

# Řídící subsystém

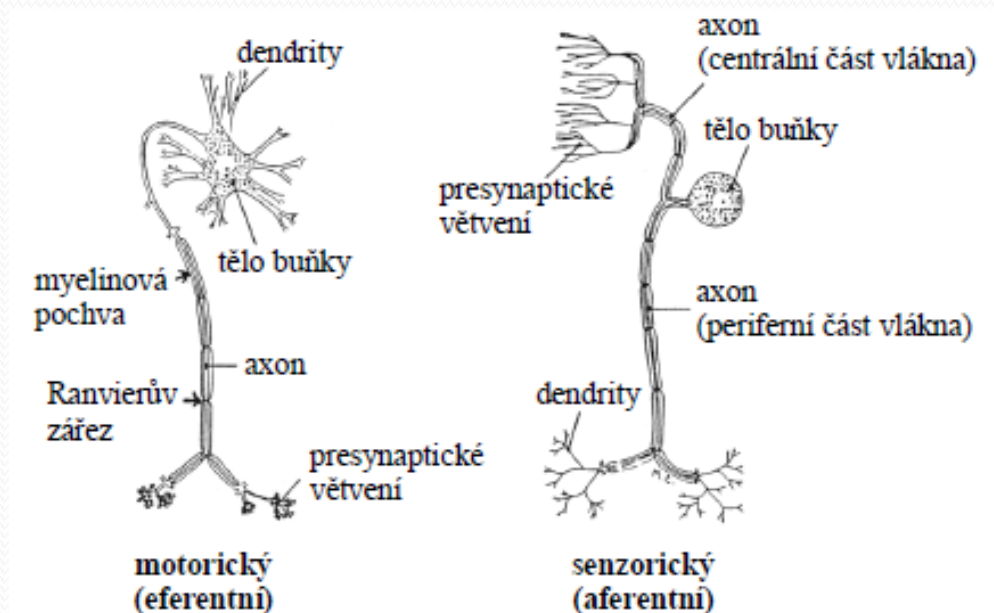
vznik a šíření vzruchů, zatížení nervové tkáně

# Nervový systém

- je nezbytný pro zahájení svalové kontrakce
- koordinuje velikost svalové síly a podílí se na optimalizaci energetického výdeje.
- Hlavní funkce:
  - recepce informace a její přenos,
  - zpracování a vyhodnocení vstupního signálu pro určení možnosti jeho přenosu,
  - přenos signálu na výkonné orgány

# Neuron

- Základní stavební jednotka nervové soustavy
- Skládá se z:
  - Těla (soma) – v mozku, šedé kůře míšní, gangliích
  - výběžky (axon - odstředivý - a dendrity - dostředivé),
  - konec axonu (presynaptické větvení)



# Neurony

- Na membráně buňky je membránový potenciál, při depolarizaci membrány – vzruch – její šíření po povrchu neuronu - akční potenciál
- **Aferentní** (senzorické/dostředivé) – předávají informace ze sensorů do CNS
- **Interneurony** (vmezeřené) – většina neuronů, tvoří spojení mezi aferentními a eferentními, součástí reflexních oblouků tvořících pohybové programy
- **Eferentní** (motorické/odstředivé) - přenášejí informace z CNS do výkonného efektoru – svalu. K přenosu dochází na nervosvalové ploténce

# Spojení neuronů

- Synapse - funkční spojení mezi membránami dvou neuronů, které slouží pro přenos vzruchů
- Spojení se uskutečňují mezi nervovými zakončeními jednoho neuronu a vstupní membránou dendritů a buněčného těla dalšího neuronu.
- K přenosu vzruchu nedochází elektricky, ale látkově (chemicky) pomocí mediátorů, které se uvolňují působením akčního potenciálu.
- Nervové vlákno vede vzruch oběma směry, synapse však propouští vzruch pouze jedním směrem.

# Rychlost vedení vzruchu

<i>Typ vlákna</i>	<i>Inervace</i>	<i>Průměr vlákna (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Rychlost vedení vzruchu (<math>\text{m}\cdot\text{s}^{-1}</math>)</i>
<b>Eferentní</b>			
A $\alpha$	kosterní sval	15	100
A $\beta$	kosterní sval, svalové vřetenko	8	50
A $\gamma$	svalové vřetenko	5	20
B	sympatikus – pregangliová vlákna	3	7
C	sympatikus – postgangliová nemyelinizovaná vlákna	1	1
<b>Aferentní</b>			
Ia	svalové vřetenko	13–20	80–120
Ib	Golgiho tělisko	13–20	80–120
II	svalové vřetenko	6–12	35–75
III	tlakové senzory ve svalu, ostatní mechanorecepce	1–5	5–30
IV	bolest (nemyelinizovaná), teplota	0,2–1,5	0,5–2

# Biomechanické vlastnosti nervové tkáně

- Velké zatížení způsobuje deformaci periferních nervů, která se projeví ve zhoršení jejich funkce.
- Při dalším nárůstu dochází ke strukturálním změnám.
- Hlavními způsoby namáhání periferních nervů je tah a tlak. Maximální protažení, které umožní návrat do původního stavu, se pohybuje kolem 20 % klidové délky. Při protažení, které způsobí změnu délky asi o 30 %, dochází k přetržení nervu.
- Vlastnosti nervové tkáně se mění vlivem věku. Po pozvolném poklesu na začátku dospělosti se větší dysfunkce objevují kolem 70. roku života. Zatímco rychlost vedení vzruchu v nervových vláknech se u mladých jedinců pohybuje mezi 50 až 70 m·s<sup>-1</sup>, dochází ve věku mezi 60. až 80. rokem k poklesu rychlosti asi o 10 m·s<sup>-1</sup>

# Zpětnovazebné receptory

- okamžitá a nepřetržitá informace o průběhu kontrakce a o velikosti vyvíjené síly předávána do CNS na základě údajů zpětnovazebných receptorů, umístěných přímo v masité nebo šlachité části svalu.
- **svalová vřeténka,**
- **Golgiho tělíska.**



# Svalová vřeténka

- protáhlé útvary délky 2–10 mm
- Tvořena 4-6 (2-12) intrafuzálními svalovými vlákny.
- Intrafuzální vlákna jsou orientována rovnoběžně s extrafuzálními vlákny kosterního svalu.
- Svalová vřeténka reagují na velikost protažení svalu změnou délky.
- několik vřetének až několik desítek ve svalu, stálý počet
- Informace z vřetének předávány pomocí aferentních neuronů – reagují na změnu délky i rychlost změny

# Golgiho tělísko

- tvořeno svazkem kolagenních vláken v jemném vazivovém pouzdře na přechodu šlachy a svalu a
- jsou citlivá na mechanickou deformaci, na změnu velikosti výstupní síly
- V porovnání se svalovými vřetenky je jejich struktura jednodušší
- Golgiho tělíska jsou umístěna v sérii za skupinou extrafuzálních vláken a reagují na změny napětí, generované pouze těmito vlákny.
- Je-li síla produkovaná jinými vlákny, aktivita Golgiho tělíska nenarůstá.
- Vztah mezi nárůstem síly a „reakcí“ Golgiho tělíska není lineární.
- Na rozdíl od svalového vřetenka dochází k aktivaci tělíska i v případě zkrácení svalu.

# Příklady k procvičení

- Kolikrát se zmenší odpor vzduchu brzdící cyklistu, který při jízdě stálou rychlostí zmenší svůj tvarový součinitel  $C_x$  z hodnoty 1 na 0,8 a svůj čelní průřez  $S$  z  $0,45 \text{ m}^2$  na  $0,35 \text{ m}^2$ ?

- Jakou maximální hmotnost může mít člověk, který stojí na plovoucí kře, aby se nenamočil? Kra má tvar čtverce o ploše  $2 \text{ m}^2$  . Tloušťka kry je  $30 \text{ cm}$  . Hustota ledu je  $900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  , hustota vody je  $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  .

- Rychlobruslař o hmotnosti 80 kg při závodech předjíždí soupeře. Zrychluje proto ze svých  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  na  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Jakou práci vykonají přitom jeho svaly? Přeměny na vnitřní energii působením odporu vzduchu a tření zanedbejte.