

# Mozek a chování, vnější prostředí neuronu

# Studijní literatura

- Merkunová A. a Orel M. Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory. Praha: Grada, 2008.
- Rokyta R. a kolektiv: Struktura a funkce lidského těla. TIGIS spol.s.r.o., Praha 2002.
- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. Atlas fyziologie člověka. 6. přepracované vydání. Praha: Grada, 2004.
- KRÁLÍČEK, Petr. Úvod do speciální neurofyziologie. 3., přepracované a rozšířené vyd. Praha: Galén, 2011.

# Homeostáza

- stálost vnitřního prostředí
- endokrinní, nervový, imunitní systém

# Homeostáza - nervový systém

- Mozek člověka je "chytrý" – když je to možné, anticipuje pravděpodobné změny v homeostáze → všechny anticipační homeostatické zásahy vyžadují funkční přední mozek
- nečekané výchylky v homeostáze → zajišťovány většinou nevědomými reflexy na úrovni míchy a mozkového kmene

# Homeostáza - nervový systém

- nevědomé procesy - např. peristaltika střevní, ....
- volní složka se podílí např. při řízení tělesné teploty  
.....

# Homeostáza - nervový systém

- **Funkce, při kterých je nezbytná interakce se zevním prostředím, vyžadují účast chování a jsou projevem činnosti mozku.**
- **Chování** (od jednoduchých po složité formy) vyžaduje účast tří hlavních funkčních sestav mozku: senzoričkých, výkonných a motivačnich.

# Chování podle cíle, k němuž směřuje:

- energetická rovnováha
- objem vody a osmolarita
- udržení stálé tělesné teploty
- dlouhodobá výkonnost
- udržení a upevnění zdraví
- reprodukční, sexuální
- obranné
- .....

# Základní představa

- popis funkcí - co neurony, oblasti a okruhy skutečně dělají, je pouze přibližný
  - nervový systém pracuje jako celek
  - určitá populace neuronů nebo oblast je důležitá pro jednu nebo více "svých" funkcí a méně významná v řadě dalších funkcí
- postižení jedné oblasti může ovlivnit více či méně několik funkcí



# Neuron

- přibližně  $10^{11}$  nervových buněk
- společným rysem je individualita
- liší se jeden od druhého lokalizací, stavbou, spoji, fyziologickými vlastnostmi a funkcí
- neurony tvořící shluky (jádra) nebo vrstvy mají podobné vlastnosti

## Většina neuronů sdílí následující:

- 4 morfologické oblasti – dendrity, tělo, axon, synaptické terminály
- 4 funkční komponenty – vstupní, integrační, vedení vzruchu, výstupní
- generují regenerativní elektrické potenciály
- komunikují s dalšími neurony

# Neuron – zajímavá čísla

- tělo neuronu v průměru 5-25 mikrometrů
- průměr axonu 0,5-20 mikrometrů
- nejdelší axony cca 1,4 m

Pokud přirovnáte tělo neuronu (25 mikrometrů) k baseballovému míčku (cca 12 cm), jak pak bude jeho axon (např. 10 mikrometrů v průměru a délky 1 metr) proporcionálně dlouhý a tlustý?

# Nervová buněčná membrána

- fosfolipidová dvojvrstva
- iontové kanály
- přenašeče
- receptory
- proteiny synaptických membrán

# Pasivní transport - iontové kanály

- stále otevřené
- řízené napětím
- řízené chemicky
- řízené mechanicky

Aktivní transporty – iontové pumpy

# Glie (10 x více než neuronů)

- CNS – oligodendrocyty, astrocyty, mikroglie
- PNS – Schwannovy buňky
- funkce: metabolická, imunitní, přenos informací, objemová a iontová homeostáza

# Myelin

- zrychluje vedení AP
- porušení tvorby myelinu, autoimunitní reakce, atd...
- **demyelinizační onemocnění** – postižení nervové komunikace (sclerosis multiplex v CNS, Guillain Barré syndrom – periferní demyelinizační onemocnění)

# Vnitřní prostředí CNS

- extracelulární prostředí (15 % objemu mozku)
    - intersticiální tekutina a extracelulární matrix
  - mozkomíšní mok (angl. zkratka **CSF**) v komorách a subarachnoidálních prostorech
    - čirá, bezbarvá tekutina, nebuněčná (do 4 buněk/ $\mu$ l), relativně bez proteinů
- funkce: mechanická a ochranná, drenážní,  
homeostatická, přenos informací (? neuropeptidy, GABA)



# Produkce mozkomíšního moku

- cca 500 ml/den (z toho cca 70 % v plexus choriodei)
- cirkulující objem: cca 150 ml

# Bariéry v CNS

- bariéry udržují stále složení ECT a likvoru
- klinické využití: přechod léčiv přes bariéry – ATB, dopamin x L-Dopa .....
- funkce bariér může být porušena různými patologickými procesy

# Cirkumventrikulární orgány

- funkce sekreční - uvolňují látky do krve
  - neurohypofýza (oxytocin, vazopresin)
  - epifýza (melatonin)
- funkce monitorace vnitřního prostředí
  - area postrema - chemorecepce, zvracení
  - subfornikální orgán - osmolarita krve, žízeň

# Zásobování kyslíkem

- mozek (cca 3 % tělesné hmotnosti) vyžaduje stabilní dodávku kyslíku a glukózy
- spotřeba: cca 25 % celkového kyslíku
- bez kyslíku: bezvědomí za 10 sekund, ireverzibilní změny po 4 minutě (struktury mozkového kmene jsou méně citlivé na hypoxii)
- arteriální přítok krve do mozku představuje asi 15-20 % srdečního výdeje

# Zdroje energie

- **glukóza** - není zapotřebí inzulín
- hladovění, cukrovka – ketolátky
- mozek novorozence i volné mastné kyseliny

# Synaptický přenos

- **synapse**
- chemická x elektrická synapse
- **neurotransmitery**

# Synapse

- na průměrném neuronu se nachází přibližně 10 000 synapsí (100 000 – Purkyňova buňka)
- průměrný neuron vytváří 1000 (2000) spojení
- **dendritické trny** – zvětšení plochy dendritů
  
- Sir Charles Sherrington  
(1932 - Nobelova cena za fyziologii a medicínu)

# Elektrická synapse

téměř žádné zpoždění; obousměrné vedení informace;  
na neuronech (např. u generátorů rytmických vzorců) i  
gliových buňkách (astrocyty)



# Chemické synapse

**presynaptická buňka**

**synaptická štěrbina: 20-40 nm**

**postsynaptická buňka**

- **synaptické zpoždění: 1-5 ms**
- **jednosměrné vedení informace**

# Chemický přenos – 4 kroky

- presynaptický neuron:
  - syntéza přenašeče
  - ukládání a uvolňování přenašeče
- postsynaptický neuron:
  - interakce přenašeče s receptorem
  - odstranění přenašeče ze synaptické štěrbin

# Přenašeč (transmitter)

- je tvořen v neuronu
- nachází se v presynaptické části
- stimulace presynaptické části vede k jeho uvolnění a spuštění specifické odpovědi
- existuje specifický mechanismus, který zajišťuje jeho odstranění ze synaptické štěrby (např. difúze, enzymatická degradace nebo reuptake)

# Receptory

- každý přenašeč má více typů receptorů
- postsynaptické a presynaptické receptory
- vysoká koncentrace receptorů v místě, kde se uvolňuje přenašeč
- ionotropní a metabotropní receptory

# Ionotropní receptory

- rychlá, krátce trvající odpověď
- otevírají kanály
- motorické akce a senzorické zpracování

# Metabotropní receptory

- sekundy až minuty
- modulace účinnosti synaptického přenosu
- otevírají nebo uzavírají kanály
- emoční stavy, úroveň nabuzení, nálady, jednoduché formy učení a paměti

# Přenašeče

- Neurotransmitery:
  - excitační - **glutamát**
  - inhibiční - **GABA** v mozku, **glycin** v míše
- Neuromodulátory:
  - serotonin, dopamin, noradrenalin, acetylcholin, histamin

# Příklady neuropeptidů

- mozek/GIT peptidy – substance P
- opioidní peptidy – Leu-enkephalin
- hypofýza - ACTH
- .....