

FYZIOLOGIE AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU (vegetativní - útrobní NS)

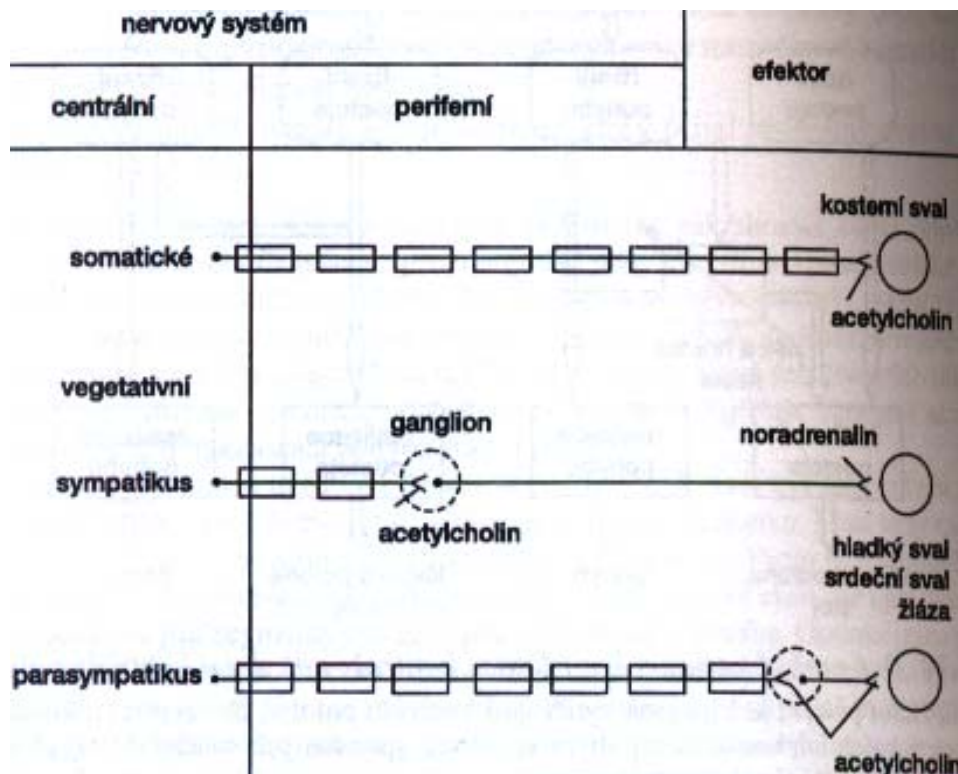
- soubor nervových bb. a vláken
- motoricky inervuje hladkou svalovinu (vnitřních orgánů, cév, kůže), žlázy a myokard

→ *základem je reflexní oblouk, má centrální a periferní část, aferentní a eferentní autonomní dráhy, přenos uskutečňován mediátory*

→ vegetativní eferentní dráhy mají 2 neurony (vmezeřeno ganglion)

→ mediátorem mezi pre- a postgangliovým neuronem = Ach, mediátorem mezi postgangliovým neuronem a efektem buď Ach (PS) nebo NA (SY)

→ činnost ANS nelze v “běžném životě” ovlivnit vůlí



dle účinků rozeznáváme:

1) SYMPATIKUS (SY)

- thorakolumbální oddíl
- ganglion vzdáleno od inervovaného orgánu → krátké pre- a dlouhé postgangliové dráhy
- rozsáhlejší, jeho vlákna vedou téměř do všech tkání a orgánů
- podráždění → NA; je rychlejší a selektivnější než KA z dřeně nadledvin vyplavené do krve
- obecně **katabolické reakce**
- příprava na boj, útěk, útok, obranu → ↑ TF, ↑ TK,



rozšiřuje koronární tepny,
dilatuje též cévy v mozku a
kosterní svalovině, dilatuje
průdušky + rychlá
mobilizace energie (štěpí



glykogen ve svalech, játrech, štěpí TAG v tukové tkáni),
mydriáza, tlumí akomodaci – vidění do dálky

x

↓ činnost GIT, stažené svěrače, konstriktce cév
splanchniku a kůže

Sympatikus anatomicky

*Těla v ŠH míchy Th1 - L4 → PKM do paravertebrálního ggl.
(tvoří řetěz podél páteře – truncus sympaticus), zde buď navazuje
postganggl. neuron nebo až v ggl. prevertebrálním či orgánovém
- některé axony jdou do útrobu s míšními nervy, jiné samostatnými
sympatickými nervy (podél cév)*

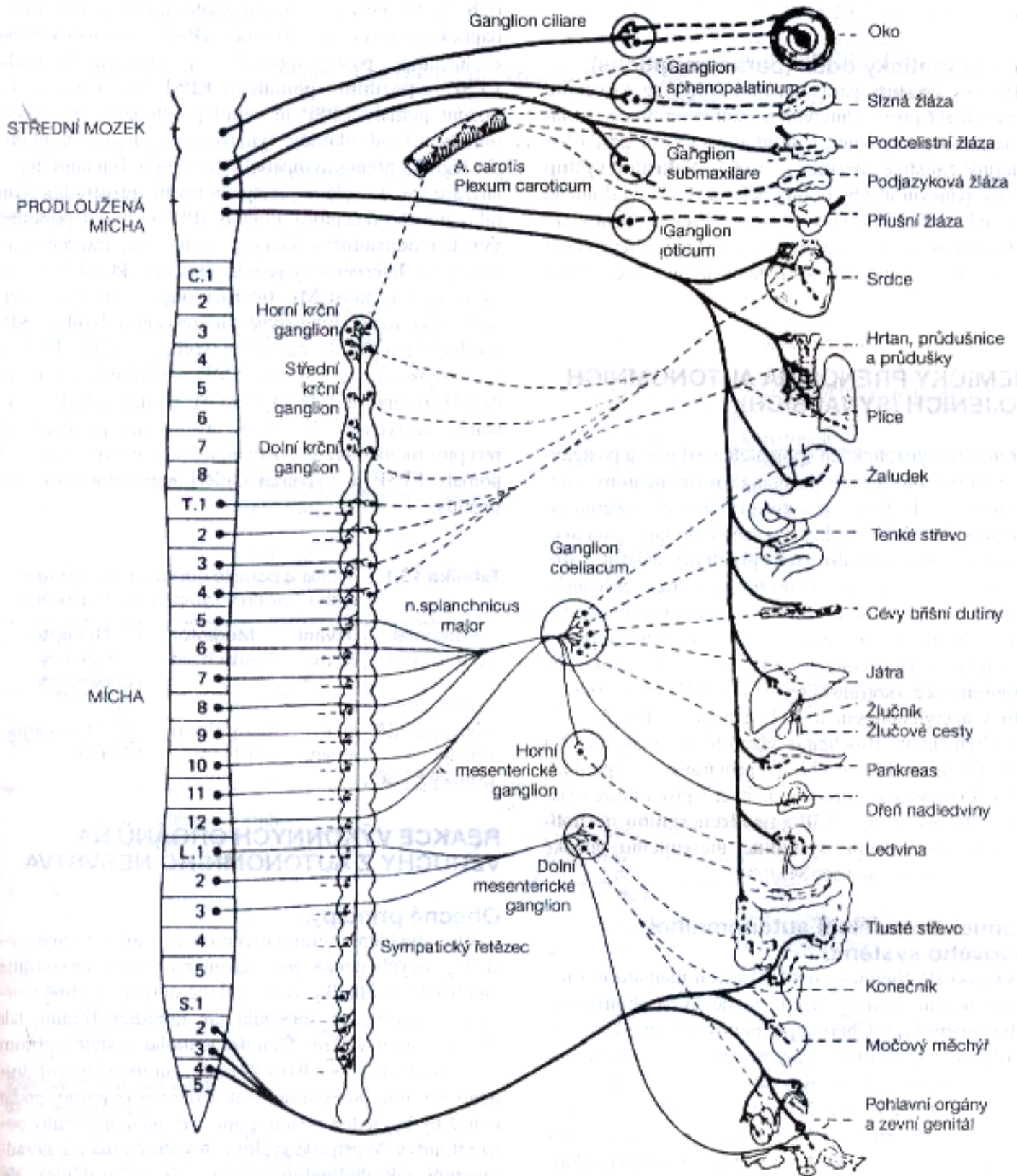


Schéma eferentních autonomních drah, pregangliové neurony – plná čára, postgangliové – přerušovaně, PS – tučně, SY – tenče
2) PARASYMPATIKUS (PS)

- hlavový a sakrální (kraniosakrální) oddíl
- ganglion uvnitř nebo blízko orgánu → dlouhé pre- a krátké postgangliové dráhy, obě cholinergní
- podráždění → uvolnění ACh
- menší rozsah, vede pouze k vnitřním orgánům a žlázám GIT, dýchacího a urogenitálního traktu, žlázám s vnitřní sekrecí a očnímu bulbu (kůže, svaly, klouby 0 PASY)
- obecně anabolické úč.– reguluje procesy související s přívodem energie a jejím hromaděním (příjem potravy, trávení, resorpce), které se odehrávají v klidu → drží organismus v klidu, odpočinku a trávení → ↓ TF, ↓ TK, zužuje koronární tepny a průdušky
- x ↑ činnost GIT (sekrece slin a trávicích šťáv, posun střevního obsahu, ↓ tonu svěračů), mióza a ↑ zakřivení čočky – vidění do blízka

Parasympatikus anatomicky

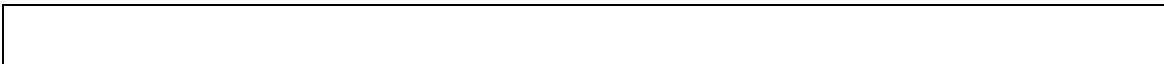
Hlavový oddíl vychází z jader n. III, VII, IX, X

n. oculomotorius (v něm k vnitřním svalům oka),

n. facialis a n. glossopharyngeus (k slzným a slinným žlázám),

n. vagus (k břišním a hrudním útrobám, 75% parasympatiku).

Sakrální oddíl - z II., III, IV. segmentu sakrální míchy vychází n. pelvicus (pro tl. střevo, rektum, močový měchýř, ureter a vnější pohlavní orgány)



- Většina orgánů (kromě kosterních svalů, potních žláz) inervována SY i PS - u mnoha orgánů je účinek **antagonistický** (např. srdce), u některých **souhlasný**
- OBA SYSTÉMY PŮSOBÍ V KAŽDÉM OKAMŽIKU KOORDINOVANĚ, SPOLUPRACUJÍ A ZAJIŠŤUJÍ FUNKČNÍ JEDNOTU ORGANISMU
- Obecně: ve spánku, při trávení a při zotavování převládá tonus **parasympatiku (anabolické pochody)**
- x při svalové práci, vystavení chladu, při stresu, nemoci převažuje tonus **sympatiku (katabolické pochody)**

3) ENTERICKÝ (INTRAMURÁLNÍ) SYSTÉM

- tvořen intramurálními pleteněmi ve stěně GIT
- řídí tonus a pohyby stěn GIT, sekreci žláz a buněk GIT
- malá část přímo inervována vlákny SY a PASY a moduluje jeho činnost

PERIFERNÍ ČÁST

Autonomní odstředivé / eferentní dráhy

- dráhy, které inervují vnitřní orgány a cévy
 - **pregangliový** neuron (tělo v CNS, axon končí v gangliu)
CNS = míšní laterální šed' nebo bb. prodloužené míchy a středního mozku
 - **postgangliový** neuron (tělo v gangliu mimo CNS, axon do cílového orgánu)
- z 1 pre- jde průměrně 8-9 post- neuronů → difúzní rozptýlení informace

Dostředivé dráhy

- dostředivou drahou ANS může být **jakákoli dostředivá** dráha, zejména z receptorů pro bolest, chlad, teplo, svalových čidel..
- **speciální autonomní dostředivá vlákna** (viscerální aferentace)
- vlákna z **receptorů útrobních orgánů**
- do míchy vstupují zadními kořeny spolu se somatickými nervy

CENTRÁLNÍ ČÁST

nadřazené oblasti CNS:

1. **mícha** - interakce vegetativní a somatické aference a eference, vegetativní rfxy
2. **retikulární formace prodloužené míchy** - centra dýchání a kardiovaskulární činnosti, koordinace motility a sekrece GIT, koordinace sexuálních fcí, termoregulace
3. **hypotalamus** (= orgánový/ vegetativní mozek) –
 - integrace somatických a vegetativních fcí (př. změny dýchání při pohlavní aktivitě, změny TK, TF a dechu při emocích),
 - tvorba releasing faktorů a hormonů -----) hypotalamus = rozhodující pro homeostázu
4. **kůra** - vliv přes vrozené a získané formy asociačních fcí (př. vrozené změny dýchání a oběhu při svalové práci, podmíněně předstartovní oběhové a respirační změny), limbický systém

Vegetativní reflexy

- princip zpětnovazebného řízení

- *reflexy , na jejichž reflexním oblouku se podílejí neurony vegetativního nervstva, různé druhy dle dráhy, zapojení nadřazených integr. center*
- jednoduché (i uvnitř daného orgánu) x komplexnější
 - visceroviscerální
 - visceromotorické (př. défensé musculaire u apendicitis)
 - viscerokutánní (axonové) - neprocházejí synapsí
 - somatoviscerální atd.

Reflexní oblouk u vegetativního nervstva obecně:

aférentní vlákna “hlásí” bolestivé podněty a dráždění mechanoreceptorů a chemoreceptorů plic, žaludku, střev, močového měchýře, cévního systému + kožních, svalových, zrakových, sluchových, chuťových a čichových receptorů atd.,

eferentní vlákna řídí rfxní odpověď hladké svaloviny různých orgánů (oko, plíce, GIT, močový měchýř..) a činnost srdce a žláz.

příklady: kašel

zvracení

změny produkce některých hormonů vlivem kolísání světla ve dne a v noci ...

Chemický přenos na synapsích - mediátory:

a) acetylcholin - Ach

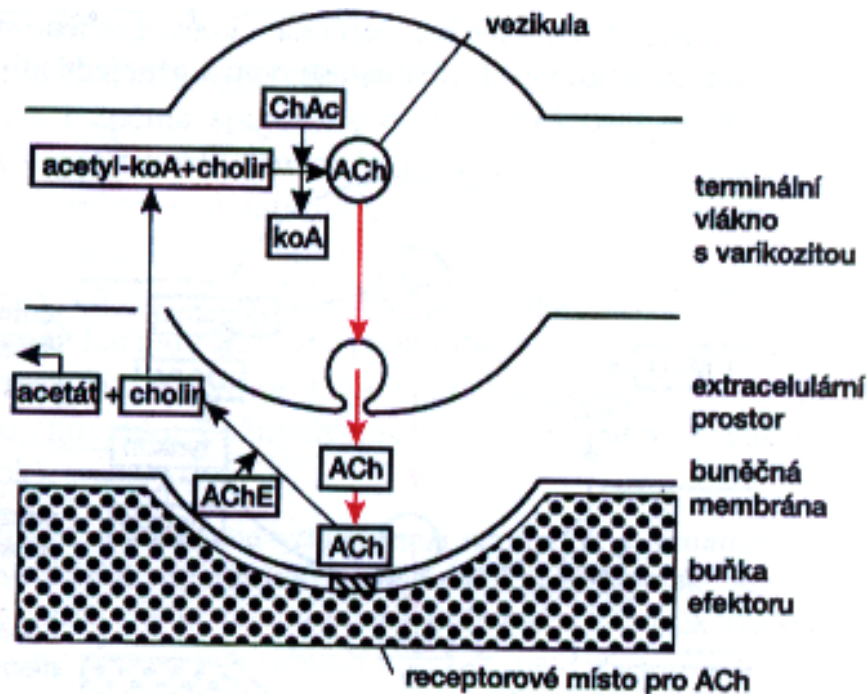
b) noradrenalin - NA

→ vlákna adrenergní x cholinergní

Ach

- mediátorem všech pre- a postgangliových vláken PS
// + vláken SY pro cévy kosterních sv., pro potní žlázy //
- ← z acetyl-CoA a cholinu v terminálních vláknech, ukládán ve vezikulách (ENZ cholinacetyltransferáza ChAc)

Po proběhnutí AP → exocytozou do synapt. štěrby a vazba na cholinergní rec. postsynaptické membrány, rychle inaktivován ENZ acetylcholinesterázou AChE

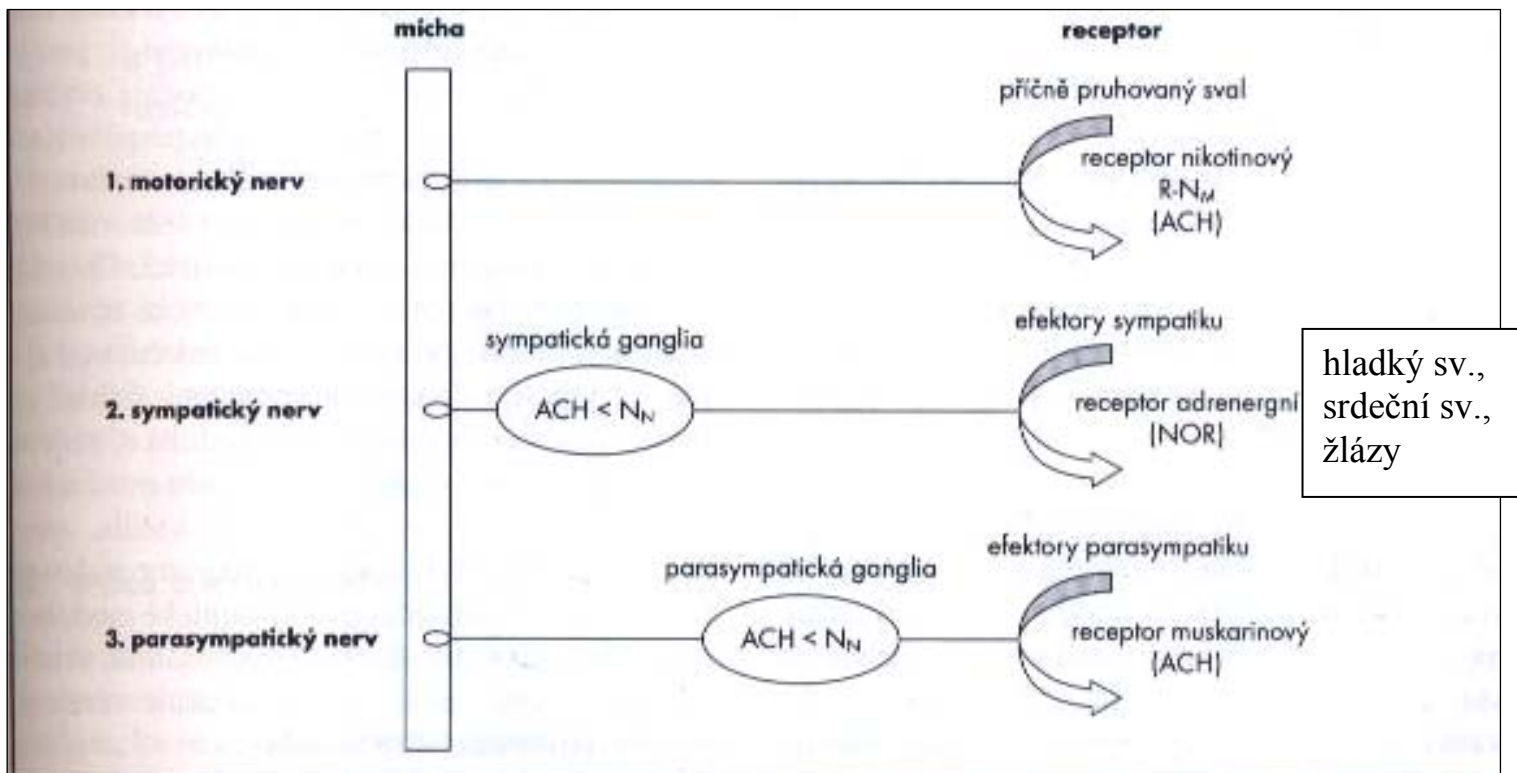


- receptory pro ACh:
1. Nikotinový (N)

- v kosterních svalech (nervosvalová ploténka), vegetativních gangliích SY a PASY
- vazba Ach \rightarrow influx Na^+ a Ca^{2+} \rightarrow AP postsynapticky

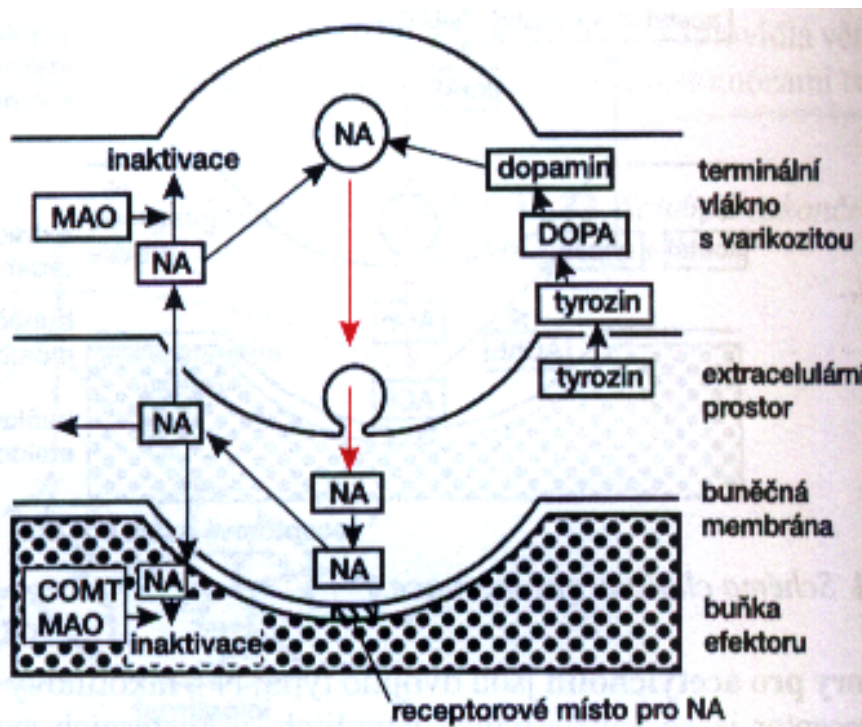
2. Muskarinový (M)

- v srdeční a hladké svalovině, bb. exokrinních žláz, vegetativních gangliích, CNS
- spojeny s G proteiny
// \rightarrow přes 2. posla se \uparrow Ca^{2+} v bb, či otevírá K^+ kanály v \heartsuit a působí hyperpolarizaci či brzdí influx Ca^{2+} //



Obr. 5.3. Synaptické spojení v somatických a vegetativních nervech. N_M - nikotinový receptor muskulární; N_N - nikotinový receptor neuronální; ACH - acetylcholin; NOR - noradrenalin

- mediátoreme postgangliových vláken sympatiku (kromě vláken pro cévy kosterních svalů a potních žláz)
- ← v terminálních částech axonů z tyrozinu, po proběhnutí AP uvolněn do synaptické štěrbině, vazba na adrenergní rec. efektoru. Většina se ho aktivně vrací zpět do terminálního zakončení, kde buď uložen nebo inaktivován MAO, část do krve, část se inaktivuje v efektoru COMT. Jeho účinky obvykle širší a delší než u Ach



receptory pro NA: $\alpha 1$
 $\alpha 2$
 $\beta 1$
 $\beta 2$

α ... spíše vazokonstrikční / excitační

X

β ... spíše vazodilatační / inhibiční

→ různé typy receptorů → různé fyziologické rce
(receptory lze inhibovat léky: např. beta-blokátory → šetří myokard)

ANS a zátěž

- v **klidu** převaha tonu PS
- zátěž **malé intenzity**: ↓ tonu PS bez změny tonu SY (→ relativní ↑ SY) – toto do TF +/- 100/min, při dalším zvyšování zátěže již roste SY
- zátěž **vysoké intenzity** (i očekávání - předstartovní stav)
→ ↑ SY v rámci poplachové reakce
- období **zotavení** – vyšší aktivita PS → regenerace
- **adaptace** – trénovanost – stejná zátěž spojena s vyplavováním nižších množství KA (↓ tonu SY / ↑ tonu PS)

HRV (heart rate variability = variabilita srdeční frekvence):

- charakterizuje stav a ladění ANS
 - Srdeční rytmus není za fyziologických podmínek zcela pravidelný (vliv dýchání, psychiky, termoregulace, ABR, TK, hormonů,...), nejlépe odráží kontrolu ANS autonomního systému
- Oscilace intervalů mezi po sobě jdoucími stahy = variabilita TF
- // měření : z EKG – spektrální analýza změn délky R-R intervalu, jednotlivá frekvenční pásma aktivitou sympatiku / parasympatiku
- //
- Význam: např. odhalení diabetické neuropatie