

# Neurofyziologie a pohybový systém v ontogenezi III

SYNAPSE

NEUROMEDIÁTORY

MOTORICKÉ DRÁHY A JEJICH PORUCHY

# Neuronální síť

- ▶ Neuron zapojení řádově až v tisících synapsích
- ▶ Přenos informací – synaptická transmise = **neurotransmise**
- ▶ **Neurotransmise** = aktivní, časově omezený, jednosměrný, nevratný proces
- ▶ Synapse:
  - a, elektrické – těsné spojení dvou buněk, přenos akčního potenciálu prostřednictvím konexonů = membránové struktury ( srdce)
  - b, chemické – prostřednictvím molekul chemických látek – neuromediátorů ( NS)

# Dělení synapsí

## ► Interneuronové

- mezi dvěma neurony
- axo- dendritická, axo-somatická, axo-axonální spojení

presynaptický



postsynaptický

## ► Neuroreceptorové

- Ve smyslových orgánech

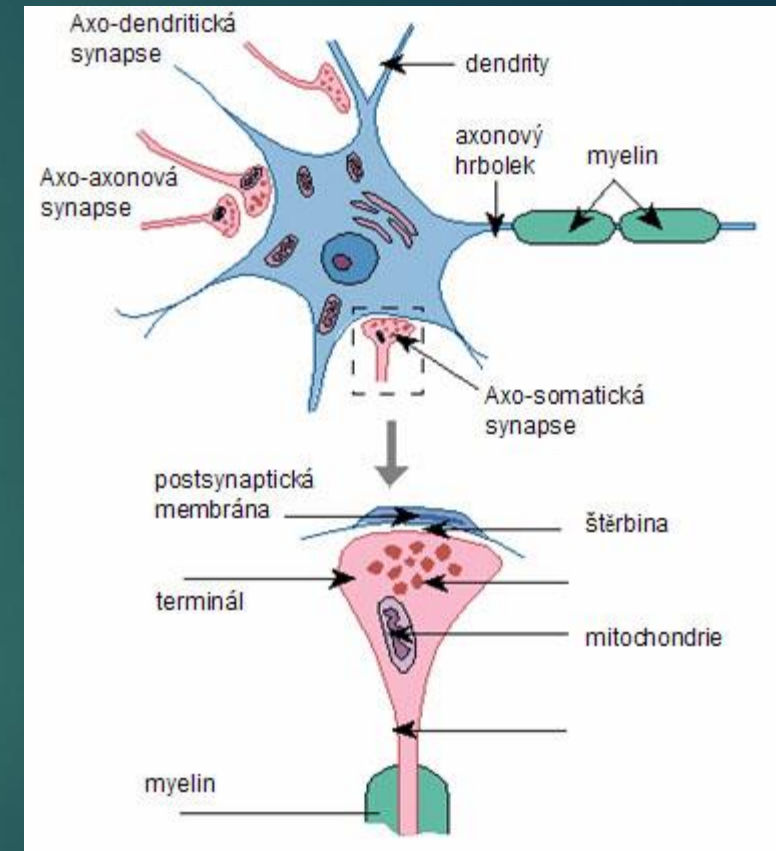
Senzorická b.



Senzitivní neuron

## ► neuroefektorové

- Axon a efektorová buňka



# Stavba chemické synapse

## Presynaptická část

- Synaptické vezikuly s přenašečem

## Velké synaptické vezikuly

- Neuropeptidové mediátory
- Syntéza jen v těle neuronu

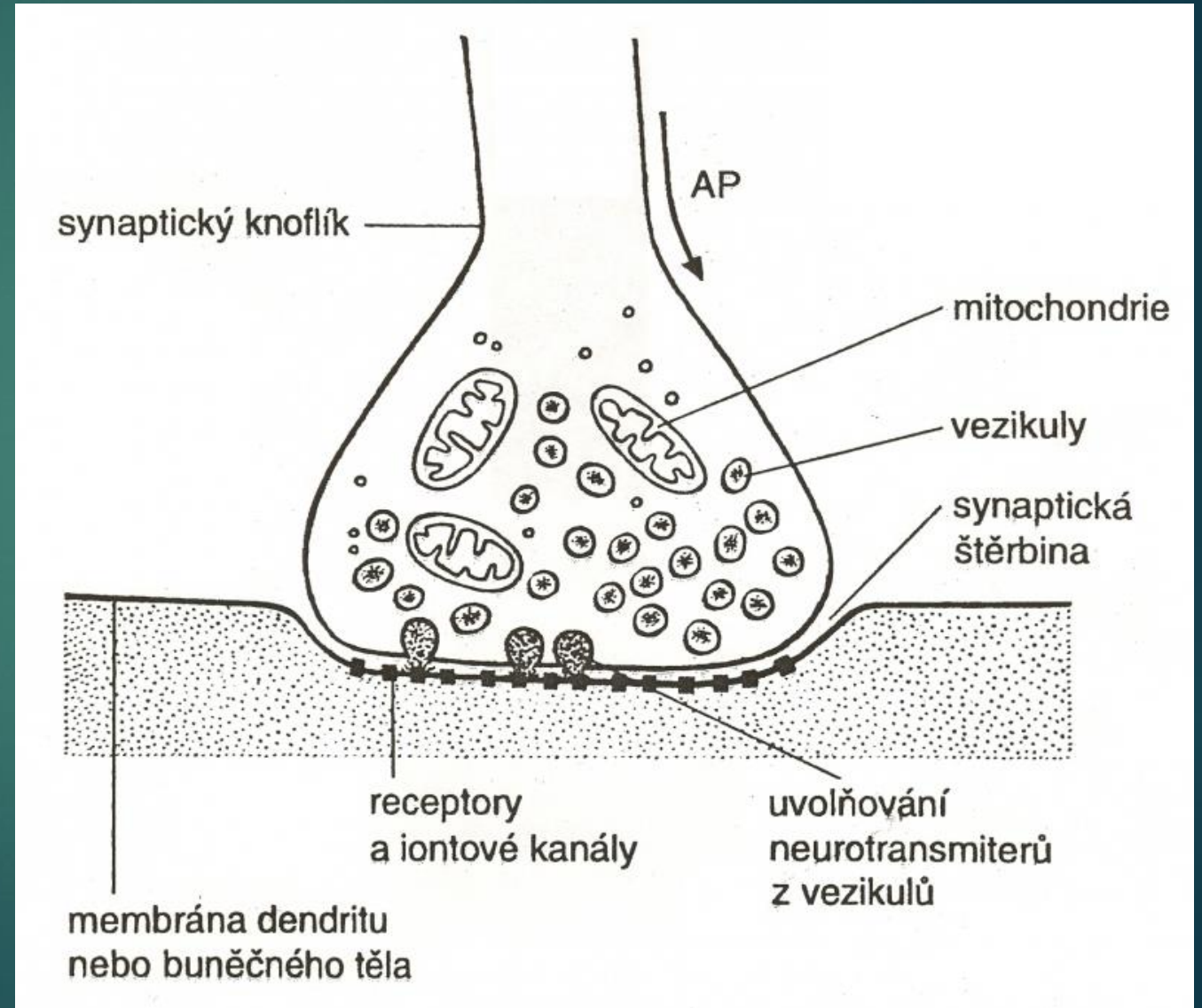
## Malé synaptické vezikuly

- Mediátory nepeptidové povahy (acetylcholin, GABA)
- Vznikají nejen v těle neuronu, ale i v zakončení

## Synaptická štěrbina (šířka 30 – 40 nm)

## Postsynaptický útvar

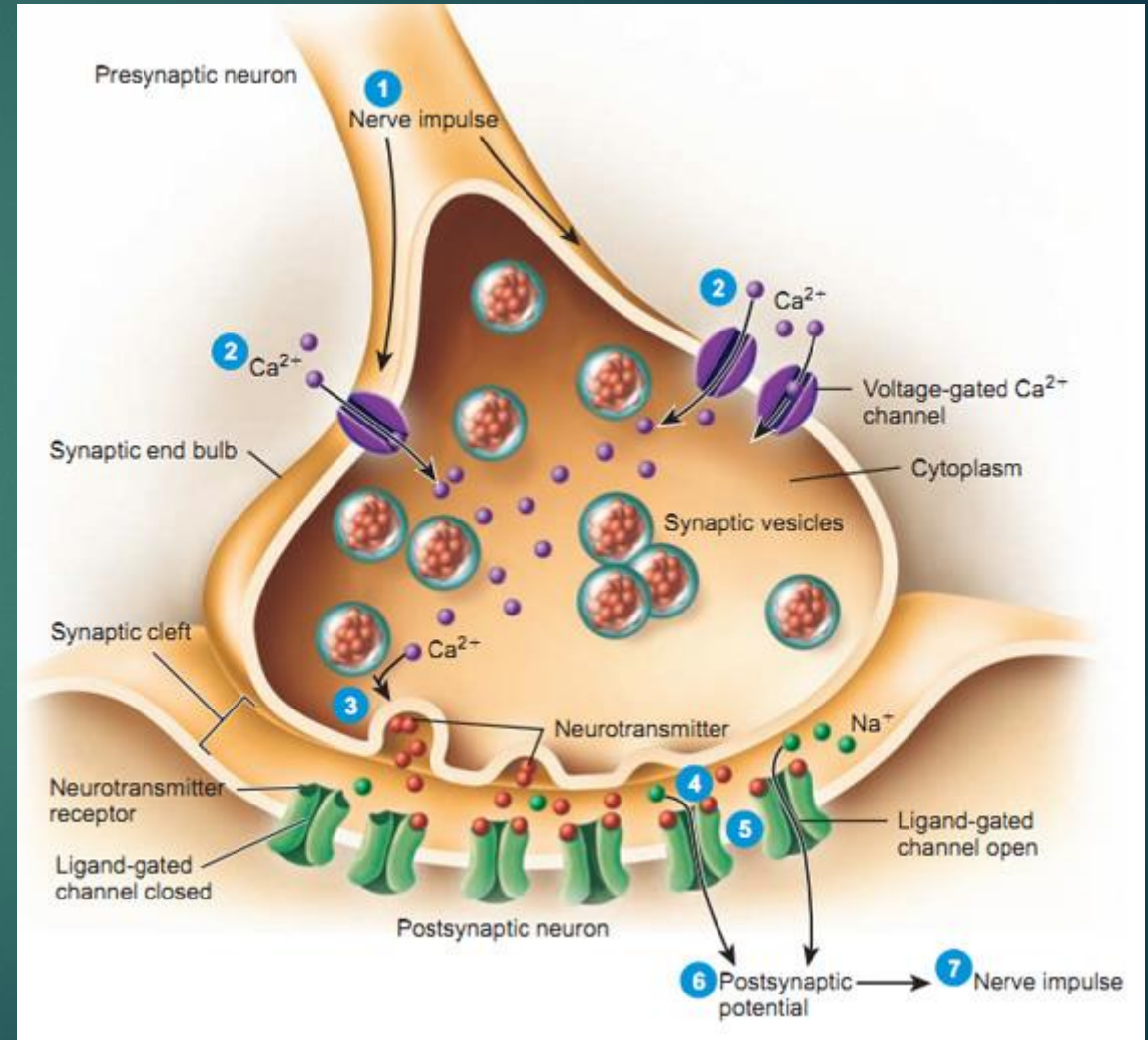
- Obsahuje receptory (struktury bílkovinné povahy)





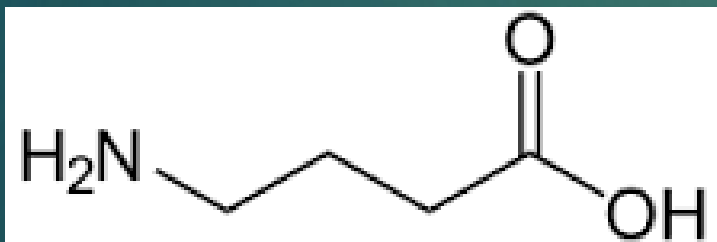
# Neuromediátory

- ▶ Akční potenciál
- ▶ Vezikuly s mediátorem do synaptické štěrbin
- ▶ Reakce s membránovými receptory na postsynaptické membráně
- ▶ Popsáno několik desítek mediátorů
- ▶ Účinek: inhibiční nebo excitační
- ▶ Existují transmitery, které mohou reagovat s více receptory - vyvolají různé účinky
- ▶ Nervová buňka tvoří obvykle jen jeden mediátor
- ▶ Chemické složení : organická i anorganická látka ( NO)

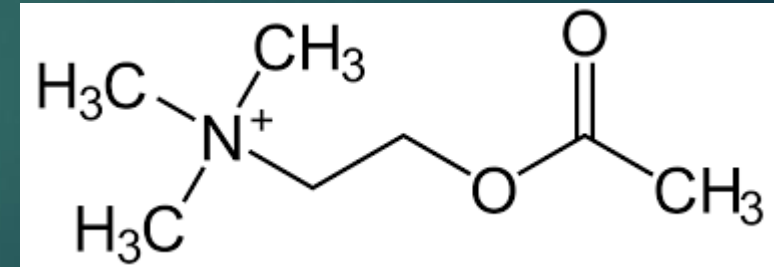
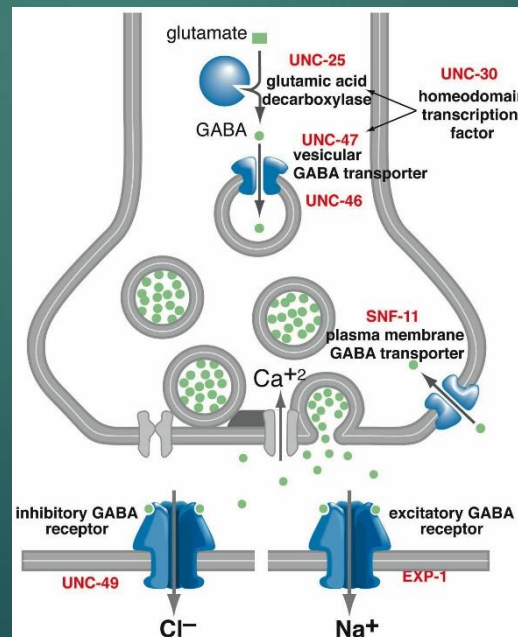


# Dělení podle chemického složení

- ▶ **Biogenní aminy:** dopamin, NA, A, histamin, serotonin, tryptamin, taurin
- ▶ **Aminokyseliny:** GABA, kyselina asparágová, kyselina glutamová, glycin
- ▶ **Neuropeptidy:** některé zastávají i roli hormonů ( v krvi jako hormony, na synapsích jako mediátory), endorfiny, enkefaliny, dynorfiny, statiny, liberiny, oxytocin, vasopresin ( ADH), neurotensin, sekretin, motilin
- ▶ **Mediátory s jinou chemickou strukturou:** acetylcholin, adenosin, oxid dusnatý, prostaglandiny



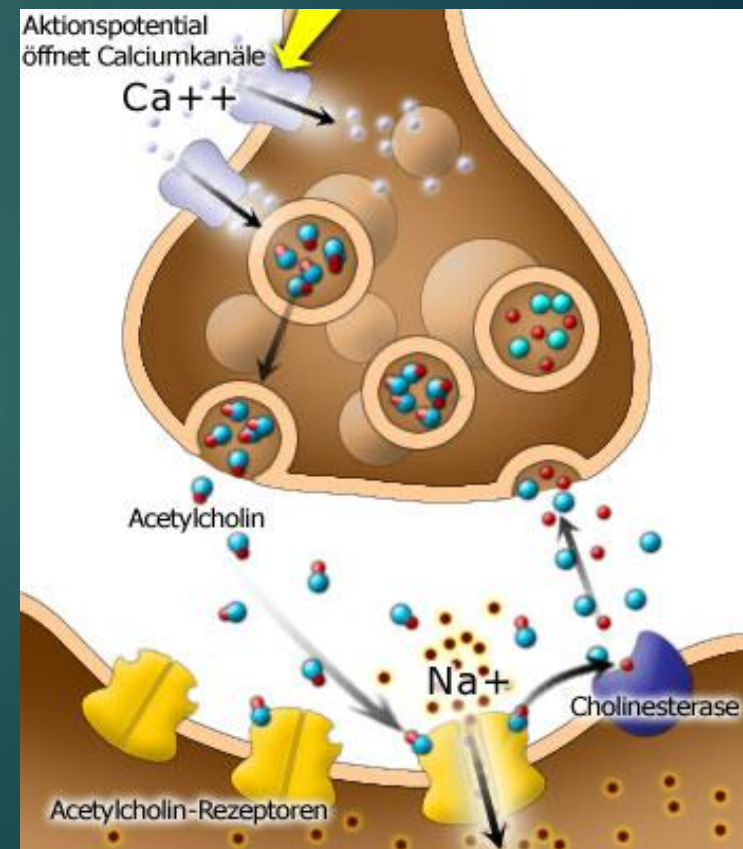
GABA



acetylcholin

# Acetylcholin

- ▶ Produkován cholinergními neurony ( asi 1/10 všech neuronů)
- ▶ Působí na 2 typy receptorů:
  - **nikotinové**: vegetativní ganglia, postsynaptická nervosvalová ploténka)
  - **muskarinové** : patří mezi receptory spřažené s G-proteinem ( bb. Hladké a srdeční svaloviny)
- ▶ Úloha mnohostranná ( podílí se i na paměťových stopách , vnímání bolesti, vliv na regulaci agresivního chování)



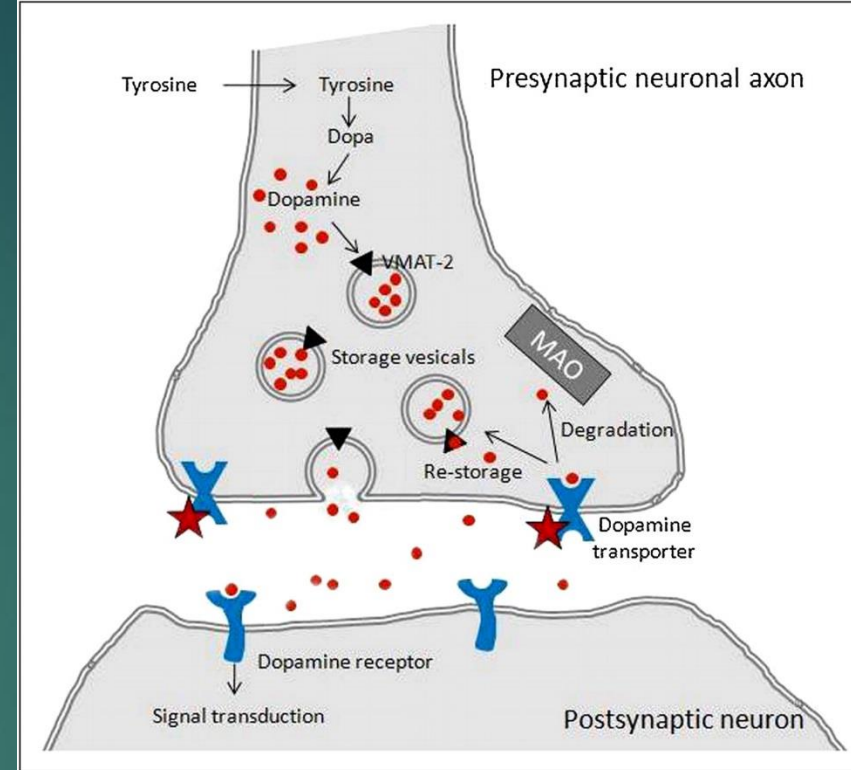
# Adrenalin

- ▶ V mozkovém kmeni
- ▶ Produkován dřením nadledvin
- ▶ Vzácnější než noradrenalin či dopamin
- ▶ Interaguje s:
  - adrenoreceptory
  - adrenoreceptory – obsazuje přednostněji
- ▶ Funguje jako stimulační mediátor
- ▶ Ovlivňuje bdělost, emocionalitu
- ▶ Látky, které zvyšují vyplavování adrenalinu z váčků = psychostimulancia ( amfetamin)



# Dopamin

- ▶ Z dopaminergních neuronů
- ▶ Vliv na psychické funkce, řízení motoriky, pozornost, myšlení, emotivitu

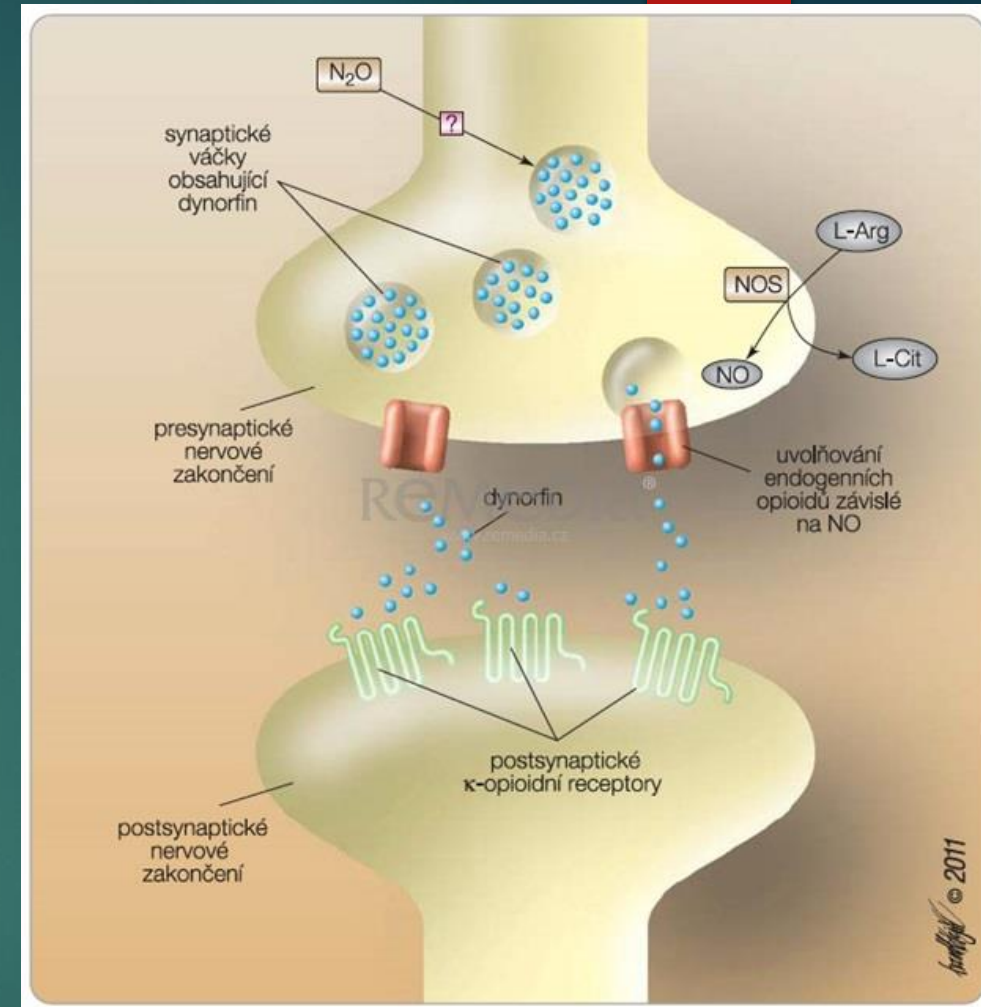


- ❖ Poruchy koncentrace a neklidu – u ADHD
- ❖ Poruchy myšlení a emotivního prožívání – u schizofrenie
- ❖ Poruchy hybnosti, svalového napětí, popřípadě třes – u Parkinsonovy choroby

- ▶ Mozkový kmen, limbický systém, mozková kůra (prefrontální čelní laloky) = mozkový dopaminový systém odměny (aktivace spojena s příjemnými pocity), podílí se i na rozvoji závislostí
- ▶ Přírodním **stimulátorem** dopaminového systému je **fyzická aktivita**

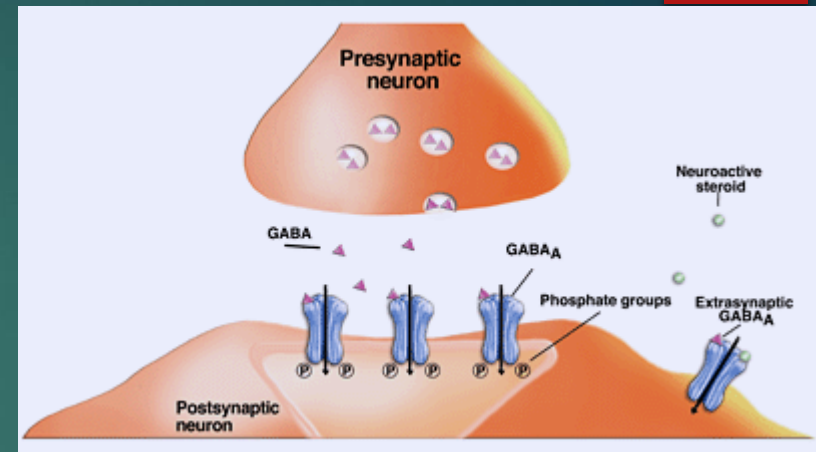
# Endogenní opiáty

- ▶ Pestrá a početná skupina mediátorů
- ▶ Struktura podobná morfinu
- ▶ Mnohostranné působení :
  - analgetické
  - tlumí aktivitu trávicího ústrojí ( vegetativní)
  - hormonální ) stimuluje uvolňování prolaktinu)
  - afektivní ( navozují euforii)
  - stimulují chuť k jídlu, pocit žízně
  - ovlivňují chování
- ▶ Součást neuronové sítě : opioidní analgetický systém mozku



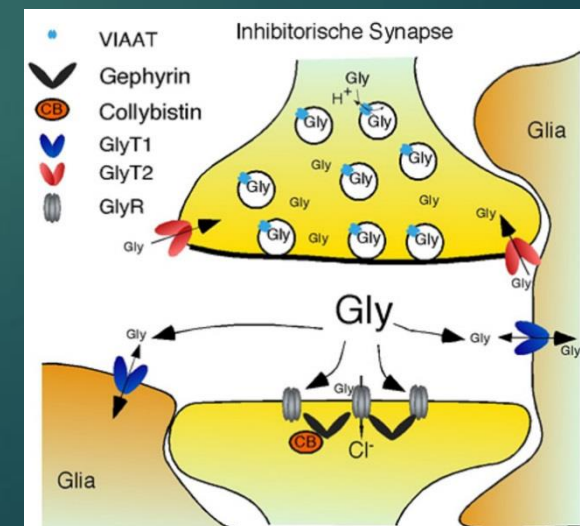
# GABA ( gamma aminomáselná kyselina)

- ▶ Jeden z nejčastějších mediátorů
- ▶ S glycinem nejdůležitější inhibiční neurotransmitter
- ▶ 3 základní typy receptorů
- ▶ Blokáda GABA receptorů vede k nabuzení – poruchy spánku, neklid, nesoustředěnost, hyperaktivita
- ▶ Všechny látky, které na receptory působí agonisticky vedou ke zklidnění, útlumu, spánku



## Glycin

- ▶ Druhý nejvýznamější inhibiční mediátor
- ▶ Interaguje se specifickým glycinovým receptorem
- ▶ Funkce podobné GABA



# Neuropeptidy

- ▶ Tvořeny v gliových buňkách i neuronech
- ▶ Zjištěno několik set druhů
- ▶ Tvořeny řetězci aminokyselin ( 2 – 90)
- ▶ Působí jako neurotransmitery, neuromodulátory nebo hormony
- ▶ Mediátory : termoregulace, řízení spánku, sexuální aktivity, hybnost, příjem potravy a tekutin, vnímání bolesti, stresová reakce
- ▶ Neuromodulátory: trofický účinek na mozkovou tkáň
- ▶ Hormony: tachykininy, hypotalamické hormony, adenohypofyzární hormony, gastrin, motilin
- ▶ V neuronech produkovány spolu s klasickými mediátory

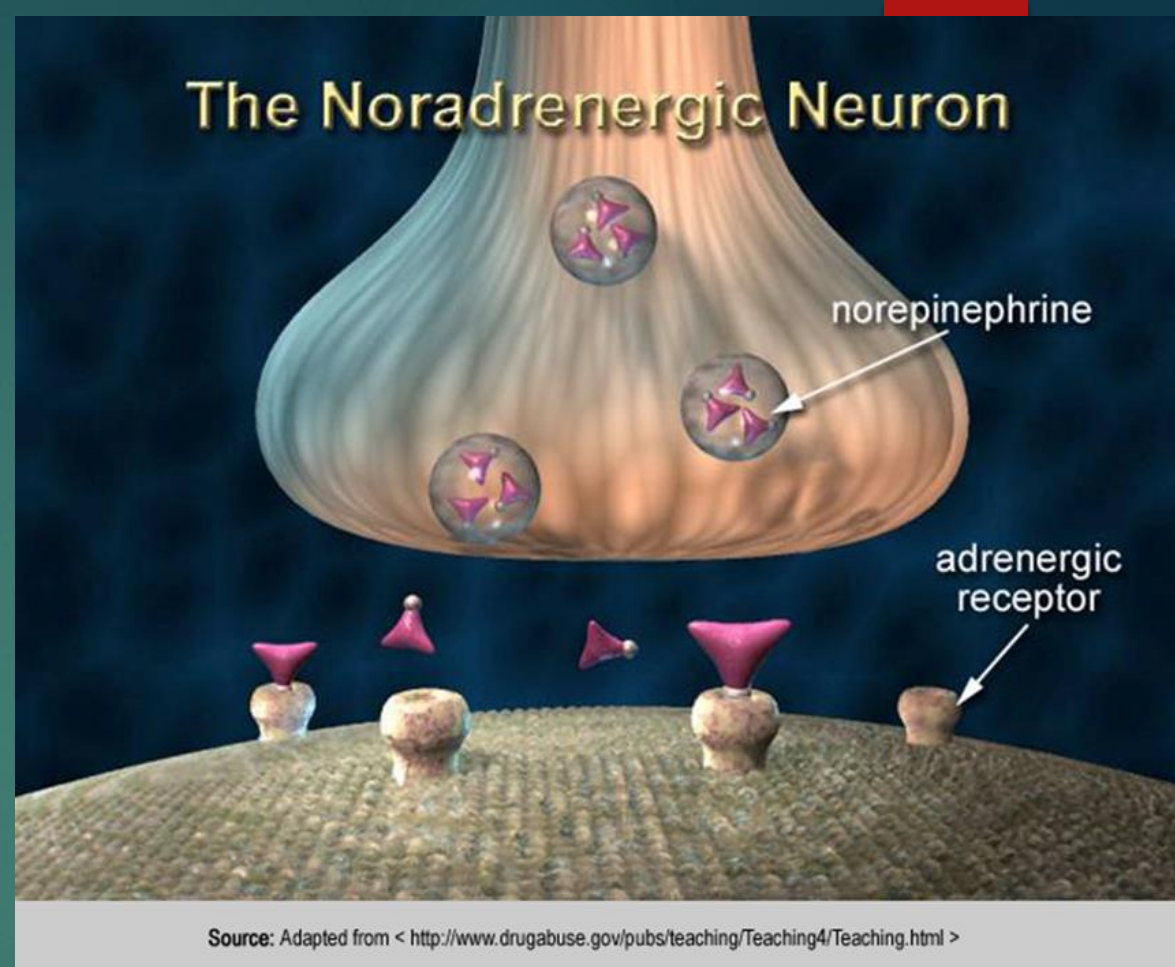


# Noradrenalin

- ▶ Excitační mediátor
- ▶ Zasahuje do cyklu bdění-spánek, ovlivňuje pozornost, aktivitu a náladu
- ▶ Může se podílet i na deperesivním syndromu
- ▶ Váže se na stejné receptory jako adrenalin

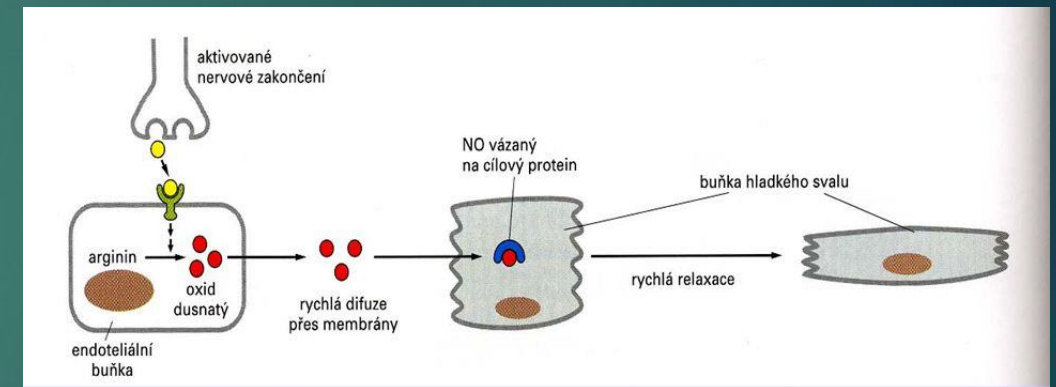
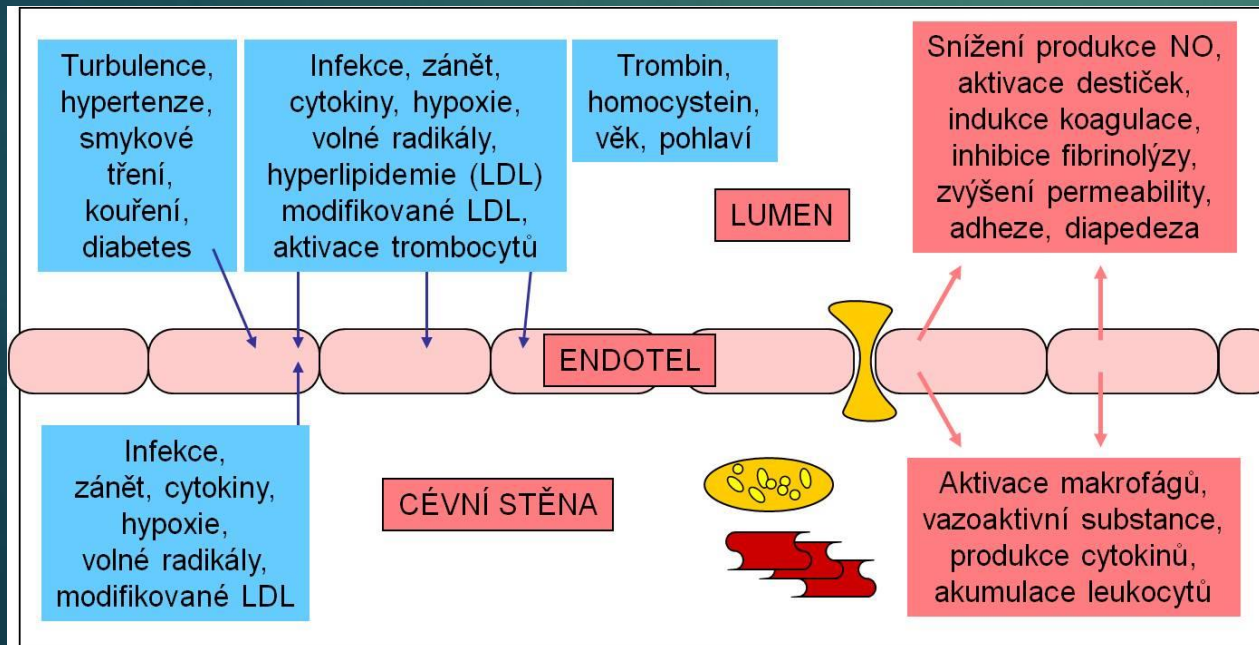
# Serotonin

- ▶ Vztah k psychickým funkcím
- ▶ Spolupodílí se na regulaci nálady, agresivity, spánku, příjmu potravy, vnímání bolesti, sexuálním chování
- ▶ Sympatický mediátor
- ▶ Působí jako růstový neurotrofní faktor
- ▶ Spojován s depresí



# Oxid dusnatý (NO)

- ▶ Pestré funkce : regulace průsvitu cév, řídí apoptózu
- ▶ Neuromediátor
- ▶ Přečází volně přes membránu
- ▶ Ovlivňuje přenos senzitivních a motorických informací, úloha v procesech učení, prožívání a chování



Vnitrobuněčné receptory:

- steroidní hormony
- oxid dusnatý : reaguje přímo s enzymy

(Vznik NO v endotelové buňce → relaxace svalových buněk v cévě)

- ▶ Lidské tělo = jeden stavební a funkční celek
- ▶ Rozdělováno na 2 části :
  - somatickou ( tělesnou)
  - viscerální ( orgánovou)
- ▶ Soma : kůže, podkoží a pohybový aparát ( kosti, klouby a svaly)
- ▶ Viscera : orgány chráněné somatickou schránkou ( patří k nim také cévy)



Řídící systém – také rozdělen na dva : somatický a autonomní NS

# Somatický a autonomní NS

Oba mají:

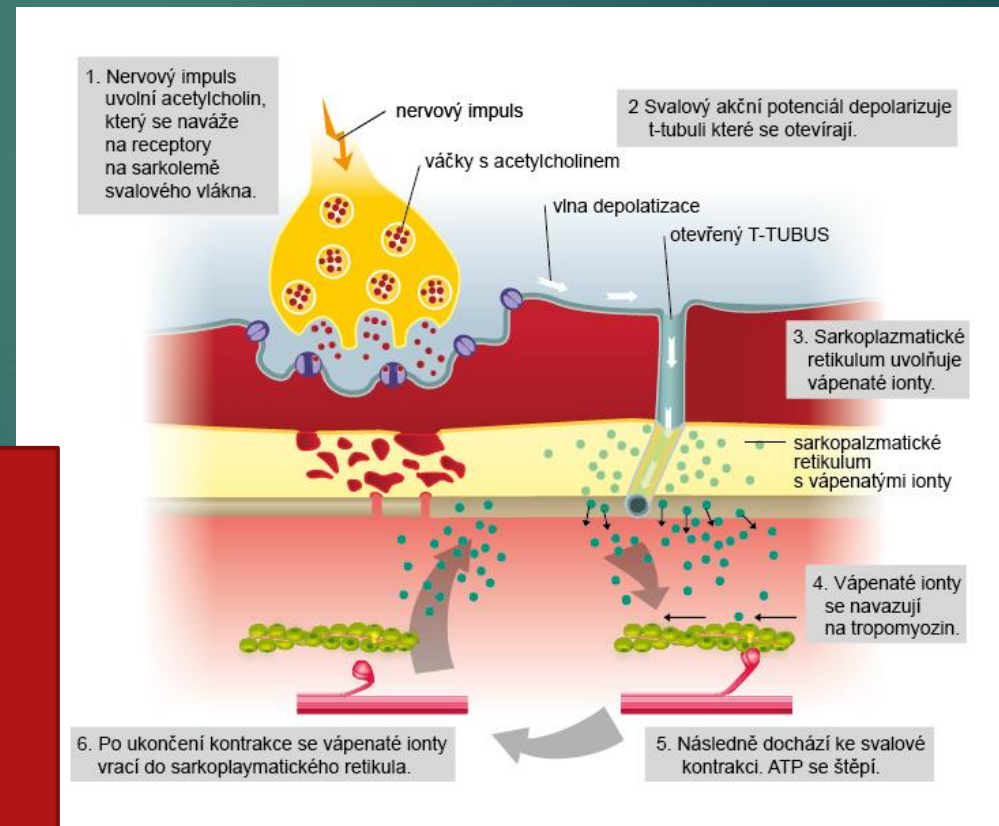
- ▶ Složku hybnou – motorickou – řídí útrobní a kosterní svalovinu ( efektory)
- ▶ Složku cítící – senzitivní ( začínající receptory)

CNS řídí pomocí nervových vláken pouze svalovinu !!!!!



# Somatický NS

- ▶ Somatická motorická vlákna opouští CNS :
  - **hlavové nervy** ( z mozku- cerebrum, prodloužené míchy – medulla oblongata)
  - **míšní nervy** ( v průběhu celé páteře)



Nervosvalová ploténka ( povrch svalových vláken)- kontrakce svalů

- ▶ Somatická senzitivní vlákna – začínají v receptorech- informace do CNS
- RECEPTORY – zdrojem informace

Nejvýznamnější čidla jsou v kůži, ve svalech a kloubech

- ▶ **Kůže** – čidlo doteku, kůže v kontaktu s podložkou – významné proprioreceptivní informace
- ▶ **Svaly** : svalové vřetenko a šlachové ( Golgiho) tělísko
  - sv. vřetenko** – více druhů , registrují délku svalových vláken
  - Golgiho tělísko** – registruje sílu na přechodu mezi svalovým bříškem a šlachou a reflexy odtud brání mechanickému poškození svalu
- ▶ **Klouby** : rozloženy nerovnoměrně ( 4 druhy)- 2 registrují polohu kloubu, 2 registrují pohyb

Informace z těchto receptorů dávají: vnímání polohy, pohybu, svalové síly  
**Polohocit, pohybocit a silocit**

# Viscerální NS

- ▶ Rozdělen na část sympatickou a parasympatickou
- ▶ Ustředí: **sympatikus** : v míše ( Th 1 – 12, L1 – 3)  
**parasympatikus** : 2 ( mozkový kmen, křížová oblast míchy S2-4)



Pro praxi je důležité : do končetin vstupuje je sympatická inervace – šíří se po povrchu tepen, ovlivňuje prokrvení. HKK – hrudní mícha ( Th 2-7), DKK- přechod hrudní a bederní míchy (Th10-L2)

# Viscerální NS

- **Viscerální motorická vlákna** : šíří se do těla jinudy než somatická motorická vlákna, **v cestě mají navíc uzliny** ( ganglia), cesta k viscerálním orgánům je přepojována ve dvou i více nervových buňkách
  - Všechna vlákna sympatická a parasympatická z křížové míchy
    - opustí míchu a okolo cév nebo prostřednictvím hustých pletení – místo určení
  - Vlákna parasympatická z oblasti mozkového kmene – opustí lebku a cestou : III., VII., IX. a X. hlavového nervu
- **Viscerální senzitivní vlákna** začínají receptory ( uloženy v orgánech, včetně cév), sledují tělesné funkce ( SF, TK,..) a různé hodnoty týkající se metabolismu ( koncentrace  $CO_2, O_2$ )



# Nervové propojení somatické a viscerální oblasti

- ▶ Propojené prostřednictvím nervových vláken uvnitř CNS, rozhodující pro toto propojení jsou **interneurony** – končí zde oboje senzitivní vlákna
- ▶ **Sítě interneuronů** zpracovávají informace a přepojují na motoriku (somatickou i viscerální)
- ▶ V rehabilitaci se hovoří o **viscero-vertebrálních** a **vertebro-viscerálních vztazích**
- ▶ **viscero-vertebrální vztah** = primární příčina je ve vnitřním orgánu (porucha funkční i strukturální)
- ▶ **vertebro-viscerální vztah** = příčina je ve špatné funkci pohybového aparátu

# Řízení pohybu

Dvě složky: 1, **vydávání pokynů** ( motorická vlákna končící u efektoru)

2, **zpětná vazba** ( příjem informací v jakém stavu jsou orgány jak jsou splněné příkazy)

Na řízení se podílí : **CNS** ( korová a podkorová centra, mozeček)

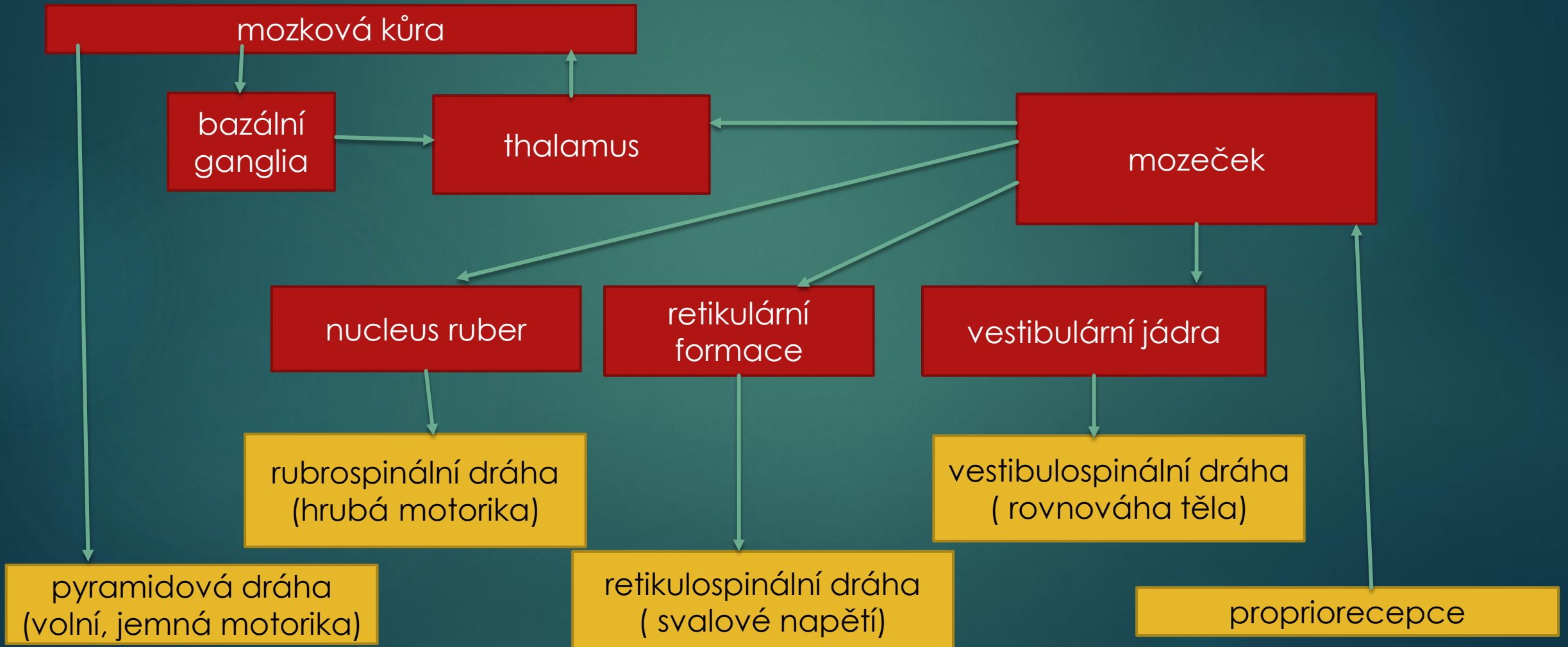
**motorické a senzitivní dráhy**



# Motorické okruhy

Motorické okruhy : kůra mozková, bazální ganglia a thalamus

kůra mozková – 3 motorické oblasti



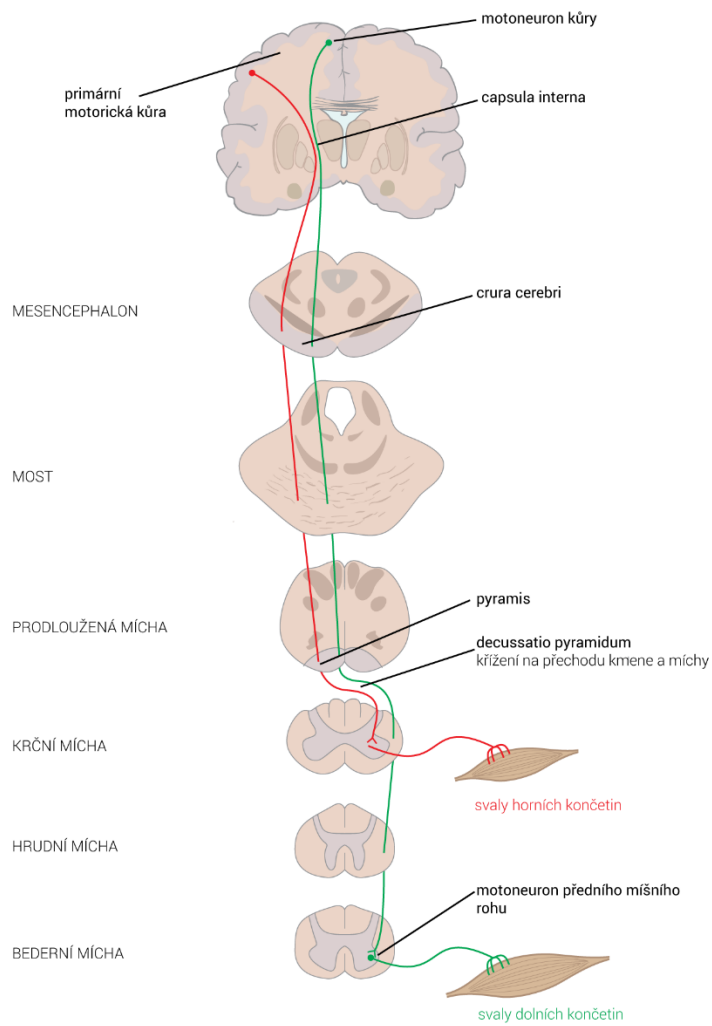
# Poruchy v oblasti motorických okruhů

- ▶ **Bazální ganglia** : onemocnění s charakterem změn
  - 1, svalového napětí
  - 2, v rozsahu pohybu

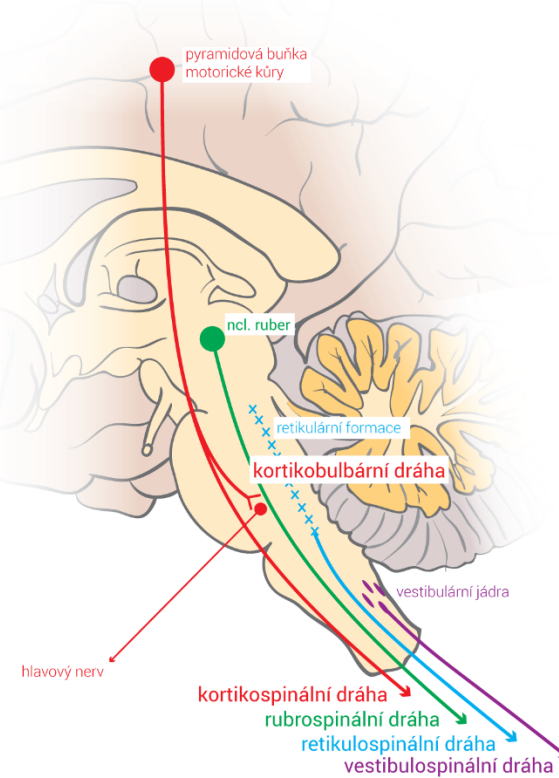
Parkinsonova choroba, chorea, balismus,

# Motorické dráhy

## KORTIKOSPINÁLNÍ DRÁHA



## PYRAMIDOVÉ A EXTRAPYRAMIDOVÉ DRÁHY





# Motorické dráhy

= cesta nervového impulsu z mozku až po kosterní sval

Skládá se:

- ▶ Centrální motoneuron
- ▶ Periferní motoneuron

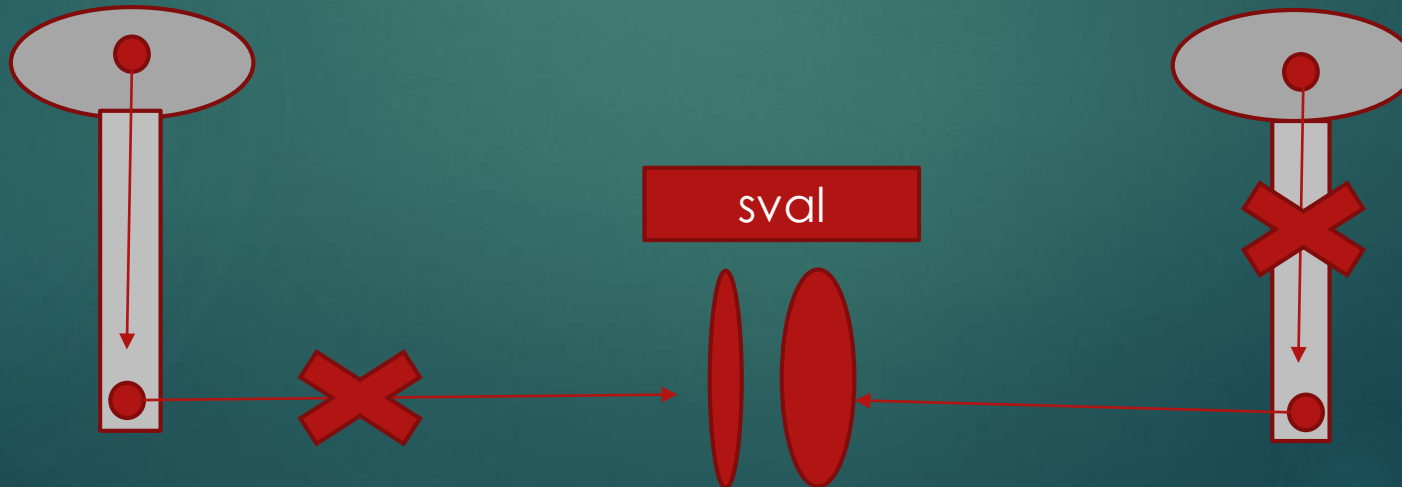
Vzájemný vztah obou motoneuronů

Periferní chabá paréza

Centrální spastická paréza

Centrální motoneuron

Periferní motoneuron



## Pyramidová dráha

- Z mozkové kůry – alfa motoneurony
- Vývojově nejmladší
- Jako jediná – volní pohyby ( jemná motorika akrálních částí končetin)

## Rubrospinalní dráha. Tractus rubrospinalis

- Od ncl. Ruber ve středním mozku – alfa motoneurony
- Hrubá motorika ( pohyby trupu, pletencových kloubů – souhyby končetin)

## Vestibulospinální : tractus vestibulospinalis

- V prodloužené míše u vestibulárních jader ( spolupráce s vnitřním uchem) a motoneurony
- Rovnováha

## Retikulospinální: tractus reticulospinalis

- V mozkovém kmeni ( od RF) – na gama motoneurony
- Nastavuje svalové napětí

## Mozečkové okruhy

- Účastní se na svalovém napětí

Všechny motorické dráhy se kříží