

Organizace a funkce nervových soustav



Organizace a funkce nervových soustav

V průběhu fylogeneze od jednoduchých ke složitějším. Několik samostatných typů s obecnými principy:

1. funkční diferenciaci uvnitř nervové buňky: přijímací a zpracovávací část (dendrity, soma), vodivá část (axon).
2. shlukování – ganglia, z nich vodivé dráhy. **Neuropil** – síť
3. **centralizace** a hierarchizace → vznik hlavových (**mozkových**) **ganglií**
4. rozvoj v závislosti na celkovém počtu nerv. buněk

Difúzní soustava

Radiální nervová soustava

Bilaterální

Žebříčková

Kombinace žebříčkové

NS obratlovců



Nervové sítě bezobratlých

Difúzní soustava prvoci, (nezmar) jediný typ (km. *Cnidaria*, **Žahavci**, tř. *Polypovci*), jinde (km. Žebernatky *Ctenophora*, tř. Žaludovci *Enteropneusta* (km. *Polostrunatci*), v kombinaci s ganglii km. **Ostnokožci** *Echinodermata* – u některých radiální n.s., tř. sumky *Ascidia* (km. **Strunatci**), někteří měkkýši větší část, nebo jen periferní část (km. *Anelida* **kroužkovci, měkkýši**).

Nezmar: síť jak při povrchu, tak trávicí dutině s mono- bi- a multipolárním buňkami. Žádná diference.

Další typ dráždivých buněk: **epiteliální svalové buňky** s receptorovou a efektorovou částí samy reagují na podráždění.

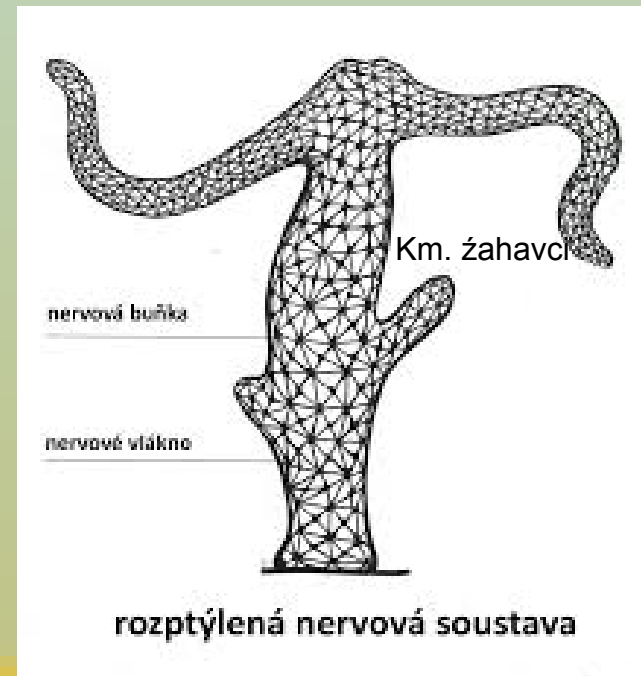
U hub (km. Houbovci *Porifera*) nepropojené dráždivé buňky netvoří soustavu.



žebernatky



žaludovci



ostnokožci



Sasanka km. **žahavci** (*Cnidaria*), tř. korálnatci (*Anthozoa*), ř. sasanky (*Actiniaria*)

diferenciace, napojení na svalovou soustavu:

a) síť multipolárních nervů (pomalé a difúzní vedení)

b) velké **bipolární neurony** s paralelním průběhem v mezenteriálních svalech /hlavní dráhy s rychlostí 120 cm/s, ostatní 10-20 cm/s)

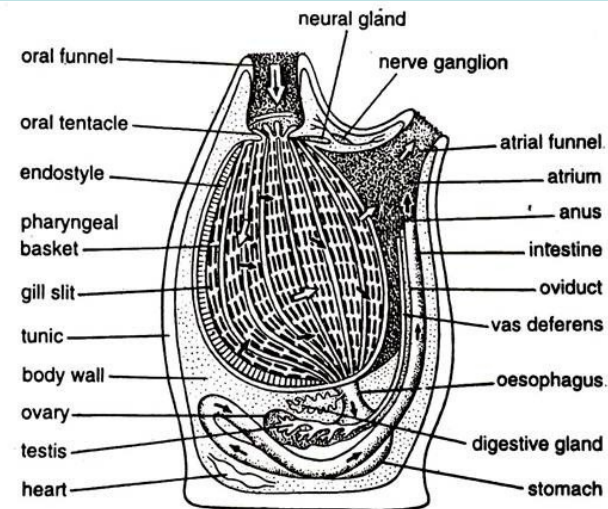
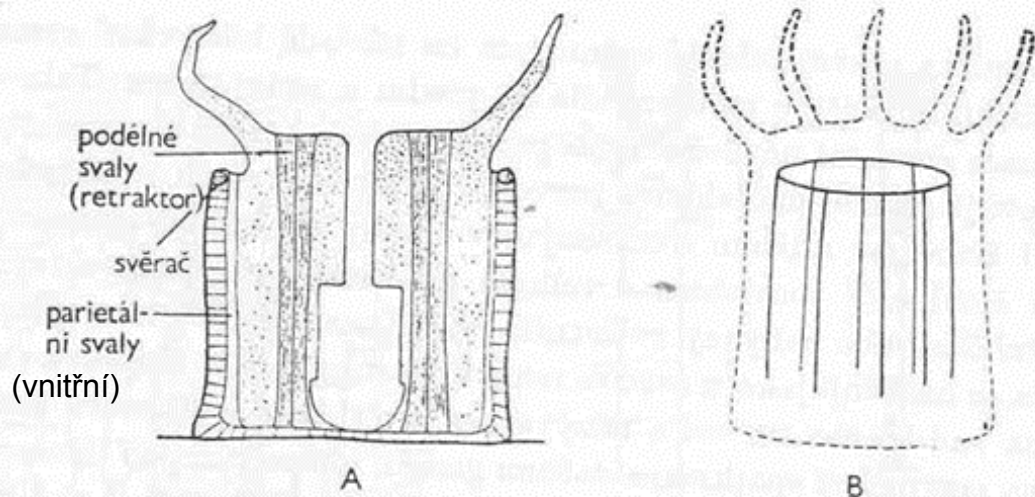


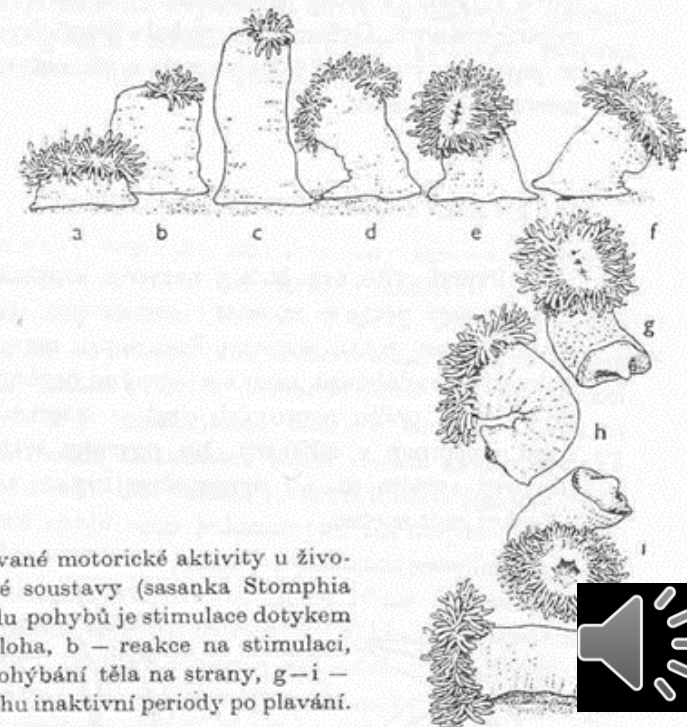
Fig. 30.3. *Ascidia* sp. Tunic and mantle of the side removed (lateral view diagrammatic)

Sumky,
pkm.
Pláštěnci,
Km. Chordata

tř. Sumky – trubicovitá n.s. kombinace s gangliem (mozek)



Obr. 167. Nervosvalová soustava u sasanky. A – Příčný řez znázorňující hlavní svaly. B – Diagram představující hlavní vodivý systém.



Obr. 168. Příklad koordinované motorické aktivity u živočicha bez centrální nervové soustavy (sasanka *Stomphia coccinea*). Podnětem ke sledu pohybů je stimulace dotykem hvězdičky. a – normální poloha, b – reakce na stimulaci, c – natažení těla, d-f – ohýbání těla na strany, g-i – plavání, j – poloha v průběhu inaktivní periody po plavání.



km. **Ostnokožci**
NS **decentralizovaný**

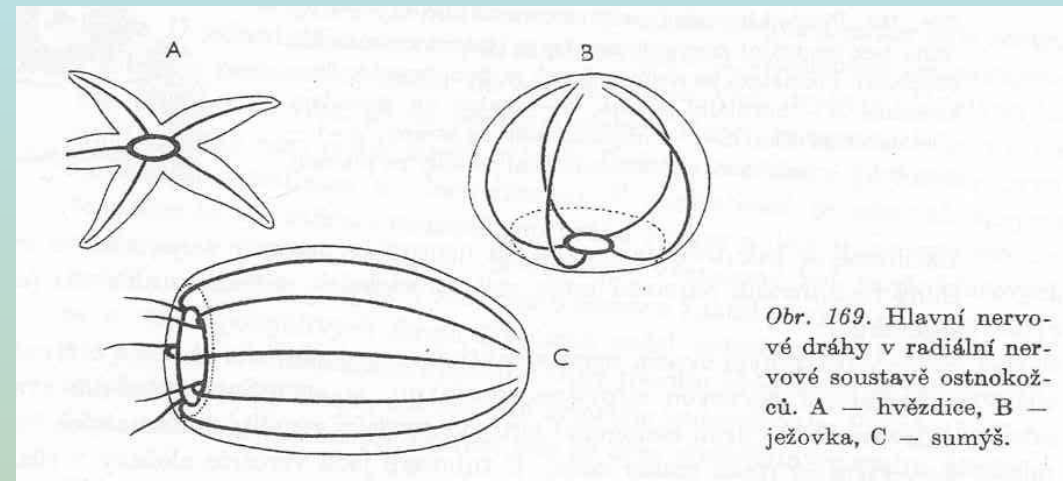
Radiální nervová soustava

Paprskovité uspořádání nejrozvinutější u ostnokožců. Na povrchu **ektoneurální** nervový systém (senzorický), hlouběji **hyponeurální** (motorický).

jev: **facilitace** (maximální kontraktilní odpověď až při opakované stimulaci).

spontánní rytmická svalová aktivita

I přes nejjednodušší typ nervové soustavy je chování koordinované a často složité.



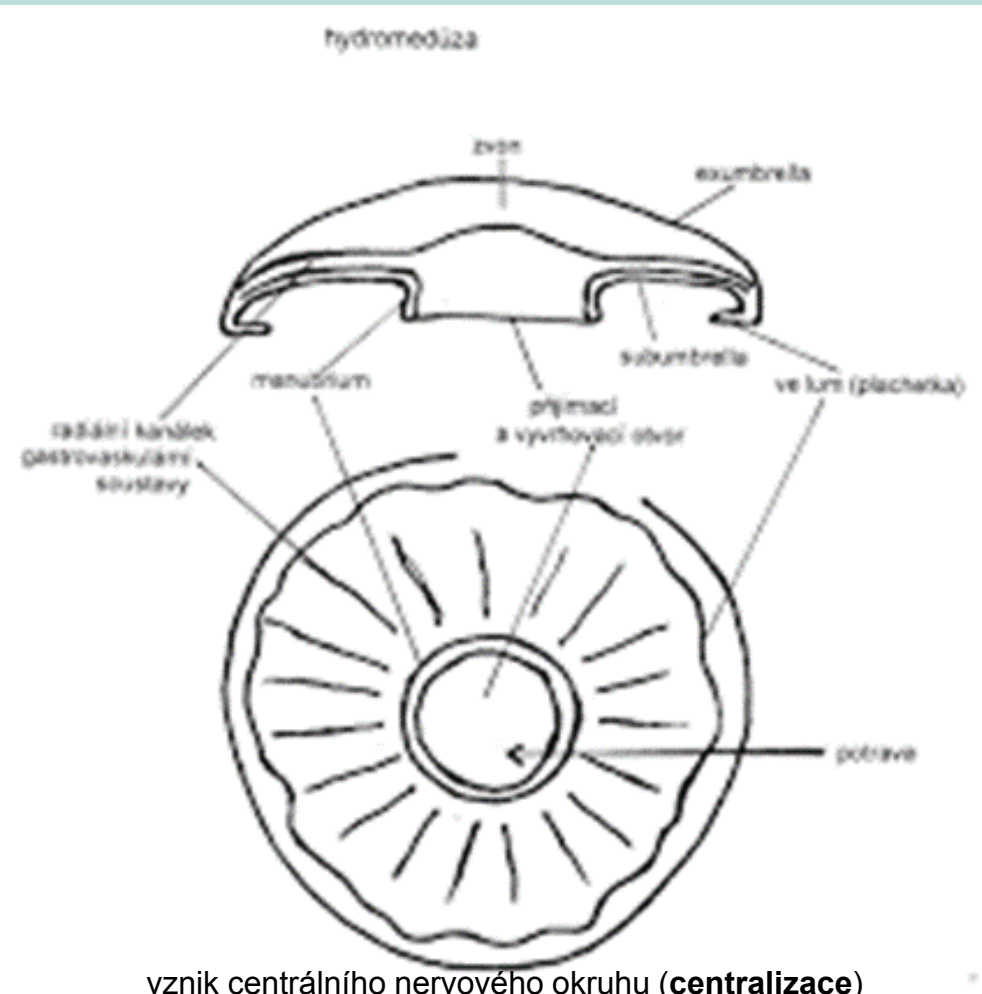
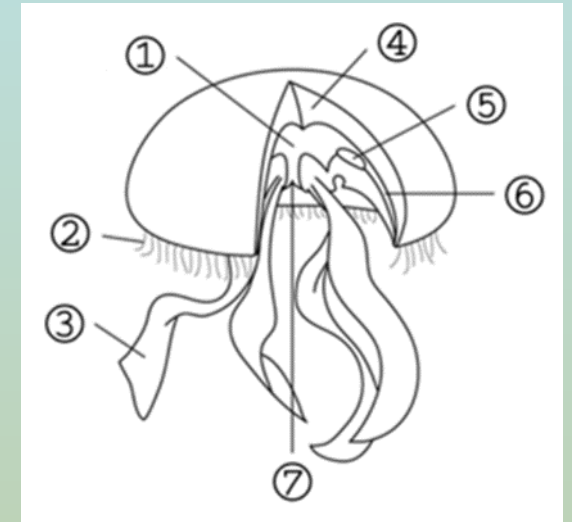
Obr. 169. Hlavní nervové dráhy v radiální nervové soustavě ostnokožců. A — hvězdice, B — ježovka, C — sumýš.



km. *Cnidaria*, **Žahavci**, tř. medúzovci, medúza

Schéma medúzy *Aurelia aurita*

- (1) Vnitřní dutina
- (2) Okrajová chapadélka
- (3) Žahavá ramena
- (4) Mezoglea
- (5) Pohlavní orgány
- (6) Entoderm
- (7) Ústní otvor



vznik centrálního nervového okruhu (**centralizace**)

centralizace

Medúza: u plovoucích jedinců prodloužení výběžků, koncentrace multipolárních neuronů ve zvonu do dvou paralelních svazků vláken (rychlé vedení) → vznik centrálního nervového okruhu (**centralizace**).



Bilaterální nervová soustava

Bilaterální symetrie → přední a zadní konec, nové možnosti centralizace.

1. rovnocenné shluky nervových buněk (ganglií) kdekoliv

2. přídové smysly → zvláštní význam ganglií v přídi – **1. hlavová – mozková** – ganglia nad trávicí trubicí – **2. nadjícnová**. Složitost stavby.

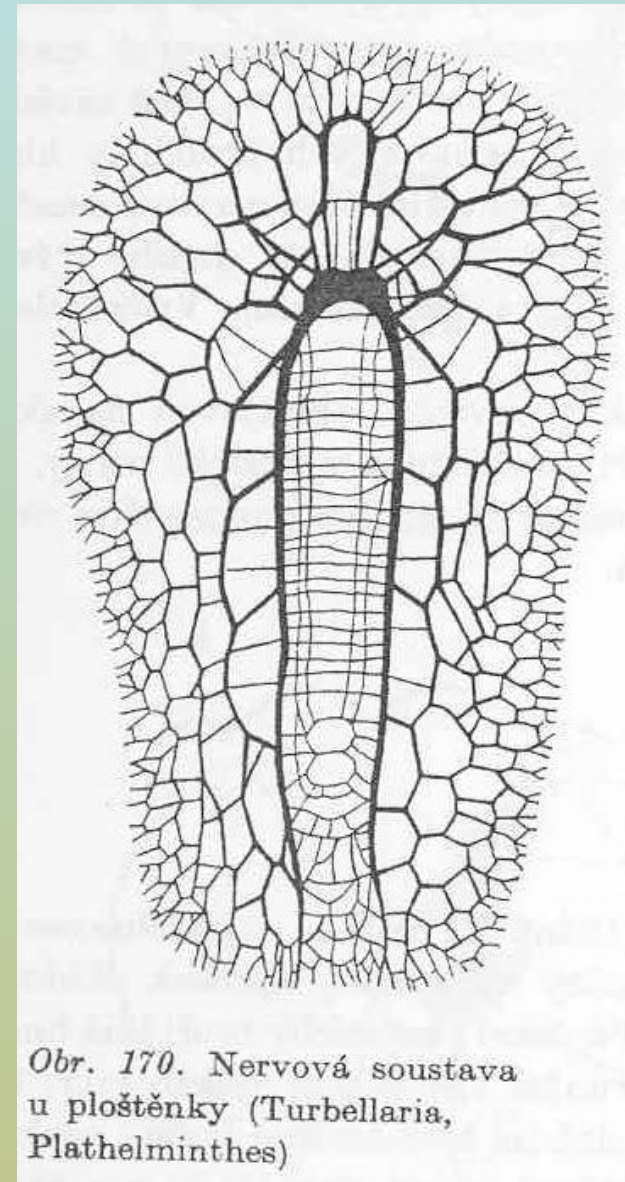
Fylogenetický růst jejich významu. Spojena s ganglii pod jícnem – **3. podjícnová ganglia**.

Kontrola nad ostatními **excitací** a **inhibicí**.

Další progresivní znak: **obří vlákna**

„Červi“

Ploštěnci *Acoela* a primitivní **měkkýši** (chitoni) s náznaky koncentrace v přídi



km. **Kroužkovci Annelida** – nový typ: **žebříčková nervová soustava.**

První pár ganglií nad jícnem, druhý pod jícnem,

další ganglia pod trávicí trubicí (**břišní nervová páska**).

Fylogenetický význam: zvyšování významu mozkových ganglií.

km. **Měkkýši Mollusca**

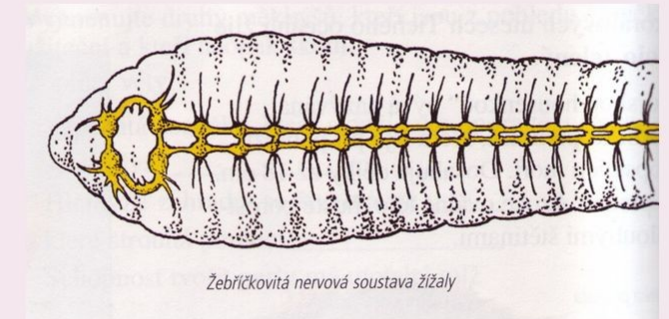
Základ: několik párů ganglií a dva páry nervových pruhů.

Rozdílná stavba v rámci kmene mozek hlavonožců se 14 laloky splynul ze dvou ganglií. Velmi složité projevy nervové činnosti, i složitého chování (učení).

Třída: máloštětinatci (Oligochaeta)

nervová soustava:

v každém článku 2 uzliny spojené vlákny = žebříčková

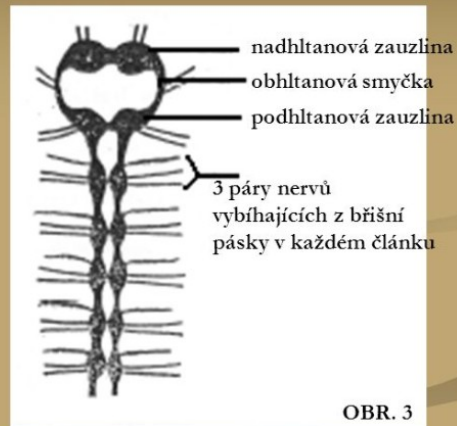


nervová vlákna i pod kůží – smyslové buňky k vnímání světla, žije ve tmě - světloplachá

POPIS TĚLNÍCH SOUSTAV

■ NERVOVÁ SOUSTAVA: ŽEBŘÍČKOVITÁ –

pár nervových zauzlin propojených komisurami je přítomen v každém tělním segmentu



OBR. 3

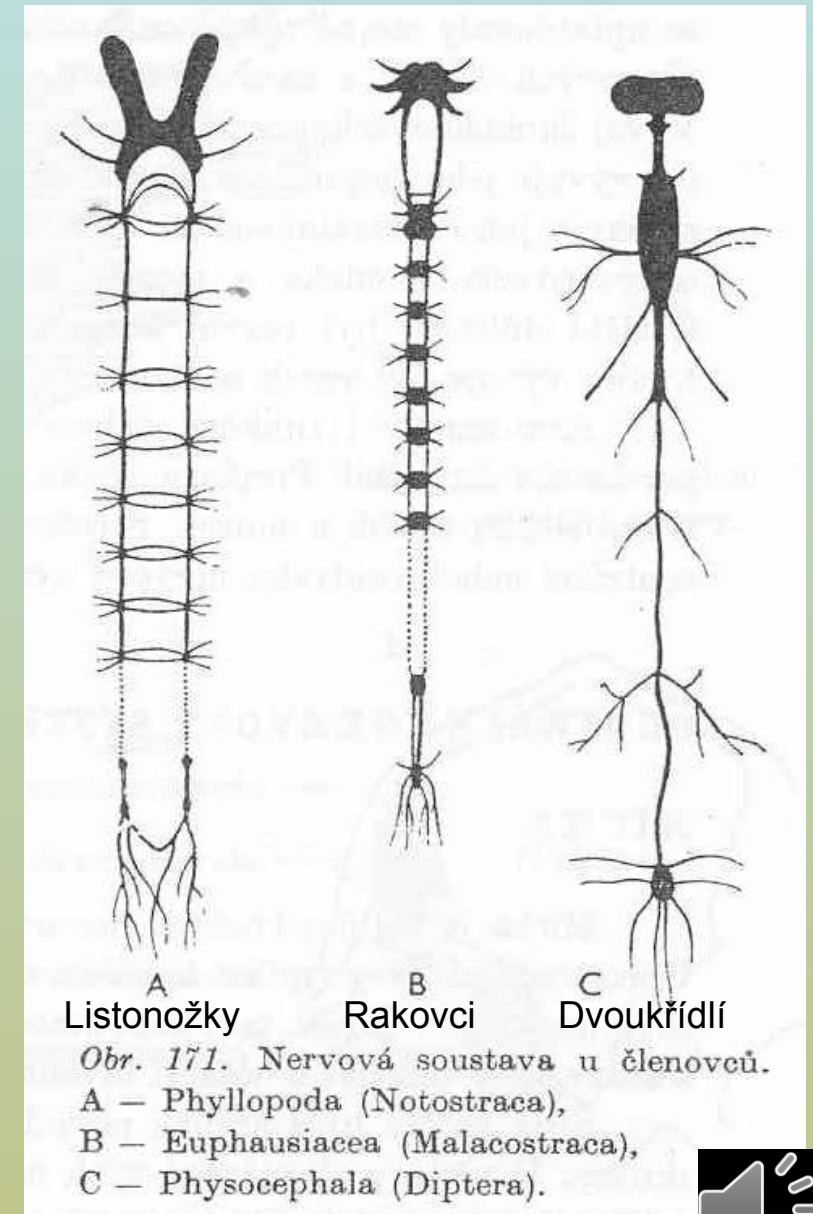


Členovci (Arthropoda)

Nervová soustava odvozená od žebříčkové:

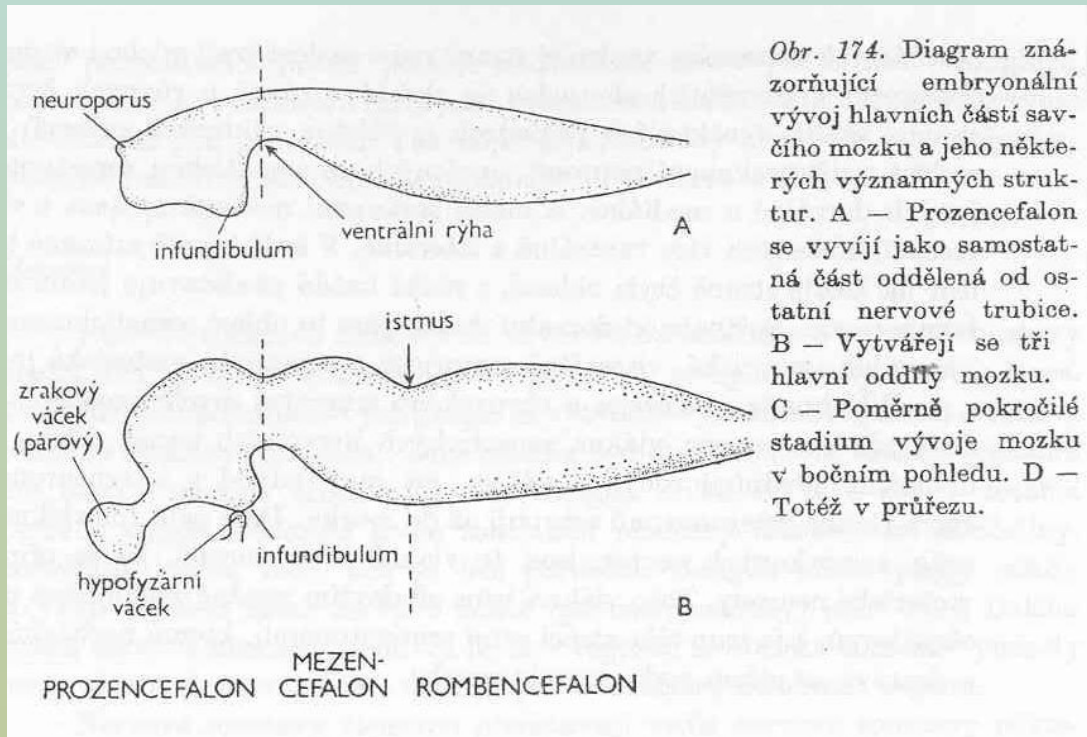
1. zvětšení nadjícnových ganglií → **mozkové ganglion** (regulační mozkové centrum) i podjícnových ganglií
2. **diferenciace ganglií břišní nervové pásky** podle složitosti článků (končetiny, křídla, přívěsky). Ganglia někdy splývají (pavouci, mouchy). V motorické činnosti vymizely sítě.

Další vrchol (hmyz). Vznik komplikovaných smyslů, končetin, ústních přívěsků. Některé druhy aktivity (let, chůze, zpěv) jsou iniciovány zvláštními nemodulovanými povely speciálním interneuronům v **torakálních gangliích**, které potom samy vytvářejí vzorce signálů.



Nervová soustava obratlovců

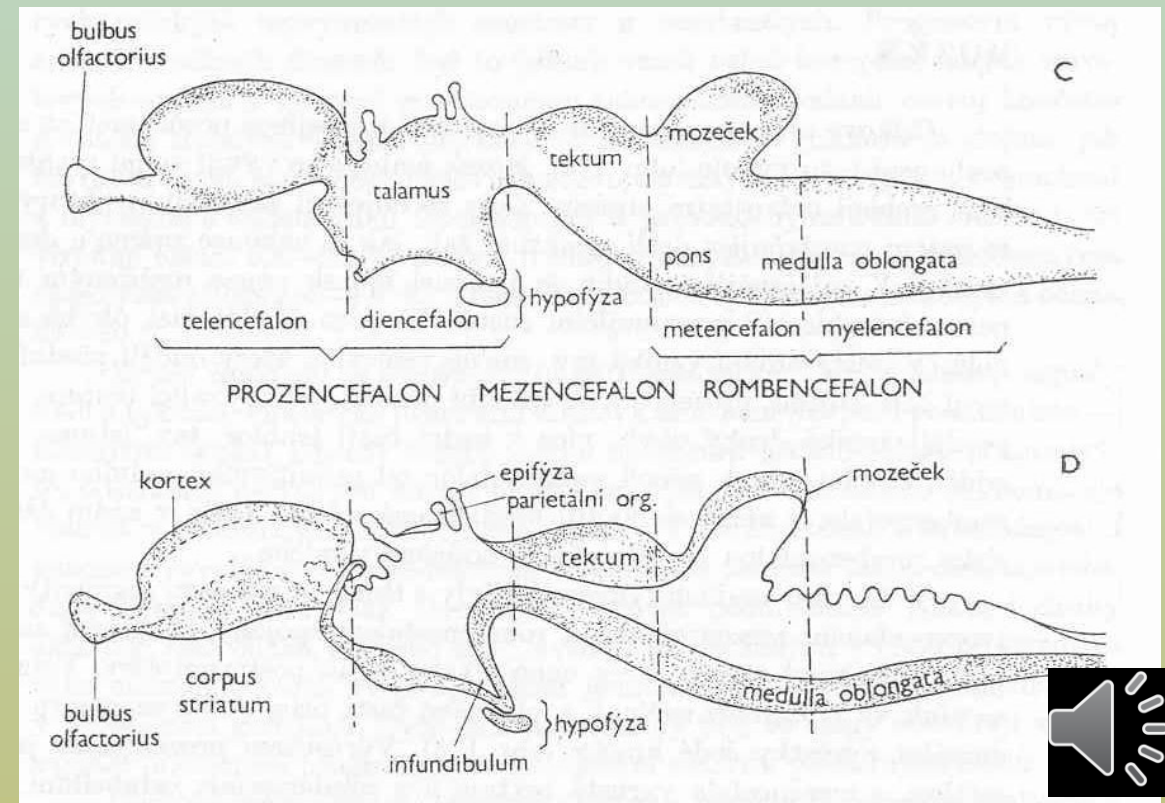
CNS – mícha + mozek, periferní nervy
viz zoologie strunatců



Mozkový kmen – prozen- + mezen- + rombencephalon jako pokračování míchy

Retikulární formace – pruh nervové tkáně síťovitého charakteru uvnitř mozkového kmene

Vývoj mozku strunatců a následně obratlovců ze dvou (tří) částí – diferenciací na 5



Prodloužená mícha

Mozeček

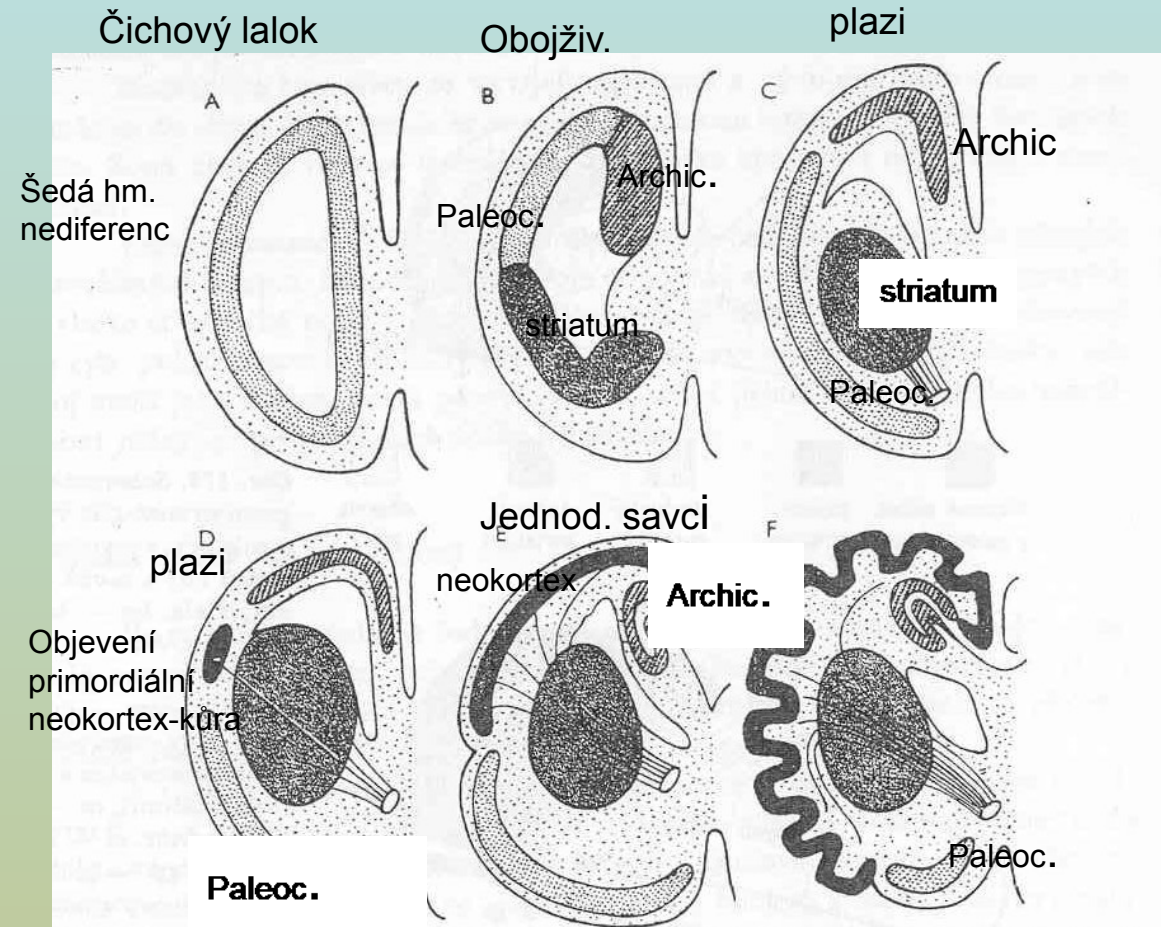
Střední mozek

Mezimozek

Koncový mozek

Kortex (paleo - střední část šedé hmoty → dolů archihorní část šedé hmoty → nahoru neo - zatlačuje předchozí i následné) Striatum (spodní část šedé hmoty → dovnitř) Limbecký systém (struktury paleo- a archikortexu)

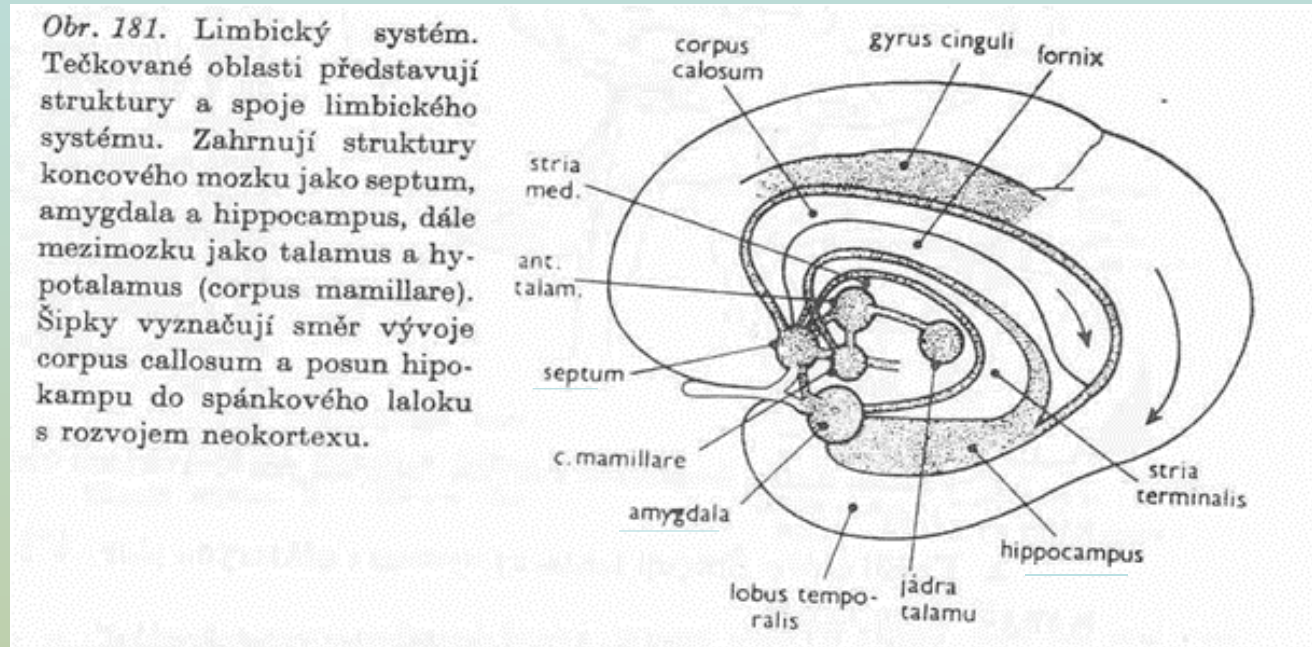
Šedá hmota diferencovaná



Obr. 180. Postupná diferenciace mozkových hemisfér. Průřez levou hemisférou. A – Primitivní stadium. Hemisféru tvoří v podstatě jen čichový lalok, šedá hmota je uložena uvnitř a málo diferencována. B – Šedá hmota stále uložena hlouběji, avšak diferencována v paleokortex (středně tečkováno), archikortex (šrafováno) a striatum (hustě tečkováno). Stadium obojživelníků. C – Striatum se dostalo hlouběji a kortex více k povrchu. D – Objevuje se primordiální neokortex (obecná kůra). C, D – Stadium plazů. E – Rozvoj neokortexu (černě). Archikortex se dostal na střed jako hipokampus, paleokortex stále dosti vyvinut (vývojově primitivní savec). F – Neokortex značně rozvinut, tvoří záhyby, paleokortex omezen na ventrální stranu jako lobus pyriformis (vývojově pokročilejší savec).



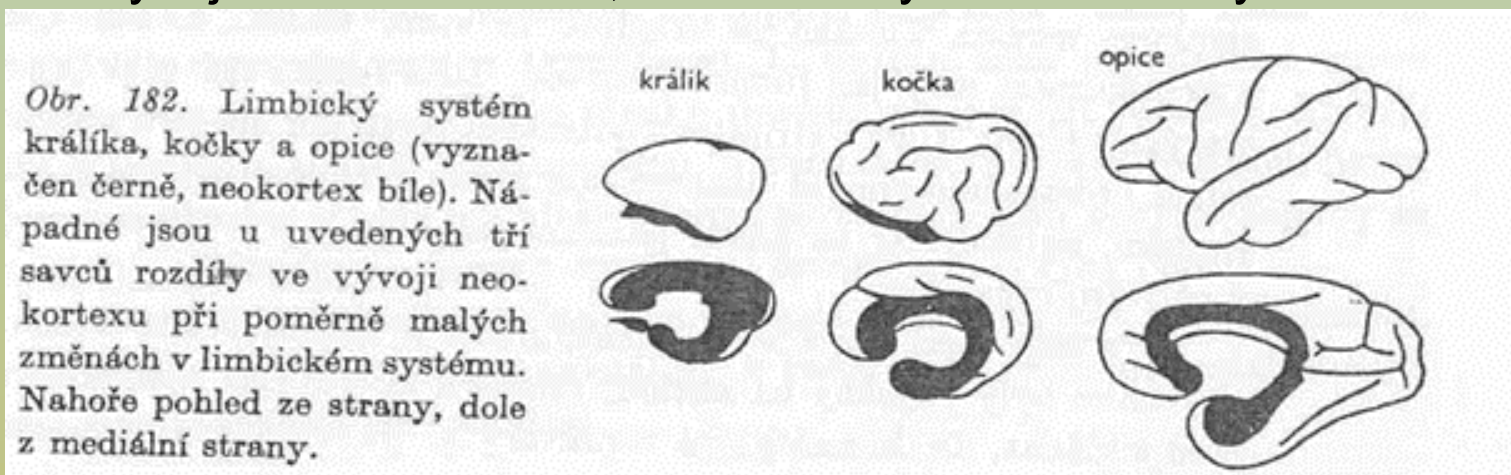
Limbický systém jako struktury konc. mozku: septum, amygdala, hippocampus, mezimozek: thalamus, hypo- (corpus mamill.), posun do spánkového laloku



KONC. MOZEK – SEPT, AMYGD, HIPPOCAM

MEZIM.-
TALAM, HYPOTAL,

Vývoj neoc. intenzivní, malé změny limbického systému



Výkonné funkce NS

Řízení činnosti kosterního svalstva - reflexní teorie

čidlo (receptor)

dostředivá (aferentní) **dráha**

ústředí (CNS)

odstředivá (eferentní) **dráha**

výkonný orgán (efektor – sval, žláza)

Míšní reflexy

1. **propriorecepční** (ovládání délky svalů podněty z nich samotných)

2. **exterorecepční** (škodlivé podněty na kůži, obranný charakter)

3. **Složitější reflexy – centra v nižších oblastech mozku** (reflexy postojové, vzpřimovací, vyrovnávací) – podněty z proprioreceptorů, vestibulárního aparátu, kožních receptorů, zrakového orgánu aj.) do ústředí (prodloužená mícha, mozeček, retikulární formace středního mozku)

Motorické programy (centrálně vytvářené rytmy – např. chůze, let, plavání) – **rytmická činnost neuronů v CNS (oscilátory)** (bez periferní složky) – zajišťování polohy těla a změny.

Motorické soustavy (motorická centra + motorická složka – kosterní svalstvo + opravné mechanismy). Hybná centra savců – kůra (procesy **cefalizace** až **kortizace**). U nižších obratlovců jiné části mozku.



Úrovně řízení (4)

soustava tektoretikulární, talamostriatová.
motorické soustavy neokortexu,
mozeček

1. soustava tektoretikulární

u obratlovců vývojově nejstarší

centrum: retikulární formace a střední

mozek, tektum – integrace zrakových,
staticko-akustických, somaticko-

senzorických a čichových signálů. **Eferentní**
ústředí – tegmentum (retikulární jádro)

2. s. talamostriatová (plazi, ptáci)

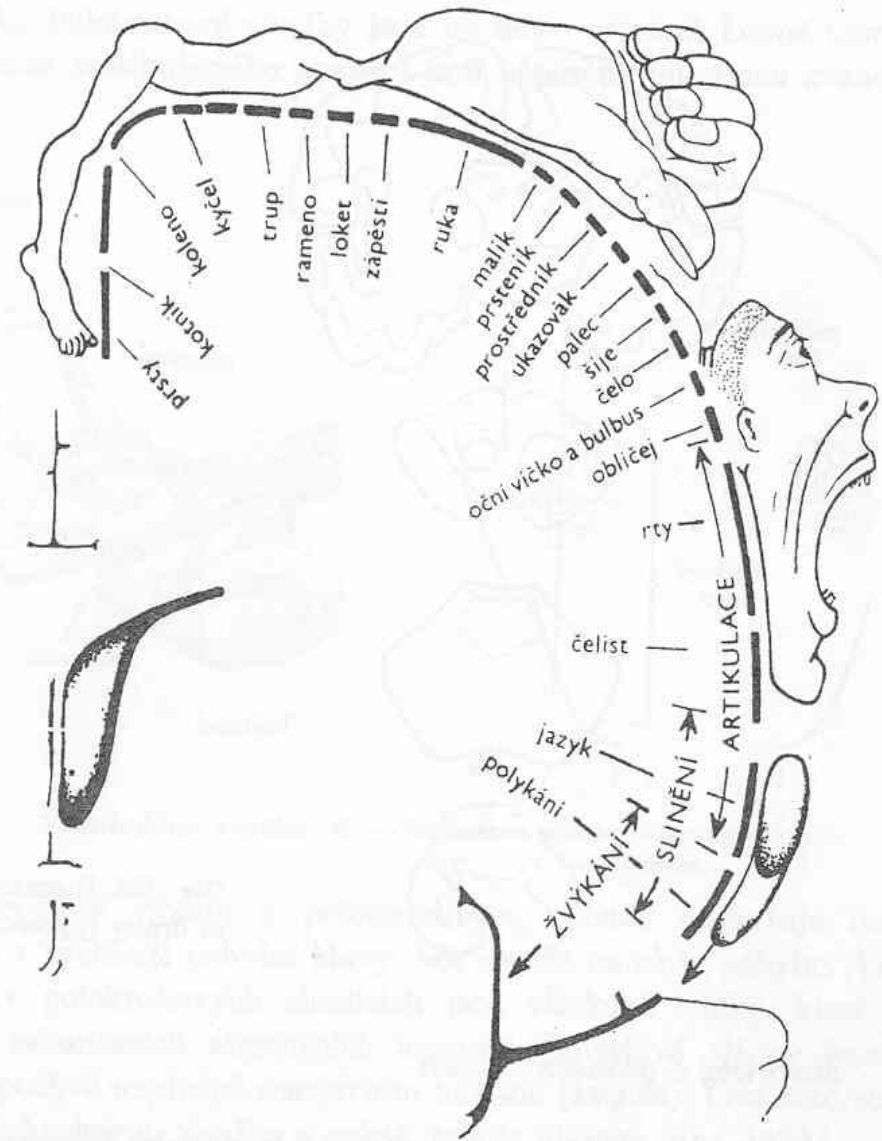
Integrační centrum – thalamus, eferentní

složka – paleostriatum (dráhy do středního
mozku)

3. motorické soustavy neokortexu (savci)

Přímé kortikospinální dráhy (kůra – mícha).

Signál v kůře – **výsledek interakcí různých**
oblastí kůry a jiných částí mozku.



Obr. 191. Somatotopická reprezentace motorických funkcí (motorický homunkulus).
Obrázek znázorňuje průřez precentrálním závitem a zachycuje rozložení jednotlivých
motorických funkcí, a to co do polohy i co do jejich rozsahu.



4. mozeček (postupný vývoj významu)

1) zadní část mozečku

2) přední lalok mozečku – (postojové reakce)

3) postranní mozečkové hemisféry – (regulace záměrných pohybů)

Aferentní vstupy motorické soustavy – ze smyslových orgánů (receptor vestibulární, propriorecepční – receptor kloubní + svalové vřeténko + Golgiho svalové tělísko, kožní, zrakové receptory)



Řízení činnosti vnitřních orgánů

– vegetativní nervový systém s periferní (senzorická vlákna ze smyslů vnitřních orgánů, eferentní vlákna k hladkému a srdečnímu svalu, žlázám) a centrální složkou (součást CNS)

Sympatikus – torakolumbální oddíl

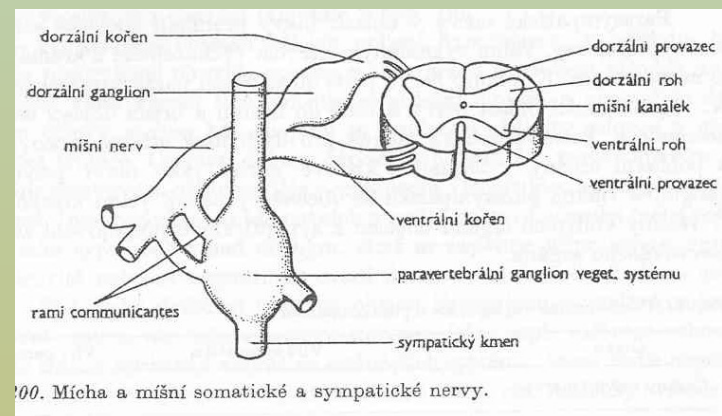
(eferentní vlákna z hrudní a bederní míchy)

Parasympatikus – kraniosakrální oddíl (eferentní vlákna z jader mozkového kmene společně s *nerv. vagus* a křížové míchy – *nervi pelvini*)

Eferentní vegetativní nervové dráhy (přední kořeny)

dvoneuronové (synaptický spoj v paravertebrálním gangliu – oči, slinné žlázy, *bronchi*, srdce, arterioly)

jednoneuronové (bez synapse – k trávicí trubici od žaludku, močovému měchýři)

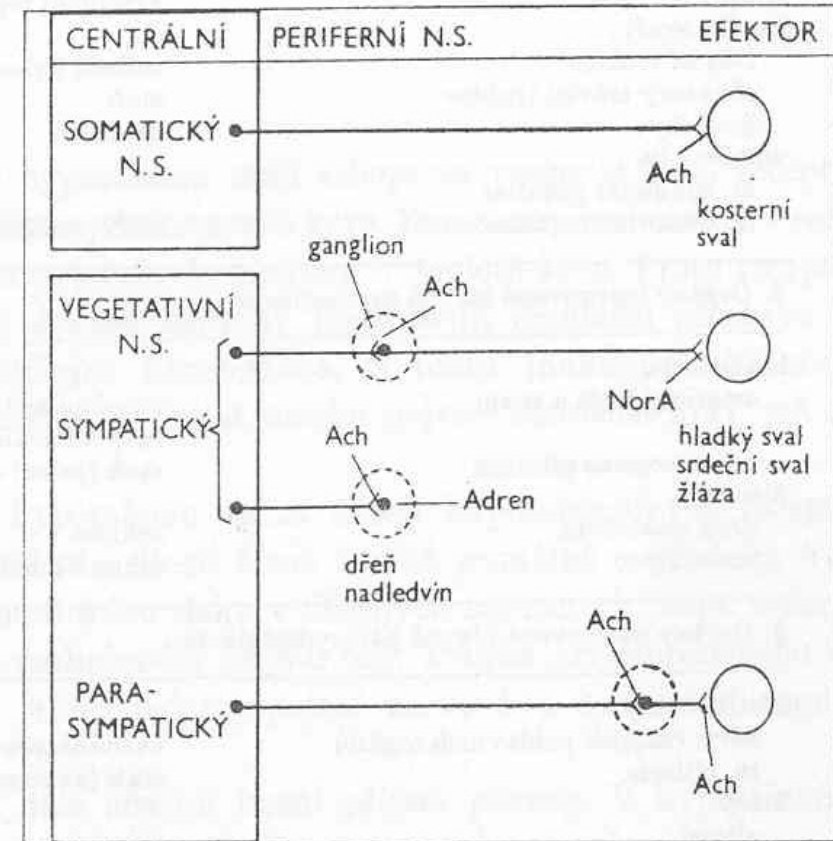


100. Mícha a míšní somatické a sympatické nervy.

Odlišnost přenašeče v konečné eferentní složce:
 sympaticus – noradrenalin
 parasympaticus – acetylcholin
 stejně jako mezi pre- a postgangliovou drahou).

Funkční antagonismus sympatiku a parasympatiku

srdce, hladké svalstvo trávicí trubice,
 zornice – aktivita vagu (parasympaticus)
 vede ke zpomalení srdeční činnosti,
 zvýšení motoriky a sekrece trávicí trubice,
 zúžení zornice –
 sympatikus opačné působení.
 U jiných jedna ze složek méně významná
 (močový měchýř).



Obr. 201. Rozdíl mezi eferentními drahami somatickými a vegetativními. Ach – acetylcholin, Adren – adrenalin, NorA – noradrenalin.

Centrální vegetativní nervový systém

Mícha – jednoduchá nervová koordinace

- centrum řídící pohlavní funce (genitospinální)
- c. vyprazdňování močového měchýře (vezikospinální)
- c . vyprazdňování střev (anospinální)
- zorniční centrum (ciliospinální)

Retikulární formace prodloužené míchy

- centrum kardiovaskulární
- c. dýchací
- c. koordinace č. trávicí trubice (motilita x sekrece)
- řízení příjmu potravy a vody
- řízení pohlavních funkcí
- řízení termoregulace

Retikulární formace hypotalamu – komplexy reakcí

Dráždění **zadní části hypotalamu** odpovídá **zvýšené činnosti sympatiku** (rozšíření zornice, vzestup srdeční činnosti a krev.tlaku, dýchání – **ergotropní reakce** – i při stresu, typ útok nebo útěk se změnami chování)

Orálnější oblasti hypotalamu – jako **parasimpatikus** zvyšují sekreci a motoriku trávicí trubice – **trofotropní účinek**

Retikulární formace neokortexu

- vliv na pohlavní složky
- integrace somatické a vegetativní aktivity
- vegetativní reakce při emocích (s hypotalamem)

Homeostáza

- některé neurony zaznamenávají změny ve **složení a vlastnostech krve** (tlak, teplota, obsahy látek)
- **řízení příjmu tekutin** (jádra předního hypotalamu) – pocit žízně při zvýšení osmotického tlaku v tělesných tekutinách, tvorba ADH pro vylučování vody
- **řízení příjmu potravy** – centrum sytosti a hladu

Rozmnožování

Přes adenohipofýzu vývoj a činnost pohlavních orgánů, sexuální rytmy.

Ocytocin. **Integrační činnost soustavy limbický systém – hypotalamus.**

Neurofyziologické principy chování

Vrozené formy chování

Nepodmíněné reflexy

Programy nervové aktivity

Biologické motivace (instinkty a drivy – modifikovatelné)

Emoce

Získané formy chování

Paměť Učení (podmíněné reflexy, podráždění a útlum, učení a myšlení)