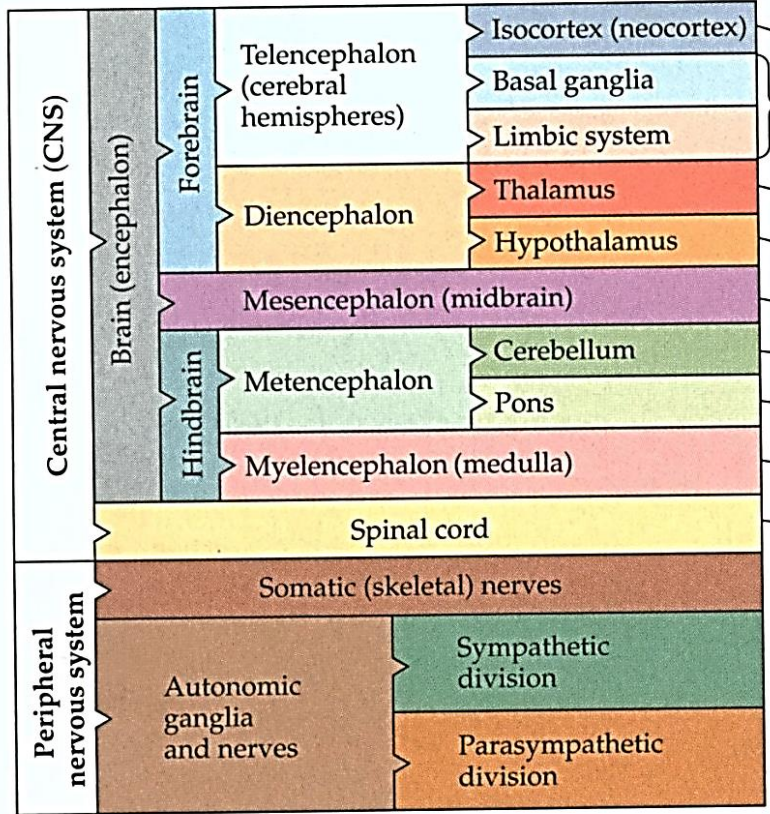
B



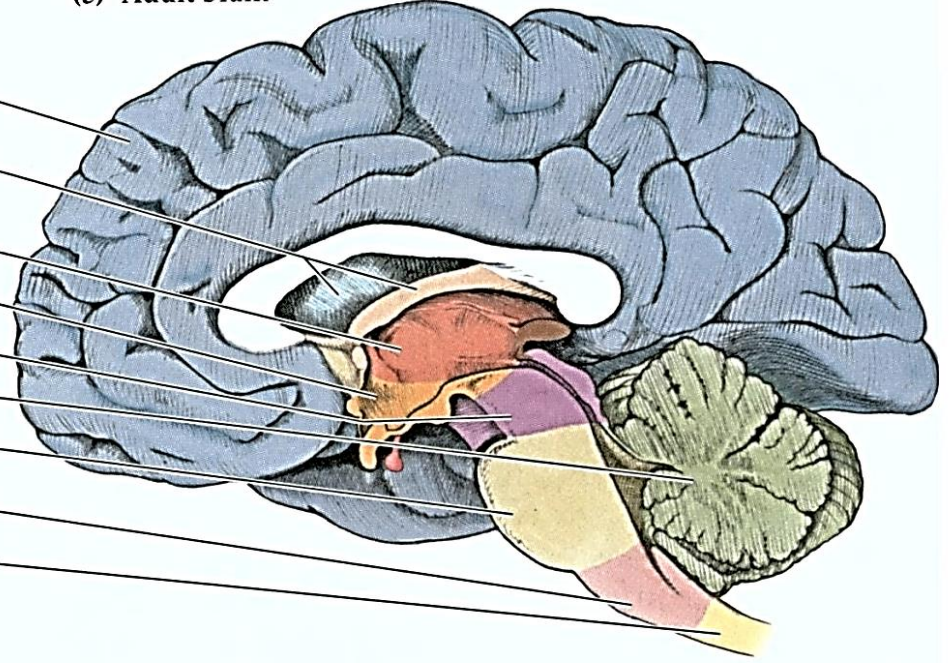
(a) Development of the human brain



(b) Divisions of the nervous system

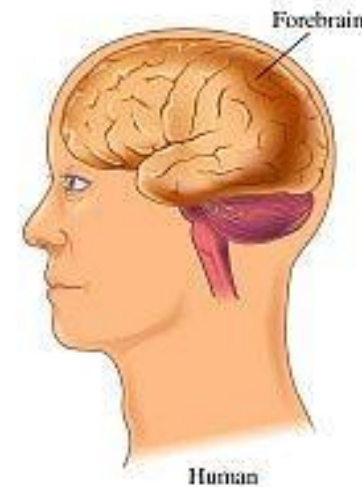
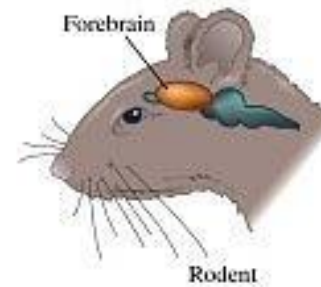
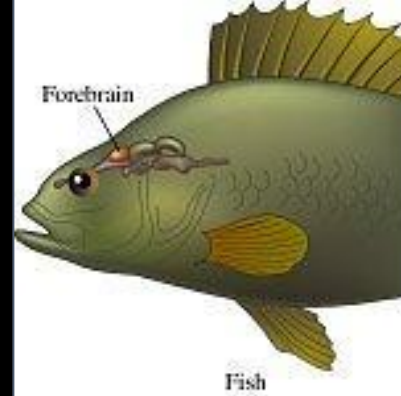


(c) Adult brain



2.14 Divisions of the Human Nervous System in the Embryo and the Adult (a) A few weeks after conception, the head end of the neural tube shows three main divisions. About 50 days after conception, five main divisions of the brain are visible. (b) The organization of these divisions schematically; (c) their positions in the adult brain.

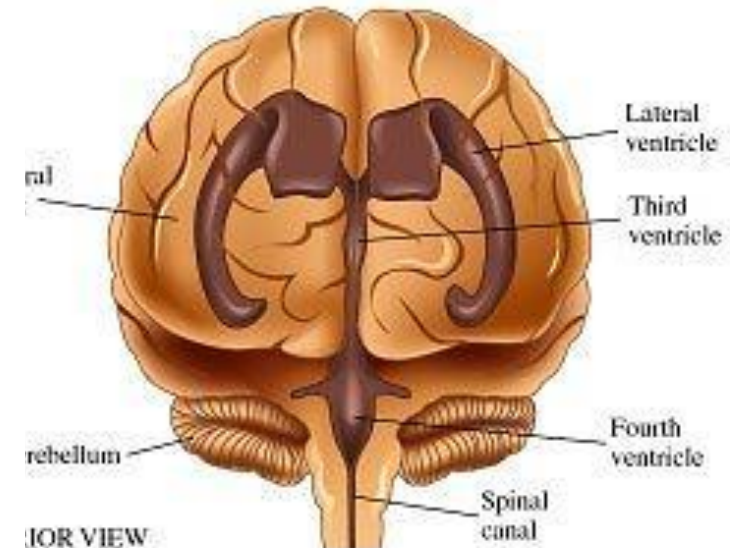
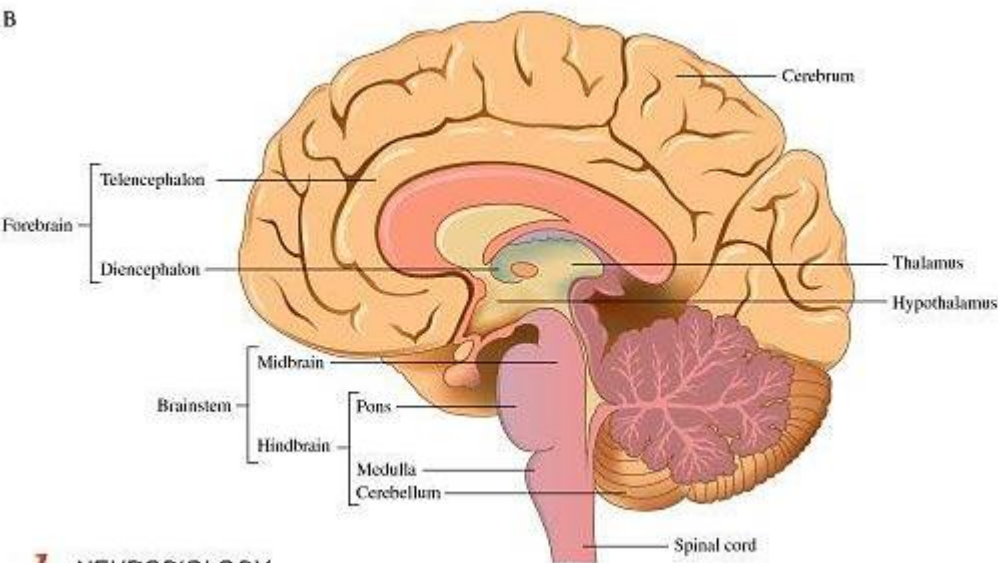
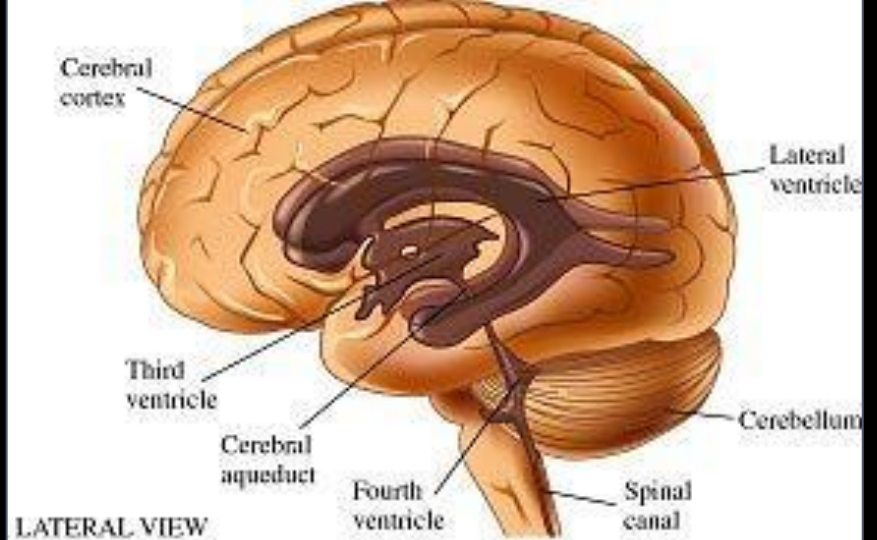
Dominance telencefala, ale jen u savců, zejména primátů



Mozkové komory – Svědectví trubcovitého počátku

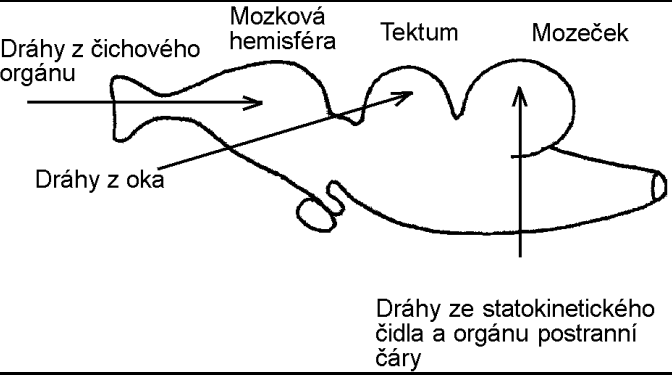
Mozkomíšni mok: ochrana, výživa, imunita, hematoencefalická bariéra

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Hypothalamic_sulcus_-_3rd_ventricle_-_animation.gif



NEUROBIOLOGY
Gary G. Matthews

Vztah mezi lokalizací vstupů a funkcí.



I. ČICHOVÉ NERVY (Olfactory nerves)

II. ZRAKOVÝ NERV (Optic nerve)

III. OKOHYBNÝ (Oculomotor nerve)

IV. KLADKOVÝ (Trochlear nerve)

V. TROJKLANNÝ (Trigeminal nerve)

VI. ODTAHOVACÍ (Abducens nerve)

VII. LÍCNÍ (Facial nerve)

VIII. SLUCHOVĚROVNOVÁŽNÝ (Vestibulocochlear nerve)

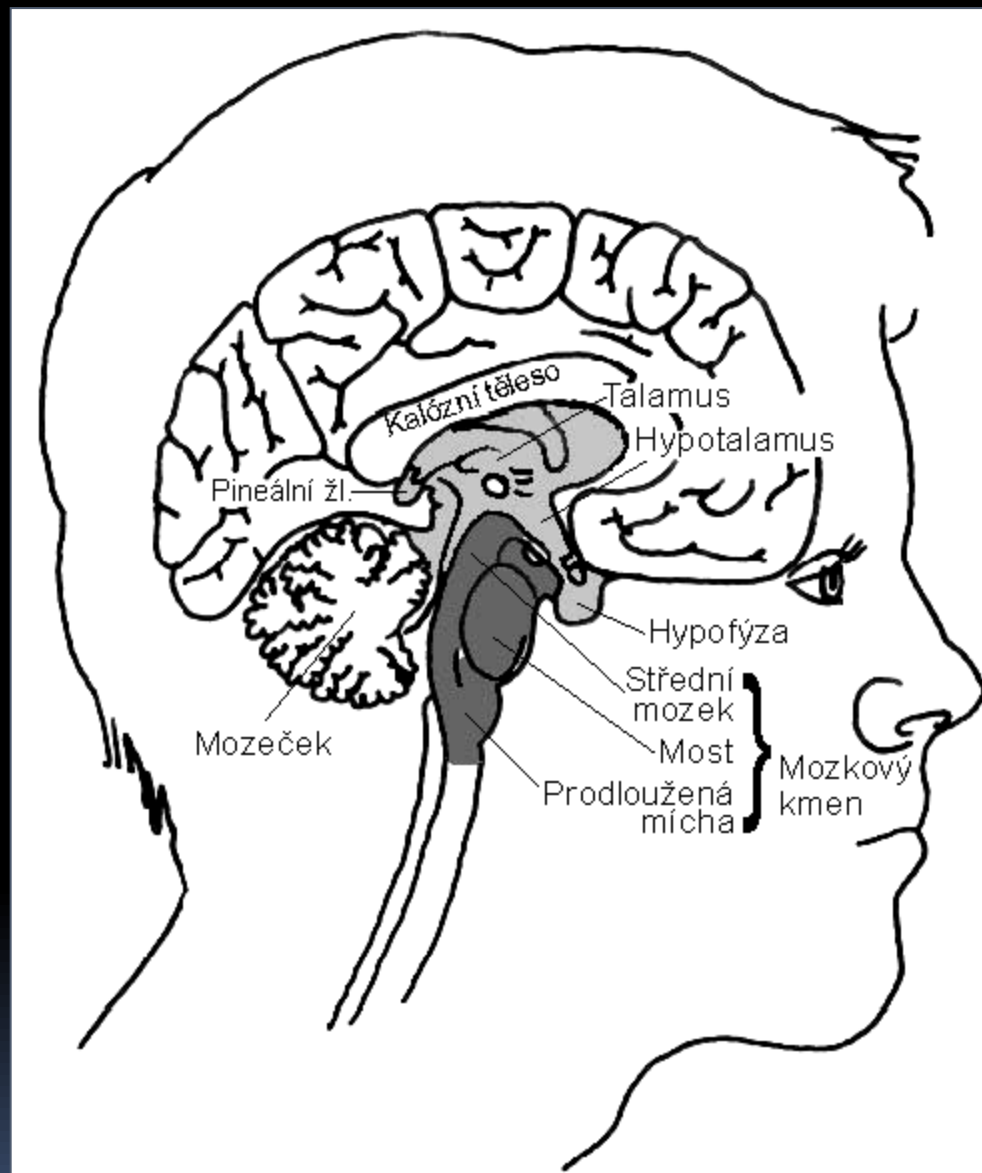
IX. JAZYKOHLTANOVÝ (Glossopharyngeal nerve)

X. BLOUDIVÝ (Vagus nerve)

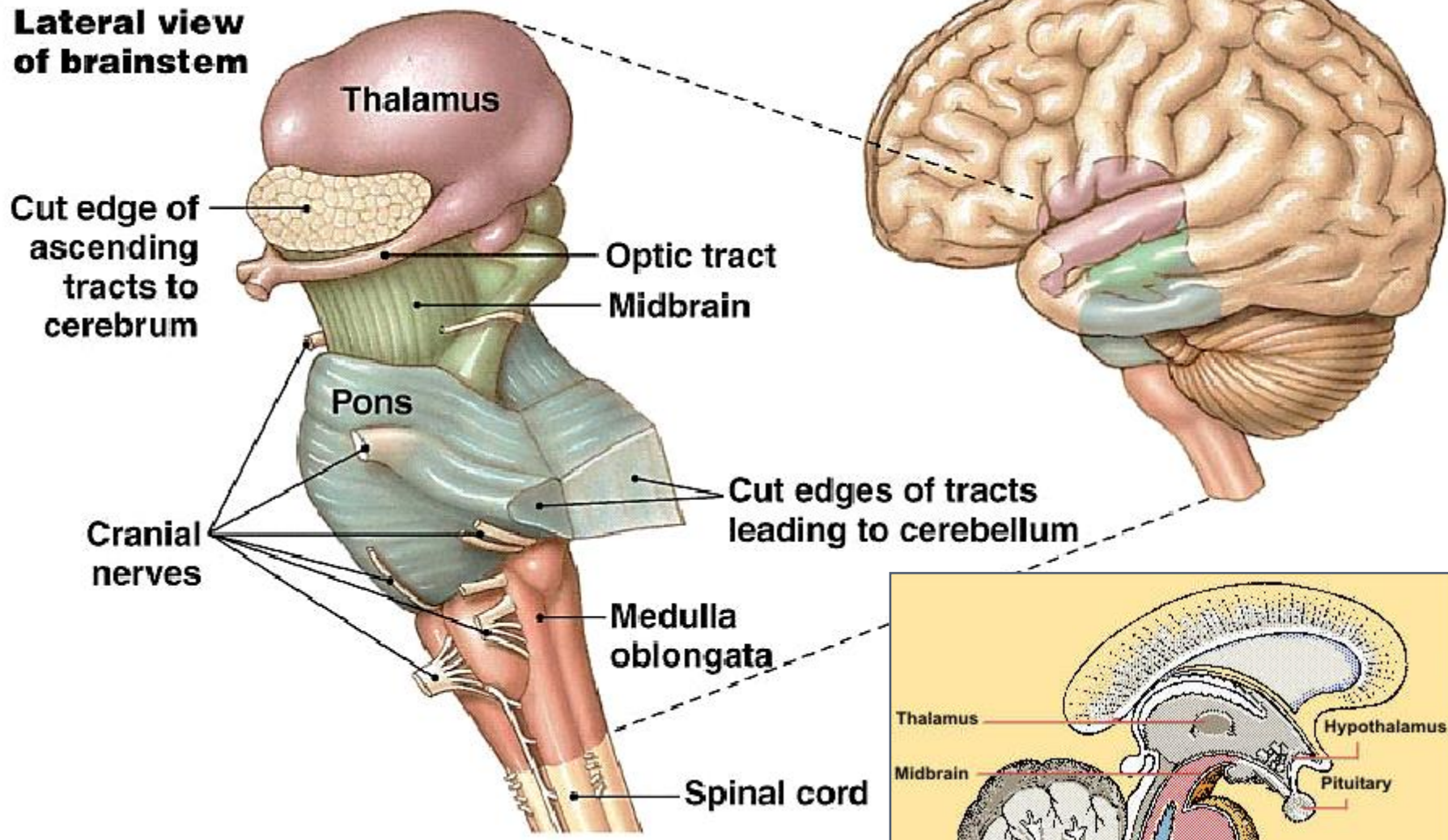
XI. PŘÍDATNÝ (Accessory nerve)

XII. PODJAZYKOVÝ (Hypoglossal nerve)

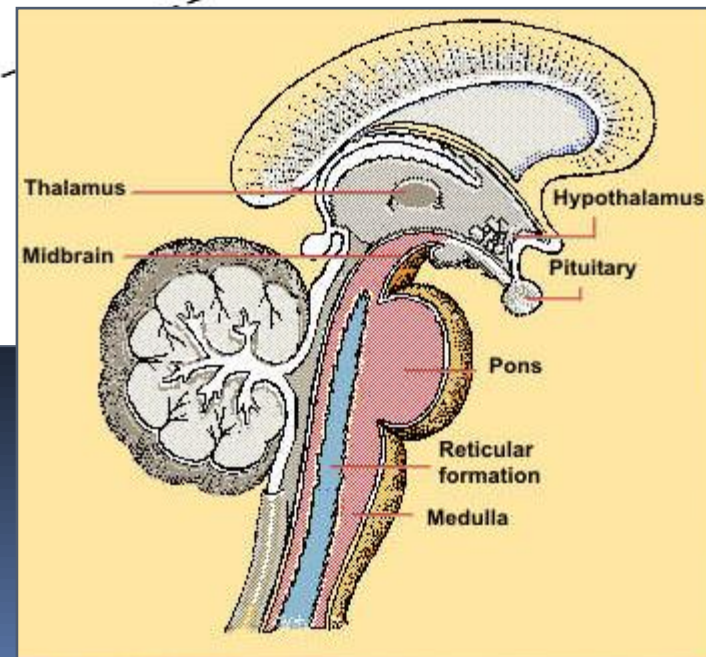
Mozkový kmen



Lateral view of brainstem



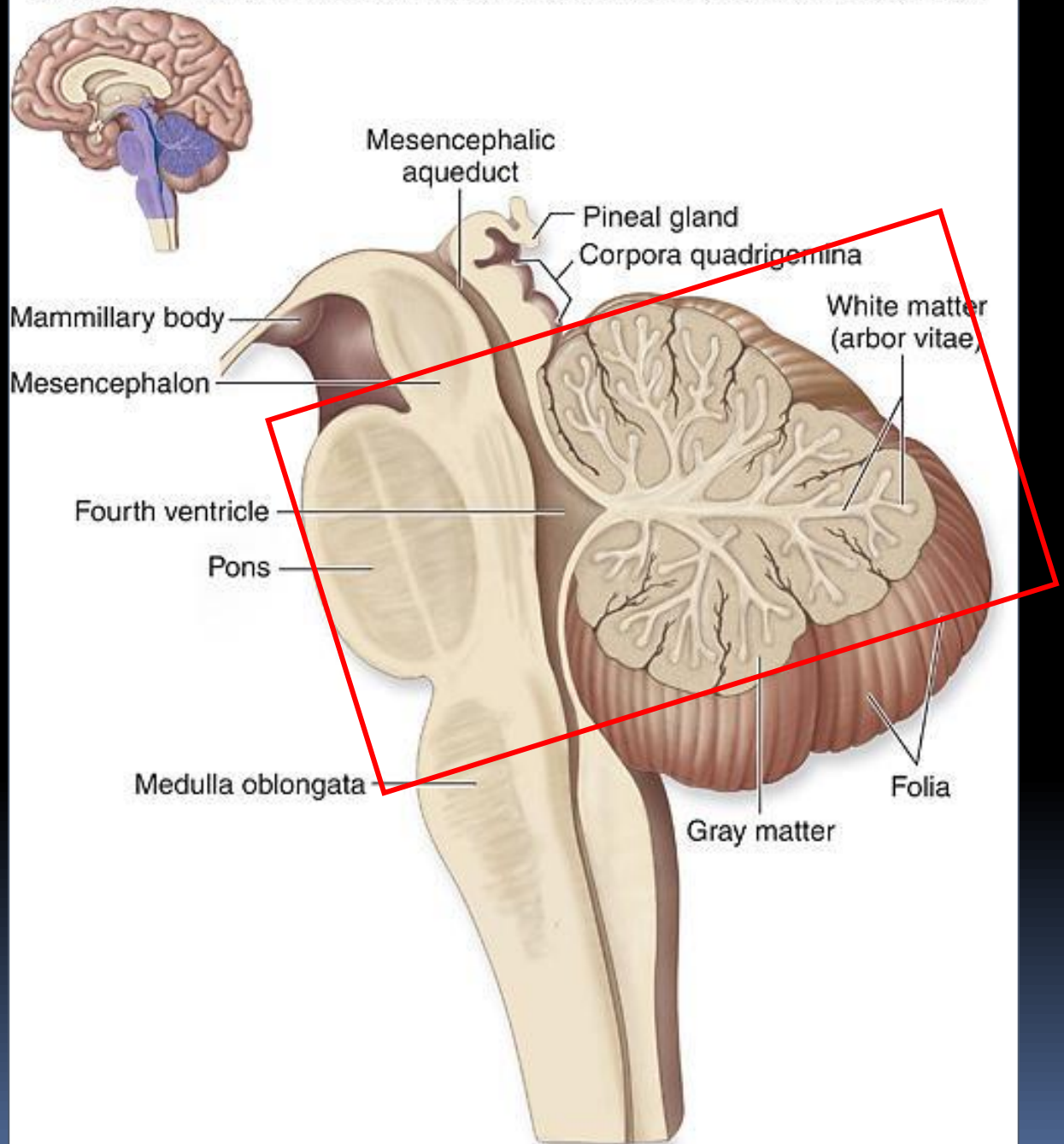
Mozkový kmen a prodloužená mícha



Metencefalon:

Pons Varoli – most
Řízení dechu, srdce

Cerebellum –
mozeček – řízení,
plánování a
koordinace pohybu



(a) Midsagittal section

Mezencefalón -
Střední mozek:
Původně hlavní
sensorické, asociační
a motorické centrum

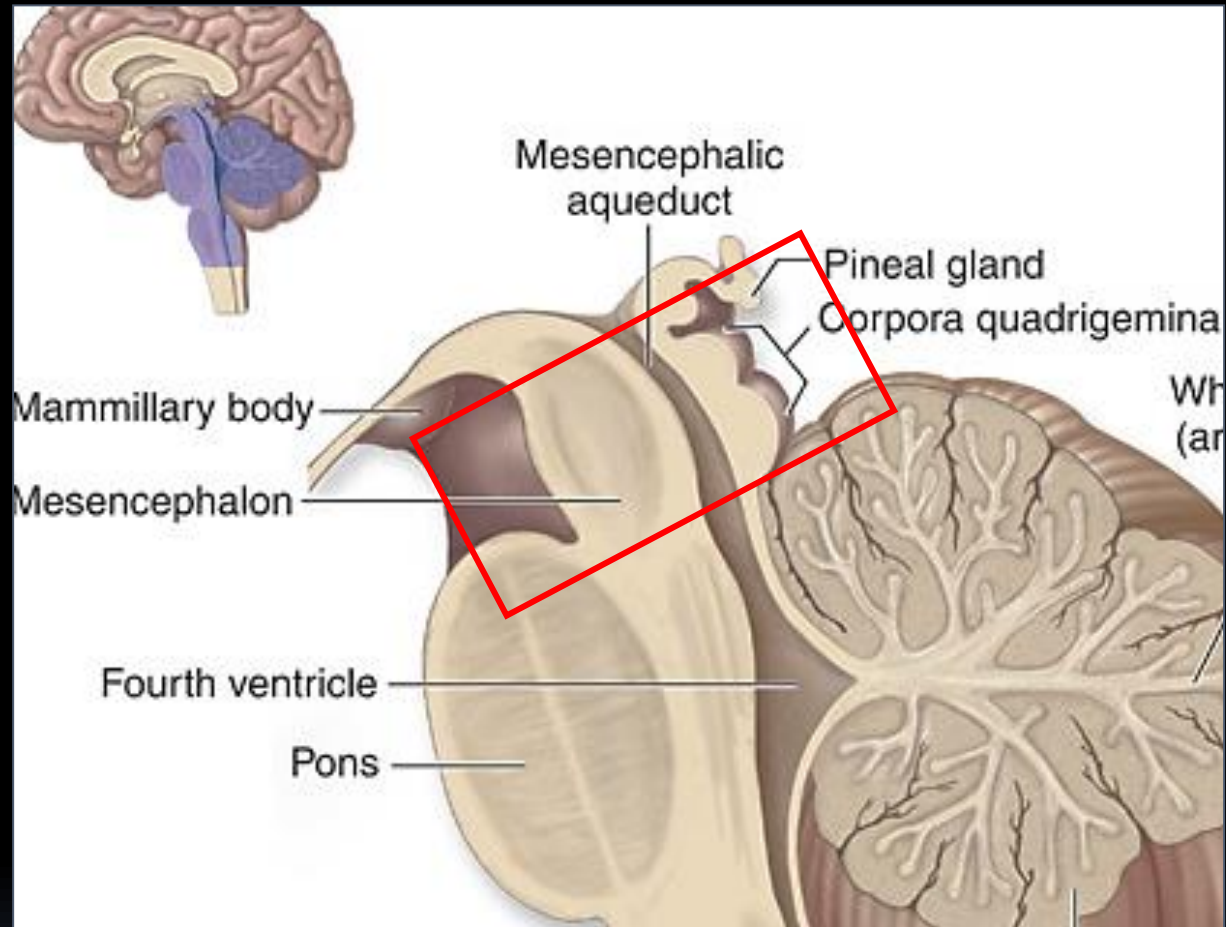
Savci: Tegmentum, Tectum
(střecha), zde čtverohrbolí

Tegmentum: příprava
motorických programů
Substantia nigra

Tectum:
Superior colliculus -
dříve hlavní zrakový vstup,
pak zrakové prostorové
reflexy

Inferior colliculus –
sluchové reflexy

n.Okohybný - III
n.Kladkový - IV

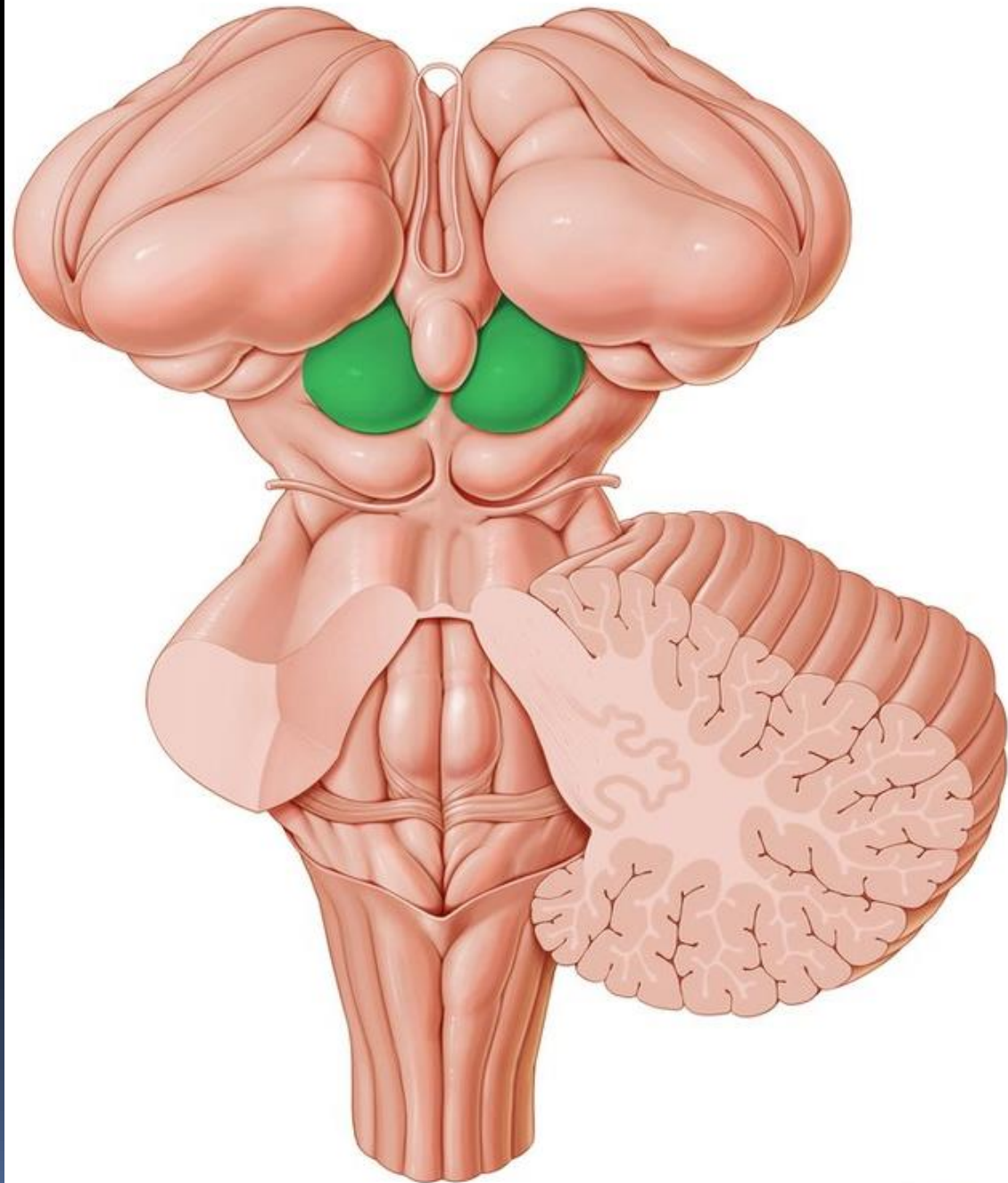


Corpora quadrigemina čtverohrbolí

Tectum:

Superior colliculus -
dříve hlavní zrakový vstup, pak
zrakové prostorové reflexy

Inferior colliculus –
sluchové reflexy



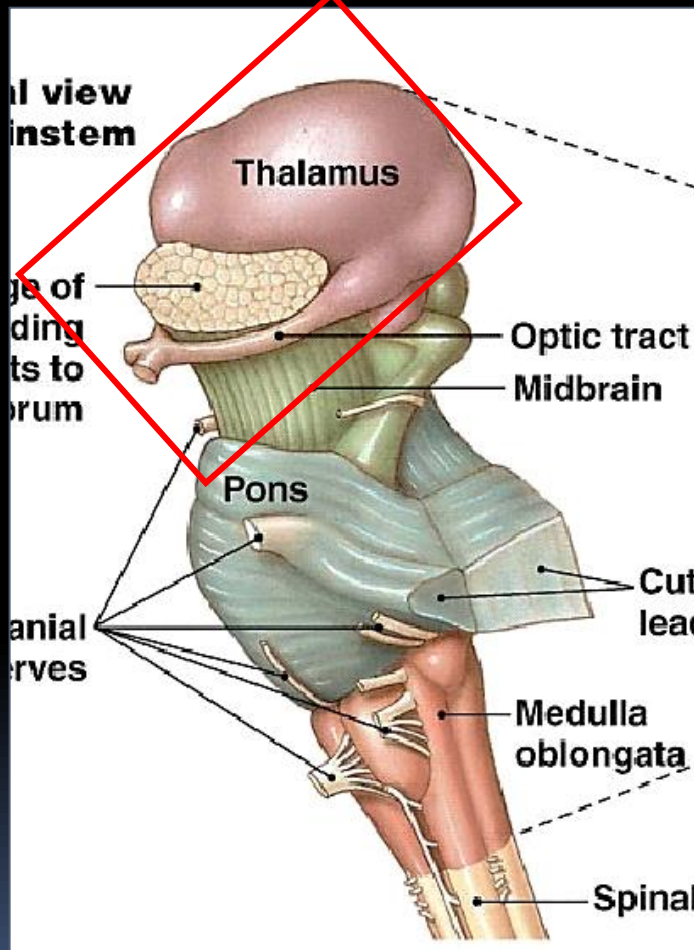
Diencefalon - Mezimozek

Stěny 3. mozkové komory

Hypotalamus reguluje homeostázu

Talamus – přepojovací stanice do a z koncového mozku, Hlavní integrační centrum motoriky plazů a ptáků

Epitalamus



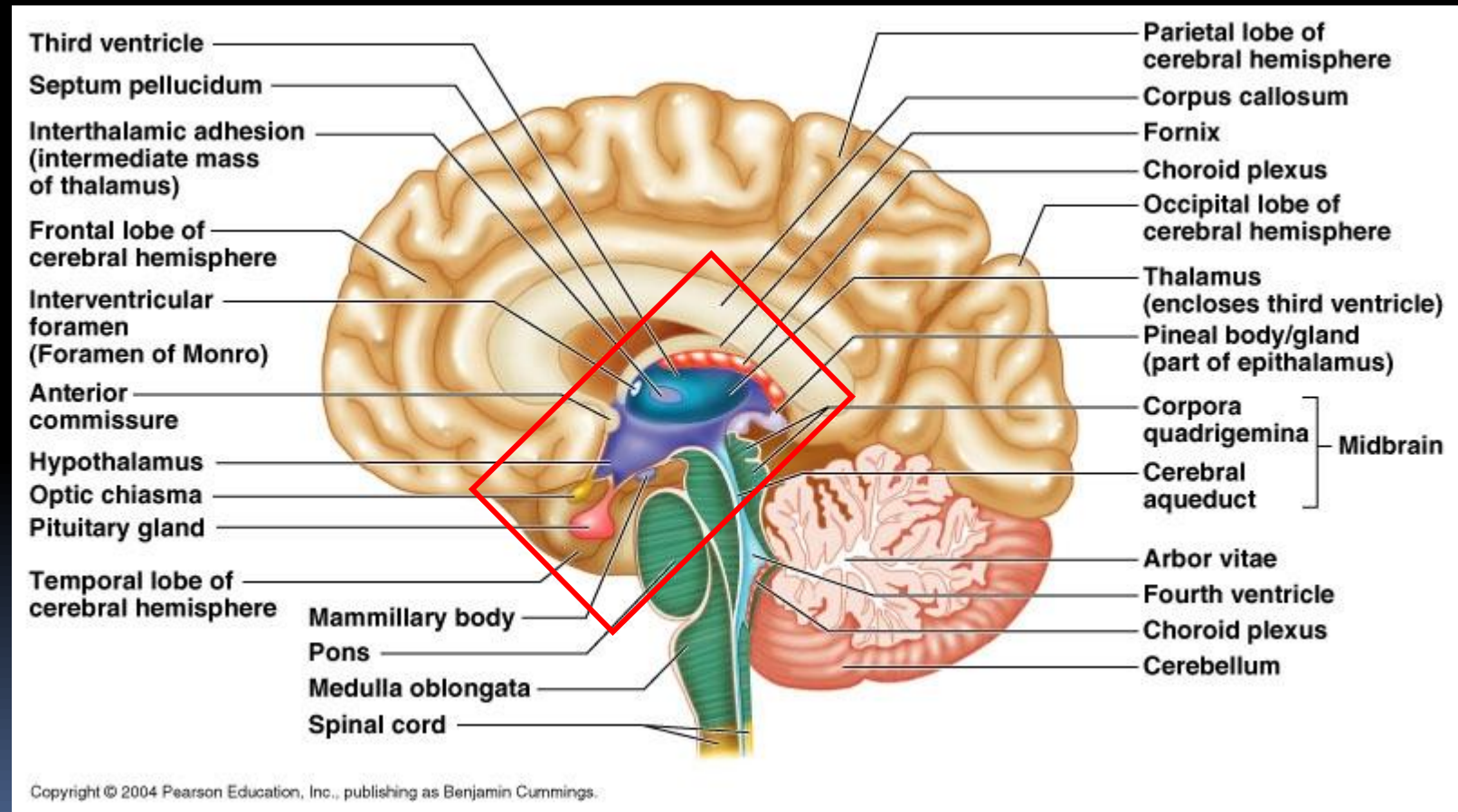
Diencefalon - Mezimozek

Stěny 3. mozkové komory

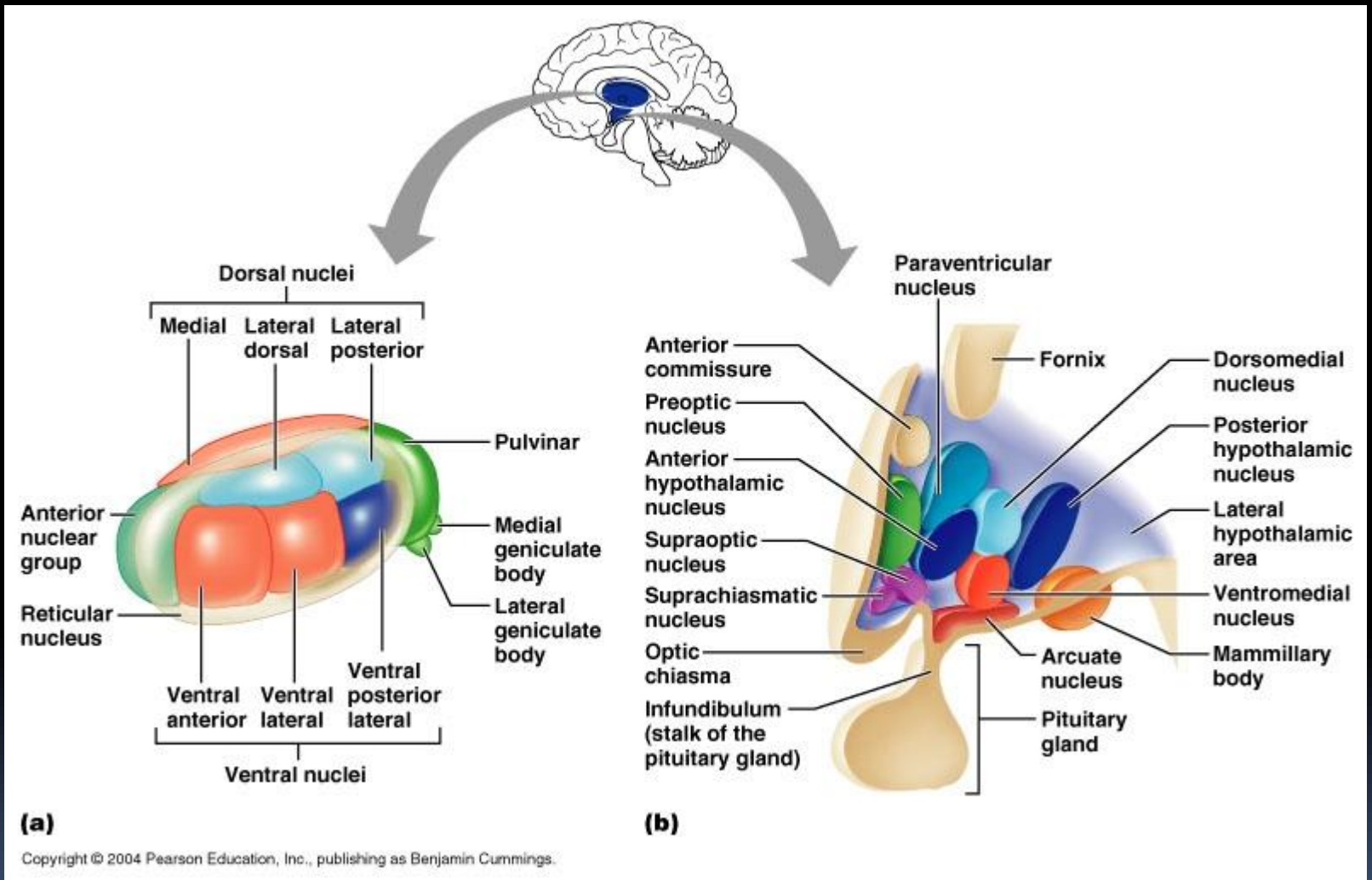
Hypotalamus reguluje homeostázu

Talamus – přepojovací stanice do a z koncového mozku, Hlavní integrační centrum motoriky plazů a ptáků

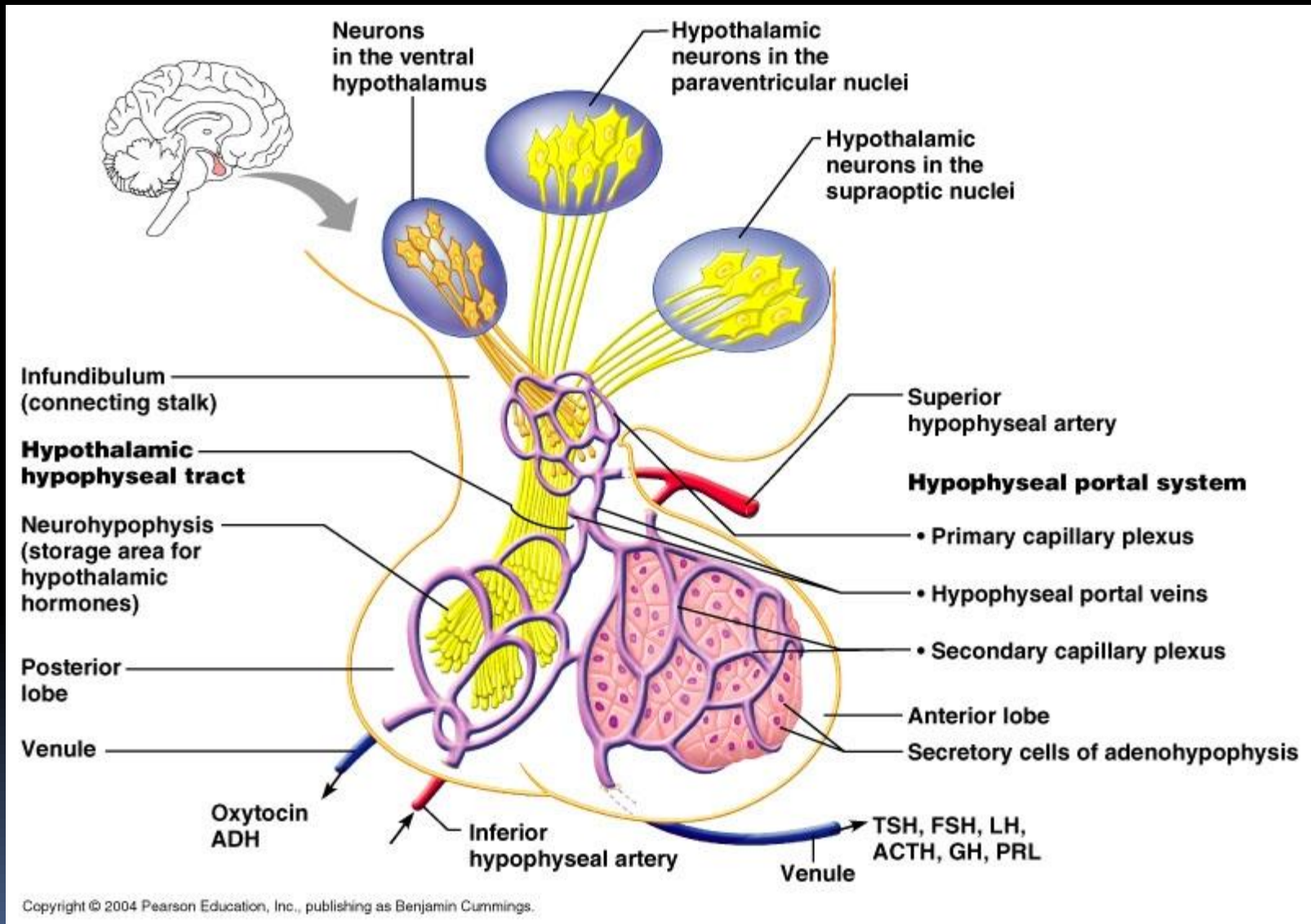
Epitalamus – pineální žláza



Organizace šedé hmoty do jader v talamu

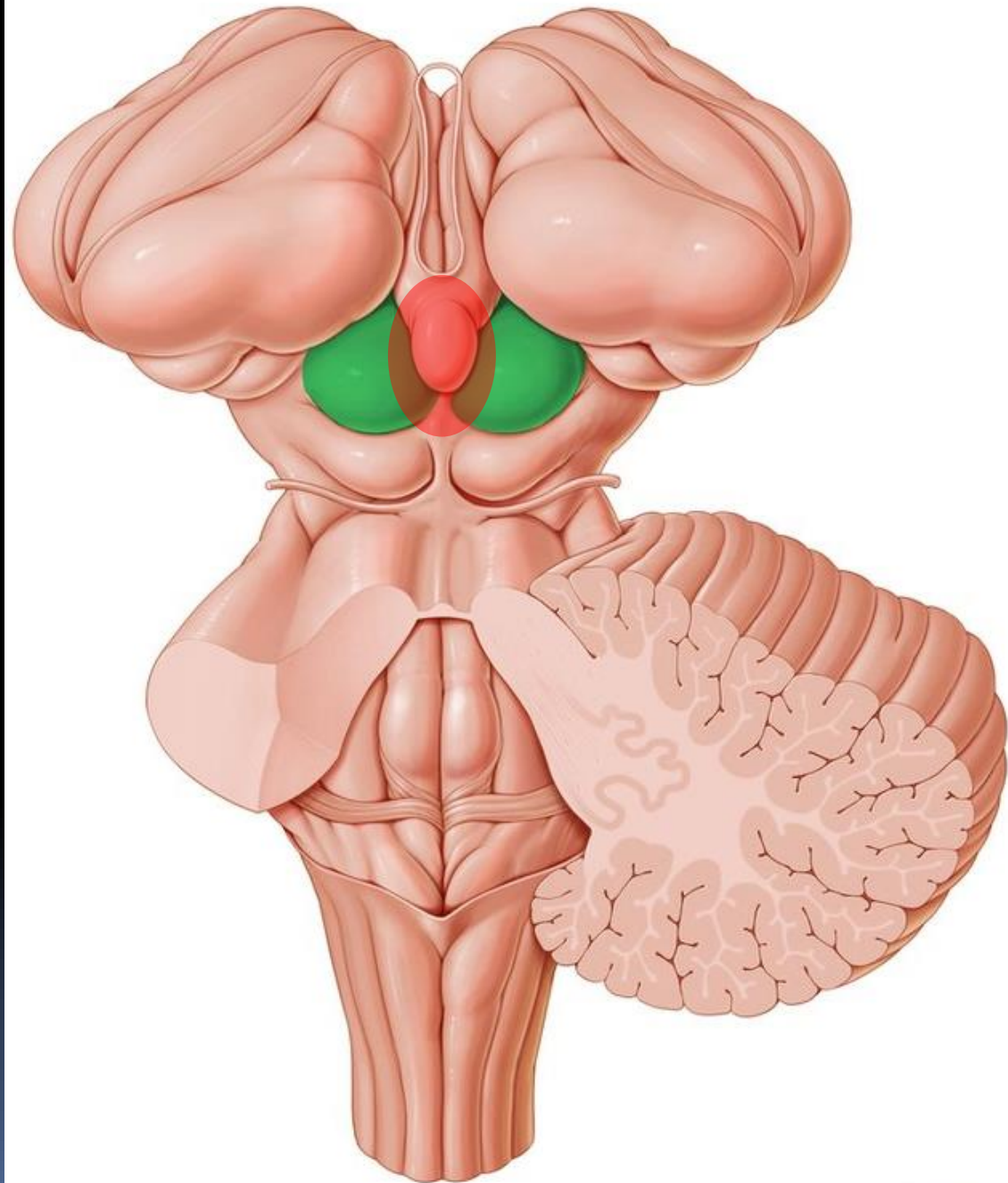


Hypothalamus – ventrální strana talamu

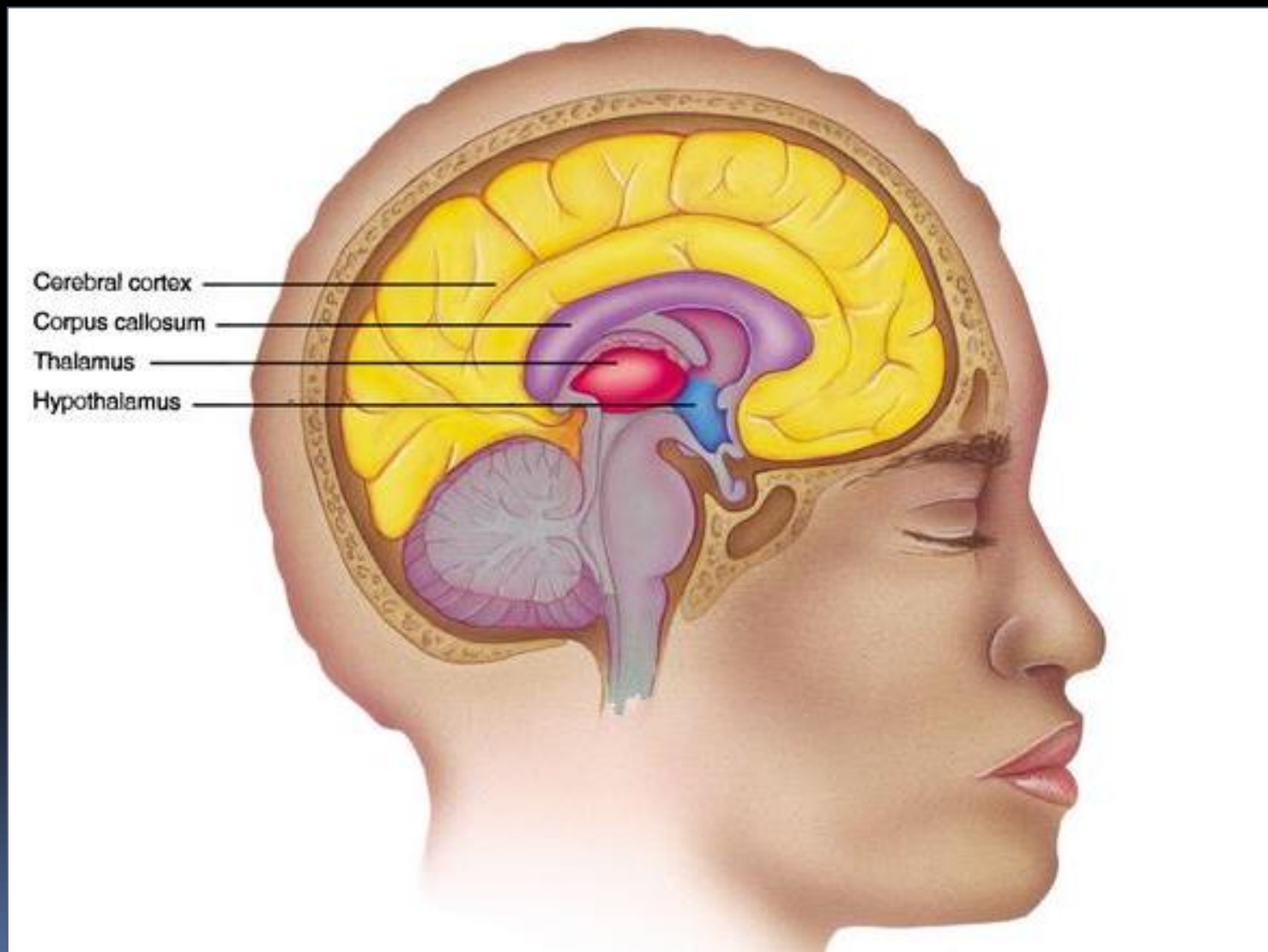


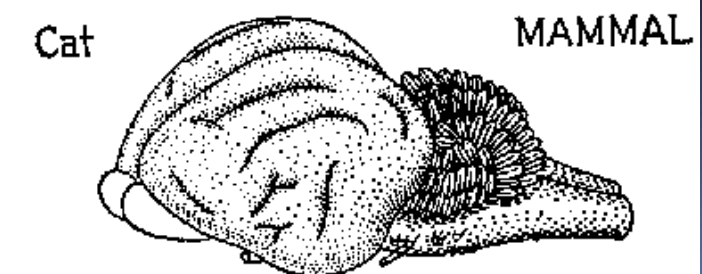
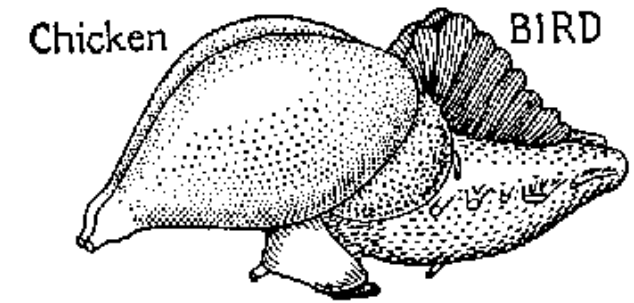
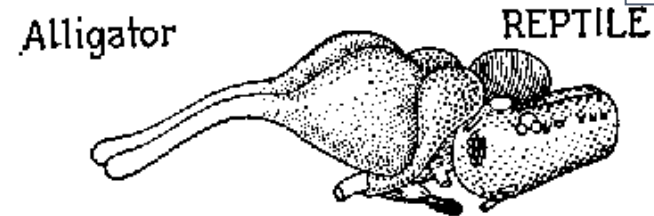
Epitalamus – pineální žláza

Temenní oko plazů a
sekrece melatoninu u
savců

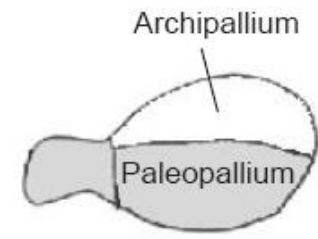
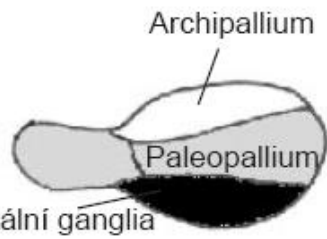
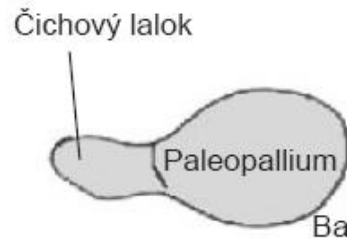


Koncový mozek - telencefalon





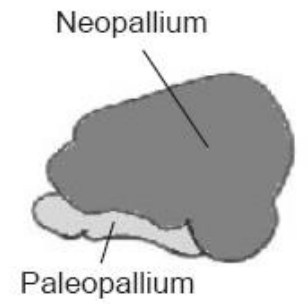
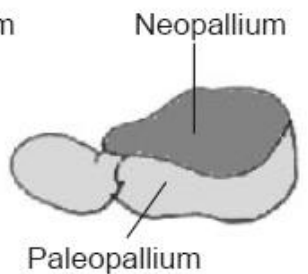
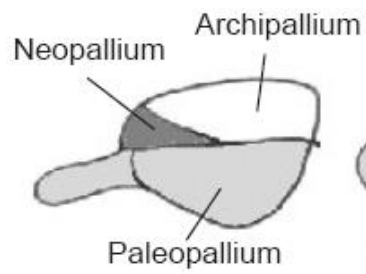
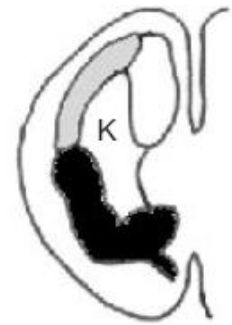
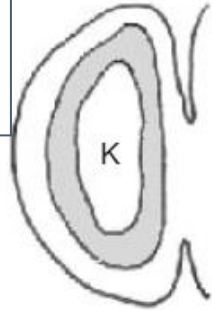
Vývoj kůry telencefala



A. PRIMITIVNÍ STAV

B. OBOJŽIVELNÍK

C. PRIMITIVNÍ PLAZ



D. POKROČILÝ PLAZ

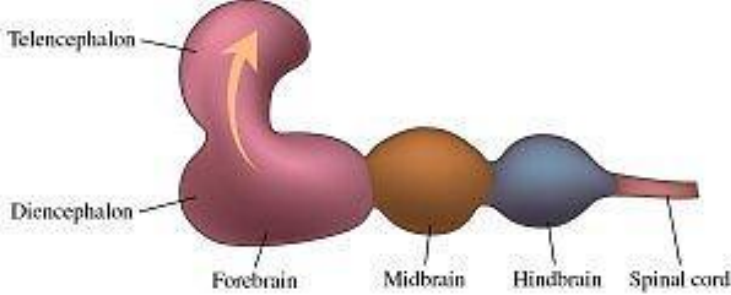
E. PRIMITIVNÍ SAVEC

F. POKROČILÝ SAVEC



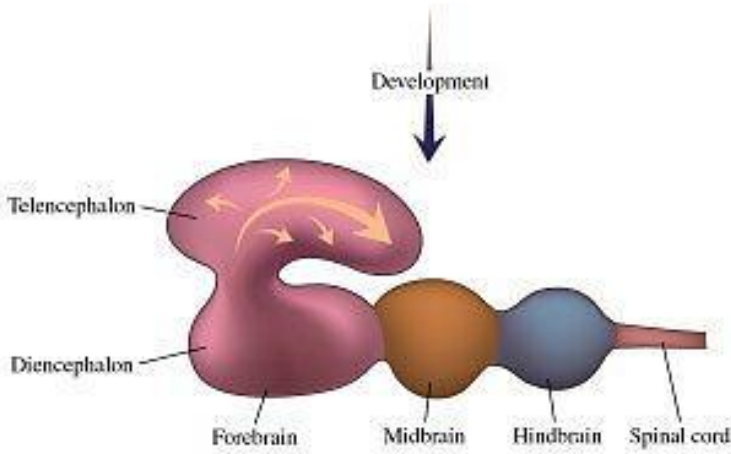
Baz

- staré části pod neokortexem



(a) Basal ga

Caudate nuc

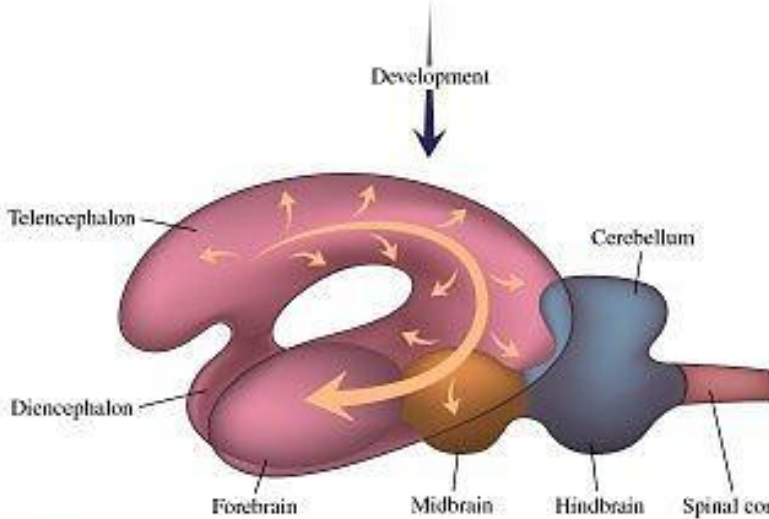


Putamen

Globus pallidus (lateral part)

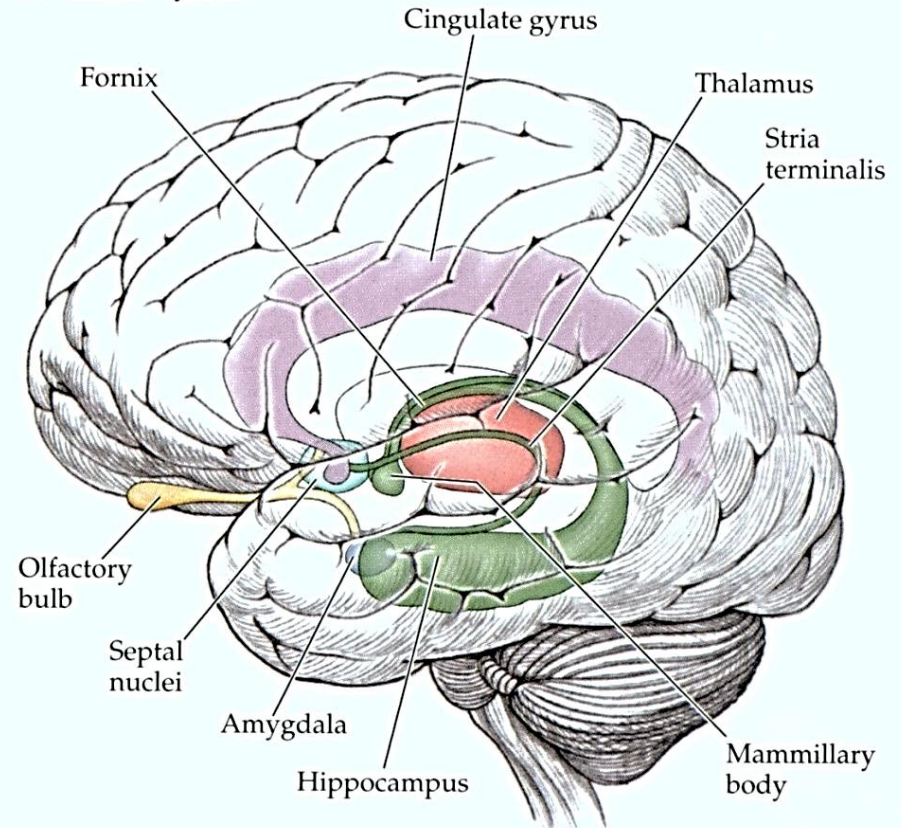
Globus pallidus (medial part)

Lentiform nucleus



2.15 Two In globus pallidus limbic system- amygdala, an

(b) Limbic system



nucleus, putamen, movement. (b) The thalamus, olfactory bulb, memory.

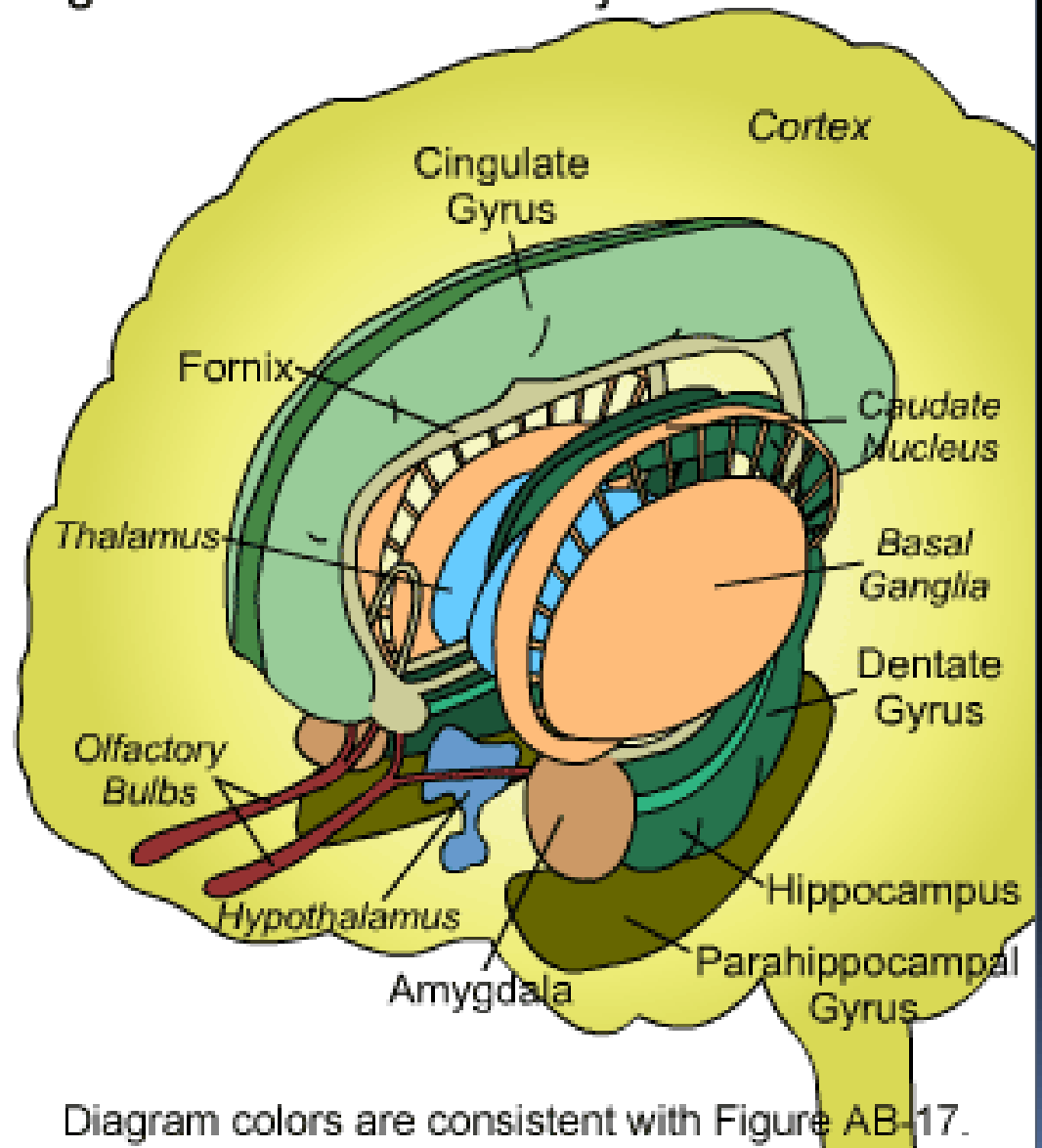
Limbický systém
a
Bazální ganglia

Propletený systém
závitů pod
neokortexem

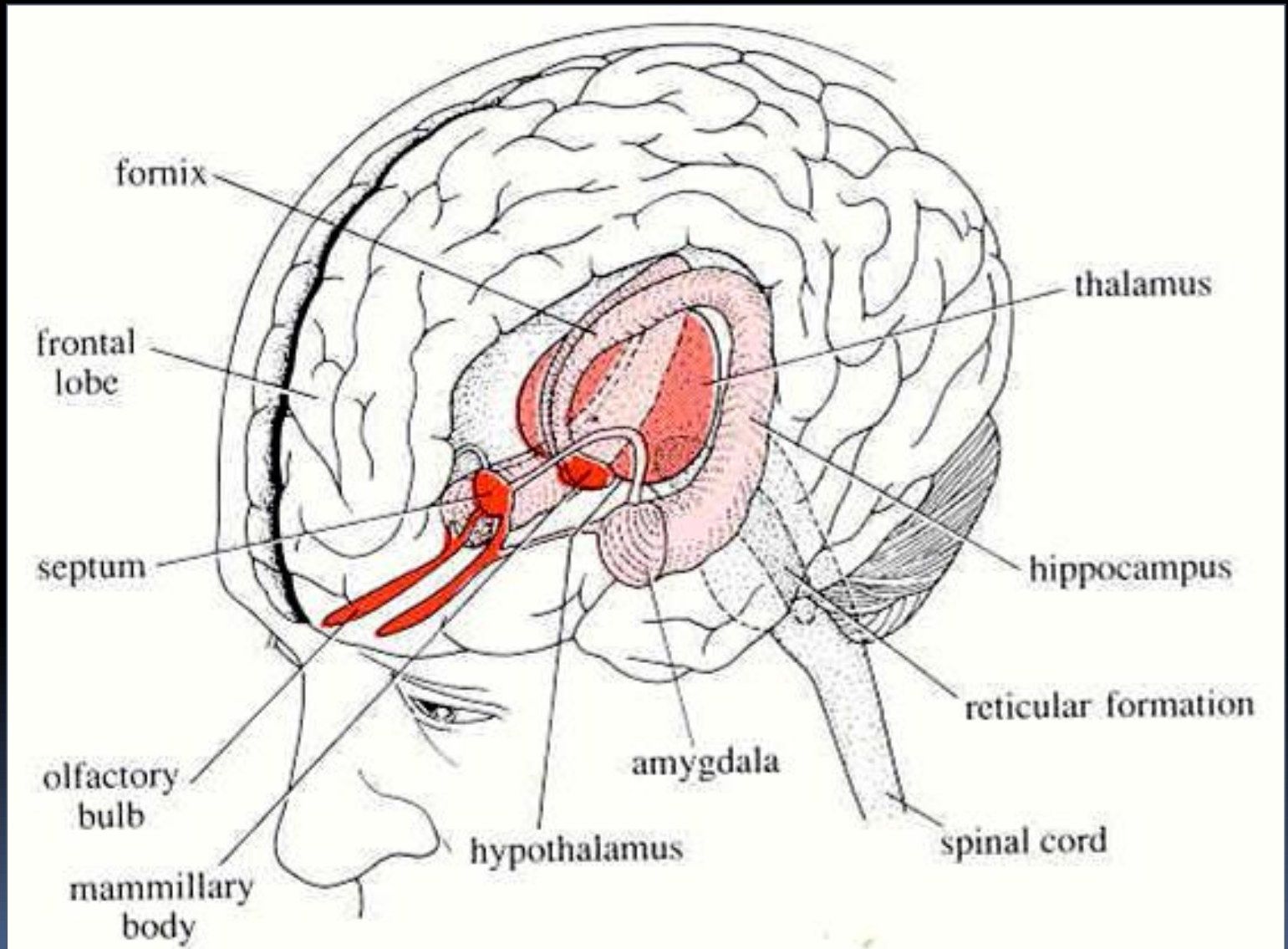
[https://castle.eiu.edu/
stowell/brain3d/su
bcortical.gif](https://castle.eiu.edu/stowell/brain3d/su/bcortical.gif)

Hipokampus a fornix
B. Ganglia a amygdala
C. Callosum

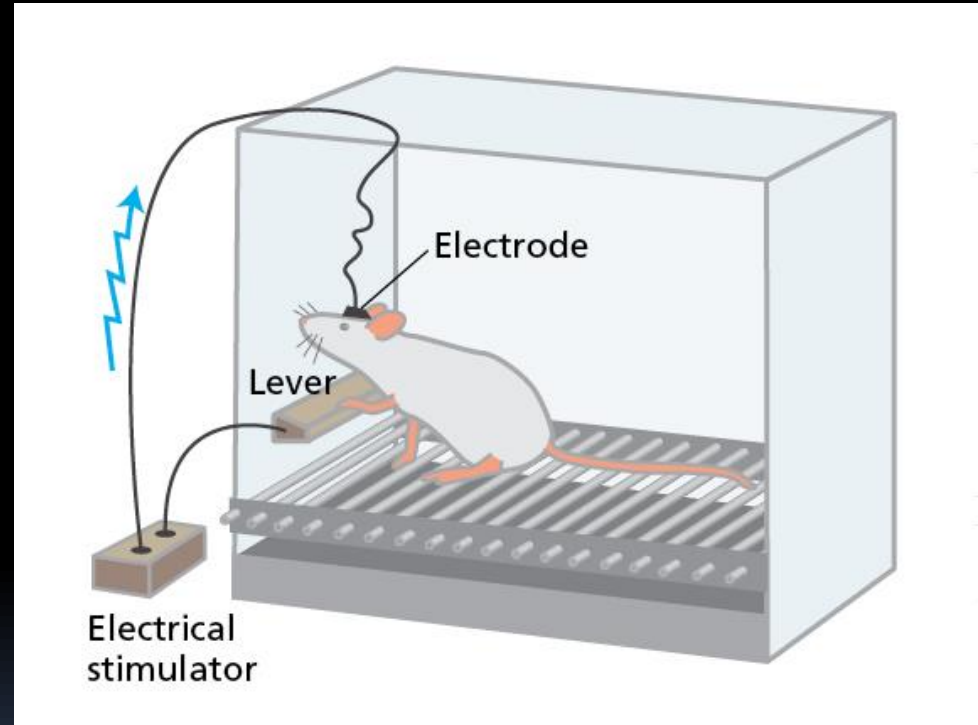
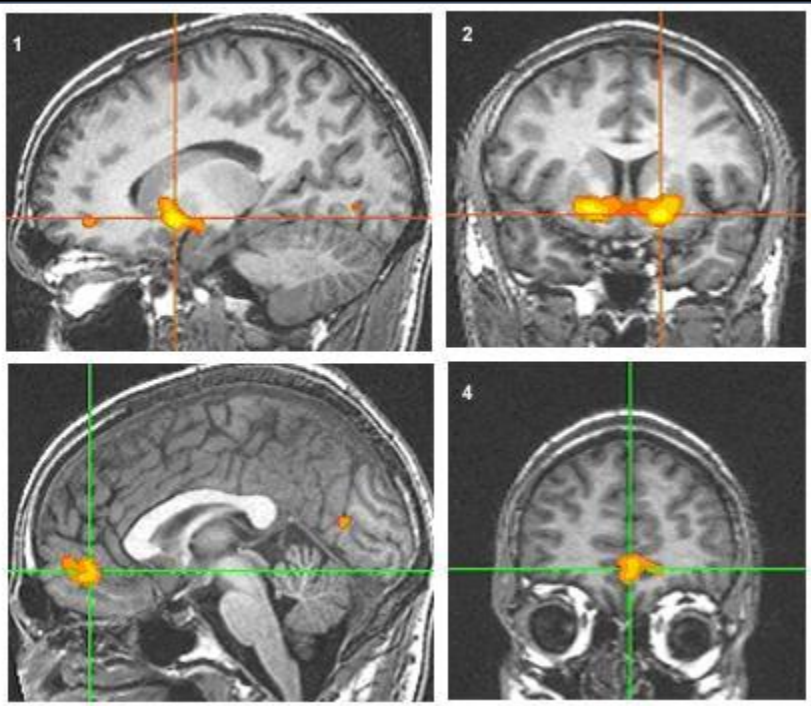
Figure AB-16: Limbic System



Limbecký systém – substrát emocí, motivace a základu učení



Součástí limbického sst. (patří k bazálním gangliím) je Nucleus accumbens. Objeveno v 50'. Myš vynechala kromě spánku všechny aktivity aby je mohla páčkou stimulovat. Součást samoodměňovacího systému mozku. Procesy odměny a posilování spojené s dopaminovou a serotinovou sekrecí.



NACC je člověka je aktivováno při naplnění nebo i představě finanční, potravní, sexuální atd. odměny.

Oblasti neokortexu i paleokortexu (subkortikální) zprostředkovávající emoční odpověď na ohrožení.

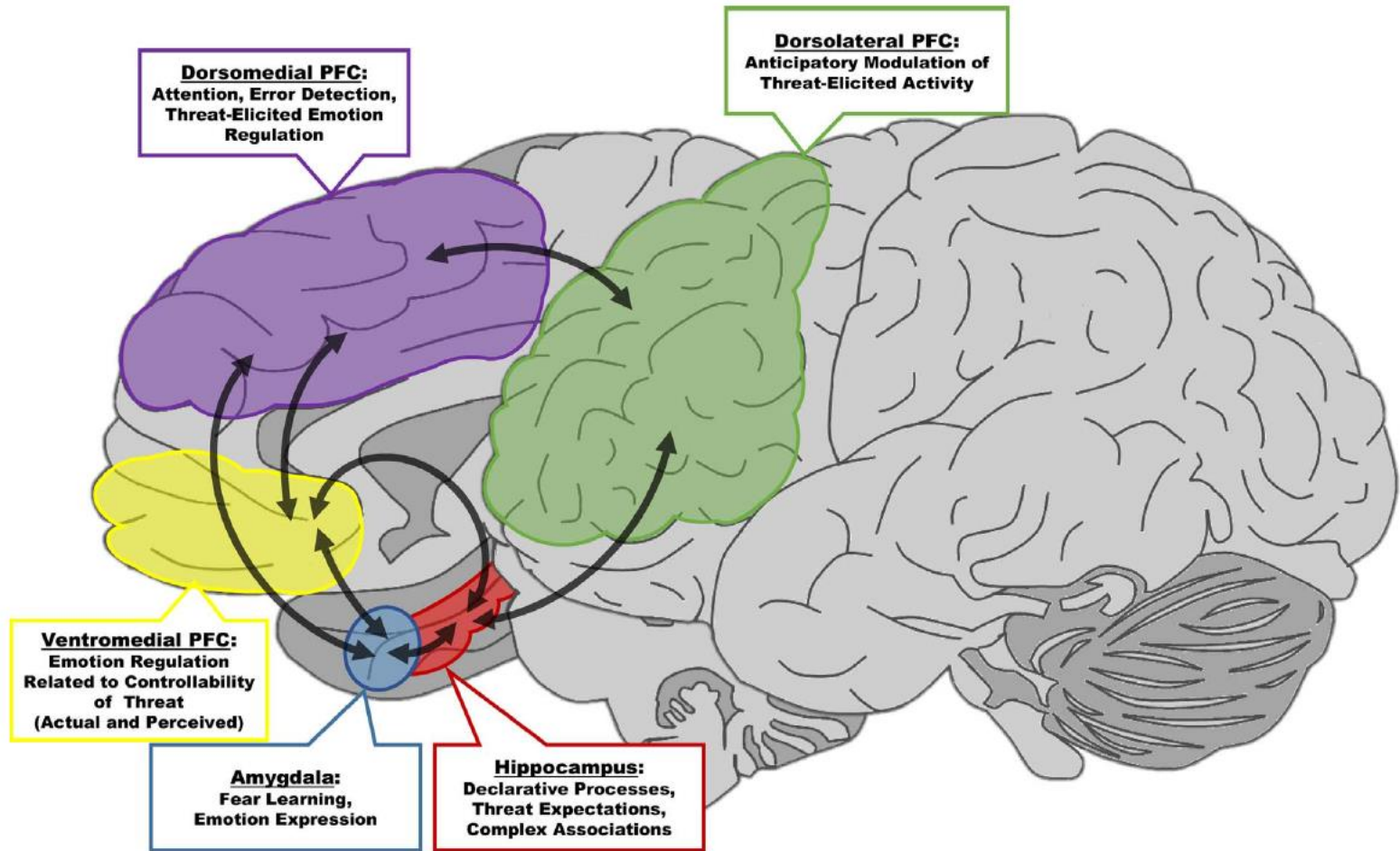


Fig. 3. Regions that mediate the emotional response to threat. Arrows indicate ipsilateral connections between brain regions that regulate the emotional response to threat. The hippocampus (red) supports the development of conscious expectations of threat and projects to the dlPFC (green), vmPFC (yellow), and amygdala (blue). Anticipatory (i.e., conditioned response) dlPFC activity prior to the threat modulates the dmPFC (purple) and vmPFC response to threat (i.e., unconditioned response). Projections from the dmPFC and vmPFC regulate amygdala activity. In turn, amygdala projections to midbrain regions (e.g., the periaqueductal gray, hypothalamus, and ventral tegmental area) control the expression of the peripheral emotional response, including motor, autonomic, and hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Chemie nervového systému

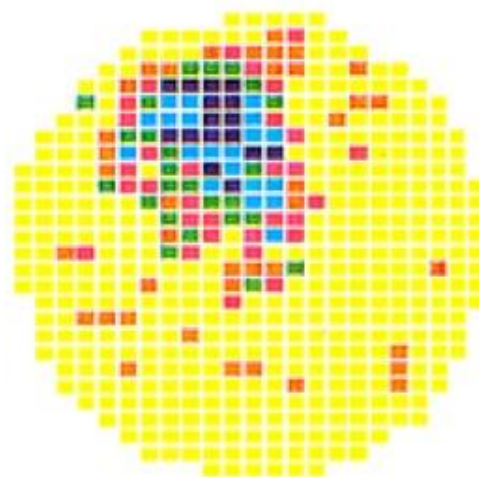
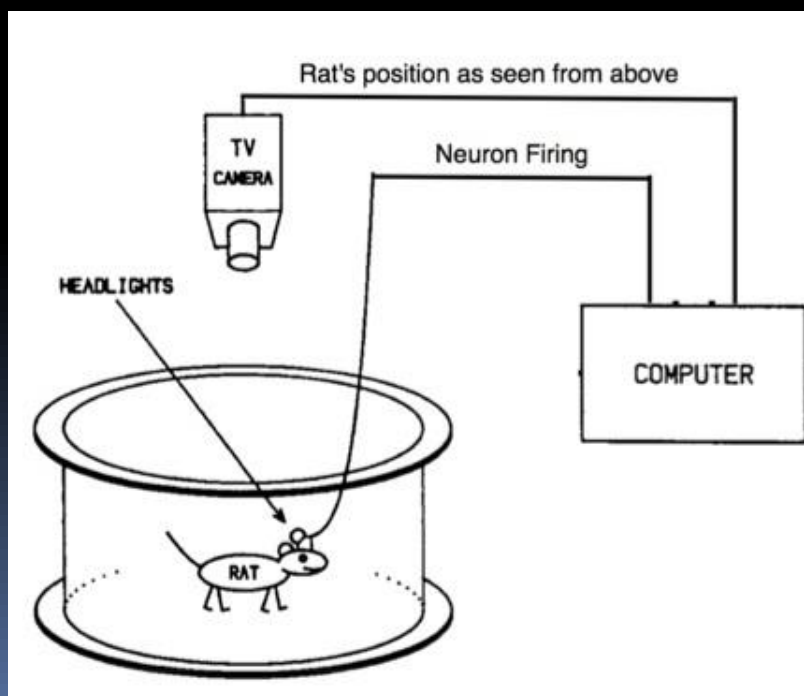
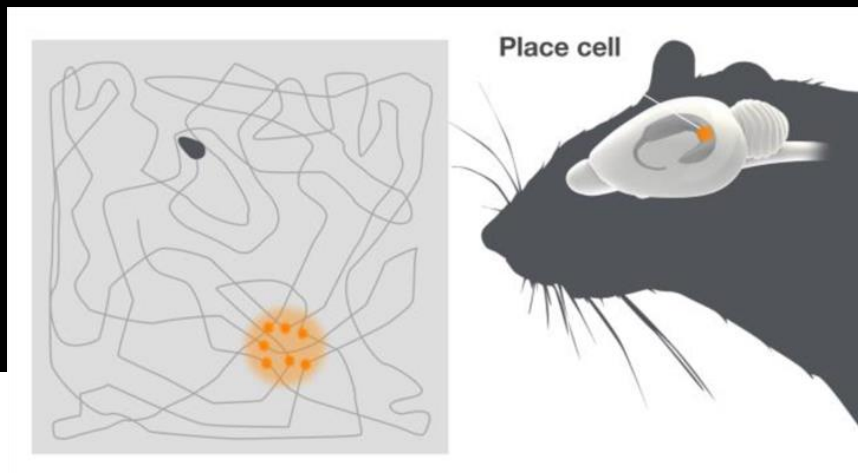
Účinky na psychiku

Účinky neurotransmiterů prostřednictvím synaptického přenosu

neurotransmitter		dostupnost (aktivita neurotransmiteru)	lék
serotonin	snížena ↓ ↑ zvýšena	deprese	antidepresivum
acetylcholin		Alzheimerova nemoc	inhibitory acetylcholinesterázy, která odbourává acetylcholin
g-aminomáselná kyselina (GABA)		úzkost (tzv. generalizovaná)	anxiolytika (usnadňují účinek kyseliny g-aminomáselné)
dopamin		pozitivní příznaky schizofrenie	antipsychotika (blokují účinek dopaminu)

Place cells – „buňky místa“ v hipokampu

Nobelova cena 2014

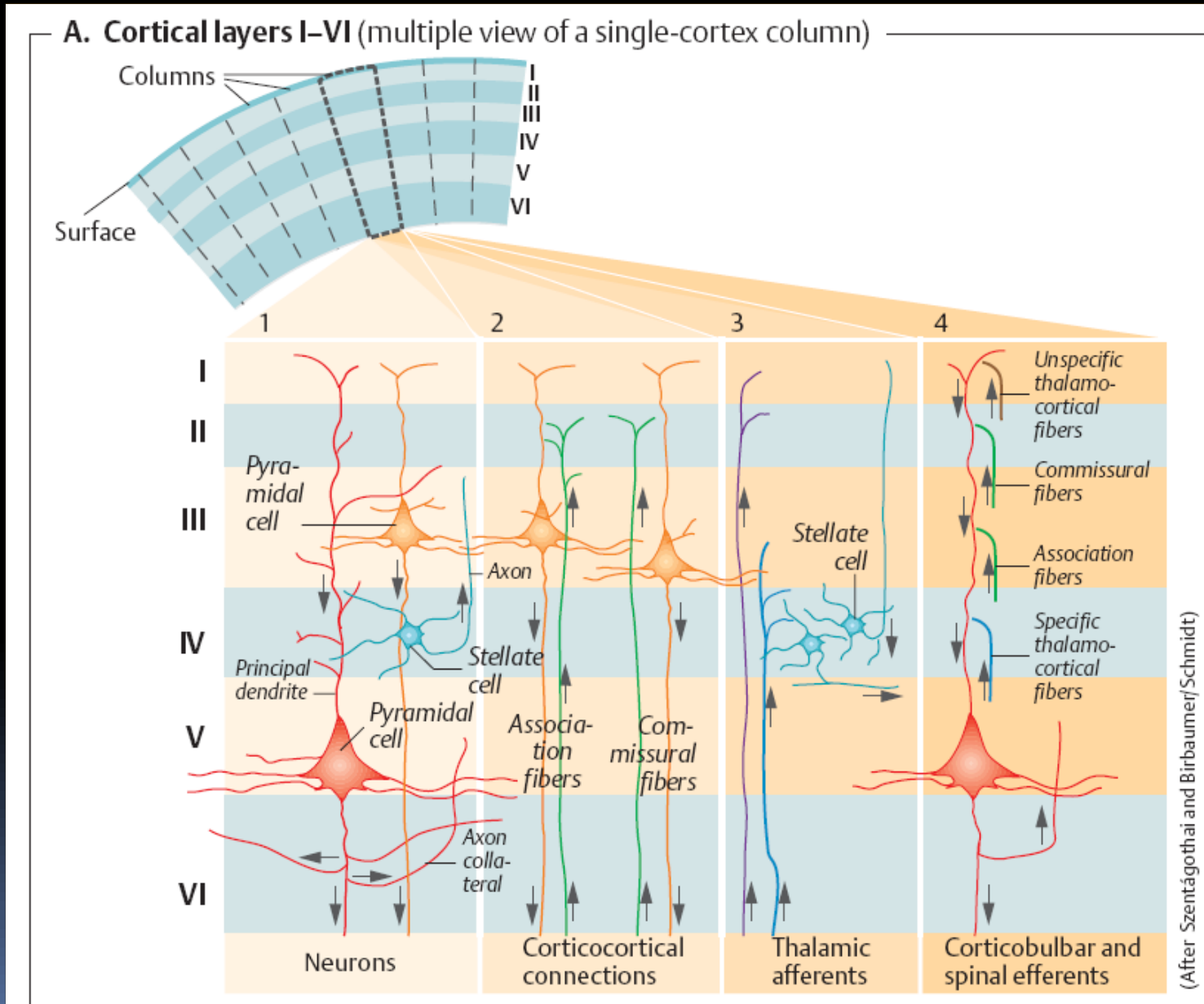


Neokortex

Vertikální členění:
do sloupců

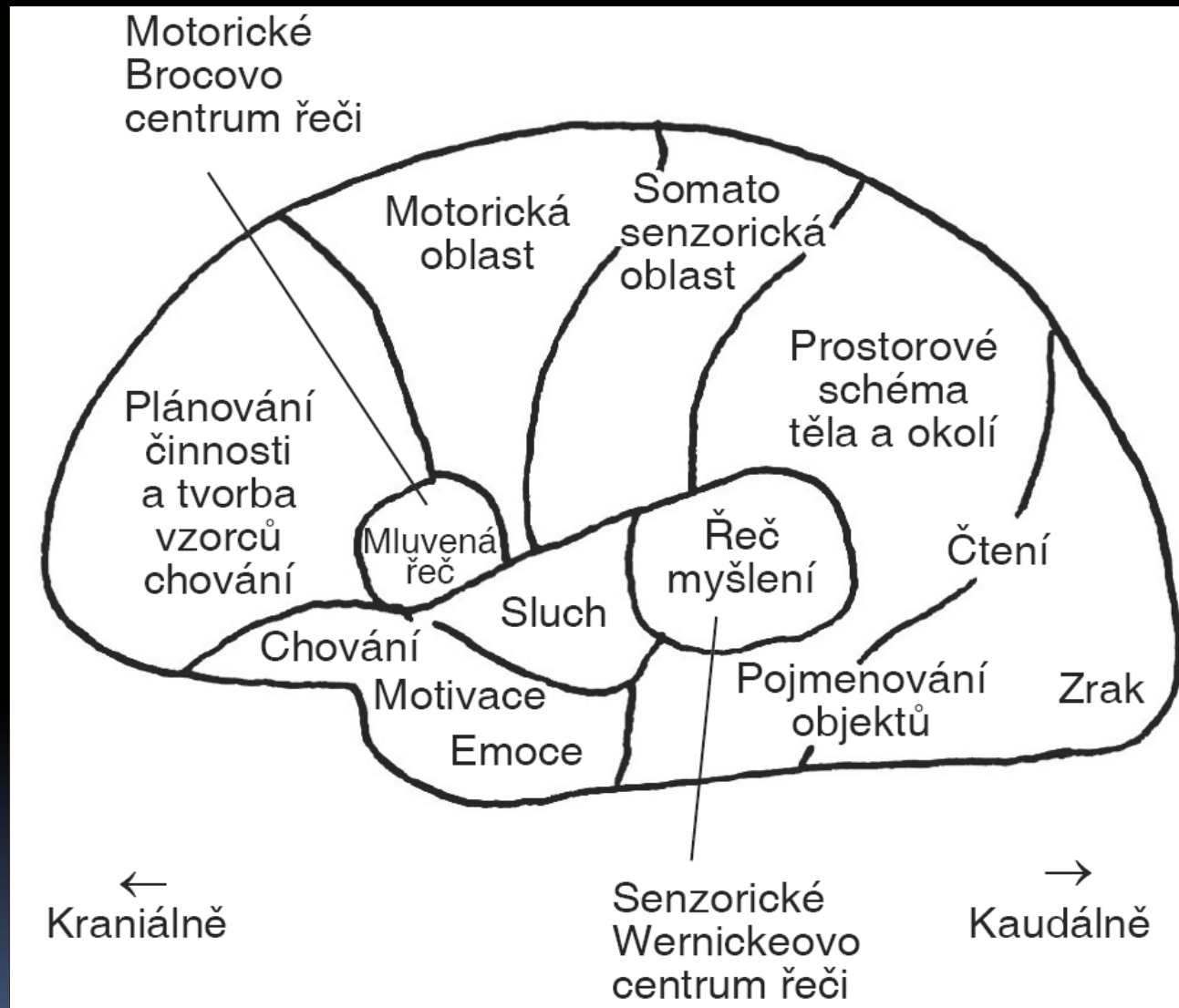
Horizontální:
6 vrstev šedé kůry

15-25 miliard v
lidském mozku

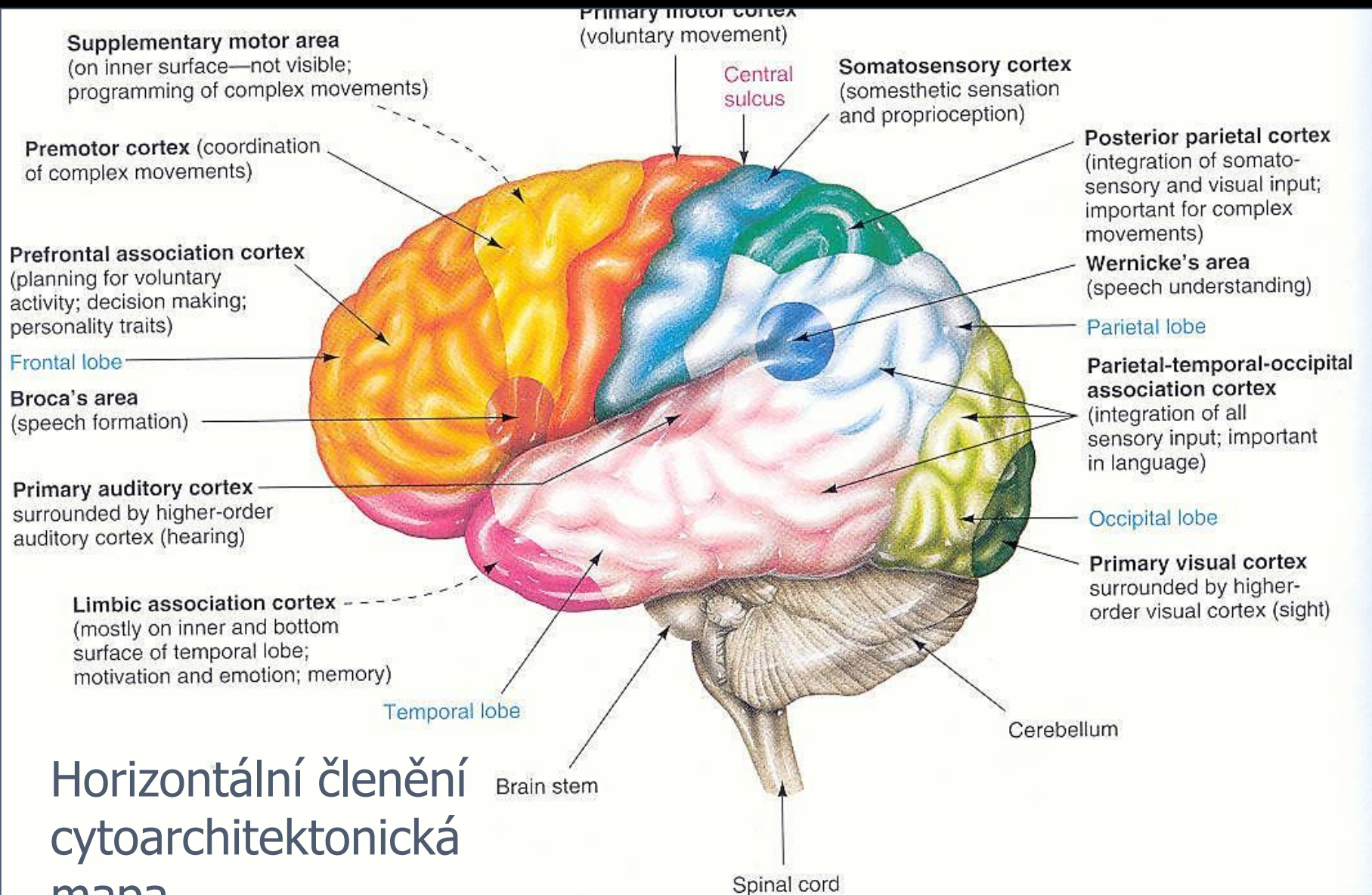


Neokortex

Horizontální členění cytoarchitektonická mapa



Neokortex



Horizontální členění
cytoarchitektonická
mapa

(a)

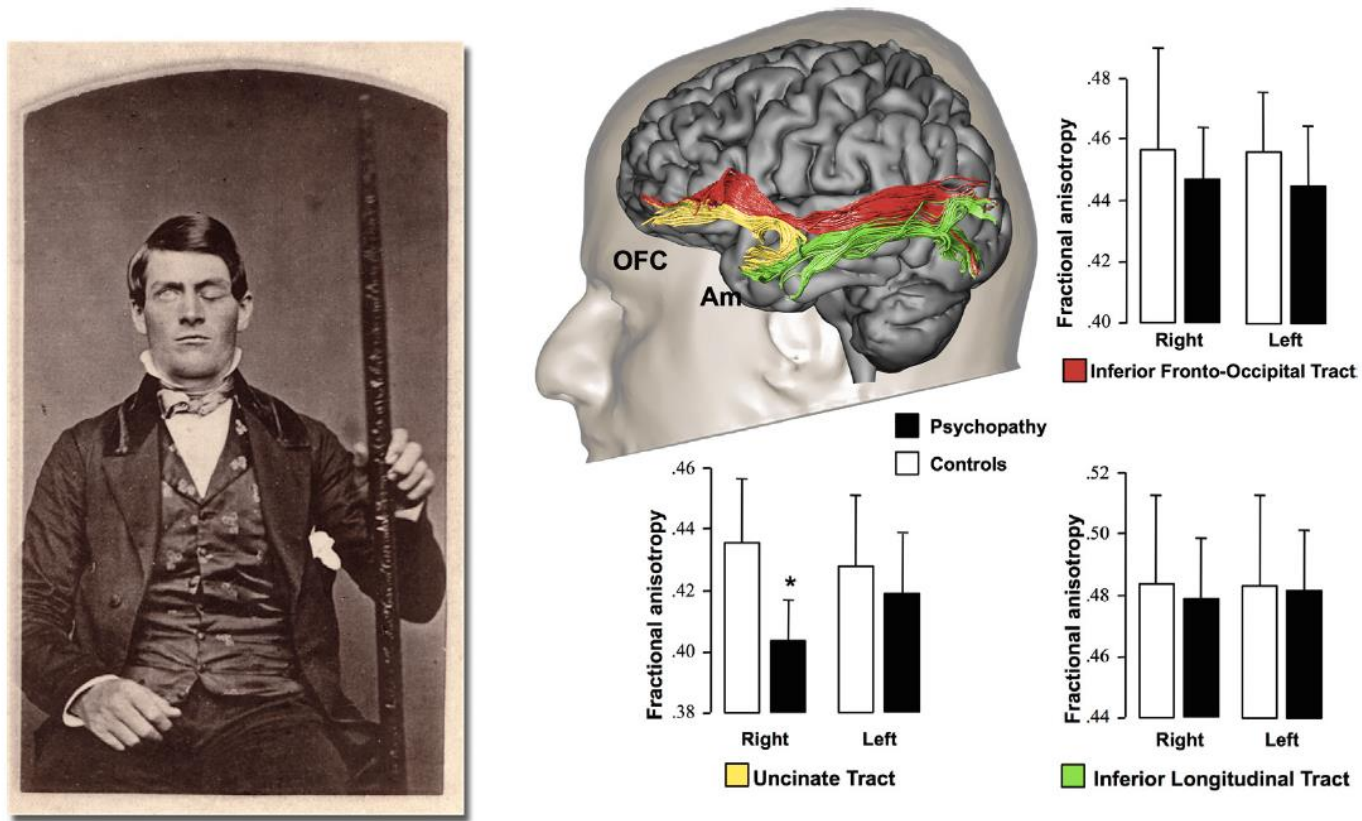


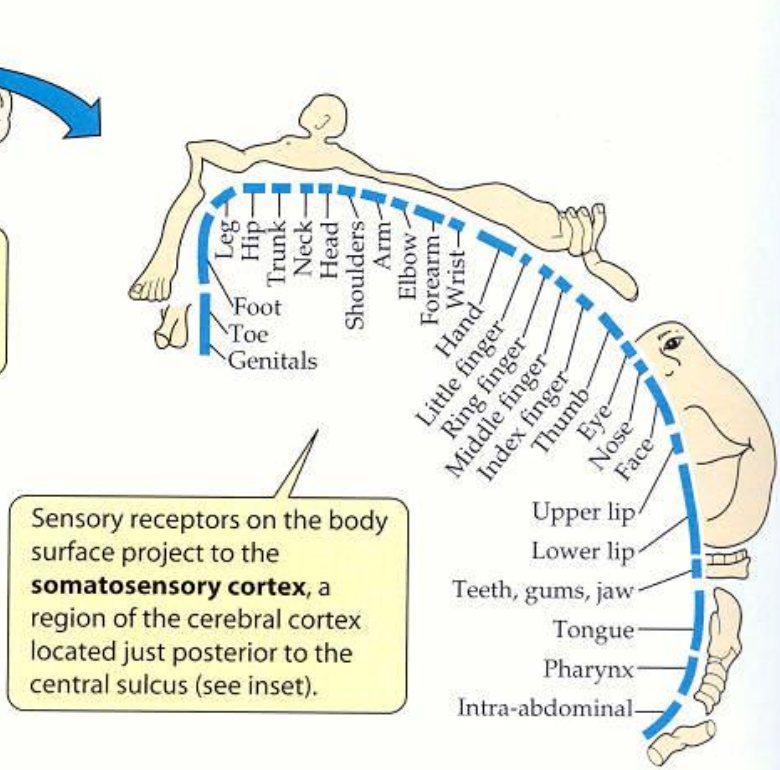
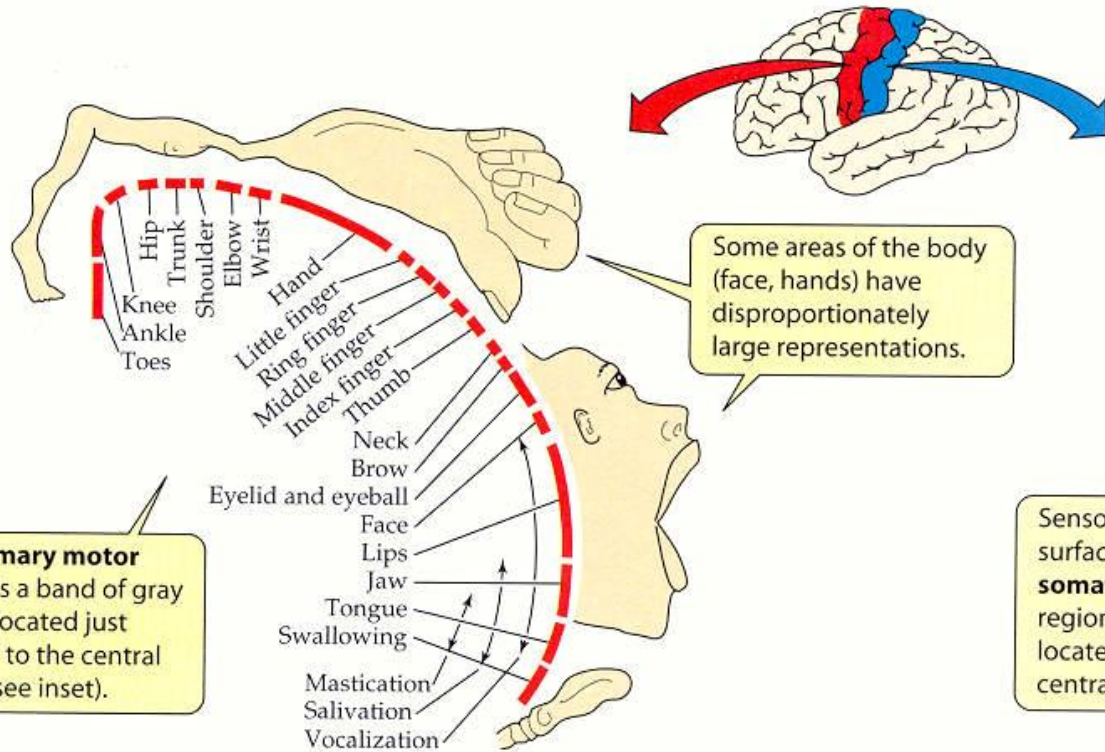
Fig. 11. Anatomy of the antisocial behaviour. (A) Phineas Gage photographed with the bar that penetrated his skull through the left orbit and caused frontal damage. (B) Tractography reconstruction of the connections between amygdala, orbitofrontal cortex, and posterior occipital areas. Tract-specific measurements of fractional anisotropy (FA) show that psychopaths have a significantly reduced mean FA in the right uncinate fasciculus ($P=0.003$) compared to controls. There were no differences in the left uncinate fasciculus ($P=0.448$) or in the two ‘non-limbic’ control tracts: the inferior longitudinal fasciculus and inferior fronto-occipital fasciculus (Craig et al., 2009).

Horizontální členění

Motorická a sensorická kůra - somatotopie

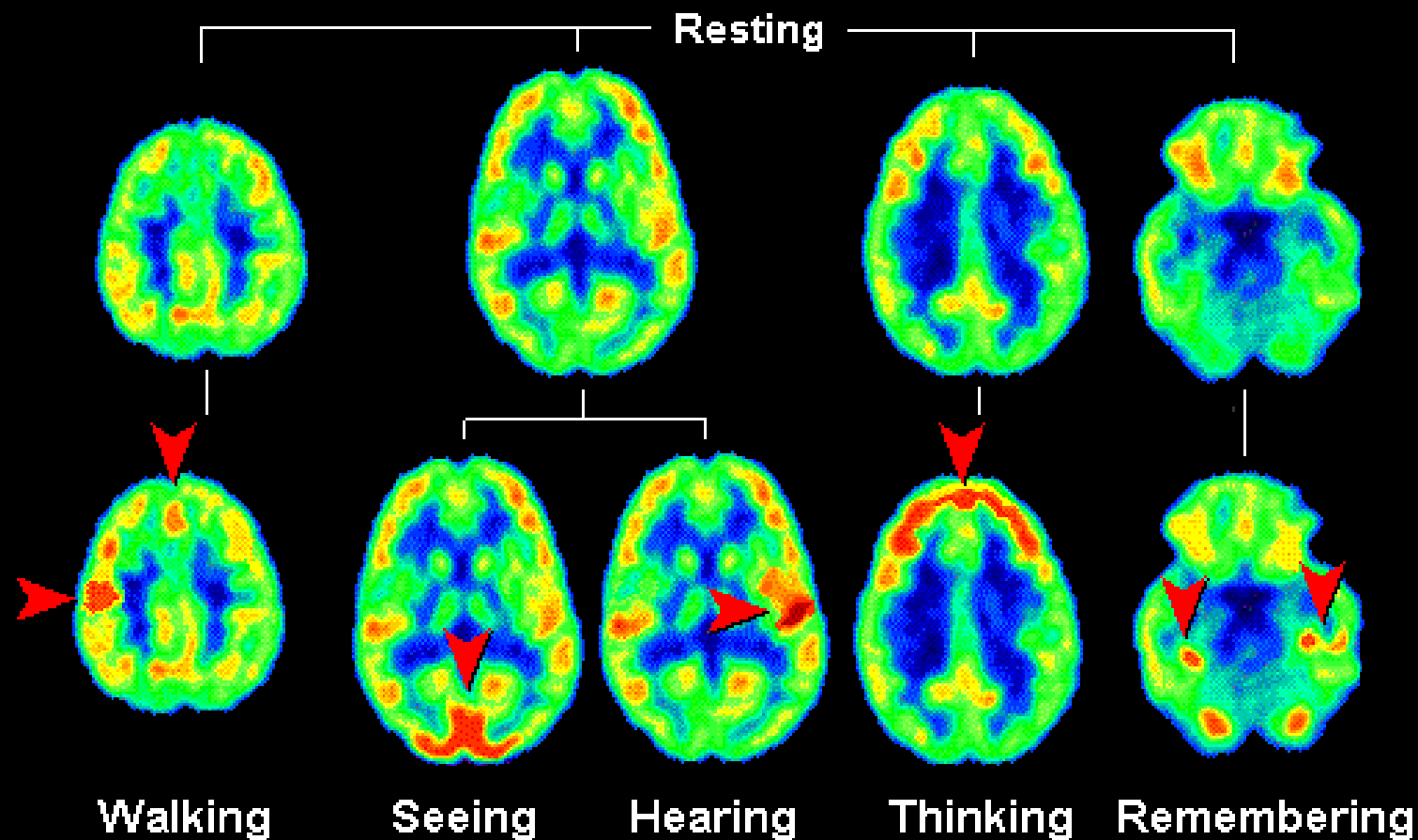
(a) Motor homunculus

(b) Sensory homunculus



Zobrazovací a stimulační metody: fMRI, TMS, PET, CT



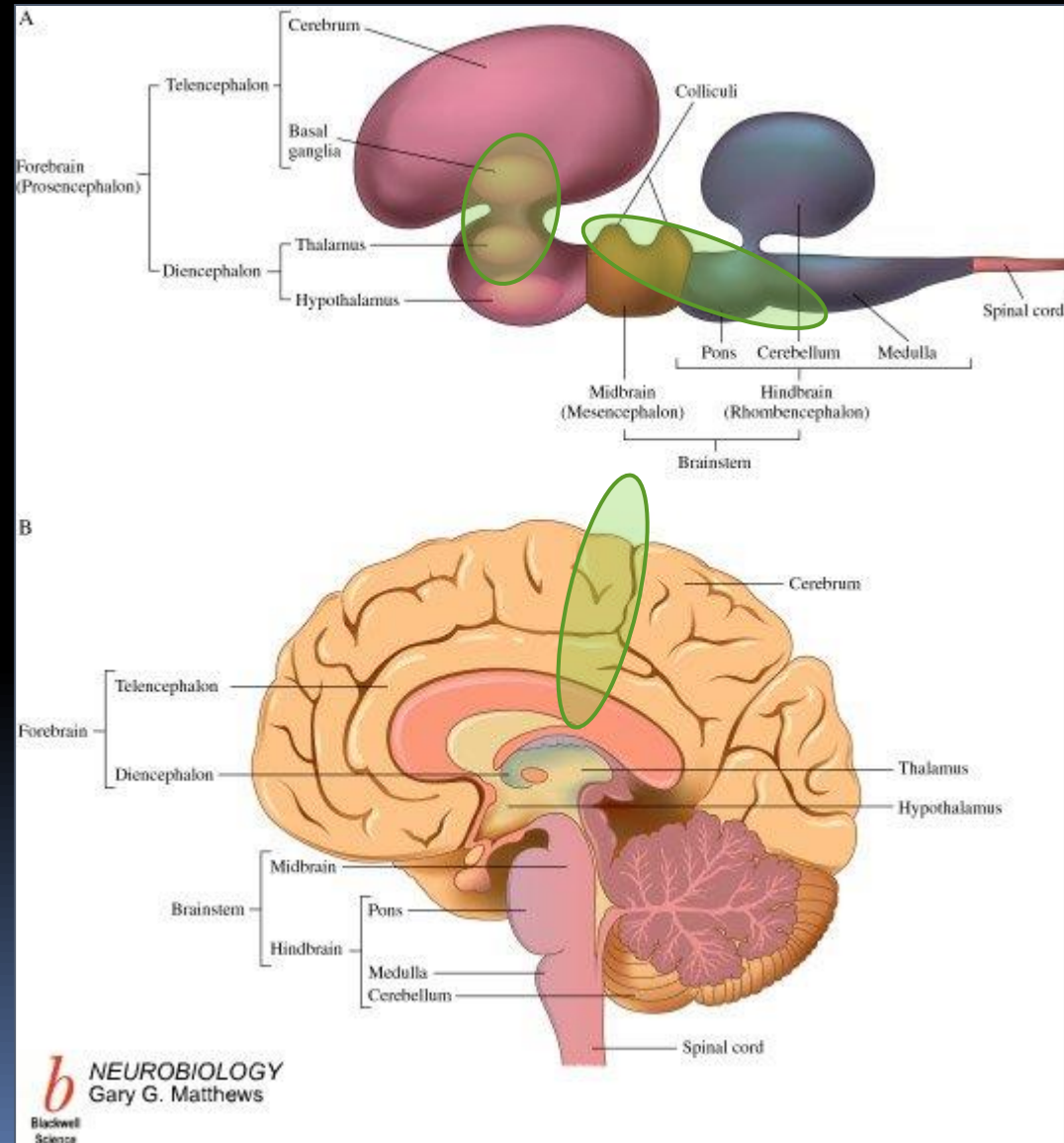


Phelps & Mazziotta, UCLA

PET: prokrvení různých oblastí podle jejich aktivity umožňuje stanovovat koreláty různých mentálních stavů a činností .

Soustavy hybnosti:

- Autonomie ganglií mimo mozek
- Tektoretikulární soustava (původní obratlovci)
- Talamostriátová soustava (plazi, ptáci)
- Z neopalia: extrapyramidová (savci), pyramidová (primáti)



Savci:

Extrapyramidová d.
Postoj, reflexy

Pyramidová d.
primáti
Jemná, naučená m.
myelinizuje až 2. až 3.
rok života

extrapyramidal system

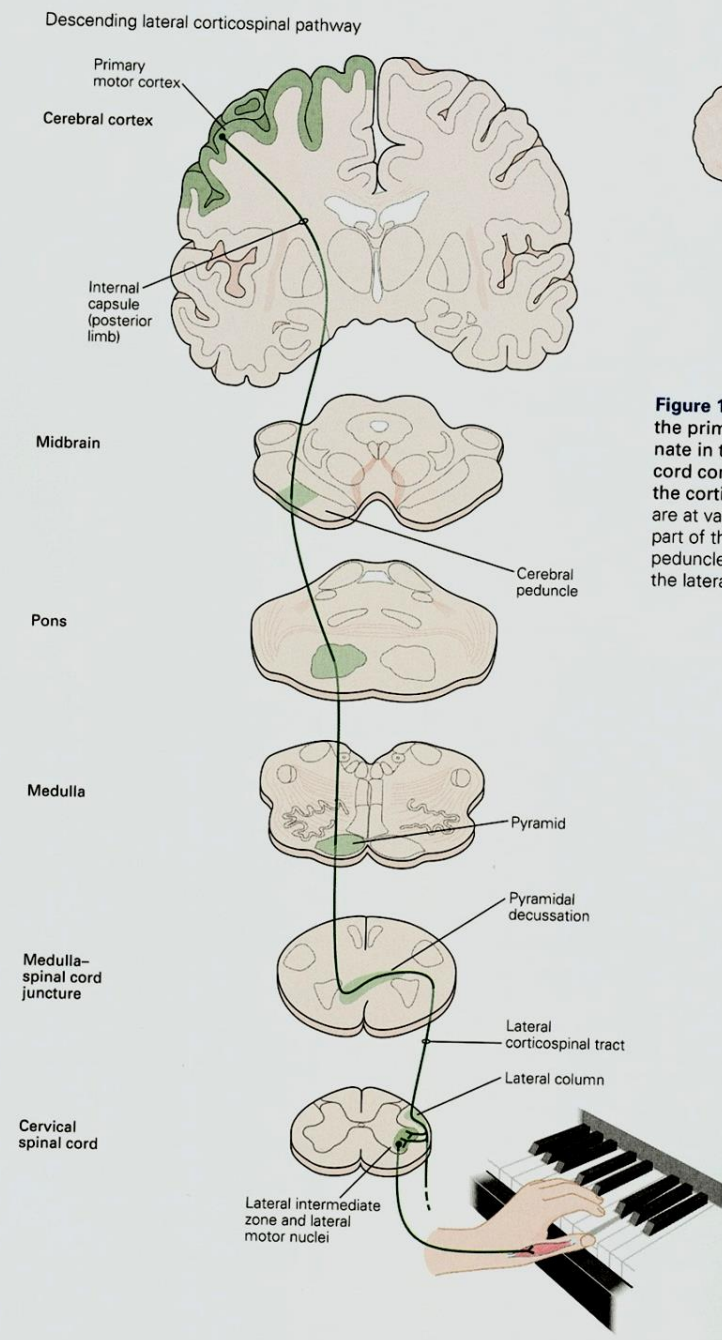
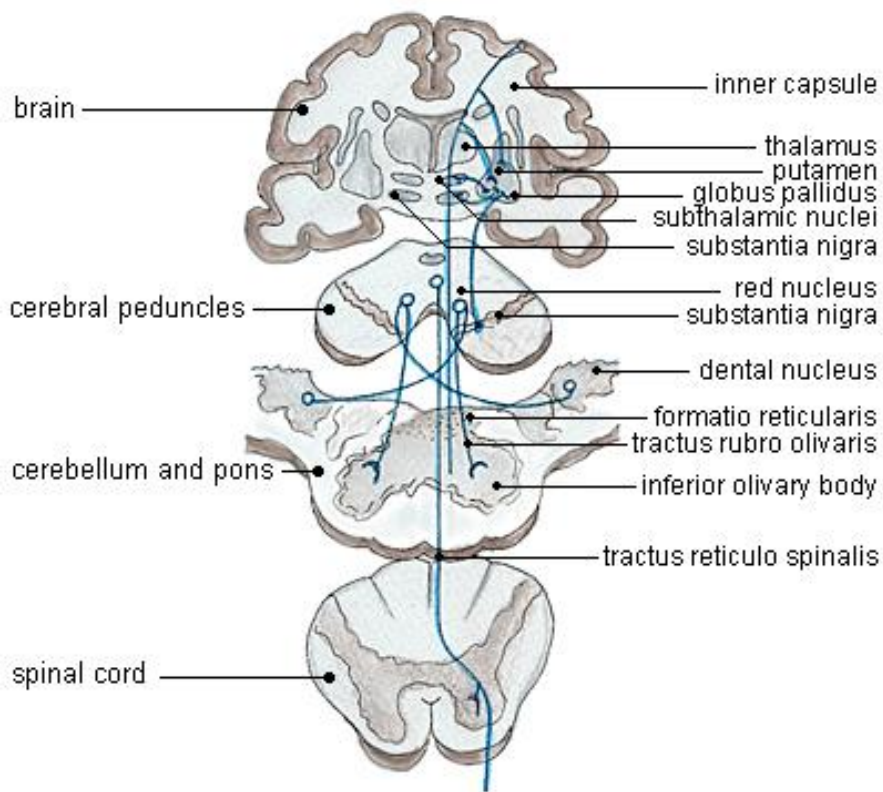


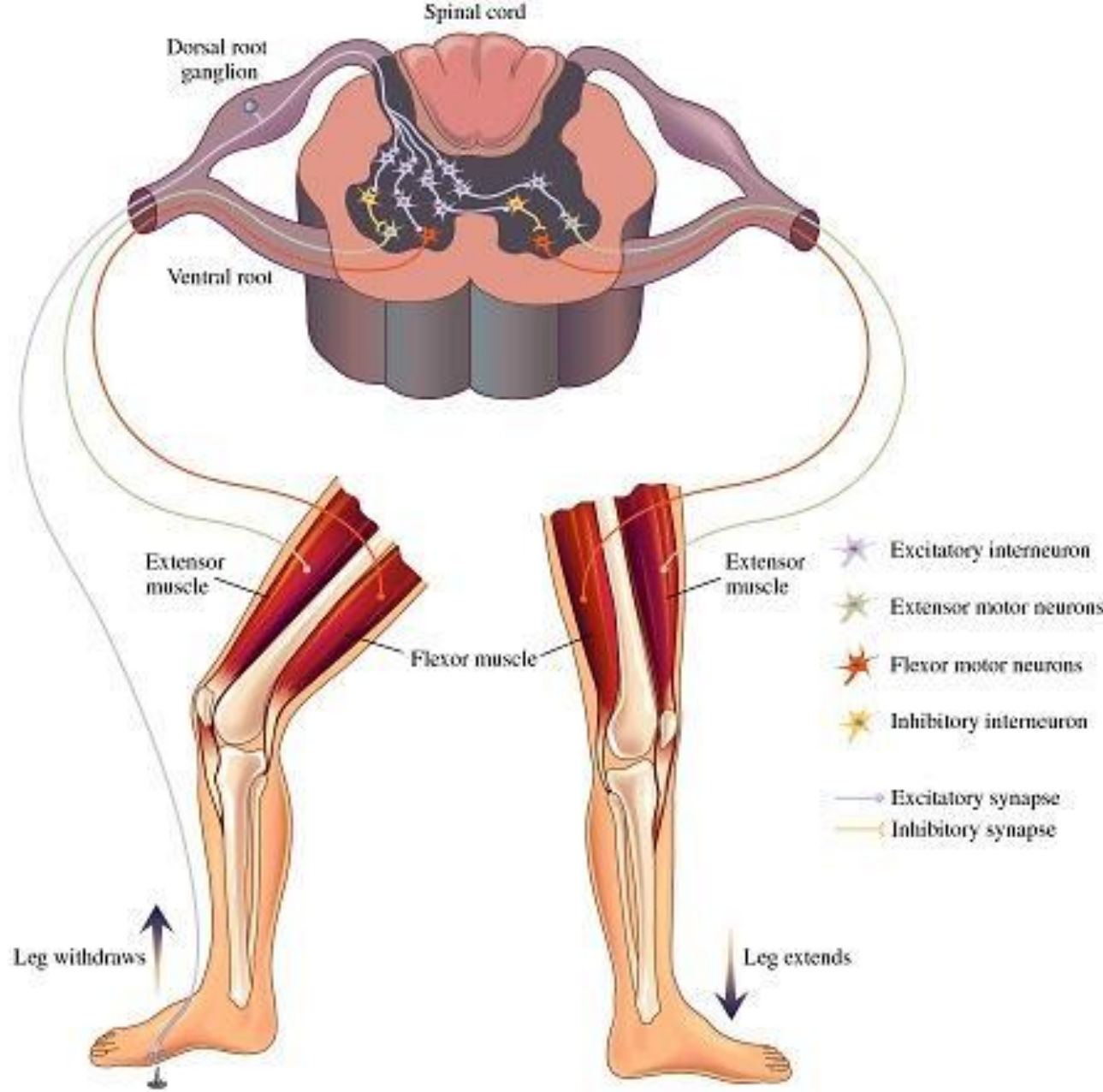
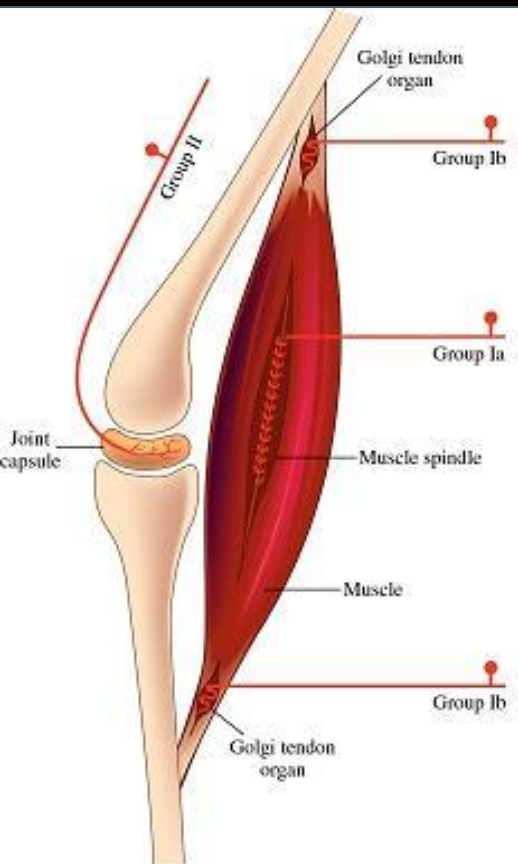
Figure 18
the primary
nate in the
cord con
the corti
are at var
part of t
peduncle,
the latera

Hierarchie řízení motoriky

- Tonus
- Opěrná motorika
- Cílená motorika



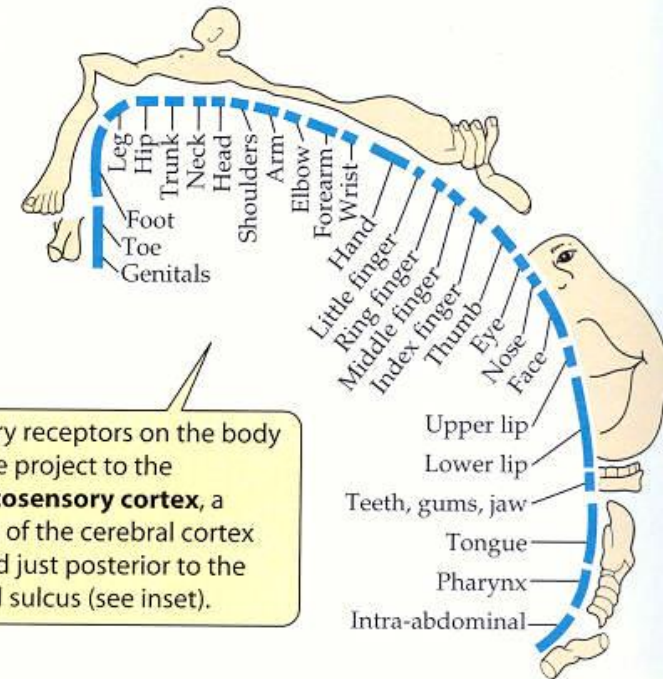
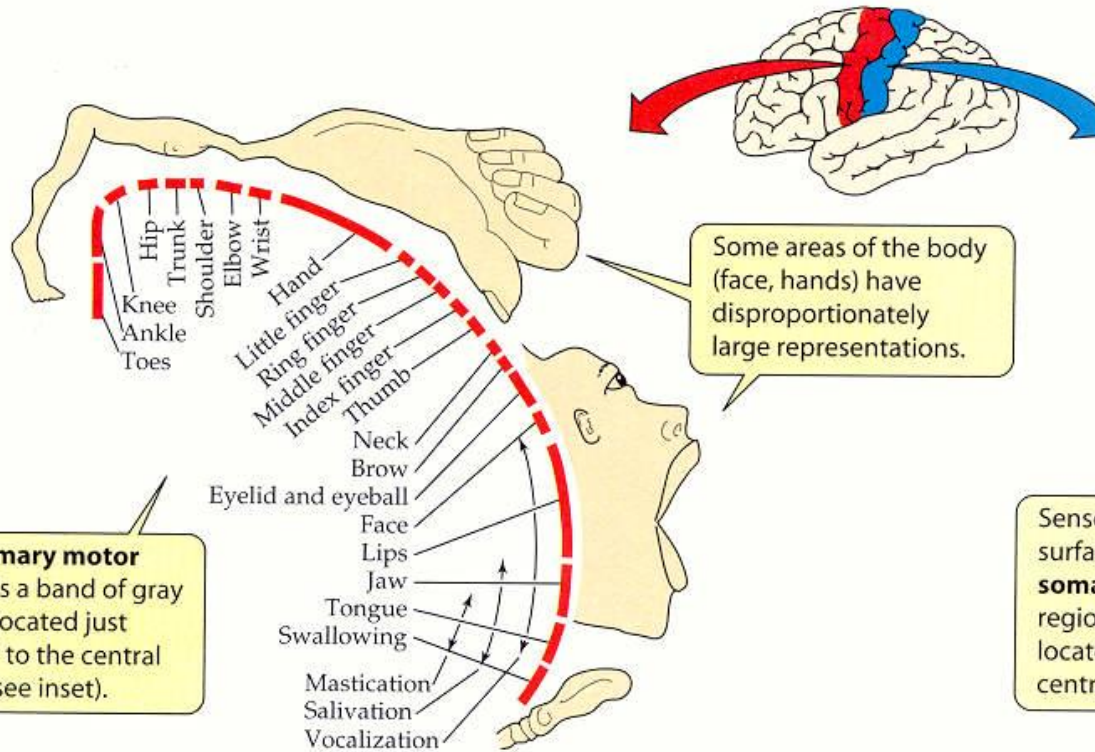
Tonus
Opěrná motorika
Polysynaptický reflex



Cílená (volně řízená) motorika – korové motorické centrum

(a) Motor homunculus

(b) Sensory homunculus



Cílená motorika – od ideje pohybu k provedení

A. Od ideje pohybu k provedení

1 rozhodnutí

kortikální a subkortikální motivační oblasti

„Já chci míč.“

1a pohnutka k pohybu

„Musím ho chytit.“

1b strategie

2 programování

„To je můj program.“

(zúčastněné svaly, časové odpovědi, síla tahu)

motorická

asociační mozková kůra

somato-senzorika

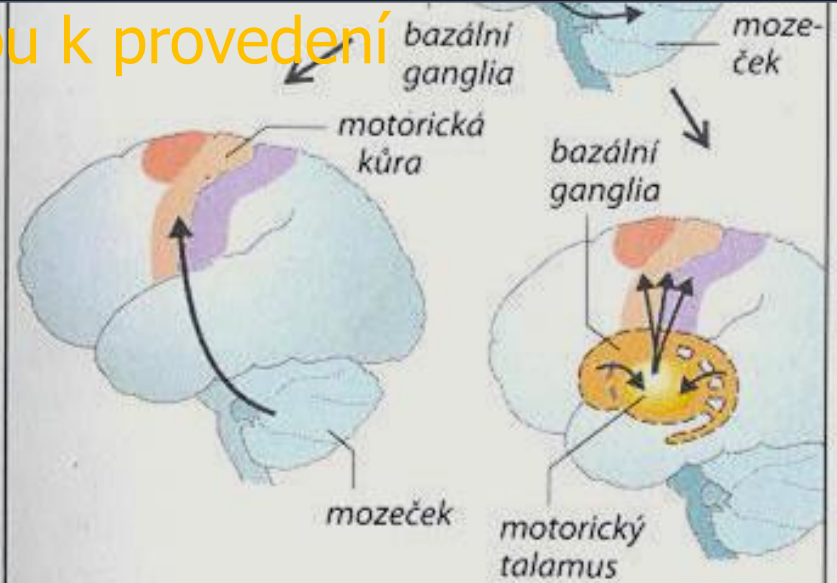
slyšení

vidění

area 6
area 4

bazální ganglia

mozeček



3 příkaz k pohybu

zpětnovazebné signály ze sensorů

„Nyní ho chyt!“

reflexní systém, motoneurony

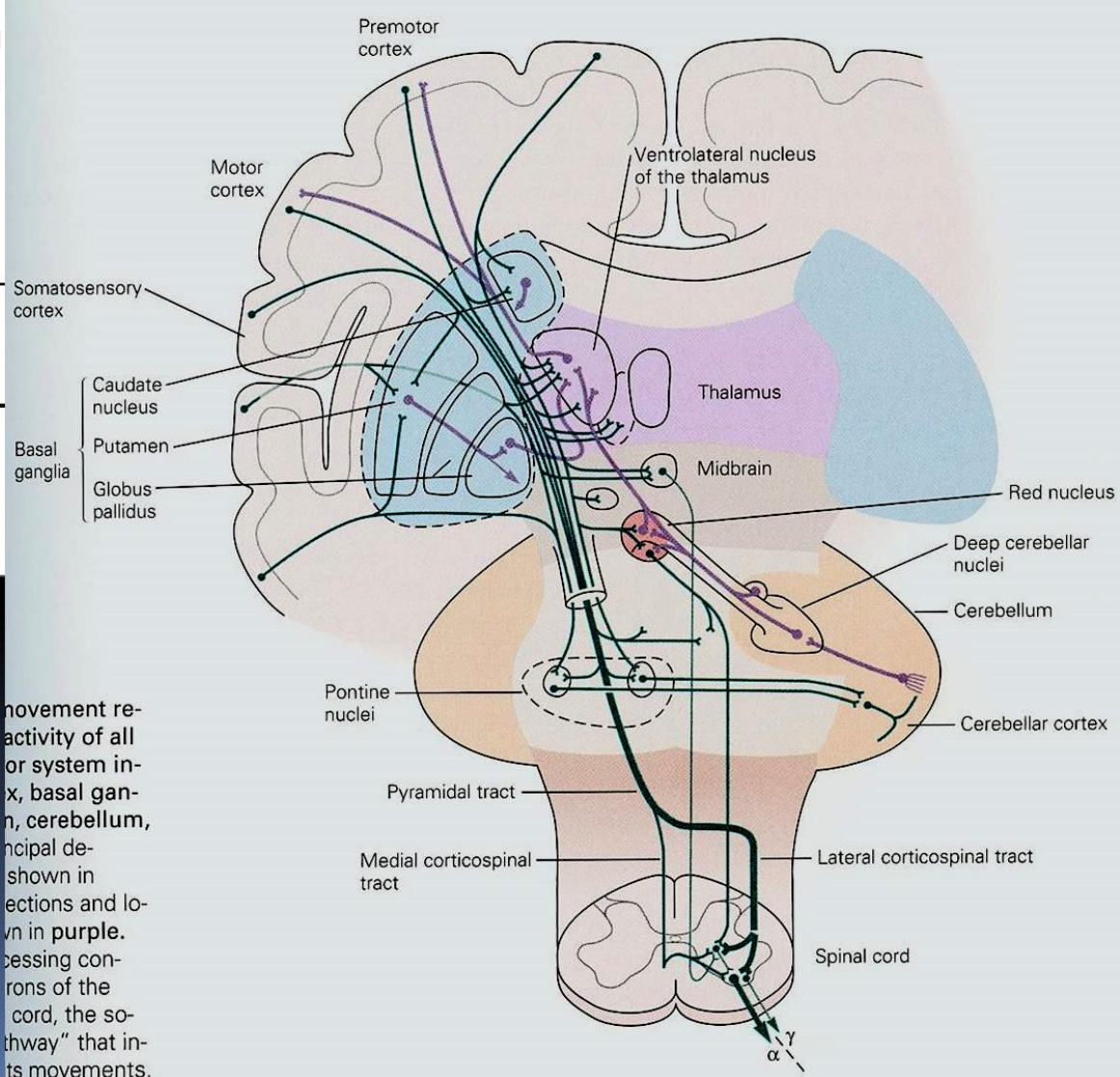
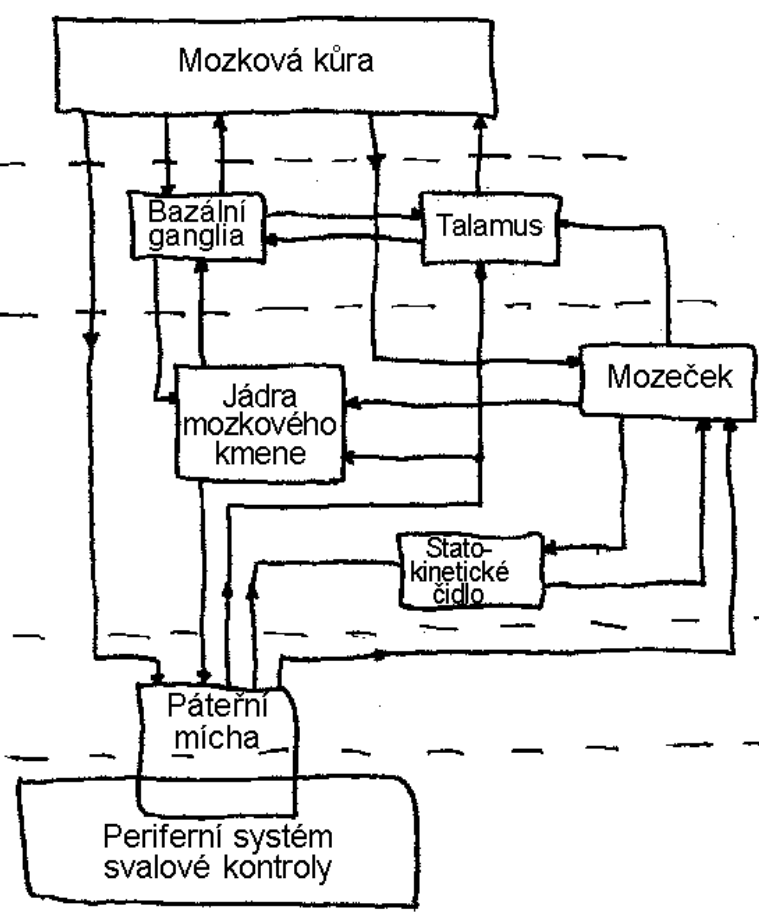
4 provedení pohybu



(podle V. B. Brookse)

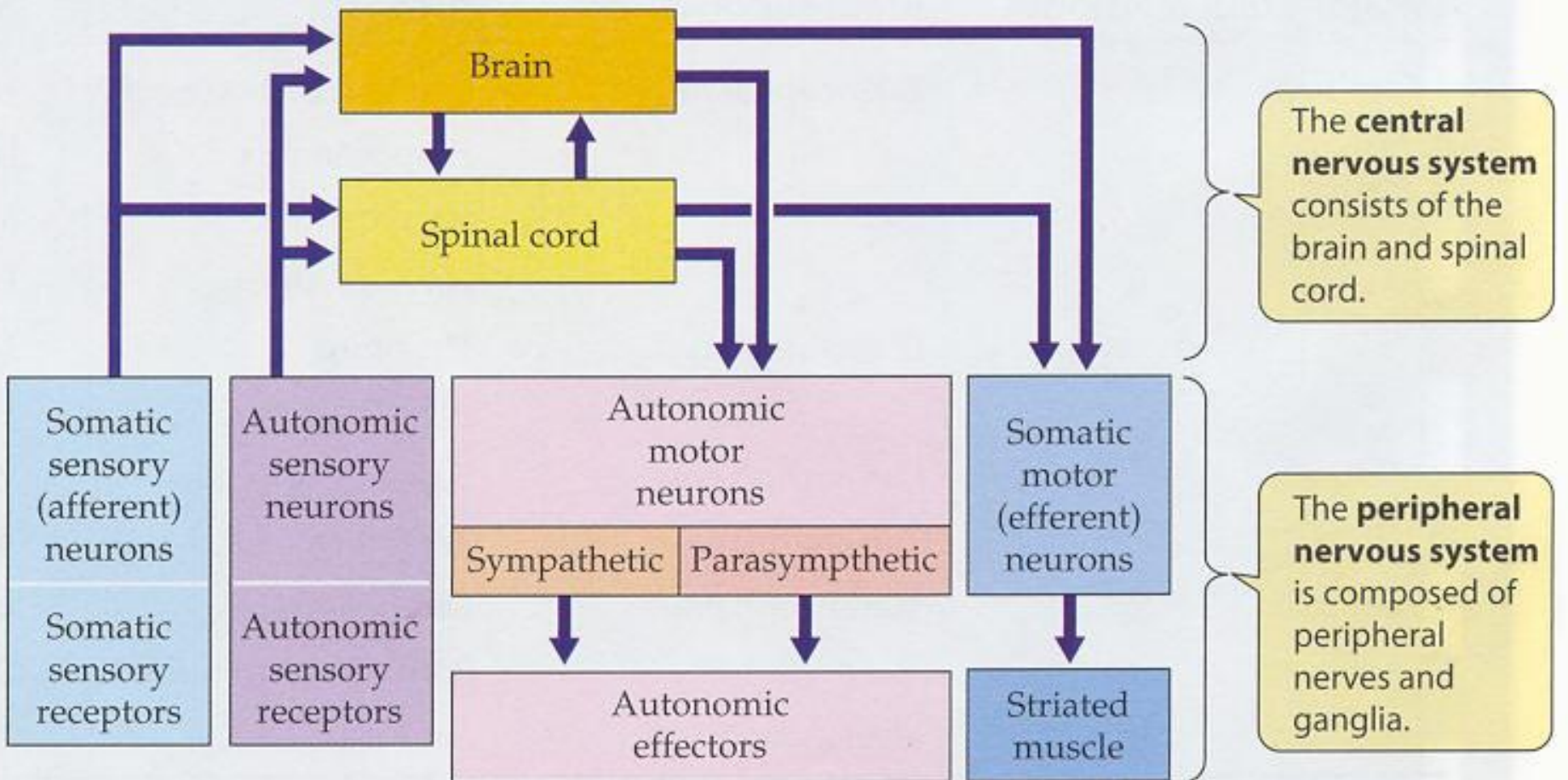
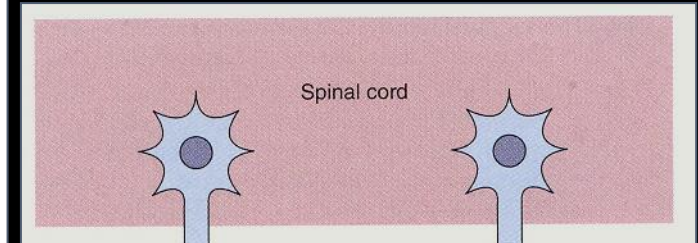
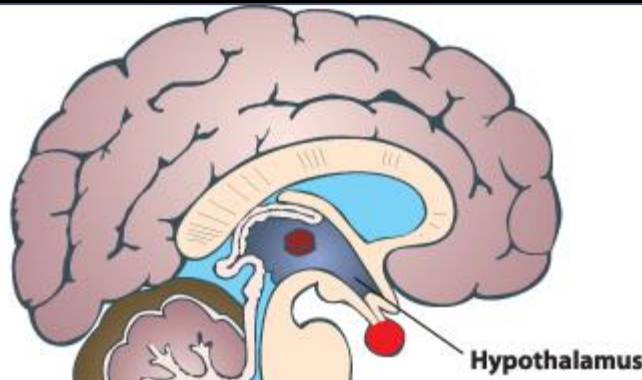
(foto: J. Jeannerod)

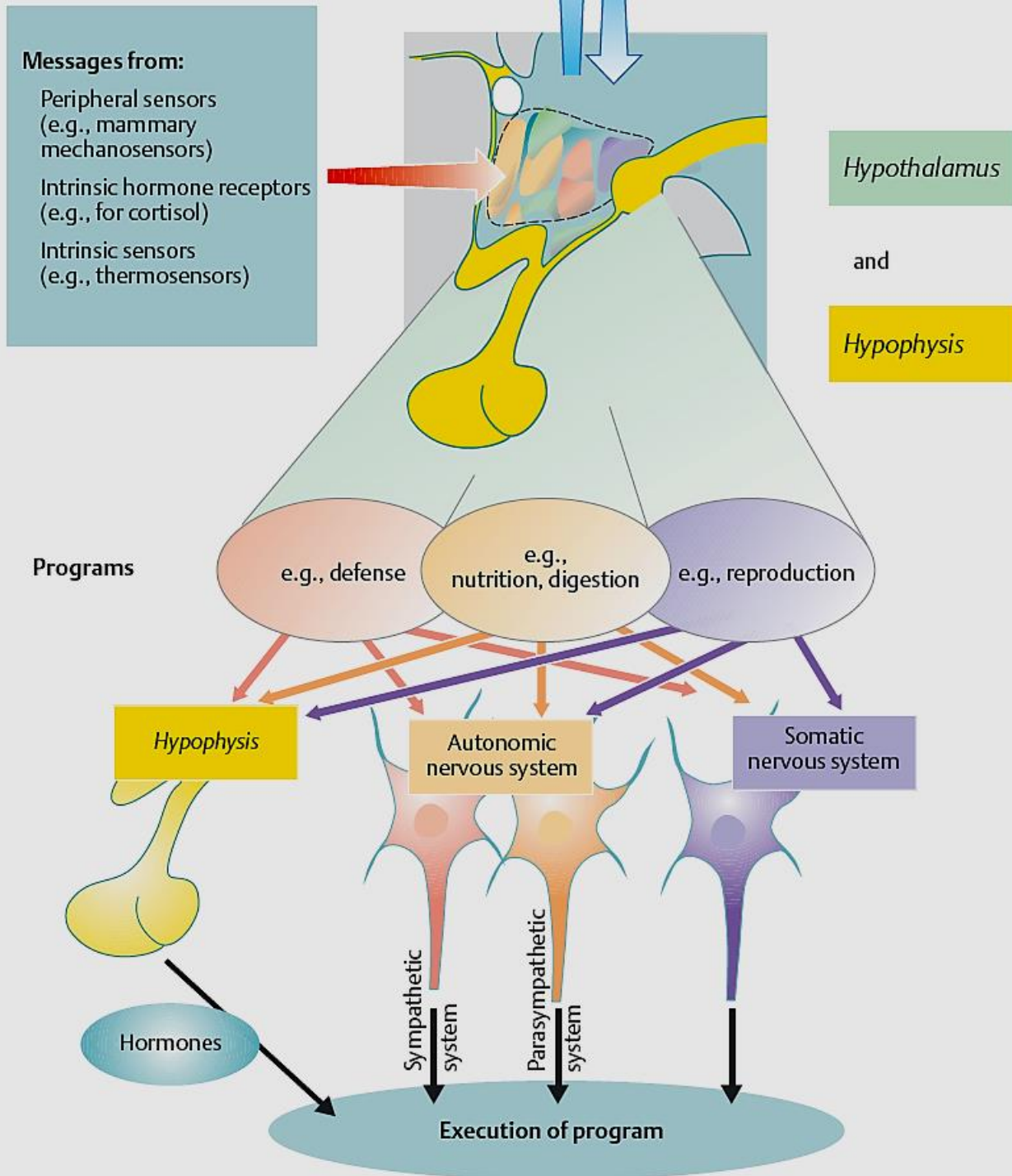
Bazální ganglia (striatum) u ptáků dominantní při řízení pohybu. U člověka koordinují neúmyslnou (reflexní) pohybovou aktivitu s úmyslnými pohyby. Substantia Nigra – při poškození parkinsonismus



Chierarchie struktur řídicích motoriku

movement reactivity of all or system in- x, basal gan- n, cerebellum, nicipal de- shown in ections and lo- wn in purple. ecessing con- rons of the cord, the so- thway" that in- ts movements.





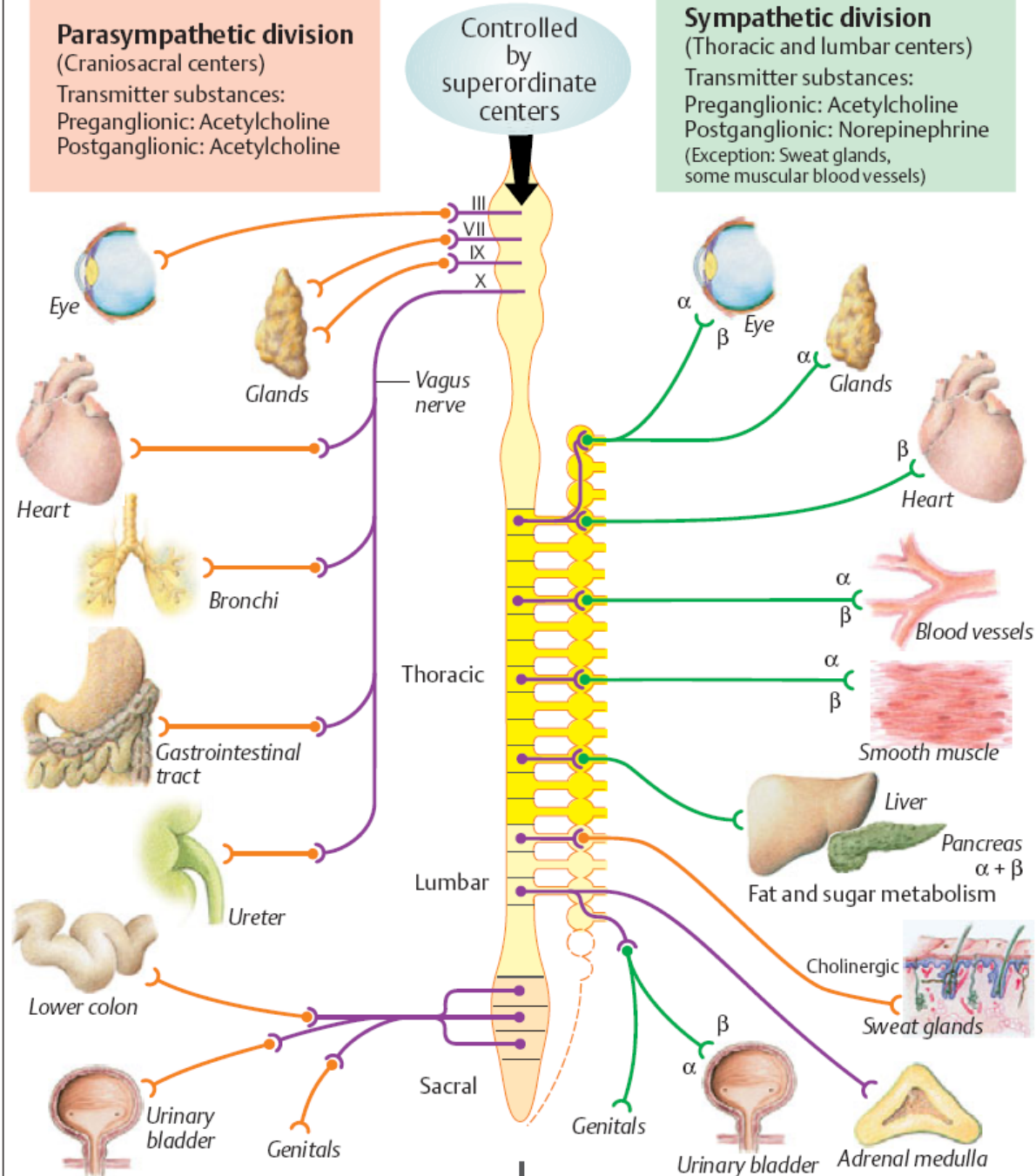
Hypotalamus:
 semiautonomní
 centrum, součást
 limbického sst
 Spolupracující osy

A. Schematic view of autonomic nervous system (ANS)

Parasympathetic division
(Craniosacral centers)
Transmitter substances:
Preganglionic: Acetylcholine
Postganglionic: Acetylcholine

Controlled by
superordinate
centers

Sympathetic division
(Thoracic and lumbar centers)
Transmitter substances:
Preganglionic: Acetylcholine
Postganglionic: Norepinephrine
(Exception: Sweat glands,
some muscular blood vessels)



Vegetativní řízení:

Cholinergní a Adrenergní transmise

Dřeň nadledvin je modifikovaná část sympatického nervového systému

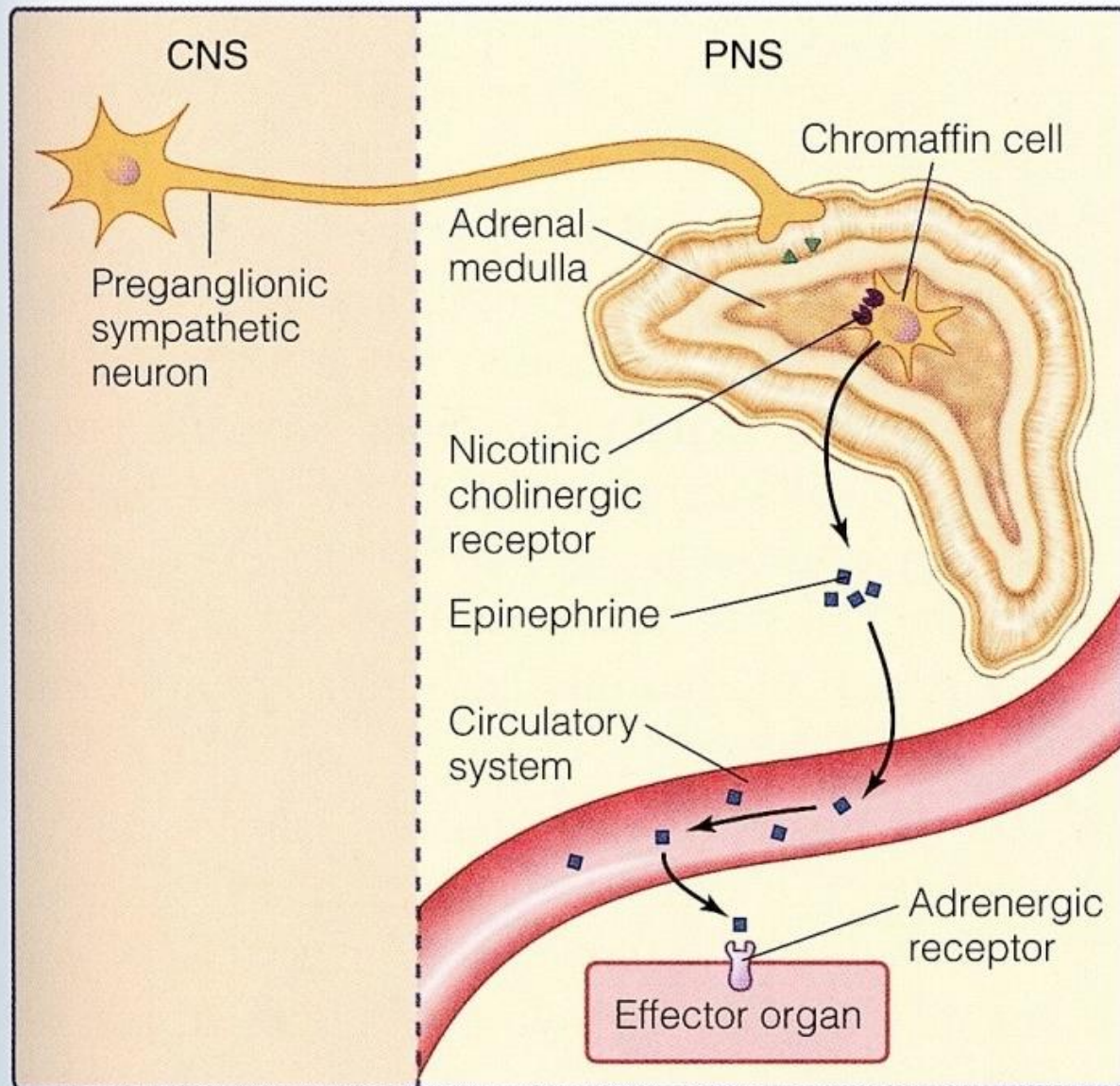
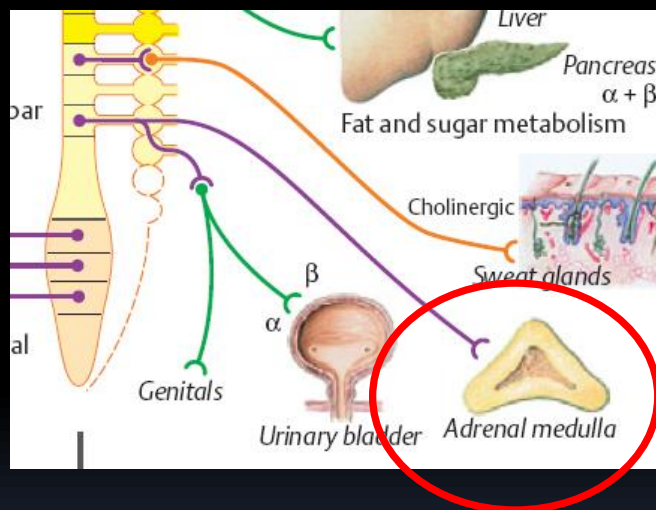
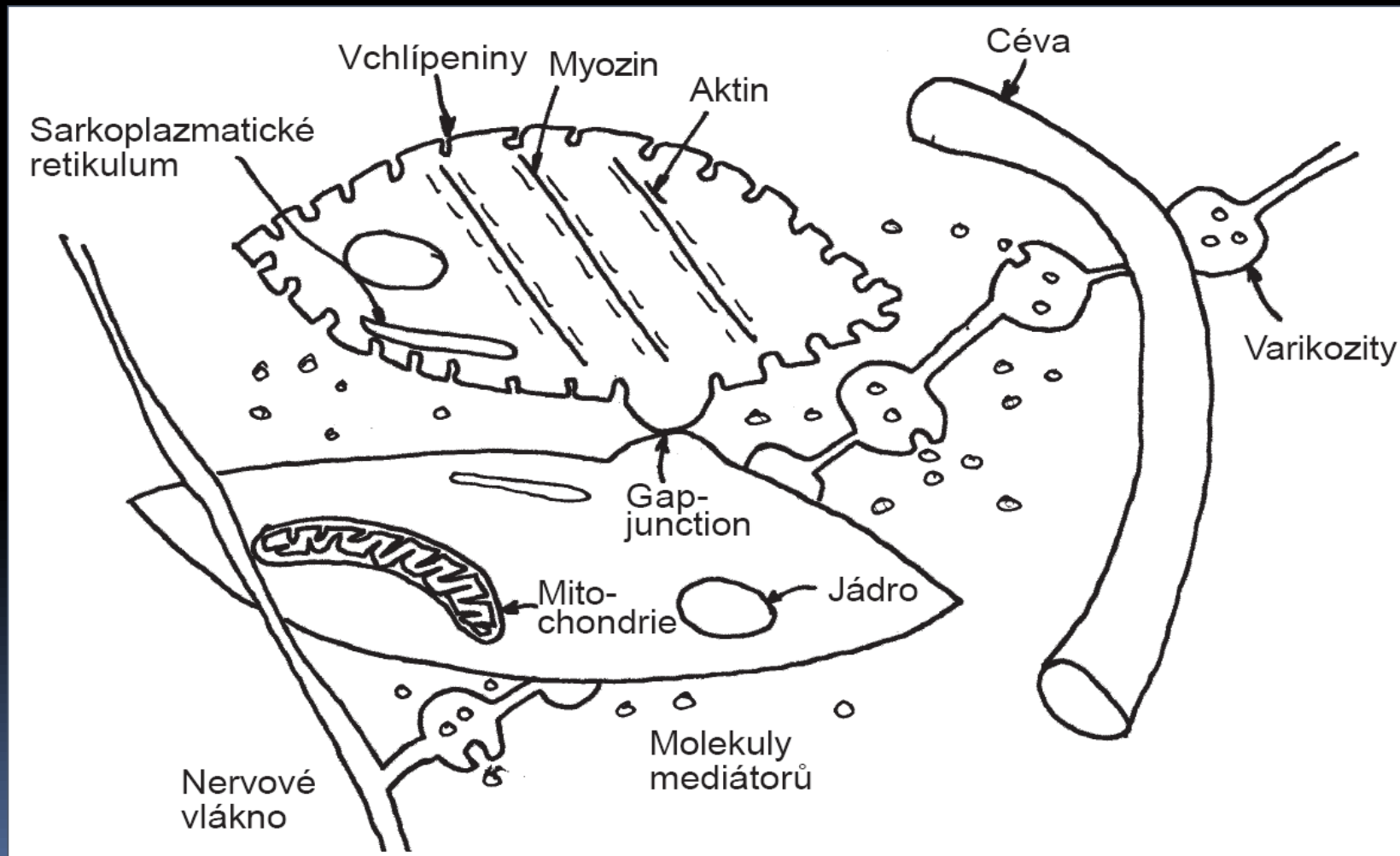


Figure 7.20 Sympathetic innervation of the adrenal medulla The adrenal medulla receives innervation from a preganglionic sympathetic neuron, and is thus equivalent to a sympathetic ganglion.

Rozdílné nároky a na vegetativní a motorickou inervaci

Inervace hladkého svalu



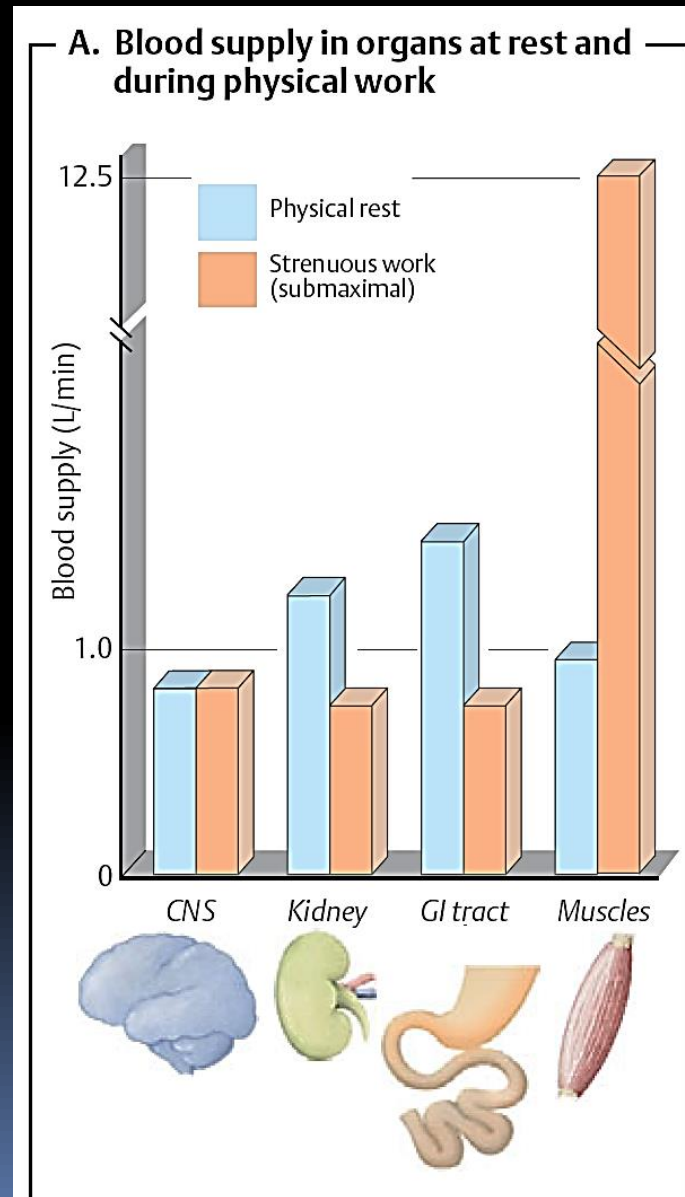
Funkční antagonismus: Flight or fight x Rest and digest

Dvojité, tj. přesnější řízení

Orgán	Vliv sympatiku	Vliv parasympatiku
1. Orgány s dvojitou inervací:		
Srdce	Zrychlení tepu	Zpomalení tepu
Hladké svaly:		
Trávicí trubice	Snížení hybnosti	Zvýšení hybnosti
Sfinktery trávicí trubice	Stah	Uvolnění
Bronchy	Uvolnění	Stah
Zornice oka:		
m. sphincter pupillae		Stah – zúžení zornice
m. dilatator pupillae	Stah – rozšíření zornice	
2. Orgány inervované hlavně sympatikem:		
Hladké svaly:		
Arterioly kůže a ledvin	Vazokonstrikce	
m. arrectores pilorum	Stah – ježení chlupů	
Žlázy:		
Dřeň nadledvin	Sekrece	
Potní žlázy	Sekrece	
3. Orgány inervované hlavně parasympatikem:		
Hladké svaly:		
Cévy vnějších pohl. org.		Vazodilatace – erekce
m. ciliaris		Stah – akomodace
Žlázy:		
Slinné		Sekrece
Žaludeční		Sekrece
Pankreas		Sekrece

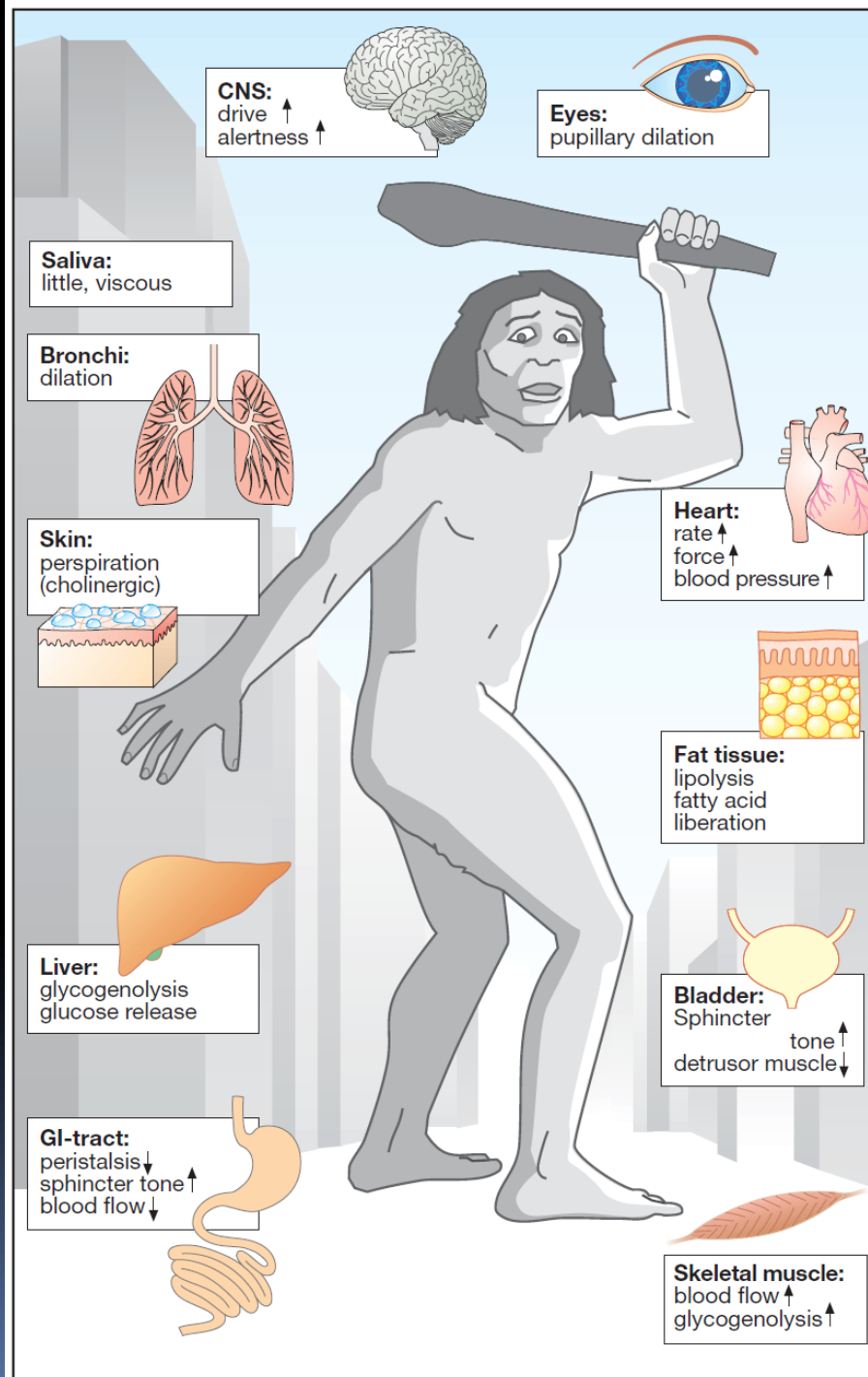
Funkční antagonismus: Flight or fight x Rest and digest

Krev je posílána jinam.



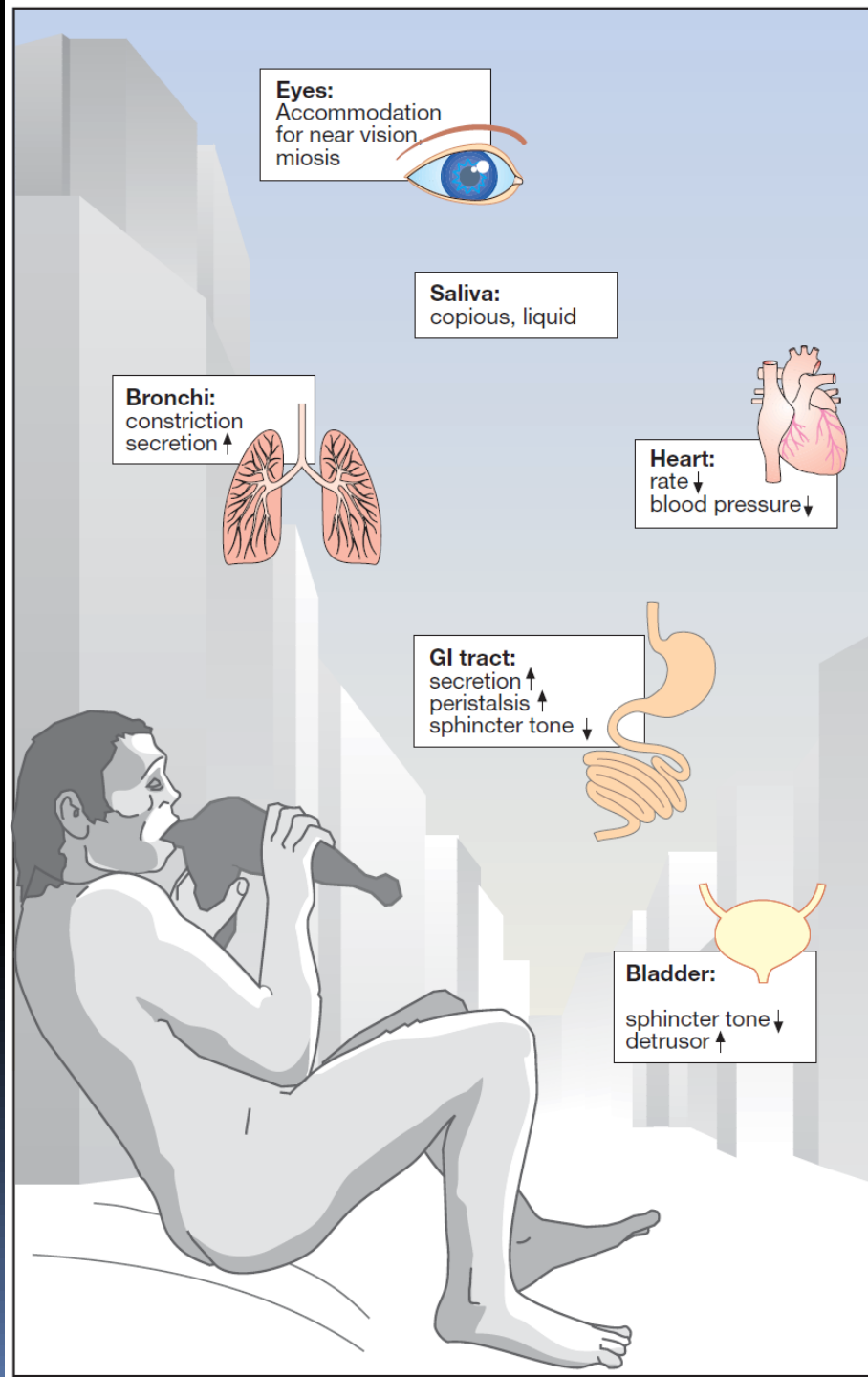
Fight or flight

Sympatická aktivace



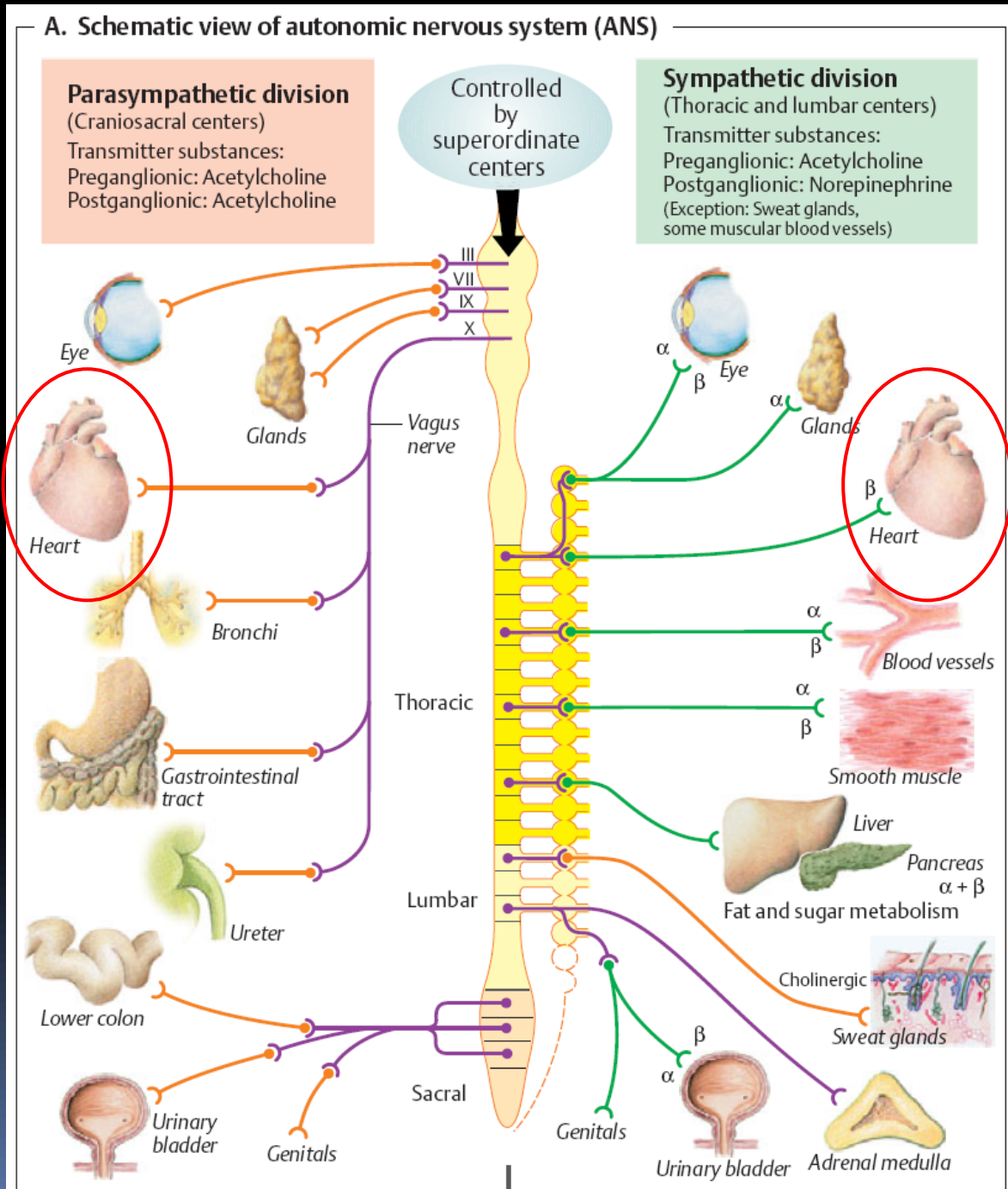
Rest and digest

Parasympatická aktivace



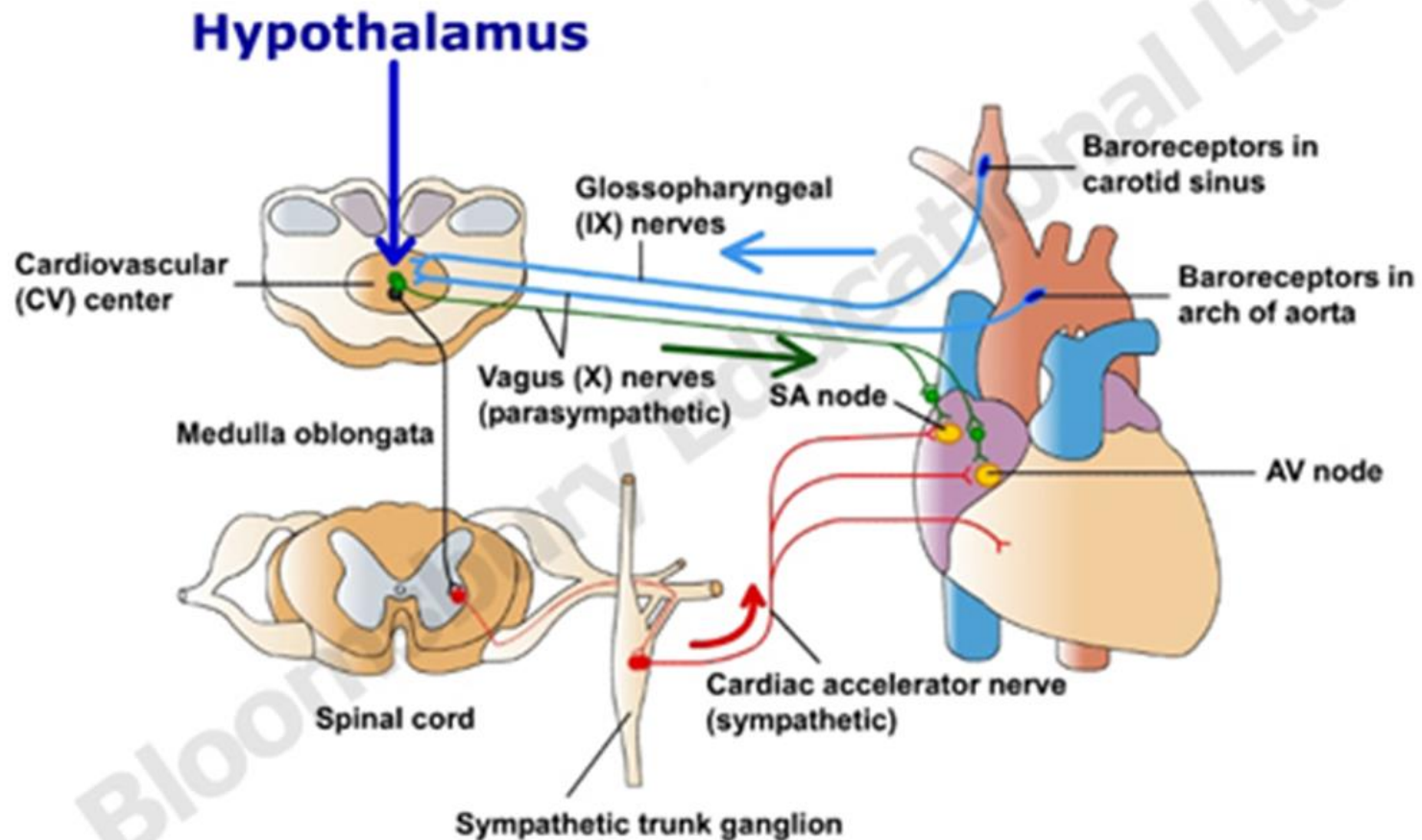
Funkční antagonismus:

Např.:
 Ach zpomaluje srdce
 NA zrychluje srdce



Řízení krevního oběhu

Regulation of heart rate and force

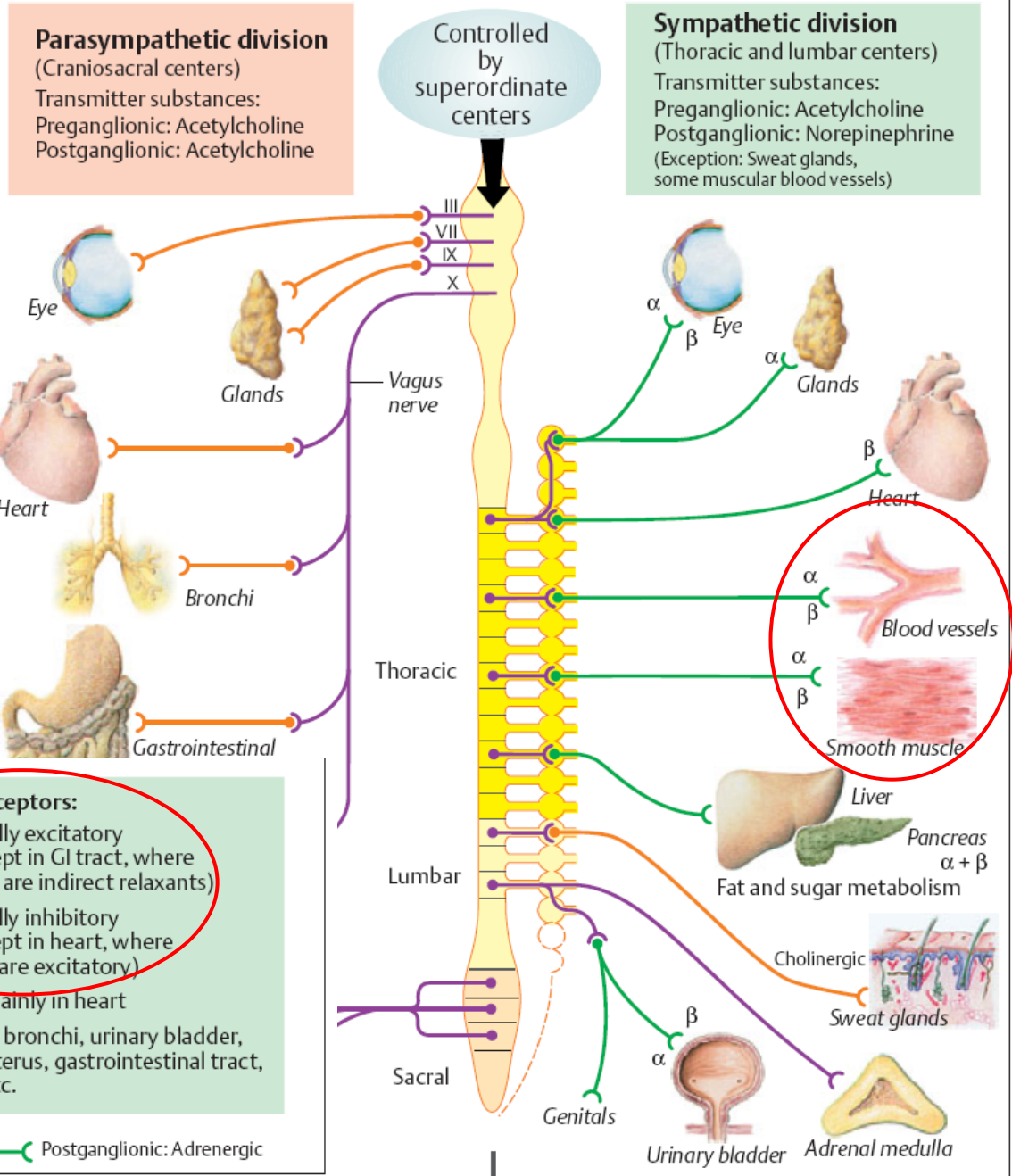


Funkční antagonismus i v rámci sympatiku:

Stejná látka, ale různé receptory

Alfa adrenergní
Beta adrenergní

A. Schematic view of autonomic nervous system (ANS)



Cholinoceptors

Nicotinic receptors:

- All postganglionic, autonomic ganglia cells and dendrites
- Adrenal medulla

Muscarinic receptors:

- All target organs innervated by postganglionic parasympathetic nerve fibers (and sweat glands innervated by sympathetic fibers)

Adrenoceptors:

α Usually excitatory (except in GI tract, where they are indirect relaxants)

β Usually inhibitory (except in heart, where they are excitatory)

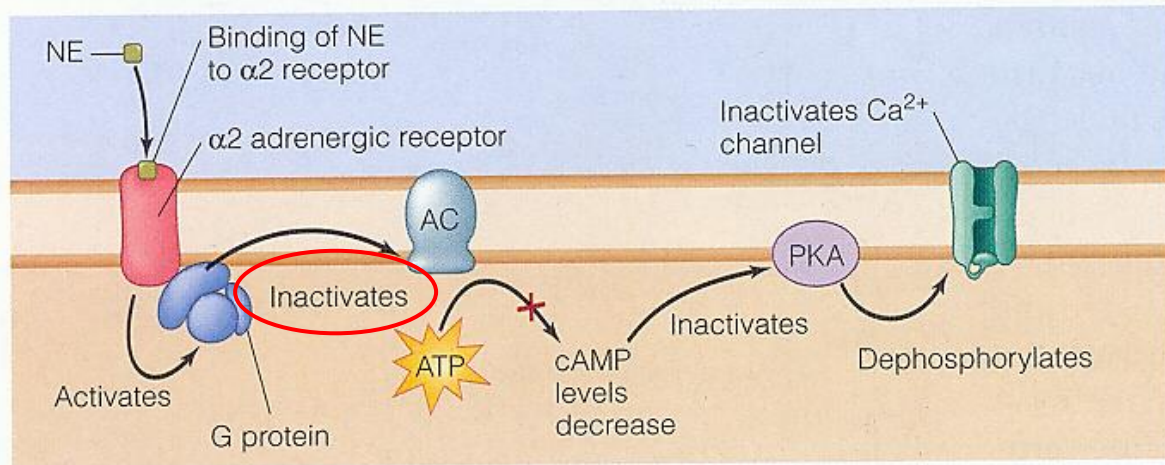
β₁ mainly in heart

β₂ in bronchi, urinary bladder, uterus, gastrointestinal tract, etc.

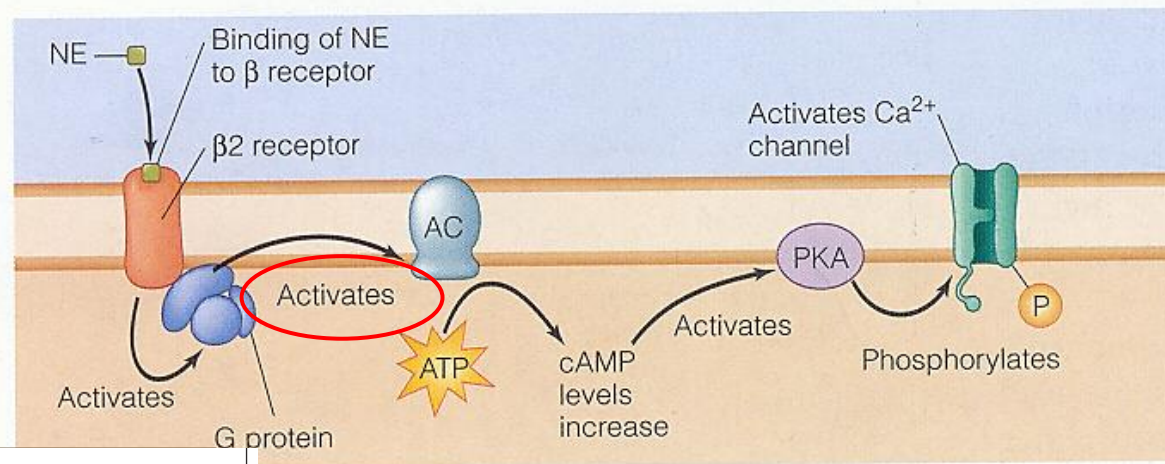
— Postganglionic: Cholinergic — Preganglionic: Cholinergic — Postganglionic: Adrenergic

Funkční antagonismus i v rámci sympatiku :

Stejná látka -noradrenalin, ale různé receptory (alfa, beta)



(b) Binding of NE to α_2 adrenergic receptors



Cholinoceptors

Nicotinic receptors:

- All postganglionic, autonomic ganglia cells and dendrites
- Adrenal medulla

Muscarinic receptors:

- All target organs innervated by postganglionic parasympathetic nerve fibers (and sweat glands innervated by sympathetic fibers)

Adrenoceptors:

α Usually excitatory (except in GI tract, where they are indirect relaxants)

β Usually inhibitory (except in heart, where they are excitatory)

β_1 mainly in heart

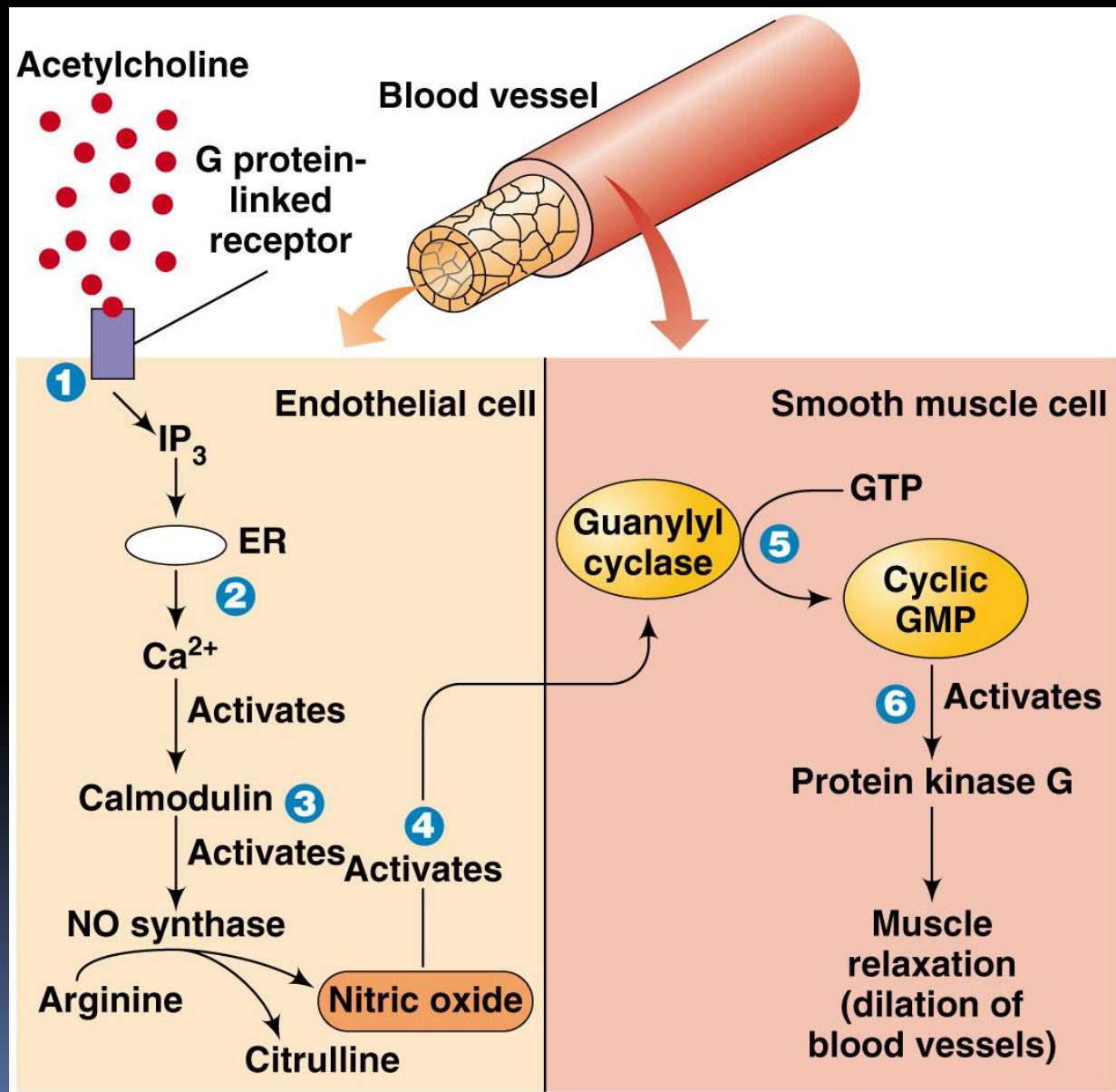
β_2 in bronchi, urinary bladder, uterus, gastrointestinal tract, etc.

Adrenalin (Ad) tak svým působením na B receptory vyvolá snížení celkového periferního odporu a ovlivněním A i B současně *redistribuci průtoku* – v kosterních svalech stoupá, v kožní a splachnické oblasti klesá. Současně ale Ad *zvyšuje výkon srdce*, takže po vyplavení Ad se nakonec krevní tlak téměř nemění.

Noradrenalin (NA) zvyšuje celkový periferní odpor, tepovou frekvenci srdce a tím i krevního tlak.

AcetylCholin

Dilatace cév – zvýšení průtoku např. v cévách střeva.

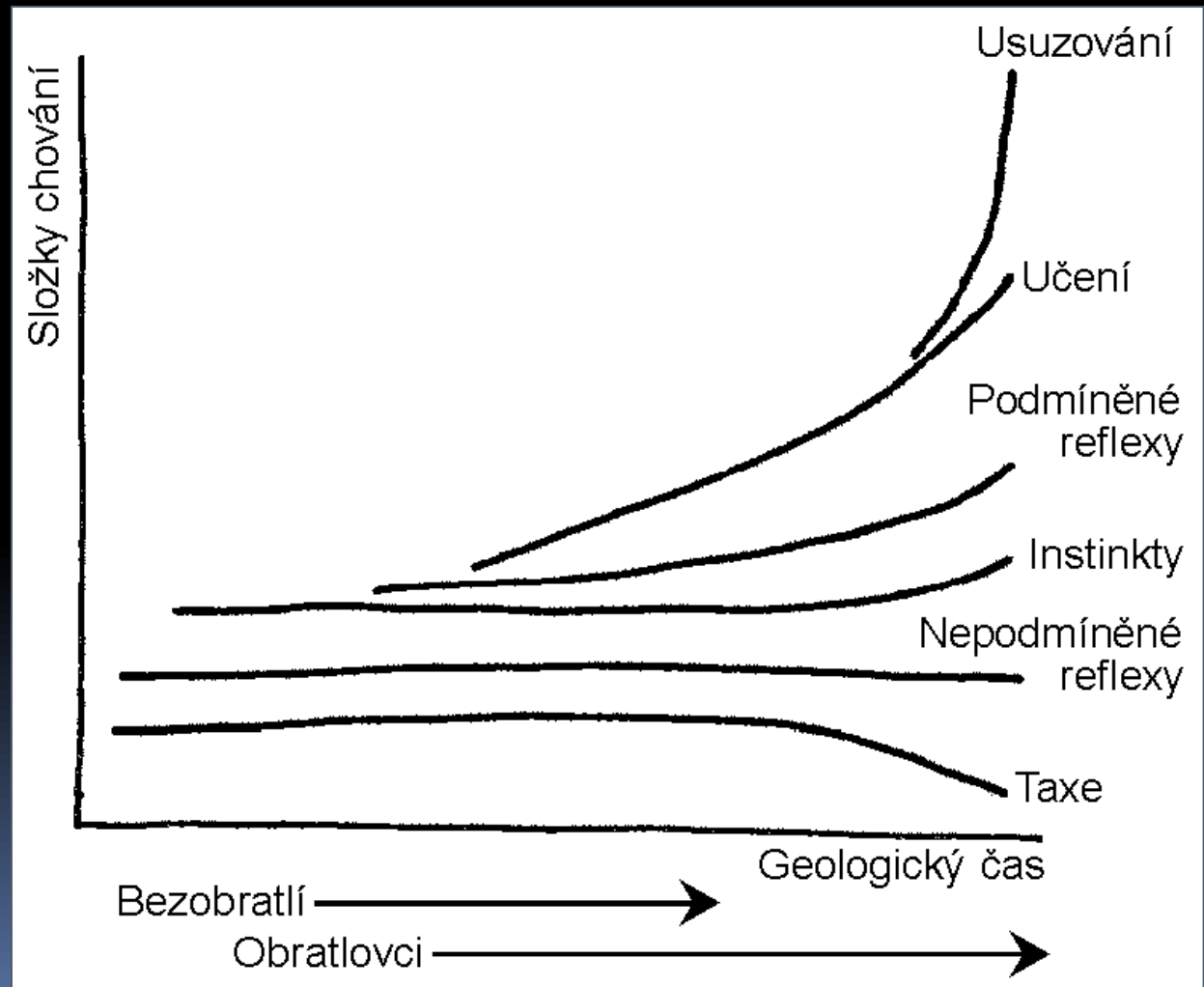


Chování

pohybová aktivita – důležitý prvek udržení homeostázy

Vrozené => učení => získané prvky

Myšlení jako „internalizace“ chování



Narůstající komplexnost a variabilita chování

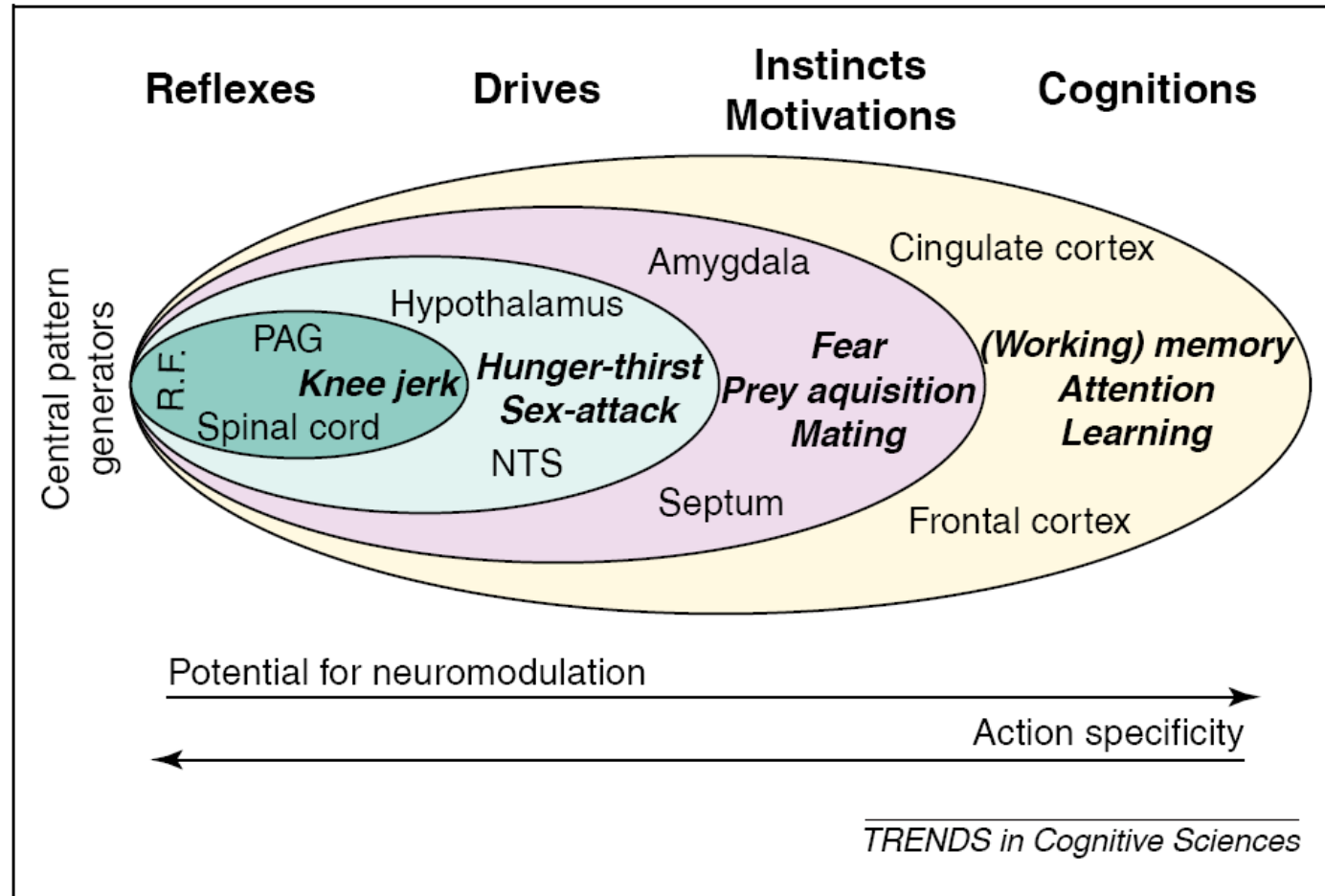
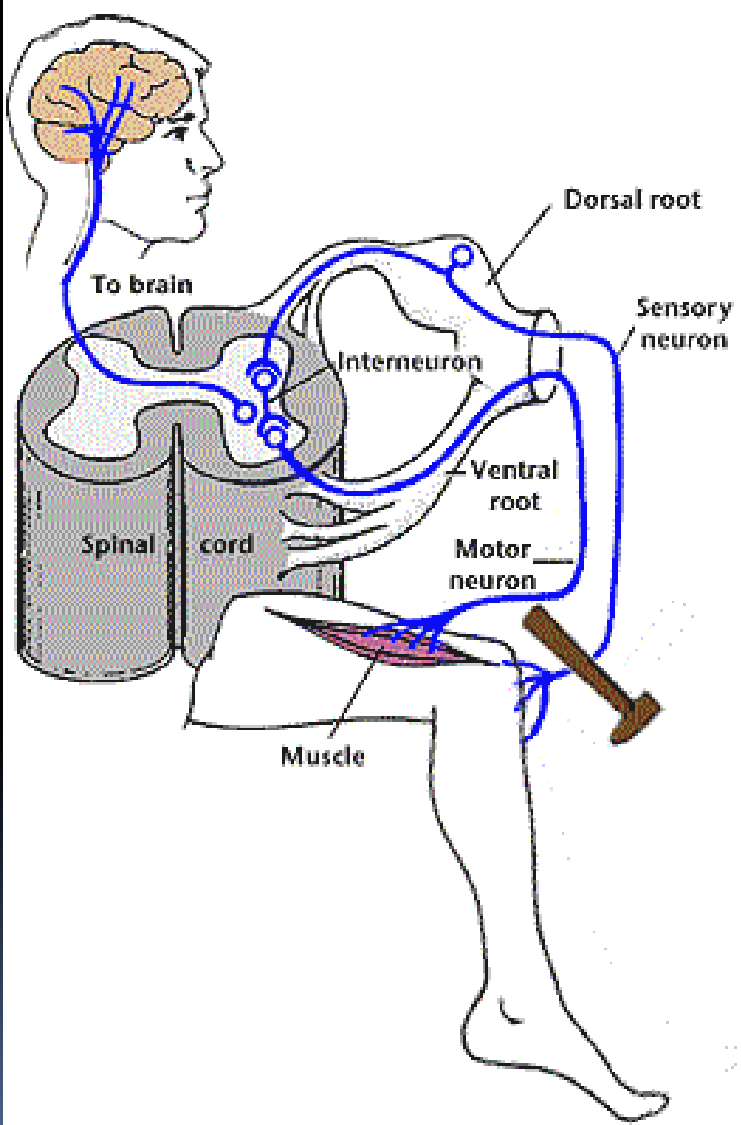


Figure 3. Organization of behavior with respect to potential for neuromodulation and action specificity. Reflexes are fixed, highly specific, motor patterns, the neural substrate of which undergoes few neuromodulations. At the other end of the scale, 'cognitions' are unspecific with respect to sensory stimuli but heavily susceptible to neuromodulation. The colored ellipses represent zones of neural recruitment during emotional expression and experience. It is argued that the neural substrate of emotion is intimately linked to that of neuromodulation. The diagram includes the mapping of brain structures to Reflexes, Drives, Instincts and Motivations, and Cognitions. Abbreviations: PAG: Periaqueductal gray; R.F.: reticular formation; NTS: nucleus of the solitary tract. See [54] for details.

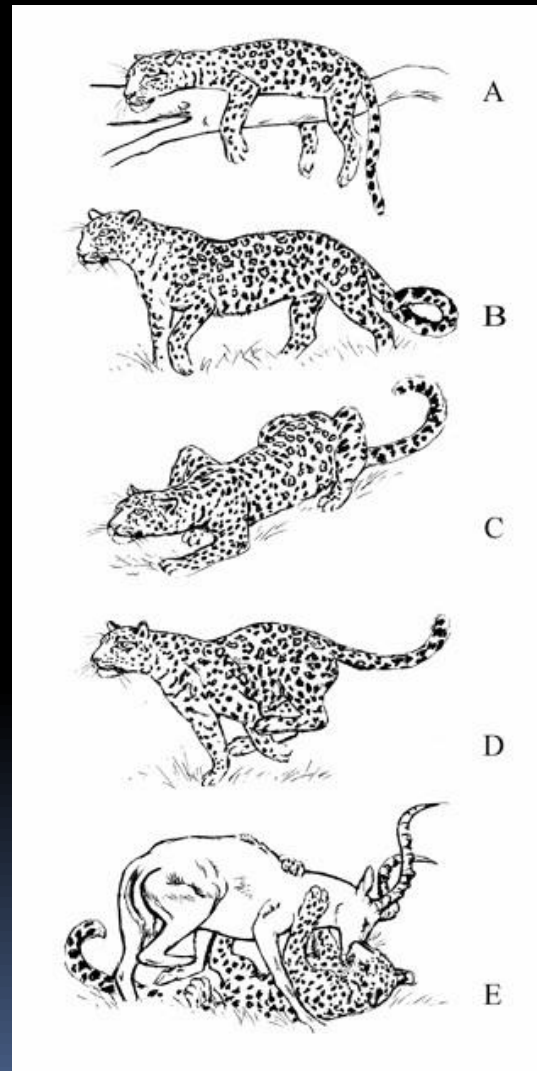
Vrozené: Taxe, nepodmíněné reflexy, motorické programy, instinkty



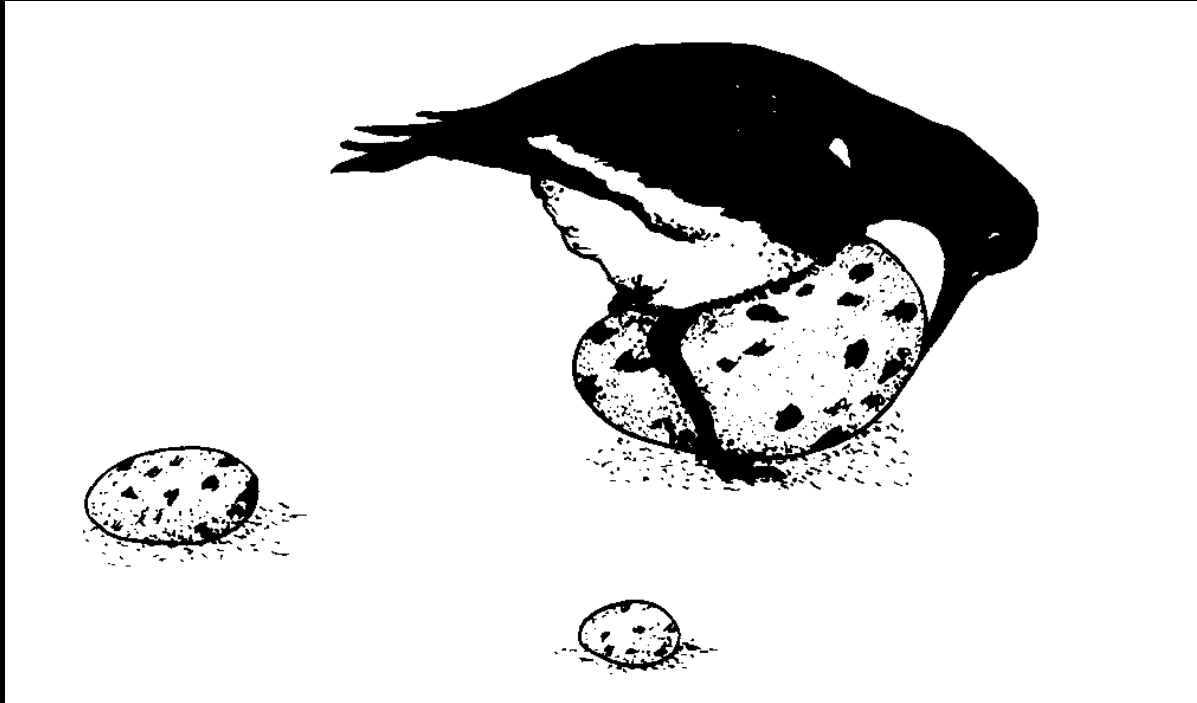
Instinktivní chování: v základech vrozené, modifikované zkušeností.

vyladění, motivace
apetenční chování
klíčový podnět
konečné chování
klidová fáze

Vakuový děj
Nadnormální klíčový podnět



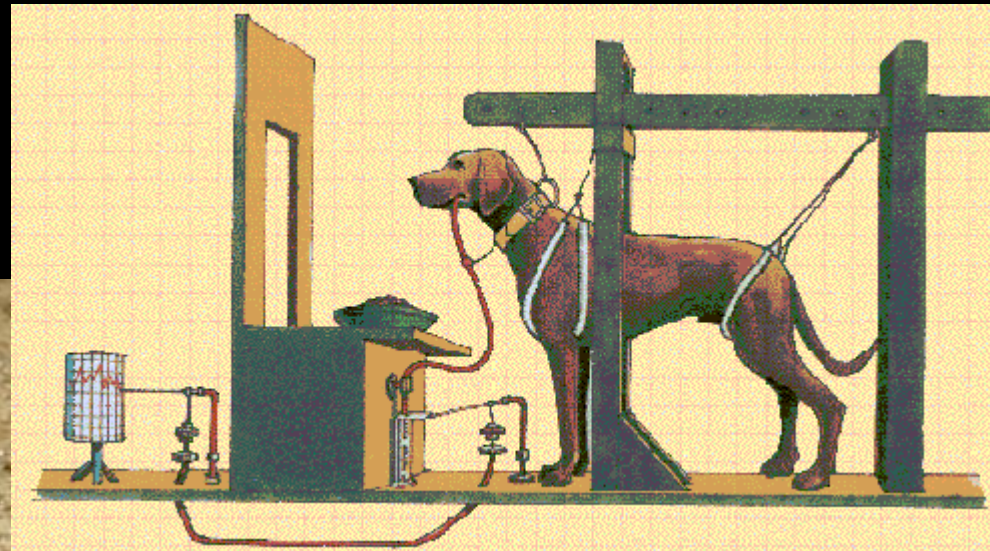
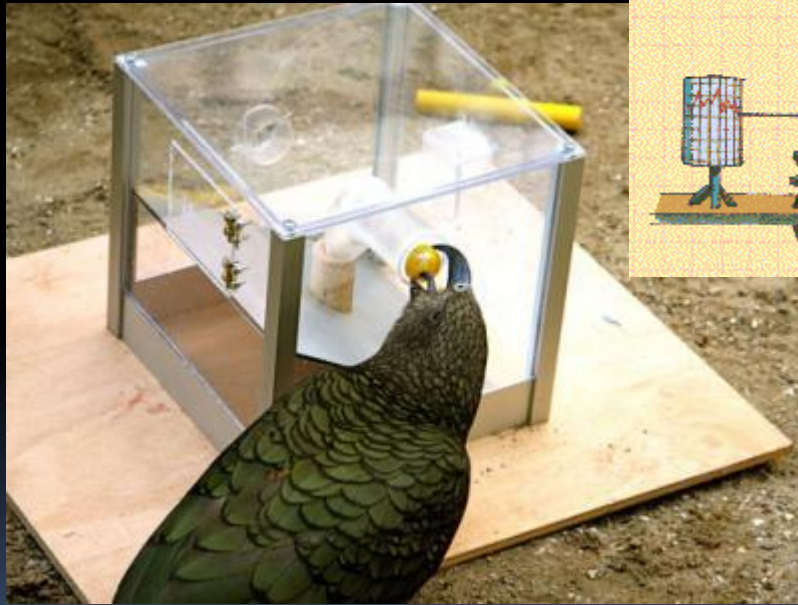
Instinktivní chování: v základech vrozené, modifikované zkušeností.



Vakuový děj
Nadnormální klíčový podnět



Získané: neasociativní, asociativní učení (podmíněné reflexy, napodobování, hra, vtištění, vhled)

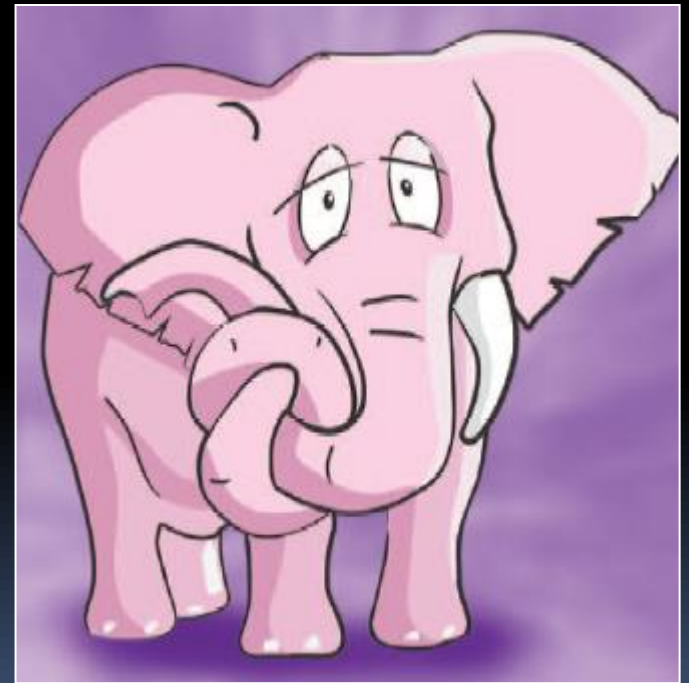


Paměť:

Čas: krátkodobá, střednědobá, dlouhodobá

Typ informace: nedeklarativní (pohybové vzorce - plavání,
percepční schémata - čtení)

deklarativní (dějová, rozpoznávací, významová)

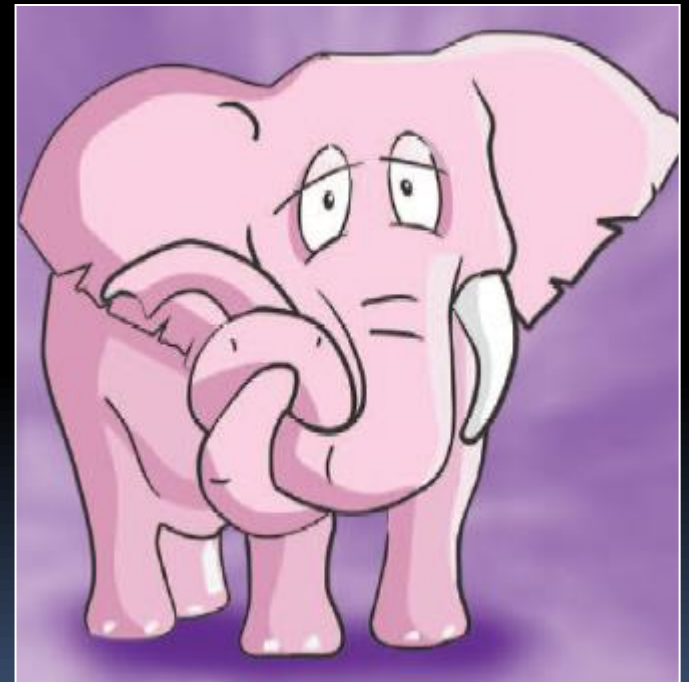


Mechanismus?

Plasticita NS

Krátkodobá – změny funkční

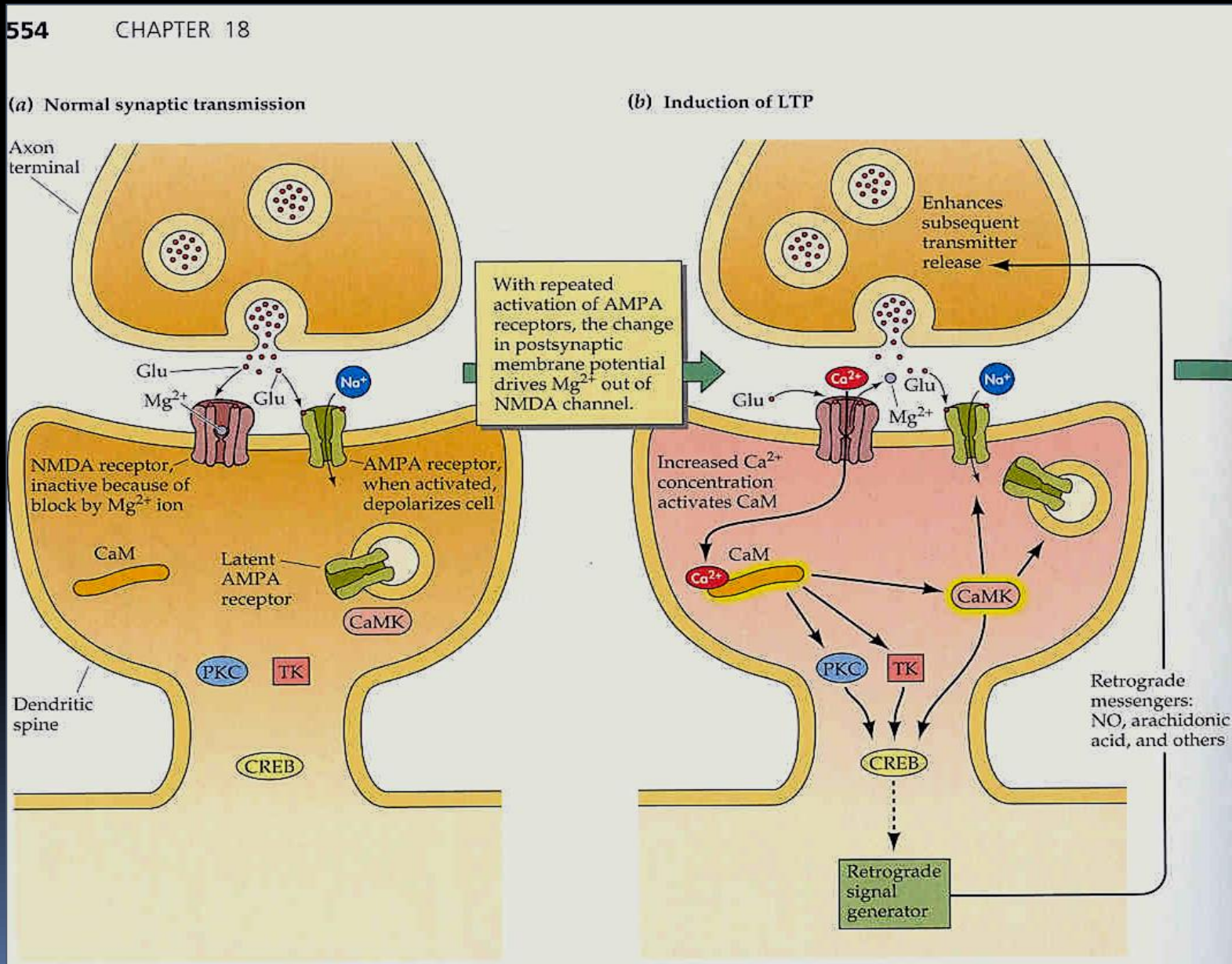
Dlouhodobá – změny morfologické



Synaptická plasticita – primární (opakované dráždění, obrácení pozornosti), rychlá změna funkce

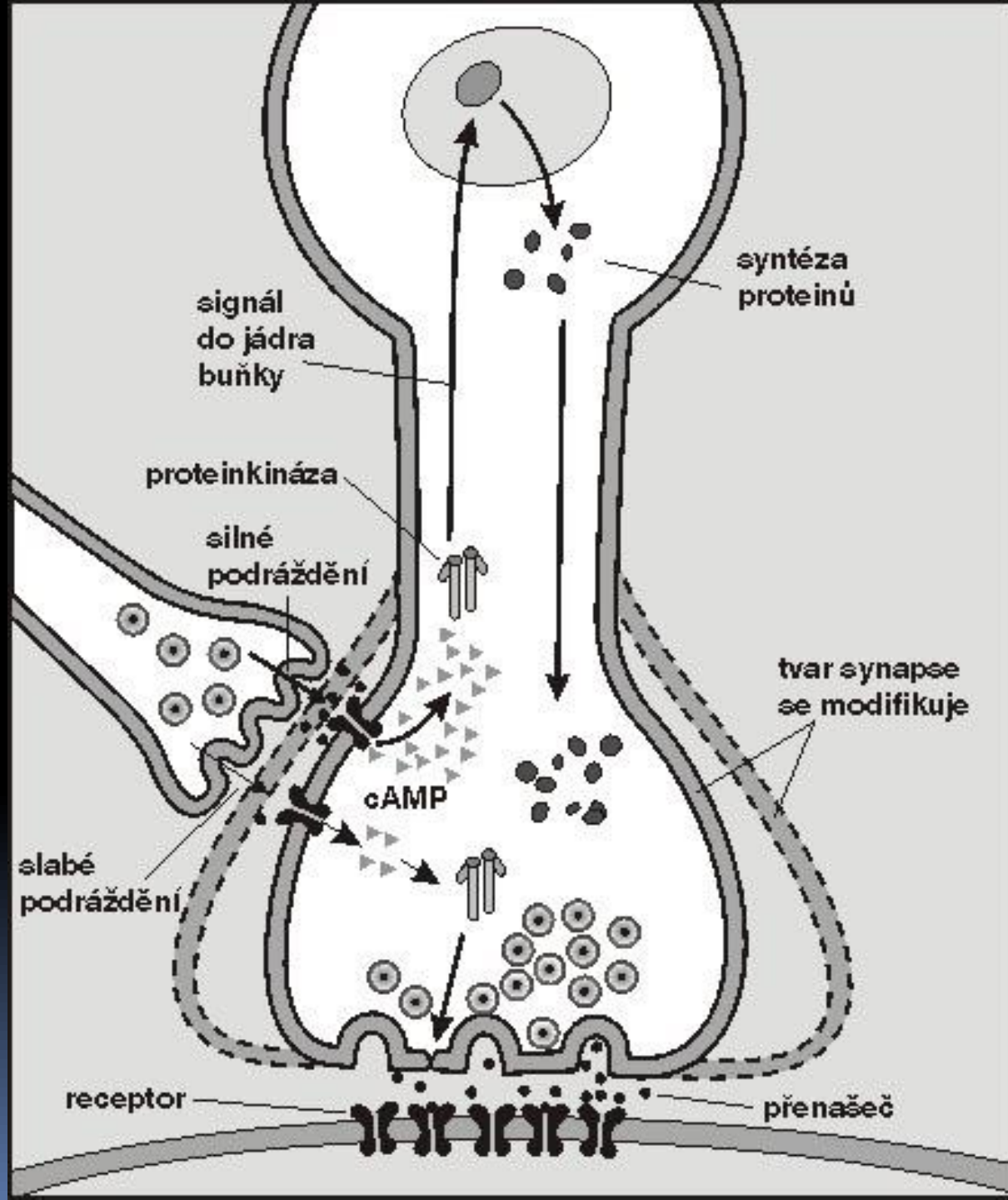
Pre- i Post-synaptické modifikace signálového přenosu po opakovaném dráždění

Více receptorů i mediátoru



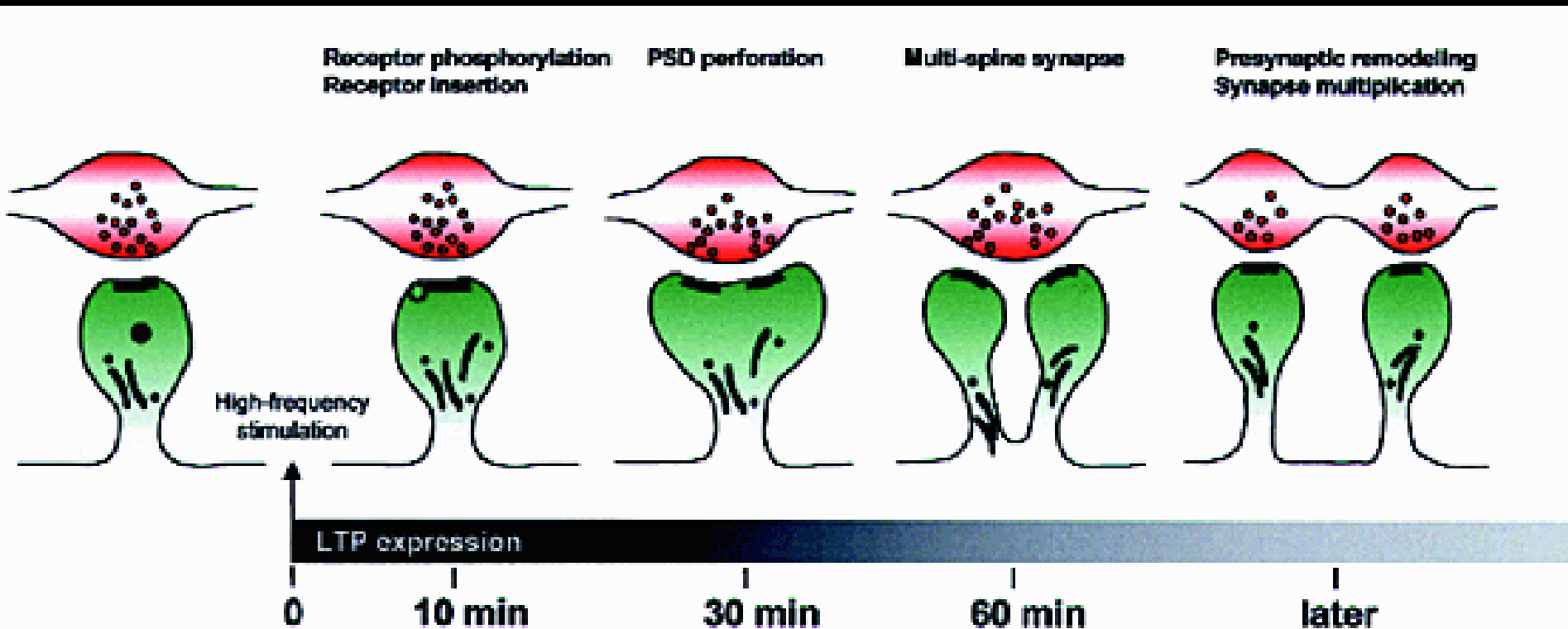
Synaptická Plasticita-dlouhodobá

Po čase Modifikace
stavby –
Jak presynaptická...

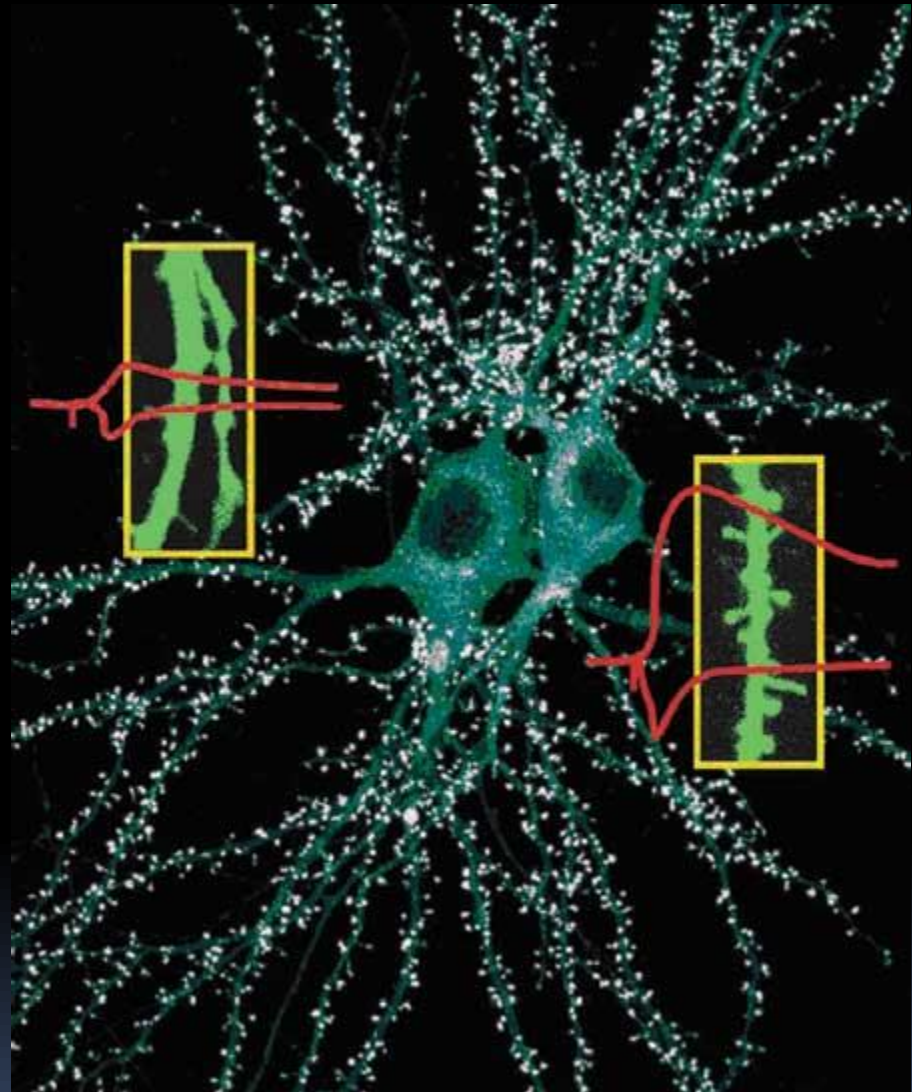


Synaptická plasticita - dlouhodobá

...Tak postsynaptická: dendritické trny místem přestavby



Dendritické trny
místem přestavby



Shrnutí

- Nervový systém se vyvinul k rychlému zpracování podnětů a řízení adekvátní motoriky. Naučí se učit, dominuje.
- Mozek je původně trubice s 5 oddíly. Překotný vývoj na dorzální straně.
- Motorika, ale i vegetativní fce.

Příklady testovacích otázek ke zkoušce z Fyziologie živočichů

1. Vysvětlete existenci klidového membránového potenciálu. Zmiňte roli K^+ a Na^+ .

Příklad správné odpovědi na plný počet bodů: Hlavní roli mají ionty Na^+ , K^+ , Cl^- a intracelulární fixní anionty bílkovin. Klidový potenciál je asi $-90mV$. Příčiny vzniku: A) Elektrogenní Na/K pumpa čerpá 2 K^+ dovnitř buňky a 3 Na^+ ven. B) Propustnost membrány – Sodíková propustnost je nízká, zavřené kanály nedovolují Na^+ vracet se do buňky. Elektrická i koncentrační síla působí vysokou hnací sílu sodíku. Draslíková propustnost je vysoká, jeho elektrická a protichůdná koncentrační síla se vyrovnávají – je blízko svému rovnovážnému potenciálu.

2. Popište děje při přenosu vzruchu mezi dvěma neurony přes synaptické spojení.

Příklad správné odpovědi na plný počet bodů: AP dorazí na synaptický knoflík. Depolarizace způsobí otevření napěťově vrátkovaných Ca kanálů. Nárůst intracelulárního Ca^{2+} vyvolá přesun a exocytózu vezikul s mediátorem do štěrbin synapse. Mediátor se naváže na receptory postsynaptické membrány. Zde se otevřou kationtové kanály (přímo nebo přes kaskádu G-protein – adenylát cykláza – cAMP). Vzniklá depolarizace zvyšuje pravděpodobnost vzniku nového AP na iniciálním segmentu. Mediátor je ze štěrbin odstraněn enzymaticky nebo endocytózou.