

NERVOVÁ SOUSTAVA
(SYSTEMA NERVOSUM)

FUNKCE NERVOVÉ SOUSTAVY

řídící funkce

- nervové řízení činnosti orgánů
- 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:

- **Multipolární** neurony nejpočetnější, z buněčného těla vystupuje několik dendritů a jeden axon, hvězdicovitý tvar („typické“ neurony) 80%
- **Pseudounipolární** neuron, typ bipolárního neuronu, dendrit + axon - dendraxon, tvar písmene T, centrální a periferní raménko (spinální ganglia a ganglia mozkových nervů)
- **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)

Synapse (axon)

- 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

Neuroglie

- **Astrocyty**: největší z neurogliových buněk (prostředí)
Vysílají dlouhé výběžky opatřené nožkami (vaskulární pedikly), které obalují všechny cévy CNS – **hematoencephalická bariéra**
- **Oligodendrocyty**: v šedé 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
- **rostrální**

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 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 CNS a vydává na základě toho pokyny pro výkonné orgány – efekty = **REFLEX**

- Anatomickým podkladem reflexu je **reflexní oblouk** – systém nervových drah, na kterých se reflex uskutečňuje.

1. Receptory

2. Dostředivé nervové dráhy

3. CNS

4. Odstředivé nervové dráhy

5. Efekty

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, sluchově-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, ale obvykle mezi ně bývá 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 CNS 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

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 periferii 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:

hlavové (kraniální) (prostupují přes bázi lební)

míšní (spinální) (vystupují skrze foramina intervertebralia)

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

- je řízen naším vědomím
- složen ze somatosenzitivních a somatomotorických (popř. sensorických) 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 míšní nerv vzniká spojením předního a zadního kořene a z páteřního kanálu vystupuje skrz **foramen intervertebrale**
- po výstupu z páteřního kanálu se míšní 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 autochtonní (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 (krk mimo suprahoidních svalů, 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**

KRČNÍ PLETEŇ (*plexus cervicalis*)

- tvořena spojkami z předních větví prvních čtyř krčních nervů (C1 – C4)
- uložena po stranách krční páteře a vystupuje z ní několik senzitivních, motorických a smíšených nervů. Jednotlivé nervy krční pleteně inervují:

Senzitivně: kůži přibližně v oblasti krku, část hlavy a okraj pletence

Motoricky: krční svalstvo, které vzniklo z hypaxiálních částí krčních myotomů (tedy **infrahyoidní svaly**, **musculi scaleni** a **hluboké krční svaly** a rovněž **bránici**, která embryonálně vzniká v krční oblasti)

- *suprahyoidní svaly + m. sternocleidomastoideus + m. platysma jsou původu žaberního a jsou proto inervovány některými hlavovými nervy, nikoliv nervy krční pleteně*

Rami ventrales nn. spinalium C1-4

senzitivní větve - vystupují do podkoží společně v polovině zadního okraje m. sternocleidomastoideus – punctum nervosum sensitivum:

- n. occipitalis minor (C2–3)
- n. auricularis magnus (C2-C3) ramus anterior et posterior
- n. transversus colli (C3)- rr. superiores et inferiores- ansa cervicalis superficialis
- nn. supraclaviculares (C3-4)

mediales

intermedii

laterales

motorické větve – samostatné svalové větve pro svaly pre- a intervertebrální, m. scalenus medius, m. sternocleidomastoideus, m. trapezius a m. levator scapulae

Ansa cervicalis (profunda) (C1–3) – (*ansa n. hypoglossi*)
motorická vlákna pro **infrahyoidní svaly**, kromě *m. thyrohyoideus* (samostatná větev n. thyrohyoideus)

• ***radix sup. (C1)*** – připojí se k n. hypoglossus a mezi a. carotis comm. a v. jugularis int.

• ***radix inf. (C2–3)*** - podél v. jugularis int., nad šlachou *m. omohyoideus* se klade na v. jugularis int. oba kořeny se spojí a vznikne ansa

smíšené větve

n. phrenicus (C3–5)

- terminálně se větví na spodní ploše bránice – **rr. phrenicoabdominales** - motoricky bránici, senzitivně peritoneum až po žlučník a slinivku; **r. pericardiacus** - na přední stěnu perikardu, inervuje i přilehlou pleuru

nn. phrenici acc. – přídatná vlákna

- a) přímo z plx. brachialis (C5–6),
 - b) přes n. subclavius
 - c) z radix inf. ansae cervicalis
- mohou nahradit typický n. phrenicus
 - dráždění nervu - singultus

MEZIŽEBERNÍ NERVY (*nervi intercostales*)

- zachovávají si po celý život segmentální uspořádání, tvoří pleteně, probíhají v mezižebních prostorech obloukovitě zezadu dopředu společně s mezižební tepnou a žílou v sulcus costae při dolním okraji žebra
- 1. – 6. až ke sternu, 7. – 12. na přední stěnu břišní
inervují:
- **senzitivně** kůži na hrudi a na břichu a rovněž parietální list pohrudnice a pobřišnice
- **motoricky** autochtonní hrudní (mezižební) svaly a rovněž přední a boční skupinu břišních svalů (tyto břišní svaly jsou původně svaly mezižební, které se přesunuly do břišní oblasti)

Nn. thoracici Th1-12

- **netvoří pleteně**

nn. intercostales

n. subcostalis

- **rr. musculares** (autochtonní svaly hrudníku)

- **rr. cutanei- laterales**

(mezi linea medioclavicularis a axilaris anterior)

- **anteriores** (při okraji sterna)

kůže hrudníku a břicha

- **rr. pleurales**

Z Th1- silná spojka do plexus brachialis
(nervus intercostobrachialis)

Nn. intercostobrachiales

(n. cutaneus brachii medialis)

- **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**