

NERVOVÁ SOUSTAVA
(SYSTEMA NERVOSUM)

FUNKCE NERVOVÉ SOUSTAVY

řídící funkce

- nervové řízení činnosti orgánů, jedná se tedy o kybernetický systém organismu
- základní vlastností je excitabilita (iritabilita, schopnost podráždění) a generování elektrických nervových impulzů

Nervová buňka (neuron)

- základní složka nervové soustavy
- vysoce specializované (vzrušivost, vodivost)

Neuroglie

- podpůrná, nutritivní, obranné a další funkce

Neuron

1. tělo (perikaryon)

2. výběžky

- dendrity: příjem podnětů
- neurit (axon): vede vzruch z buňky k další struktuře

Rozdělení neuronů:

- **Unipolární** neurony pouze jeden výběžek axon (primární smyslové buňky, čichová buňka, tyčinky a čípky sítnice)
- **Bipolární** neurony jeden neurit (axon) a jeden dendrit, obvykle odstupují na opačných pólech buněčného těla (druhý neuron zrakové dráhy)

- **Pseudounipolární** neuron zvláštní typ bipolárního neuronu, v blízkosti těla dendrit a axon splývají v jediný výběžek, dendraxon, po různě dlouhém průběhu ve tvaru písmene T se opět rozděluje na výběžky dva – centrální a periferní raménko (typické pro spinální ganglia a ganglia mozkových nervů)
- **Multipolární** neurony nejpočetnější, z buněčného těla vystupuje několik dendritů a jeden axon, hvězdovitý tvar („typické“ neurony).80%

Synapse

- zakončen rozšířením – **terminální buton** – vstupuje do kontaktu s další nervovou buňkou – spojení **synapse** (sval – **nervosvalová ploténka**)
- presynaptická membrána, postsynaptická membrána (receptory napojené na iontové kanály)
- přenos podnětu – šíření axonem odstředivě jako elektrický signál – **akční potenciál**
- **terminální buton** – vezikuly s **neurotransmitery (mediátory)**

Motorická ploténka

- příčně pruhovaná svalovina, hladká svalovina, endokrinní nebo exokrinní žláza

Neurotransmitery (mediátory)

- Depolarizace (excitační) - ↑
- Hyperpolarizace (inhibiční) - ↓

Akční potenciál (repolarizace)

Neuroglie

- **Astrocyty** - největší z neurogliových buněk (prostředí)
Vysílají dlouhé výběžky opatřené nožkami (vaskulární pedikly), které obalují všechny cévy CNS => **HEB**
- **Oligodendrocyty** - najdeme jak v šedé tak i v bílé hmotě myelinizují nervová vlákna v CNS (výživa, homeostáza)
- **Mikroglie** -nejmenší z neuroglií (primárně v kostní dřeni)
obranná funkce - schopnost fagocytózy
- **Ependymové buňky** - vystylají centrální kanál míšní a mozkové komory -jsou omývány mozkomíšním mokem a napomáhají jeho toku.

Neuroglie

Funkce: urychlují vedení vzruchu, výživa, homeostáza, obranná funkce

Myelinová pochva

CNS: oligodendroglie

PNS: Schwanovy buňky

- izolátor, přerušena
Ranvierovými zářezy,
šíření vzruchu skokem
- myelinizovaná vlákna
rychlejší přenos
vzruchu

Těla neuronů: ganglia, šedá hmota v CNS

Výběžky neuronů: bílá hmota v CNS, nervy PNS

ROZDĚLENÍ NERVOVÉ SOUSTAVY

1. centrální nervový systém (*systema nervosum centrale*)

mícha (*medulla spinalis*)

mozek (*encephalon, cerebrum*)

- zadní mozek (*rhombencephalon*)
- prodloužená mícha (*medulla oblongata*)
- most Varolův (*pons Varoli*)
- mozeček (*cerebellum*)
- střední mozek (*mesencephalon*)
- přední mozek (*prosencephalon*)
- mezimozek (*diencephalon*)
- koncový mozek (*telencephalon*)

2. periferní nervový systém (*systema nervosum periphericum*)

spojuje CNS s periferií organismu (dostředivě, odstředivě)

- spinální nervy (*nervi spinales*)
 - hlavové nervy (*nervi craniales*)
- } **Mozkomíšní nervy**

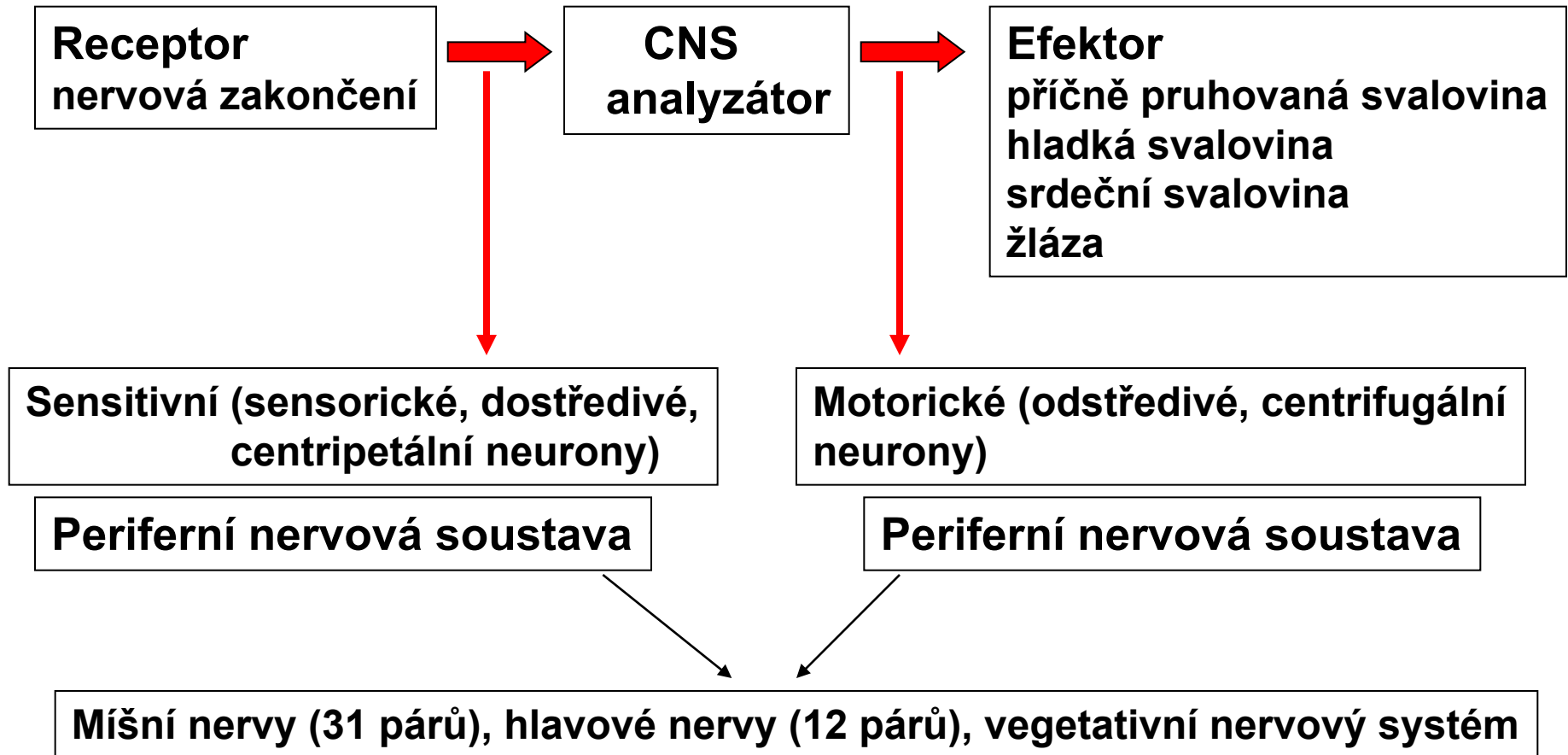
- sympatikus (*pars sympathica*)
 - parasympatikus (*pars parasympathica*)
- } **Autonomní nervy**

Pojmy:

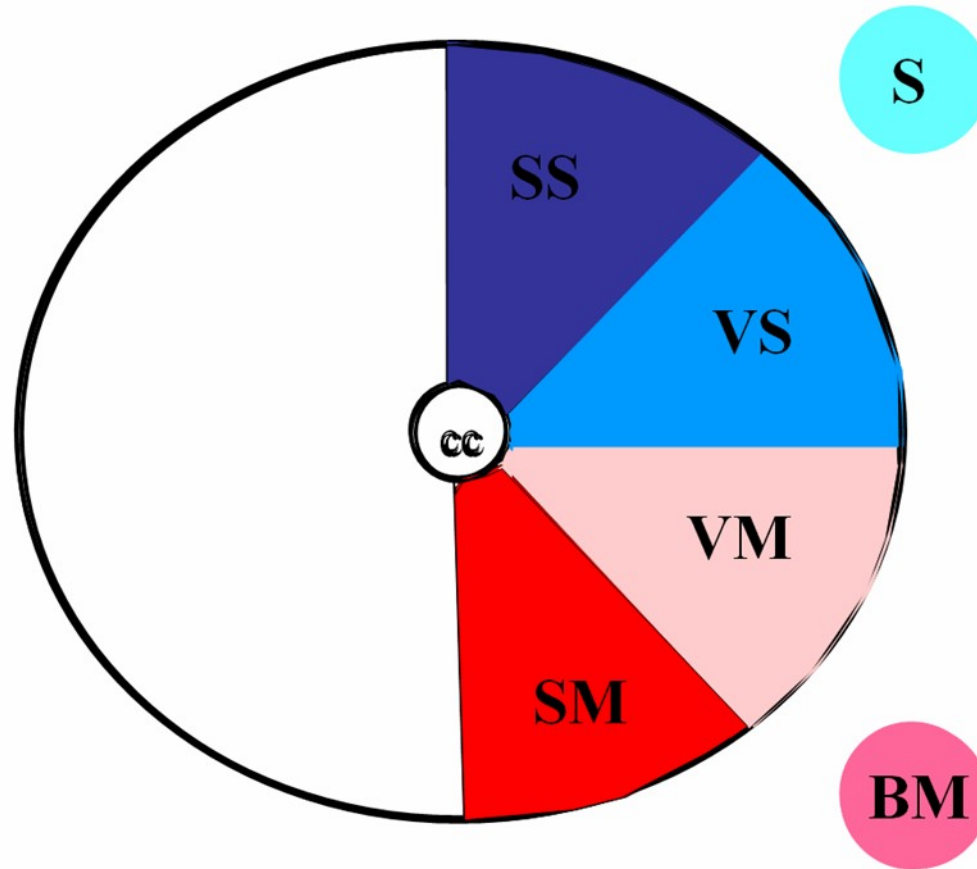
- **funiculus** = provazec
x
- **fasciculus** = svazek axonů -HETEROGENNÍ struktura má původ v rozdílných jádrech šedé hmoty a tvoří synapse též v různých strukturách
x
- **tractus** = dráha - svazek axonů - HOMOGENNÍ struktura vlákna mají shodný původ i zakončení
- **ipsilaterální x kontralaterální**
- **rostrální** = označení směru v NS odpovídající jejímu funkčnímu uspořádání (resp. Fylogenetickému vývoji) od spodního konce míchy k přednímu okraji mozku – doslova K NOSU

Nervový systém

- 1) zprostředkovává vztahy mezi vnějším prostředím a organismem
- 2) zajišťuje odpověď organismu na podněty zvnějšku
- 3) zprostředkovává vztahy mezi všemi částmi organismu
- 4) zajišťuje celistvost (integraci) všech dějů v organismu



FUNKČNÍ ZÓNY NEURONŮ V CNS



FUNKČNÍ TYPY AXONŮ V PNS

Aferentní

somatosenzitivní



kožní čítí, propiocepce, bolest

viscerosenzitivní



mechanocepce, bolest

senzorické ←● aferentace chuti, sluchu, vestib. informací

Eferentní

somatomotorické



příčně pruhovaná svalovina

branchiomotorické



příčně pruhovaná svalovina

visceromotorické



hladká svalovina

sympatické



myokard

parasympatické



žlázy

REFLEXNÍ OBLOUK

- **Reflex je fyziologický děj, jehož podstatou je reakce organismu na změnu vnějšího nebo vnitřního prostředí – jedná se o odpověď organismu na podráždění.**

Nervový systém neustále monitoruje stav vnějšího i vnitřního prostředí organismu pomocí receptorů, zpracovává tyto informace v centrální nervové soustavě a vydává na základě toho pokyny, které realizují výkonné orgány – efekторы. Tento systém převodu informací z vnějšího a vnitřního prostředí těla přes CNS zpět k výkonným orgánům se nazývá reflex.

- Anatomickým podkladem reflexu je **reflexní oblouk** – systém nervových drah, na kterých se reflex uskutečňuje. Reflexní oblouk obsahuje následující složky:

1. **Receptory**
2. **Dostředivé nervové dráhy**
3. **Centrální nervová soustava**
4. **Odstředivé nervové dráhy**
5. **Efektory**

RECEPTORY

Receptor (senzor): reaguje na změny vnějšího nebo vnitřního prostředí organismu a tyto změny převádí na akční potenciály nervových impulzů a vysílá je do řídicího centra v CNS

Rozdělení podle umístění:

exteroreceptory – receptory, které reagují na podněty (změny) z vnějšího prostředí organismu

interoreceptory – receptory, které reagují na podněty (změny) z vnitřního prostředí organismu

Podle konkrétního umístění je dělíme na:

proprioceptory – receptory umístěné v pohybovém systému (ve svalech, šlachách a kloubních pouzdrech)

visceroreceptory – receptory umístěné v útrobních orgánech a cévách

Rozdělení podle fyzikálního charakteru působícího podnětu
mechanoreceptory – receptory reagující na mechanické podněty
chemoreceptory – receptory reagující na chemické podněty
termoreceptory – receptory reagující na tepelné podněty
fotoreceptory – receptory reagující na světlo

Speciálním případem, jsou tzv. **algoreceptory** – receptory reagující na bolest.

Svaly

- svalová a šlachová vřeténka (intrafusální vlákna) – **stupeň kontrakce a napětí svalových vláken**
- volná nervová zakončení v endomysiu a kolem svalových vláken - **bolest**

DOSTŘEDIVÉ NERVOVÉ DRÁHY

Dostředivé (aferentní, centripetální, senzitivní) dráhy jsou dráhy vedoucí nervové impulzy z receptorů do centrální nervové soustavy.

Dostředivé dráhy: tvořeny výběžky tzv. senzitivních neuronů, jejichž těla jsou uložena mimo CNS v tzv. senzitivních gangliích.



Dostředivé dráhy dělíme na:

somatosenzitivní dráhy – přinášejí informace z receptorů v kůži a v pohybovém systému

viscerosenzitivní dráhy – přinášejí informace z visceroreceptorů (z útrobních orgánů)

senzorické dráhy – přinášejí informace ze sensorů – specializovaných smyslových orgánů (zrakový, sluchový, pohybově-rovnovážný, čichový a chuťový)

CENTRÁLNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA

Centrální nervová soustava (CNS) je řídicí centrum nervového systému. Přijímá informace z receptorů prostřednictvím dostředivých nervových drah, tyto informace zpracovává a vyhodnocuje a zajišťuje odpovědi organismu prostřednictvím odstředivých nervových drah a efektorů.

Nervová tkáň CNS je tvořena dvěma typy hmoty:

Šedá hmota (substantia grisea)

Bílá hmota (substantia alba)

šedá hmota (*substantia grisea*):

- tvořena těly a dendrity neuronů + gliovými buňkami
- těla neuronů přijímají informace z axonů senzitivních neuronů v senzitivních gangliích a vydávají nové informace tzv. motorickým neuronům v CNS
- na cestě mezi senzitivním a motorickým neuronem nemusí být u nejjednodušších reflexů žádný jiný přepojovací neuron, obvykle ale bývá mezi nimi vložen jeden nebo více přepojovacích neuronů, tzv. interneurony

bílá hmota (*substantia alba*):

- tvořena svazky myelinizovaných axonů neuronů uložených v hmotě šedé, které obstarávají komunikaci mezi neurony šedé hmoty

asociační dráhy

komisurální dráhy

projekční dráhy - podle směru je dělíme na dvě skupiny:

- **vzestupné (ascendentní) dráhy** – dráhy jdoucí od nižšího centra k vyššímu. Jsou pokračováním dostředivých (aferentních, senzitivních) periferních drah.
- **sestupné (descendentní) dráhy** – dráhy jdoucí od vyššího centra k nižšímu. Jsou pokračováním odstředivých (eferentních, motorických) periferních drah.

ODSTŘEDIVÉ NERVOVÉ DRÁHY

Odstředivé (eferentní, centrifugální, motorické) nervové dráhy:

- vedou nervové impulzy z centrální nervové soustavy do efektorů (výkonných orgánů)
- začínají tzv. motorickým neuronem v CNS, axon tohoto neuronu opouštějící CNS představuje vlastní odstředivou (motorickou) dráhu

somatomotorické dráhy

visceromotorické dráhy



EFEKTORY

Efektory jsou výkonné orgány či tkáně, které zajišťují vlastní odpověď organismu na podráždění. Mohou jimi být:

svalové buňky – výsledkem reflexu je pohyb

žlázové buňky – výsledkem reflexu je sekrece

1. **Sestupné dráhy ovládající motoneurony**
2. **Vmezeřený neuron (interneuron)**
3. **Buňky senzitivních vláken ve spinálních gangliích**
4. **Svalové vřetenko (informace o napětí šlachy)**
5. **Senzitivní nerv vedoucí informaci o napětí šlachy**
6. **Senzitivní nervová zakončení gama-motoneuronu na intrafusálních vláčknech**
7. **Motorické zakončení gama motoneuronu na intratrafusálních vláčknech svalu**
8. **Motorická zakončení alfa-motoneuronu na extrafusálních vláčknech svalu**

PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

(*systema nervosum periphericum*)

- periferní nervový systém je tvořen soustavou nervů a nervových uzlin (ganglií), které zprostředkovávají oboustranný přenos informací mezi centrální nervovou soustavou a periferií (kůží, pohybovým systémem a útrobními orgány)
- nerv se skládá z nervových vláken a vaziva
- nervová vlákna jsou myelinizovaná (bílé) nebo nemyelinizovaná (šedé) výběžky neuronů
- nervová vlákna tvoří svazečky, několik svazečků vytváří nerv
- jednotlivá nervová vlákna jsou v nervu spojena vazivem – **endoneurium**
- svazečky vláken jsou spojeny vazivem – **perineurium**
- povrch nervu je obalen vazivovým obalem – **epineurium**
- ve vazivu uvnitř nervu probíhají cévy, které zajišťují jeho výživu

senzitivní nervy

- obsahují dostředivá (aferentní) vlákna, která vedou informaci z receptorů do CNS
- mají do svého průběhu vložena senzitivní ganglia s těly pseudounipolárních neuronů (jeden výběžek větvící se na **centrální a periferní raménko**)
- periferní raménko vede vzruchy od receptorů v periférii do ganglia, svazky těchto periferních ramének tvoří nerv
- centrální raménko vede vzruchy z ganglia do šedé hmoty CNS

somatosenzitivní – vedou informace z receptorů v kůži a pohybovém systému (svalech, šlachách, periostu, kloubních pouzdrech)

viscerosenzitivní –vedou informace z receptorů v orgánech

senzorické – vedou informace ze senzorů

motorické nervy

- obsahují odstředivá (eferentní) vlákna, která vedou z CNS do efektorů (svalů nebo žláz) a zajišťují jejich činnost
- vznikají v jádrech šedé hmoty míchy nebo mozkového kmene (tělo neuronu)

somatomotorické nervy – inervují příčně pruhovanou svalovinu, do které se jejich nervová vlákna (axony) dostávají přímo, bez přepojení

visceromotorické nervy – inervují hladkou svalovinu a žlázové buňky, do nichž se jejich nervová vlákna dostávají po alespoň jednom přepojení ve vsunutém tzv. autonomním gangliu

smíšené nervy

- obsahují jak motorická, tak senzitivní vlákna. **Většina nervů je smíšených**, pouze některé jsou buď čistě motorické nebo čistě senzitivní

Periferní systém

1. podle toho, z jaké části centrální nervové soustavy nervy vycházejí, je dělíme na:

míšní (spinální) (vystupují skrze foramina intervertebralia)

hlavové (kraniální) (prostupují přes bázi lebny)

2. podle inervovaných oblastí těla rozdělit na dvě skupiny:
somatický nervový systém

- je řízen naším vědomím
- složen ze somatosenzitivních a somatomotorických (popř. senzitivních) nervových vláken (drah)
- inervuje tedy senzitivně kůži a pohybový systém (svaly, šlachy, kosti, kloubní pouzdra), motoricky příčně pruhované svaly

autonomní nervový systém

- pracuje nezávisle na našem vědomí
- sympaticus, parasympaticus

MÍŠNÍ NERVY (*nervi spinales*)

- míšní nervy odstupují z míchy v počtu 31 párů
 - krční nervy (*nervi cervicales*) – 8 párů
 - hrudní nervy (*nervi thoracici*) – 12 párů
 - bederní nervy (*nervi lumbales*) – 5 párů
 - křížové nervy (*nervi sacrales*) – 5 párů
 - kostrční nerv (*nervus coccygeus*) – 1 pár
- každý spinální nerv vystupuje z míchy dvěma kořeny, předním (*radix ventralis*) a zadním (*radix dorsalis*)
- přední kořeny obsahují pouze vlákna odstředivá (eferentní, motorická), zadní kořeny pouze vlákna dostředivá (aferentní, senzitivní)
- zadní kořen má do svého průběhu vsunutou nervovou uzlinu (*ganglion spinale*)

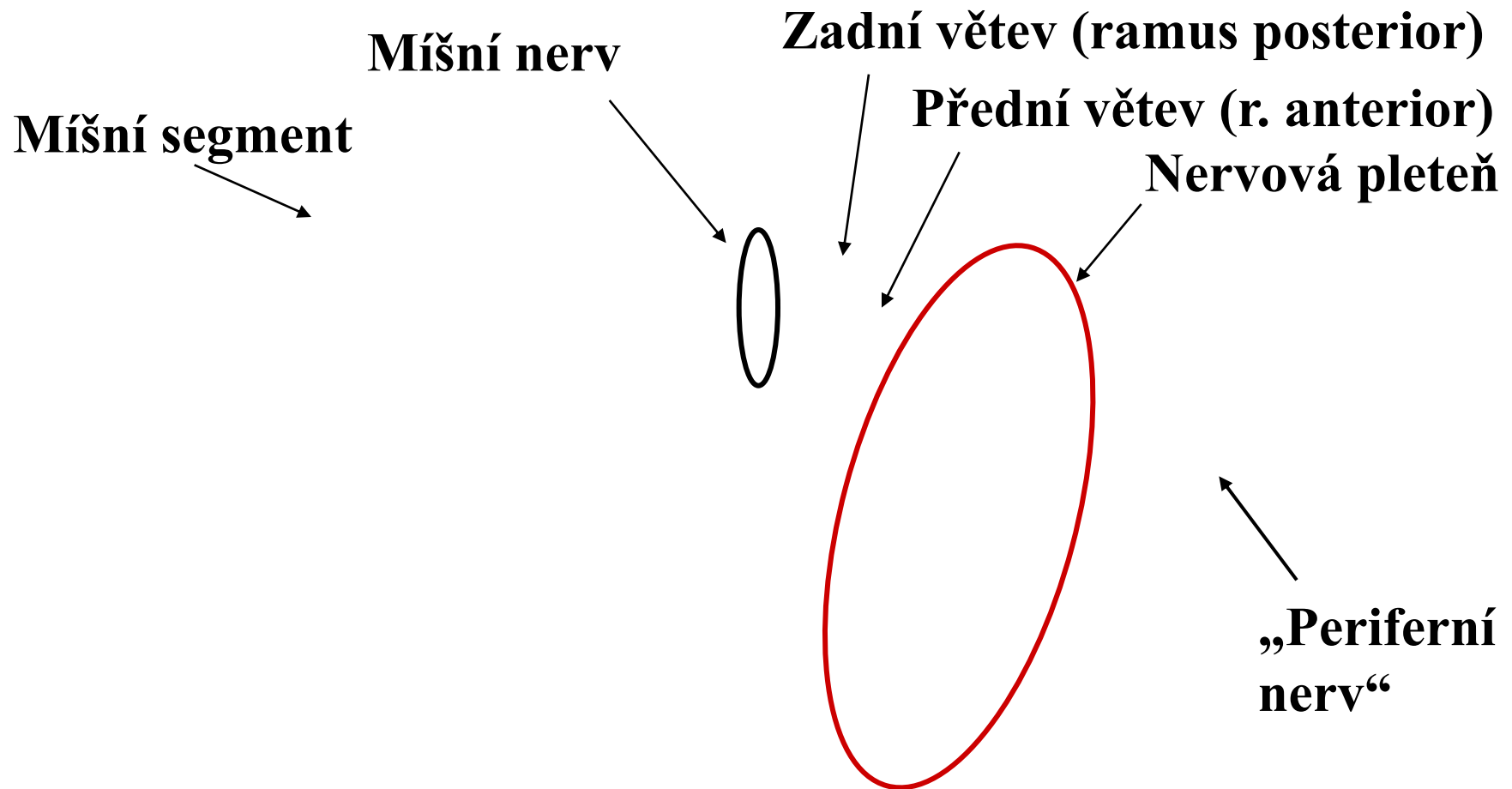
Zadní kořen (radix dorsalis) obsahuje aferentní vlákna, která slouží k povrchovému i hlubokému čítí, vedení bolesti, tepla a chladu. Na každém zadním kořenu leží ganglion spinale, které obsahuje neurony aferentních vláken.

Přední kořen (radix ventralis) obsahuje eferentní somatomotorická (ke kosterním svalům) i visceromotorická vlákna (k hladkým svalovým buňkám ve stěnách orgánů a cév, v kůži atd.). Blokádou tohoto kořene při subarachnoidální anestezii dochází k přechodné paralýze svalů.

- vlastní míšňní nerv vzniká spojením předního a zadního kořene a z páteřního kanálu vystupuje skrz **foramen intervertebrale**
- v oblasti dolní bederní a křížové části páteřního kanálu se nachází „chvost“ radikulárních vláken, tzv. **cauda equina**
- po výstupu z páteřního kanálu se míšňní nerv rozvětví na 2 větve – zadní větev (**ramus dorsalis**) a přední větev (**ramus ventralis**), obě větve obsahují jak dostředivé, tak odstředivé dráhy.

Ramus dorsalis: netvoří plexy (pleteně)

Ramus ventralis: tvoří plexy (pleteně)



Nervové pleteně jsou vždy tvořené jenom z předních větví příslušných míšních nervů!

ramus dorsalis (rami dorsales) – netvoří plexy

- krátká a tenká větev míšního nervu
- **funkce:** je motorická i senzitivní inervace epaxiálního (zadního) oddílu trupu (smíšené nervy)
- motoricky inervuje autochthonní (hluboké) svaly zádové a senzitivně kůži v oblasti zad
- ve svém průběhu si zadní větve zachovávají jednoduché segmentární uspořádání
- pouze zadní větve **C1 – C3**, **L1 – L3** a **S1 – S3** mají složitější úpravu

C1 – C3

n.suboccipitalis

n.occipitalis major

n.occipitalis tertius

- suboccipitální svaly + kůže

L1 – L3 a S1 – S3

nn. clunium superiores

nn. clunium medii

- kůže hýžd'ové krajiny

Ramus dorsalis:

- **ramus medialis** (hluboké zádové svaly a kůže mediálně)
- **ramus lateralis** (převaha motorickým vláken k laterálním svalům)

ramus ventralis (rami ventrales)

- delší a silnější větev míšního nervu
- **Funkce:** motorická i senzitivní inervace hypaxiálního (předního) oddílu trupu
- inervuje tedy motoricky svalstvo přední části trupu (krku mimo suprahyooidní svaly, hrudníku, břicha a pánve) a svalstvo končetin (tedy svalstvo vzniklé rovněž z hypaxiálních oddílů myotomů) a senzitivně kůži na přední části trupu a na končetinách
- ve svém průběhu mají složitější uspořádání než zadní větve míšních nervů, dáno ztrátou segmentace (navzájem se proplétaly a vytvořily nervové pleteně (**plexy**):
- **Plexus cervicalis C1-C4**
- **Plexus brachialis C4-Th1**
- **Nervi thoracici Th1-Th12** (zachováno segmentální uspořádání)
- **Plexus lumbalis Th12-L4**
- **Plexus sacralis L4-5,S1-5,Co**

Ve třetím měsíci intrauterinního života mícha vyplňuje celou délku páteřního kanálu, později ale páteř roste mnohem rychleji a mícha novorozence obvykle končí u dolní hranice **L3**.

Rozdílný růst má za následek, že lumbální a sakrální kořeny se prodlužují pro dosažení příslušných meziobratlových prostorů a tvoří **cauda equina**. Naopak horní hrudní kořeny probíhají horizontálně.

Segmentová inervace těla

- lze vysledovat okrsky inervované z jednoho míšního segmentu

Areae radicales (kořenové okrsky): oblasti inervované jedním míšním segmentem

Area radicularis sensitiva: oblast periferie senzitivně inervovaná jedním zadním míšním kořenem (= jedním míšním segmentem), skládá se z **DERMATOMU** (oblast kůže) a oblasti útrobní a svalů inervovaných senzitivně stejným zadním kořenem

Areae radicales viscerales (útrobní kořenové okrsky): oblasti vnitřních orgánů jejich senzitivní inervace je vedena do míchy cestou jednoho míšního nervu a jeho kořenů

Area radicularis motorica: oblast svalů motoricky inervována jedním předním míšním kořenem (**myotom**)

Areae nervinae (nervové okrsky): oblast periferie inervována jedním periferním nervem (a.n. sensitiva + a.n. motorica)

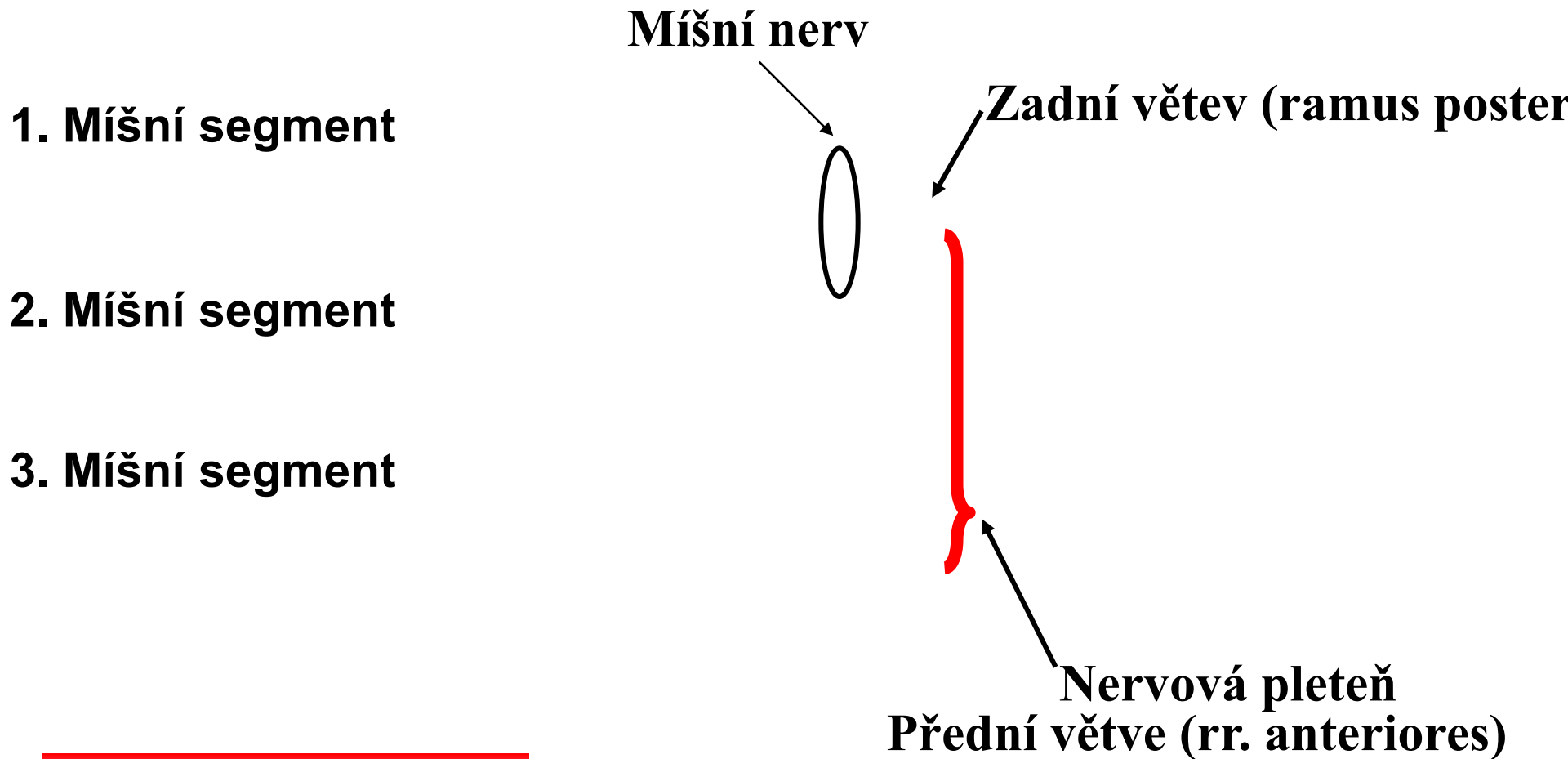
Míšní dermatomy

- každému míšnímu segmentu odpovídá určitá kožní oblast, která je senzitivně zásobena příslušným míšním nervem - **dermatom**
- prostřednictvím těchto anatomických vztahů je možno veškerý tělesný povrch rozdělit do segmentů čili **dermatomů** (sousedící dermatomy se mohou překrývat – nikoli však přes střední čáru)

Anesteziolog musí znát dermatomy kožní inervace i segmentální nervové zásobení, aby mohl plánovat rozsah anestezie a přizpůsobit jej očekávanému výkonu.

DERMATOM- kožní oblast inervovaná z jednoho míšního nervu (míšního segmentu)

- rozdíl mezi dermatomem (area radicularis sensitiva) a area nervina (sensitiva)



Dermatom 1 a 2

Area nervina (sensitiva)

Areae radicales viscerales (útrobní kořenové okrsky):

oblasti vnitřních orgánů jejich senzitivní inervace je vedena do míchy cestou jednoho míšního nervu a jeho kořenů

- **zadní kořen vede somatosenzitivitu**



- **i viscerosenzitivitu**



- při vedení bolesti z útroob tak může dojít k jevu, kdy impulzy z orgánů jsou (na úrovni spinálního ganglia nebo míchy) převedeny na neurony vedoucí vněmy z kůže, což vede k přecitlivělosti daného okrsku kůže na dotek, tyto okrsky, typické pro jednotlivé vnitřní orgány se nazývají

HEADOVY zóny.

HEADOVY zóny

- podobně, při poškození vnitřního orgánu se může bolest přenášet i do jiné oblasti těla, inervované senzitivně **stejným zadním míšním kořenem** – **IRADIACE** bolesti, typicky např. iradiace bolesti u infarktu myokardu do ulnární strany levé HK (ale často i jinam, např. do dolní čelisti)

- **Obrázky:**
- **Atlas der Anatomie des Menschen/Sobotta. Putz,R., und Pabst,R. 20. Auflage. München:Urban & Schwarzenberg, 1993**
- **Netter: Interactive Atlas of Human Anatomy.**
- **Naňka, Elišková: Přehled anatomie. Galén, Praha 2009.**
- **Čihák: Anatomie I, II, III.**
- **Drake et al: Gray's Anatomy for Students. 2010**