

## Somatická a vegetativní nervová soustava

- nervová soustava řídí – kosterní svalstvo a útrobní orgány – ty řízeny odděleně (kosterní svalstvo ovládáme vůlí, vnitřní orgány ne)
- somatická – část nervové soustavy, která řídí kosterní svalstvo
- vegetativní – (autonomní) – řídí činnost vnitřních orgánů

### Řízení činnosti kosterního svalstva

- pohyb od odtažení ruky (může být reflexní), napřímení těla až po pohyb z místa na místo (lokomoce) (není již pouze reflexní povahy)
- motorická činnost – slouží k vyhledávání potravy, stavění přístřešku, obrana před nepřítelem, ... - při činnosti zapojeny různé oblasti – motorické, smyslové, motivační –určující směr chování, pro člověka motorická aktivita význam jako komunikační prostředek řeč,

### úrovně řízení motorické činnosti

- a) **mícha** – součást reflexních drah, ovládání z různých oblastí mozku
- b) **mozkový kmen** – nejstarší oddíly řídící motorickou činnost z mozku, v mozkovém kmenu (prodloužená mícha a střední mozek) – původně řídily samostatně když neokortex – podřízeny motorickým oblastem
- c) **mozková kůra** – u člověka největší oblastí řídící motorickou činnost motorická kůra koncového mozku v čelním laloku
- **dráhy**
- **přímé** – jednotlivá nervová vlákna vedou k motorickým neuronům v míše bez přerušení – kortikospinální, pyramidová, z každé hemisféry jedna dráha – zručné, rychlé svalové pohyby založené na zkušenosti
- **nepřímé** – tvořena více neurony, součástí jsou motorická centra v mozkovém kmenu – provádění pohybů neúmyslných, při udržování polohy a postoje (opěrná motorika)
- většina drah vycházejících z mozku než vstoupí do míchy kříží v se prodloužené míše tak, že dráhy z levé strany mozku přecházejí na pravou a z pravé na levou

### Řízení činnosti vnitřních orgánů

- Nervový Systém řídící činnost vnitřních orgánů, činnost hladkých svalů ovládajících napřimování svalů vlasů a chlupů v kůži, sekreci potních žláz, slzných žláz a dřeně nadledvin – ozn. vegetativní (autonomní) nervový systém
- řídí činnost hladkého svalstva, žláz a srdce
- za autonomní proto, že jeho činnost je nezávislá na naší vůli, na rozdíl od systému somatického řídicího činnost kosterního svalstva, oba systémy nelze chápat jako naprosto oddělené (aferentní a eferentní vlákna)
- eferentní nervová vlákna veg. nerv. soustavy vycházejí z mozku a z míchy a dělí se na : **sympaticus a parasymphaticus**
- eferentní nerv. vlákna sympatiku vycházejí z **hrudní a bederní míchy**, nervová vl. parasymphatiku vystupují z různých jader **v mozkovém kmenu a z křížových úseků míchy**
- eferentní složka NS je vždy složena ze dvou neuronů, které jsou přepojovány v synapsích v periferních gangliích, synapse sympatiku jsou uloženy v gangliích podél páteře, ganglia jsou mezi sebou propojena podél páteře nervovými vlákny k- vytváří tak pruh nervové tkáně nazývaný **sympatický kmen**
- **gnaglia parasymphatiku** jsou většinou uložena až **v těsné blízkosti inervovaného orgánu** (ganglia terminální), nejvýznamnějším parasymphatickým nervem je bloudivý nerv X. hlavový nerv
- většina orgánů inervována sympatikem i parasymphatikem, u některých orgánů mají antagonistickou funkci (sym. zrychluje srdeční činnost, parasymphat. zpomaluje), u jiných orgánů převládá inervace buď sym. nebo parasymphat.

### Vegetativní nervstvo

#### Regulační úroveň

- 1.) **mícha** – centra reflexů ovládající moč. měchýř, střeva – vyprazdňování, pohlavní reakce, míšní regulace po ztrátě spojení s CNS – nedokonalá – týká se moč. měch., pohl. fcí
  - 2.) **prodloužená mícha** – centra řídící životně důl. orgány – oběhová, trávicí soustava, nejsou schopna integrovat činnost vnitřních orgánů zcela samostatně, úplná integrace - hypotalamus
  - 3.) **hypotalamus** – nejvyšší centrum vegetativní NS, uvádí v činnost celé komplexy reakcí současně, řízení příjem potravy, činnost trávicí soustavy (pocit hlad a žízeň) – roli receptorů zaznamenávající koncentrace glukózy
  - **aktivace sympatiku** – příprava organismu na stres – fyzickou nebo psychickou zátěž – zvýšená činnost srdce, zvýšení přísunu krve a glukózy do činných tkání, změny v termoreg. pochodech
  - **parasymphatikus** – opačné – zotavení organismu, uplatňují se když org. v klidu, výrazná sekrece v trávn. trubici, hybnost v trávn. trubici
  - hypotalamus prostřednictvím sympatiku a parasymphatiku plní homeostatické funkce
  - pro organismus důležité – vyrovnanost sympatiku a parasymphatiku
- a) protichůdné
  - b) jeden převažuje (moč. měchýř – parasymph.)
    - c) oba stimulují (produkce slin – ale různé složení)
    - d) působí jeden systém (sympaticus – dřeň nadledvin, vzpřimovač chlupů)

SYMPATICUS	PARASYMPATICUS
Připravuje organismus k aktivitě	zajišťuje zotavení organismu
zvyšuje srdeční činnost	zpomaluje srdeční činnost
rozšiřuje průdušky	zužuje průdušky
rozšiřuje zornice	zužuje zornice
zeslabuje peristaltiku střev	zesiluje peristaltiku střev
mírně zvyšuje sekreci slin	vyvolává sekreci slin a trávicích šťáv
zvyšuje svalové napětí svěrače konečníku a močového měchýře	snižuje svalové napětí svěrače konečníku a močového měchýře
vyvolává sekreci dřeně nadledvin	
snižuje průtok krve v kůži a břišních orgánech	způsobuje erekci vnějších pohlavních orgánů
vyvolává sekreci potních žláz	
vyvolává stahy hladkých svalů chlupů a vlasů (ježení)	zajišťuje akomodaci oka

### Vlastnosti soustavy nervové a endokrinní

	nervové působení	hormonální působení
místo vzniku signálu	neuron (n. receptor)	žláza
povaha signálu	vzruch (akční potenciál)	hormon
způsob přenosu signálu	nervové vlákno	cévní soustava
místo určení	specifická tkáň	větší množství tkání
šíření signálu	rychlé	obvykle pomalé
účinky	lokalizované	v širší oblasti
trvání účinků	obvykle krátké	obvykle dlouhodobé

**REFLEX**=základní fyziologická jednotka nervové činnosti

- přenos signálu z receptoru nervovou dráhou k výkonnému orgánu, odpověď organismu na podněty z vnitřního i vnějšího prostředí
- probíhá po dráze = reflexní oblouk

**reflexní oblouk**—spojení senzorickeho a motorickeho neuronu přímo nebo prostřednictvím interneuronu

**-stavba:**

◦ **receptor**= smyslový orgán, zachycení stimulu z vnějšího prostředí → aférentní nervová

dráha→**centrum**(ústředí) = CNS—zpracování vzruchu, vytvoření odpovědi→eférentní nervová dráha→**efektor** = výkonný orgán (sval), odpověď na podráždění

Reflexní oblouk:

☺ receptor (smyslový orgán)

↳ dostředivá nervová dráha (aférentní)

↳ centrum (CNS)

odstředivá nervová dráha (eférentní) ↪

☞ efektor (výkonný orgán, např. sval) ↪

**a) jednoduchý reflexní oblouk**=monosynaptický—mezi aférentní a eférentní dráhou pouze 1 synapse (např. českový reflex, obranné reflexy v rámci míchy)

**b) složitější reflexní oblouk**=polysynaptický—častější, existence 1 nebo více vmezeřených interneuronů (např. obranné reflexy)

-rytmická činnost neuronů —u cyklicky se opakujících stereotypních pohybů bez vnější stimulace (chůze, běh apod.)

-**obránné míšní reflexy**—velmi rychlý průběh bez účasti mozku

Signální soustavy:

signál = podnět podmíněného reflexu

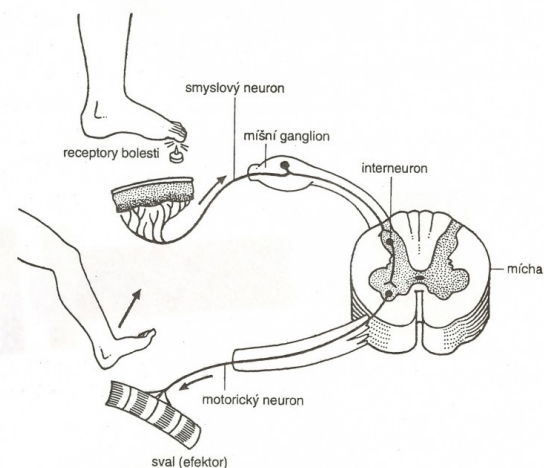
signální soustava = soubor signálů určitého druhu

I. **SIGNÁLNÍ SOUSTAVA:** u vyšších živočichů a u člověka

- základem je konkrétní myšlení (signál má chemickou nebo fyzikální podobu)

II. **SIGNÁLNÍ SOUSTAVA:** pouze u člověka ( ⇐ předpokladem je abstraktní myšlení)

- signálem jsou abstraktní podněty ( slovo )



## NEPODMÍNĚNÉ REFLEXY

- vrozené, dědičné (kašel, dýchání, kýchání apod.), biologicky významné
- na 1 podnět vždy stejná reakce
- průběh vždy po stejné dráze
- centra v šedé hmotě všech částí CNS kromě kůry koncového mozku
- celoživotní, některé se mohou během života utlumit
- základ nižší nervové činnosti
- jedná se o **pudy, instinkty** = nejsložitější forma nepodmíněného reflexu

## PODMÍNĚNÉ REFLEXY

- získané, biologicky nevýznamné
- umožňují adaptaci na vnější podmínky, individuální
- na 1 podnět různé reakce
- centra v mozkové kůře
- proměnlivé, vznikají a zanikají během života
- vznik=**učení**—objevitel **I.P.Pavlov** – ruský fyziolog, pokusy se psem a zvonkem→podmíněné reflexy vznikají na základě spojení nového podnětu (jakýkoli indiferentní podnět) s nepodmíněným reflexem
- **posilování** = časté spojování podmíněného a nepodmíněného podnětu, podmíněný reflex je pevný
- pokud není podmíněný podnět spojován s nepodmíněným, ztrácí signální význam→podmíněná odpověď slabne, ustává→útlum reflexu =**vyhasínání, zapominání**
- základ **vyšší nervové činnosti**
- paměť**—funguje na základě podmíněných reflexů →posilování reflexů znamená vznik a udržování nových synapsí

### Nervové řízení u živočichů a u člověka

#### Význam:

Nervová soustava ovládá pomocí nervových vzruchů přímo nebo nepřímo činnost všech orgánů v těle, vytváří chování organismu a komunikuje s okolním světem.

#### Podstata:

Fyzikální podstatou tvorby a přenosu nervových vzruchů je pohyb iontů ( tento pohyb lze registrovat jako elektrické děje)

#### Neuron

- = nervová buňka, je základní stavební jednotkou nervové soustavy
  - je to vysoce specializovaná dráždivá buňka, která je ve spojení s dalšími neurony nositelem pocitů, paměti i veškerých duševních schopností.
  - ztráta neuronu, vzniklá jeho poškozením nebo zánikem, se během života nenahradí
  - podpůrnými buňkami neuronů jsou tzv. **gliové buňky** (=neuroglie).
    - různé typy buněk v nervové tkáni, které nemají povahu neuronů
    - plní řadu funkcí – podpůrnou, izolační, metabolickou, a nepochybně i funkce další, -
- např.: Schwannovy buňky, oligodendroglie

#### Stavba neuronu:

Většina neuronů se skládá z těchto částí:

##### 1)**Tělonervové buňky** (= neurocyt =perikaryon)

- přijímá a zpracovává přicházející podněty z prostředí a přivádí je do neuritu.

##### 2)**Dendrity**

- dendrity představují hlavní recepční oblast neuronu, přijímají vzruchy, které do buňky přicházejí.  
- pro celou dendritickou zónu je charakteristická přítomnost dráždivé membrány, která dává v závislosti na intenzitě podnětu vznik stupňovité odpovědi a nikoliv vzruchové aktivitě.

##### 3)**Axon** (= neurit = osová vlákno/válec = axonový válec)

- axon je specializován na vedení akčních potenciálů na velkou vzdálenost ve směru z buňky. - nervová buňka vlastní většinou pouze jeden axon

- je dlouhý, hladký a větví se až na konci (až 100 cm)

- axon odstupuje přímo z těla neuronu v místě zvaném **axonový hrbolek**. Ten má spolu s **iniciálním segmentem** neuritu rozhodující postavení v neuronu, protože jsou místem vzniku vzruchu (akčního potenciálu).

→ většina neuronů je obalena dvěma pochvami.

⇒První je označována jako **Myelinová pochva**,lipoproteinová vrstva, která je v průběhu osového vlákna přerušovaná tzv. **Ranvierovými zářezy**.

⇒Druhým obalem je **Schwannova pochva**. Je tvořena plochými Schwannovými buňkami, které jsou obtočeny kolem myelinové pochvy.

- tento typ se vyskytuje především v PNS.

→ v CNS převažují **bílá vlákna nervová**

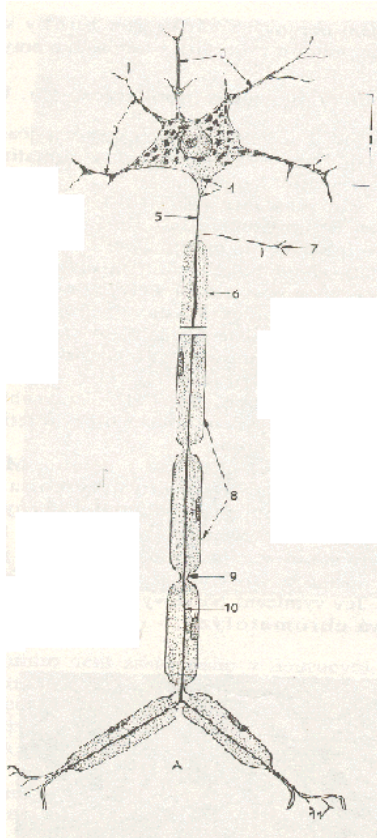
→dalším typem jsou **nervová vlákna nemyelinovaná**(u vegetativních nervů, nebo v šedé hmotě CNS )

##### 4) **Telodendria**

- nervová zakončení
- jsou nahá (tj. nejsou pokryta myelinovou vrstvou, ani Schwannovými buňkami).
- obsahují mediátor nebo sekreční materiál.
- konečným útvarem telodendria je malé zduření - **synaptický knoflík**

**Pozn.:** Pojmenování "axon" by se správně mělo používat pouze pro neurity obalené gliovou pochvou. Exaktní pojmenování je „neurit“, poněvadž tento název nejlépe zdůrazňuje protiklad k označení „dendrit“. Pojmenování „osový válec“ (zkráceně „axon“) by se mělo logicky používat jen v těch případech, kdy je neurit není holý, ale nachází se uvnitř specialisované pochvy, je její osou (z lat. Axis). Anglo-americký usus, v němž i nahé neurity se označují jako „axony“ je nepřesný. Je však natolik vžitý, že je nyní již těžké tento termín obejít.

**Obr. 4.: Schéma neuronu** 1 –neurocyt s velkým světlým jádrem a velkým jadérkem, 2 –Nisslova tigroidní substance, 3 –dendrity, 4 –odstupový konus axonu (**iniciální segment**), 5 –holý úsek axonu, 6 –myelinovou pochvou obalený axon v CNS, 7 –kolaterály, 8 –periferní úsek nervového vlákna s **pochvou myelinovou a Schwannovou**, 9 –**Ranvierův zářez**, 10 –axon, 11 –terminální rozvětvení axonu, nervová zakončení= **telodendria**



#### Vznik a vedení nervového vzruchu:

- Podstatou vytvoření vzruchu je změna tzv. **klidového membránového potenciálu** (KMP). KMP se vyskytuje u nečinné nervové buňky a je charakteristický koncentracemi iontů v prostředí intracelulárním ( $-$ ,  $K^+$ ) a extracelulárním ( $+$ ,  $Na^+$ )
- Tato stálá koncentrace se udržuje díky činnosti pump specifických pro jednotlivé ionty. Zvláště významnou roli hraje **sodno-draselná pumpa**.
- Obvykle se uvádí hodnota klidového membránového potenciálu buňky vzhledem k vnějšímu prostředí **-70mV**

#### **Podstata vzniku akčního potenciálu**

Axonální membrána je specializovaná na rychlé šíření nervového signálu na relativně velké vzdálenosti. Podstata tohoto přenosu je elektrická; informace se přenáší podél axonu ve formě **akčních potenciálů** (obr. 7), což jsou velké reversibilní změny membránového potenciálu.

Podstata vzniku akčního potenciálu spočívá v přechodné **depolarizaci** membrány axonu. Děje se tak díky rychlému přesunu velkého množství  $Na^+$  membránou zvenčí dovnitř buňky. Z hodnoty KMP -70 mV se změni hodnota membránového potenciálu na +30 mV. Depolarizace trvá přibližně 0,5 ms.

Téměř současně z buňky vystupuje  $K^+$  a dochází ke stejně rychlé **repolarizaci** membrány až asi na 70% původní hodnoty KMP. Díky sodno-draselné pumpě dojde na chvíli dokonce k hyperpolarizaci, která se pomalu vrací na hodnotu KMP.

Specifické změny permeability membrány pro jednotlivé ionty jsou možné proto, že membránu axonu prostupují napěťově řízené kanály, které jsou specifické jednak pro  $Na^+$ , jednak pro  $K^+$ . Jsou to prostory vzniklé vhodným konformačním uspořádáním

oligomerních bílkovin cytoplazmatické membrány. Změnu konformace vyvolává změna vnějšího napětí, tzv. **prahový potenciál**, tj. dostatečně rychlá depolarizace o 10 až 20 mV.

#### **Šíření vzruchu po axonu**

- Místo, kterým prochází vzruch, je depolarizováno. Mezi zevním a vnitřním povrchem membrány vzniká elektrický proud, který depolarizuje sousední klidový úsek. Akční potenciál působí tedy jako pohyblivá dráždivá katoda.
- Vzruch se šíří pouze **jedním směrem**
- Jeho amplituda zůstává po celé délce axonu **stálá**. Říká se, že akční potenciál se chová podle zákona „vše nebo nic“
- V nervu s myelinovou pochvou dráždí místní proud nervovou membránu až v nejbližším **Ranvierově zářezu**. Mluvíme o tzv. **saltátorním vedení vzruchu** (z lat. saltare = skákat). Tím, že vzruch přeskakuje značné úseky nervového vlákna se jeho vedení zrychluje a zohospodárňuje

#### Synapse:

V nejširším pojetí jsou jako **synapse** označována všechna funkční spojení mezi membránami dvou buněk, z nichž alespoň jedna je neuron. To znamená, že jako synapsi neoznačujeme pouze spojení neuron – neuron, ale také smyslová buňka – neuron, efektor – neuron (např. nervosvalová ploténka).

## Interneuronové synapse

Interneuronové synapse představují spojení, při kterém přechází informace z jednoho neuronu na druhý. Na jednom neuronu může být až několik tisíc synapsí.

V elektronovém mikroskopu je možno rozlišit na každé synapsi presynaptickou a postsynaptickou část. Mezi oběma částmi synapse je úzká (10-50 nm) **synaptická štěrbin**.

**Presynaptickou část** tvoří zakončení axonu zvané synaptický knoflík. Tato část obsahuje synaptické váčky, ve kterých je mediátor.

**Postsynaptická část** je tvořena přilehlou buněčnou membránou napojeného neuronu.

### Přenos vzruchu v synapsi

#### Příchod akčního potenciálu

Příchod akčního potenciálu na presynaptickou membránu navodí otevření **napětově řízených kanálů pro  $Ca^{2+}$**  (obr. 13). To má za následek vtok  $Ca^{2+}$  do presynaptického zakončení, kde  $Ca^{2+}$  ionty podnítlí exocytozu synaptických váček, čímž se mediátor dostane do synaptické štěrbin.

#### Vylití mediátoru

Následuje vylévání velkých kvant **mediátoru** z váček do synaptické štěrbin. Mediátor se váže na **receptor** na subsynaptické membráně a aktivuje ji. Každý mediátor má svůj specifický receptor a zapadají do sebe na základě principu zámku a klíče.

#### Excitační a inhibiční účinek

Některé neurotransmitery, jestliže jsou navázány na receptor, mají **excitační účinek**. V takovém případě je membrána, díky otevření příslušných iontových kanálů, vysoce propustná např. pro hydratované ionty  $Na^+$  a  $K^+$ . Vtok  $Na^+$  značně převyšuje výtok  $K^+$ , což vede až k **depolarizaci**.

Jiné neurotransmitery mají účinek **inhibiční**. Jejich účinkem se zvyšuje propustnost pro méně hydratované ionty  $K^+$  a  $Cl^-$ . Výsledkem je především výtok  $K^+$ , což vede k **hyperpolarizaci**.

#### Sčítání synaptických potenciálů

Na některých synapsích jsou uvolňovány mediátory, které mají **excitační účinek**, zatímco na jiných jsou uvolňovány mediátory, které mají účinek inhibiční. V závislosti na způsobu své aktivace uvolňují různé axony své neurotransmitery v různou dobu. Jediná depolarizační změna EPSP (excitačního postsynaptického potenciálu) je hluboce podprahová (2-4 mV). Tyto podprahové potenciály se však mohou sčítat až do spouštěcí úrovně (15-20 mV). V takovém případě se vybarví vzruch (**vzniká akční potenciál**).

Naopak IPSP (inhibiční postsynaptický potenciál) je podstatou synaptického útlumu.

#### Některé mediátory

↳ INHIBIČNÍ:

**GABA**

**glycin**

↳ EXCITAČNÍ

**acetylcholin**

**glutamát**

#### Fylogeneze NS

1) **Difúzní nervová soustava** = rozptýlená

- není rozlišena CNS a PNS
- síť nervových a smyslových buněk
- každý okřesek reaguje odděleně
- např.: žahavci

2) **Centralizovaná NS** = kruhová

- typická pro pohyblivé, paprscitě souměrné živočichy
- naznačeno primitivní centrální nervstvo = kruhové nervy, ve kterých jsou shluky neuronů
- např.: medúzy, sasanky, ostnokožci

3) **Gangliová NS**

- shluky nervových buněk = ganglie
- u většiny bezobratlých
- rozlišena na centrální a obvodovou (v důsledku vzniku hlavy)
  - **Žebříčková:** párová ganglia na břišní straně každého tělního článku (připomíná žebřík)
    - kroužkovci
  - **Modifikovaná:** ganglia splývají ve větší zausliny
    - pavouci, hlavonožci

4) **Trubicovitá NS**

- charakteristická pro strunatce
- tvořena CNS + PNS
- vznikla tzv. *neurulací* = vchlípnutím ektodermu
- rozšířením přední části → mozek, zbytek trubice přetvořen v míchu

