

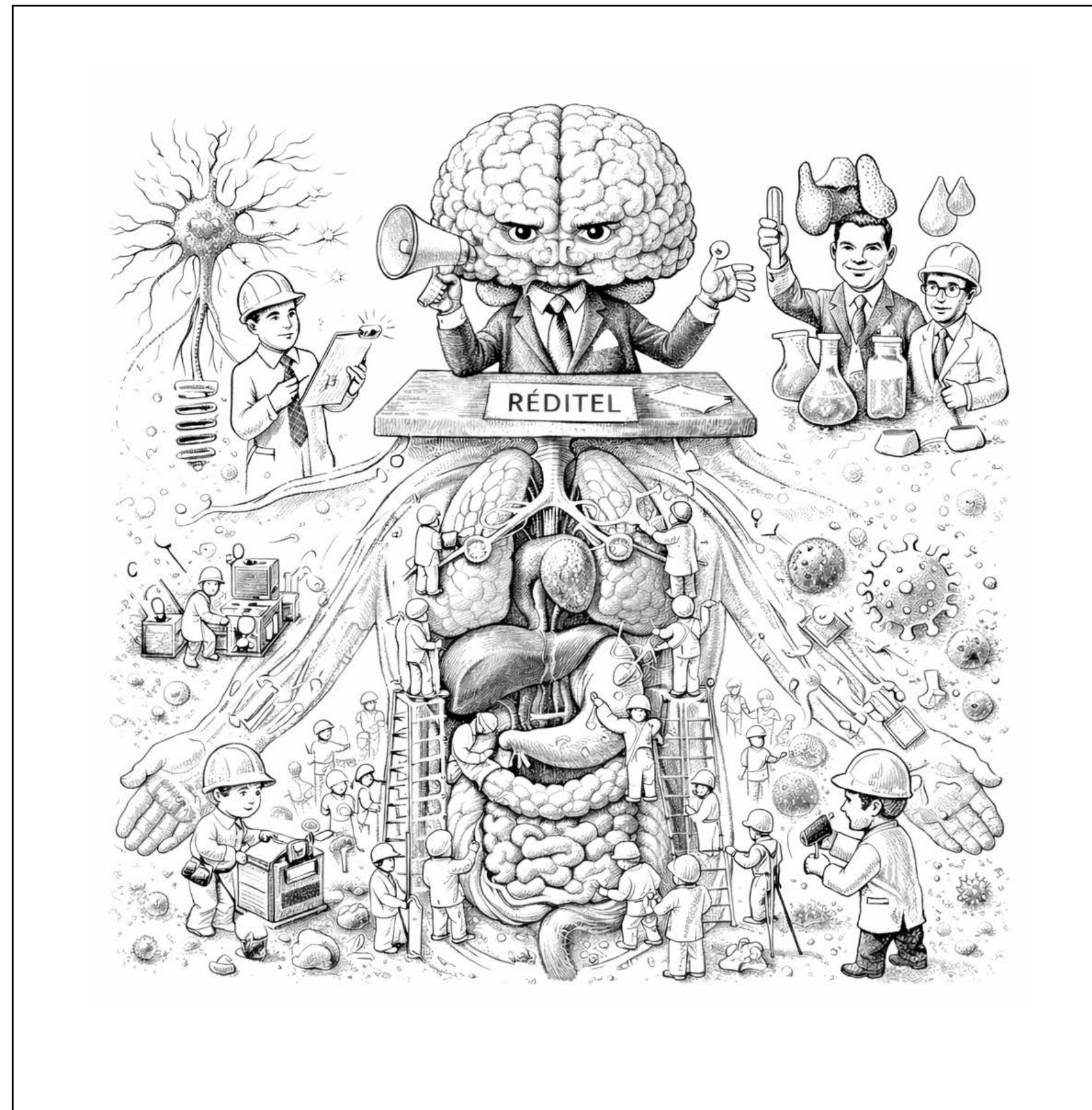


Fyziologie - pohybu

Mgr. et Mgr. Lenka
Kohútová, Ph.D.

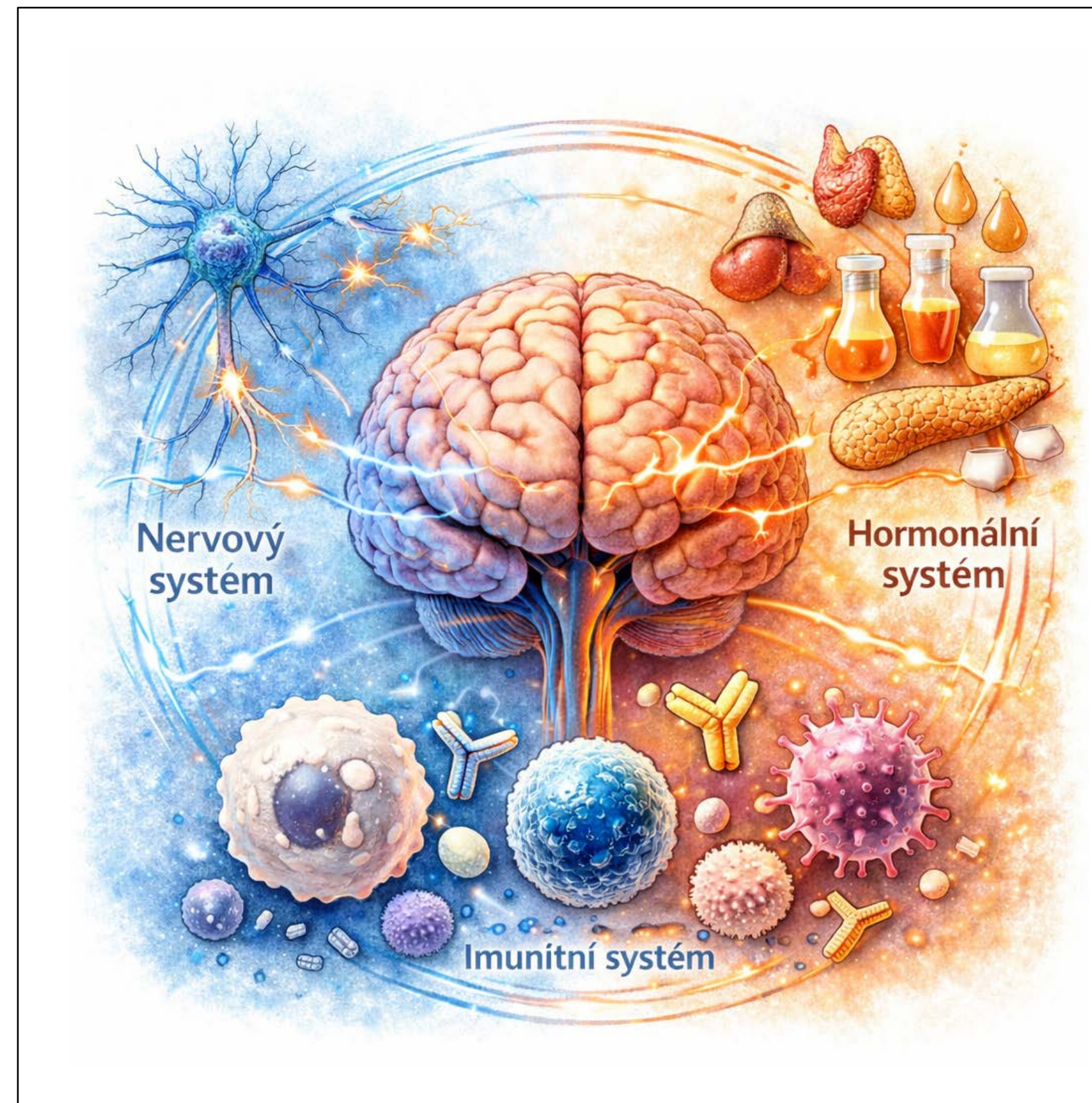
Řízení organismu

- jedna ze **základních vlastností života**
- **regulace** na úrovni molekul, buněk i celého organismu
- regulace dějů uvnitř buňky, koordinace aktivity enzymů, buněčných organel ...
- **komunikace** buněk v organismu, vzájemná **kontrola**, regulace a koordinace aktivity buněk nebo jejich skupin, orgánů, organismu jako celku
- **poruchy** v řízení vedou k **poškození** nebo smrti organismu



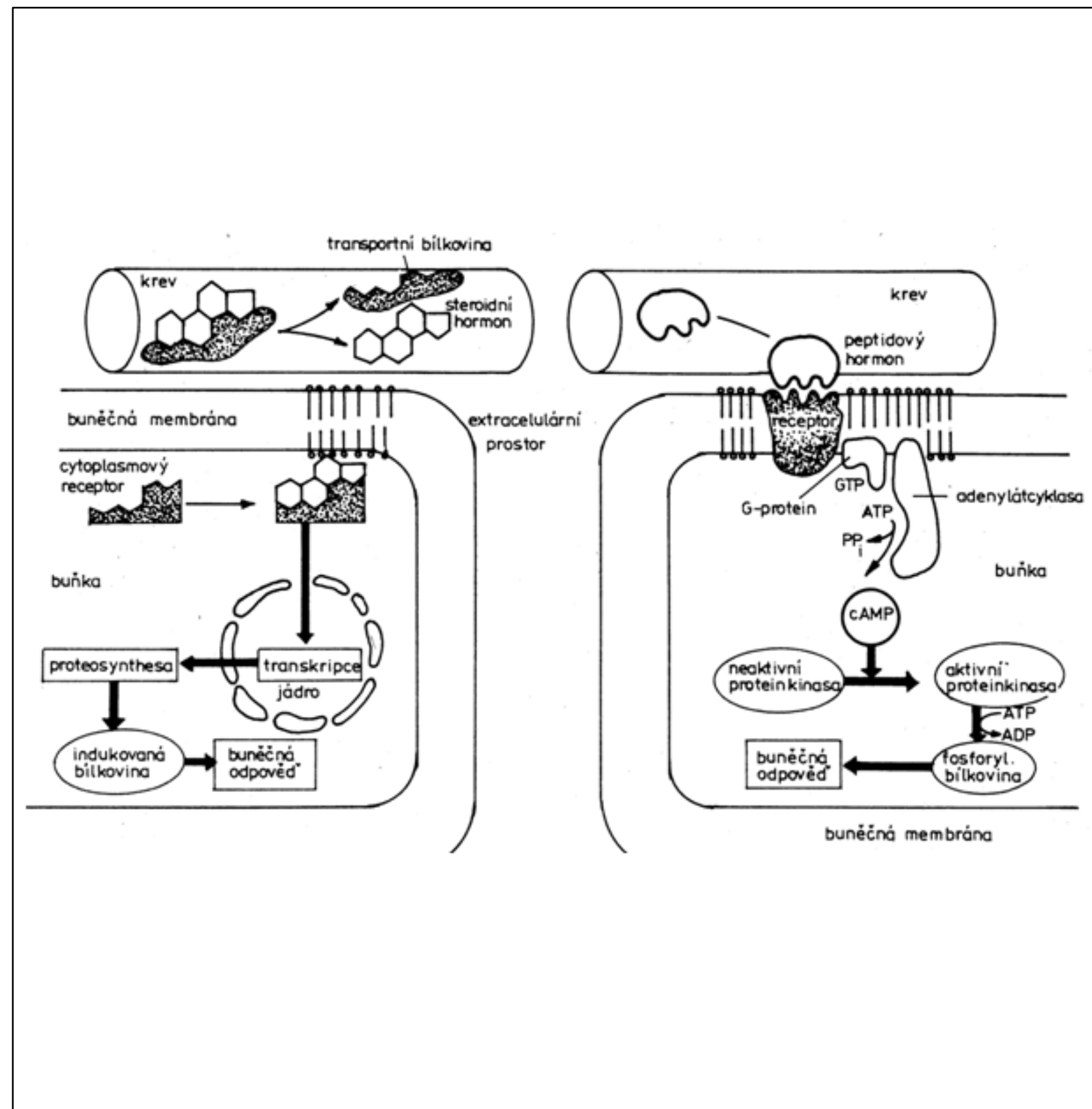
Druhy řízení

- **Hormonální systém = humorální systém = látkový**
- **Nervový systém**
- Oba systémy se vzájemně doplňují a ovlivňují systémem **ZPĚTNÉ VAZBY** (pozitivní vs. negativní)
- Nadřazeným centrem všech žláz s vnitřní sekrecí je **hypothalamo – hypofyzární systém**
- **CNS** řídí a zasahuje do funkce všech orgánů a koordinuje jejich činnost



Hormonální systém

- informace je přenášena pomocí chemické látky – **hormone**
- hormony produkuje **většina tkání a orgánů** v těle, některé z nich jsou specializovány jen k produkci hormonů = **žlázy s vnitřní sekrecí**
- hormon je transportován **tělními tekutinami** (krví, lymfou, tkáňovým mokem ...)
- hormon působí **na receptory** na cílových buňkách
- hormony produkované nervovými buňkami se označují jako **neurohormony**

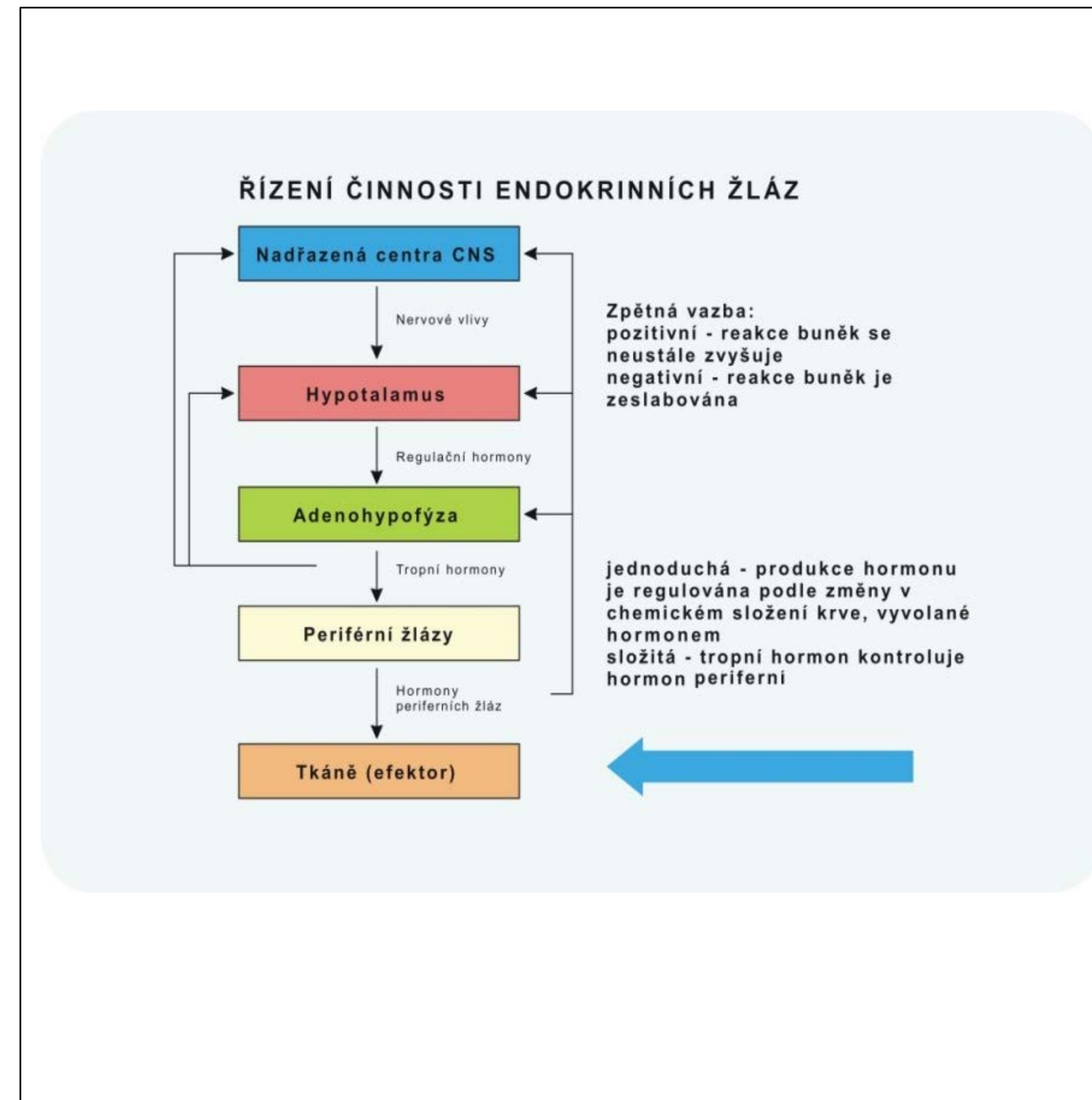


Hormony

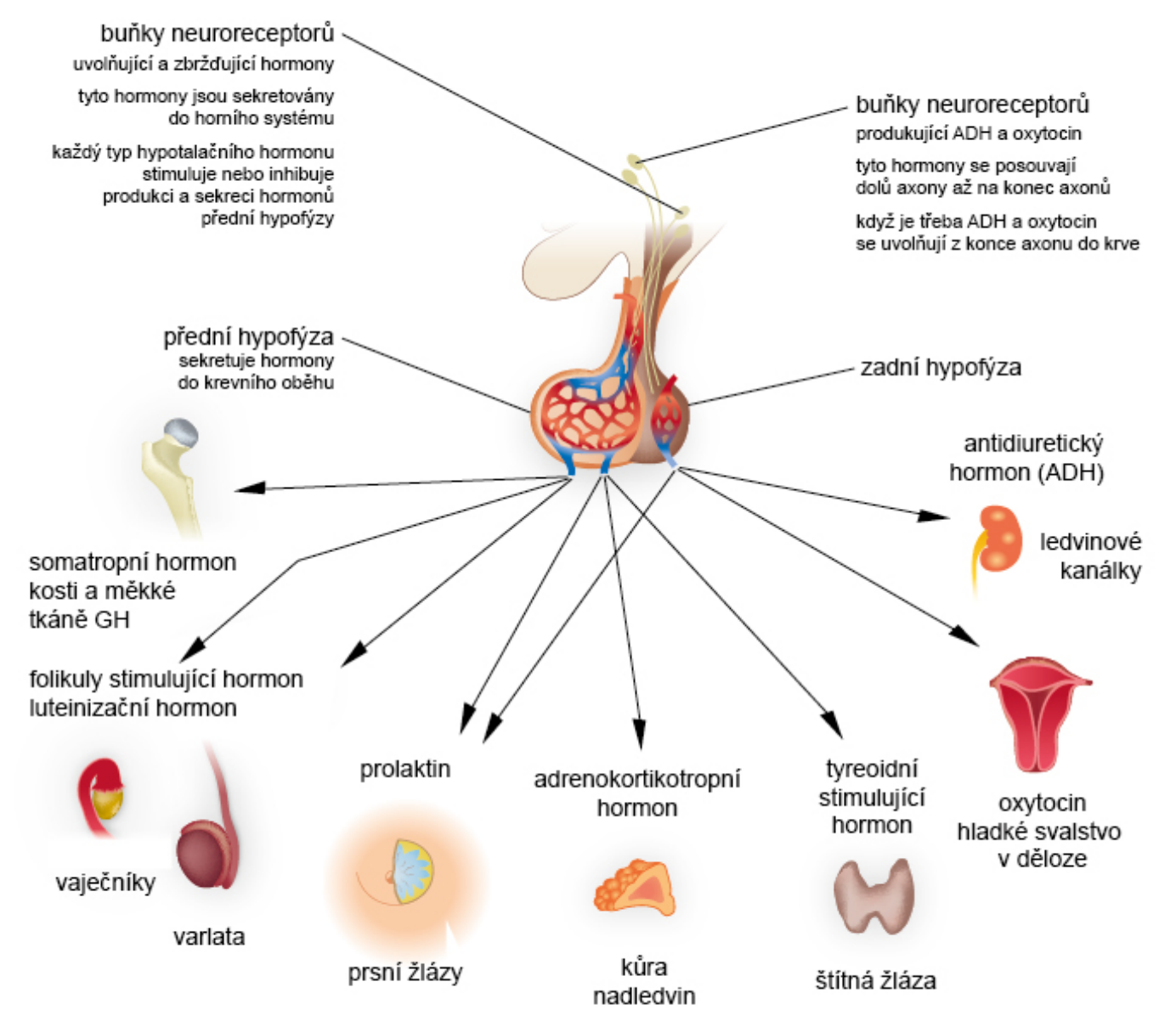
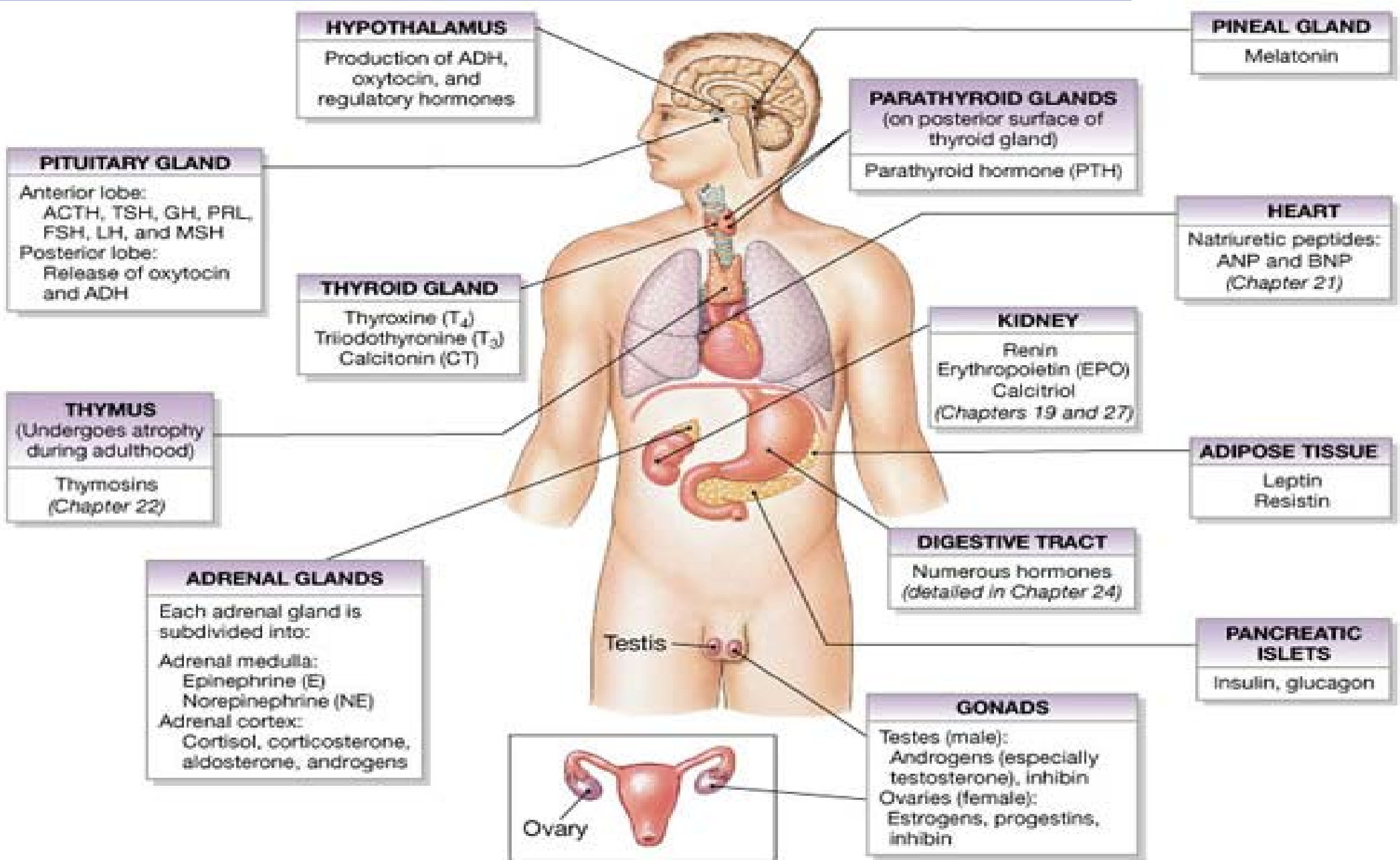
- Účinek hormonů:
 - **lokální** na cílenou tkáň (příkladem je působení antidiuretického hormonu)
 - **celkové** působící na všechny buňky v těle (příkladem je somatotropní hormon, hormony štítné žlázy)
- Typy hormonů:
 - **peptidy** (somatostatin, oxytocin, parathormon, gastrin, sekretin, inzulin, glukagon)
 - **deriváty aminokyselin (adrenalin, noradrenalin)**
 - **steroidy (glukokortikoidy, mineralkortikoidy, estrogeny, androgeny, gestageny)**
- **synergisté**: příkladem je spolupůsobení při tvorbě mléka (estrogeny, progesteron, prolaktin, oxytocin)
- **antagonisté**: příkladem je udržení hladiny kalcémie (parathormon, kalcitriol: kalcitonin)
- Ukončení působení hormonů je po jejich zmetabolizování v játrech, popř. v ledvinách a metabolity jsou vyloučeny močí

Řízení hormonů

- pomocí **nervového systému**
- jiných **endokrinních žláz**
- **přímo** hladinou metabolitů v krvi
- využití **negativní a pozitivní zpětné vazby**

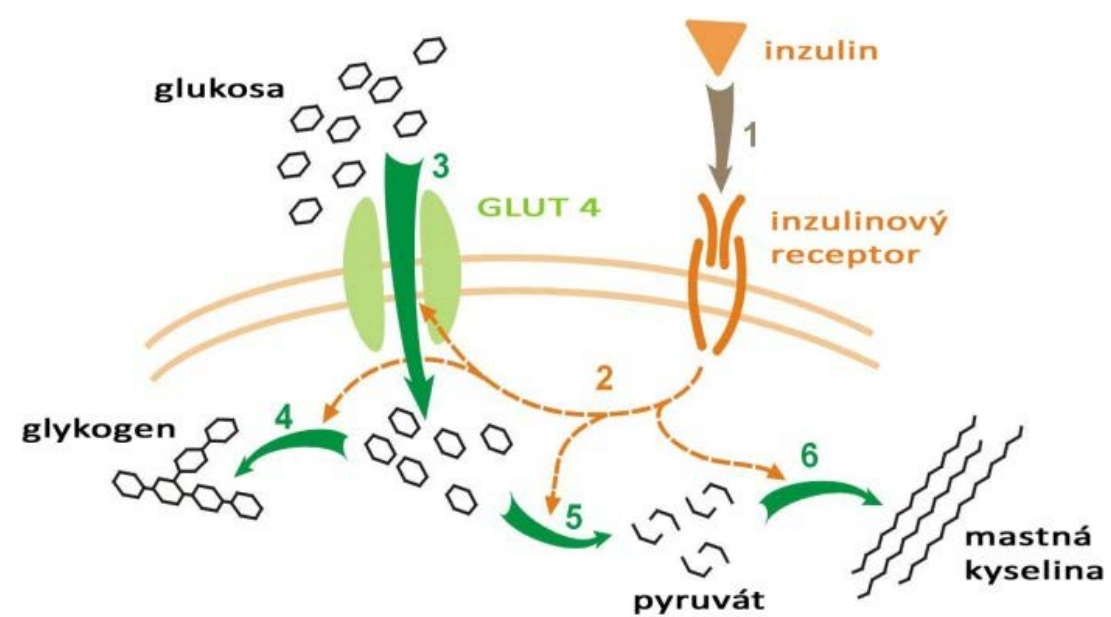
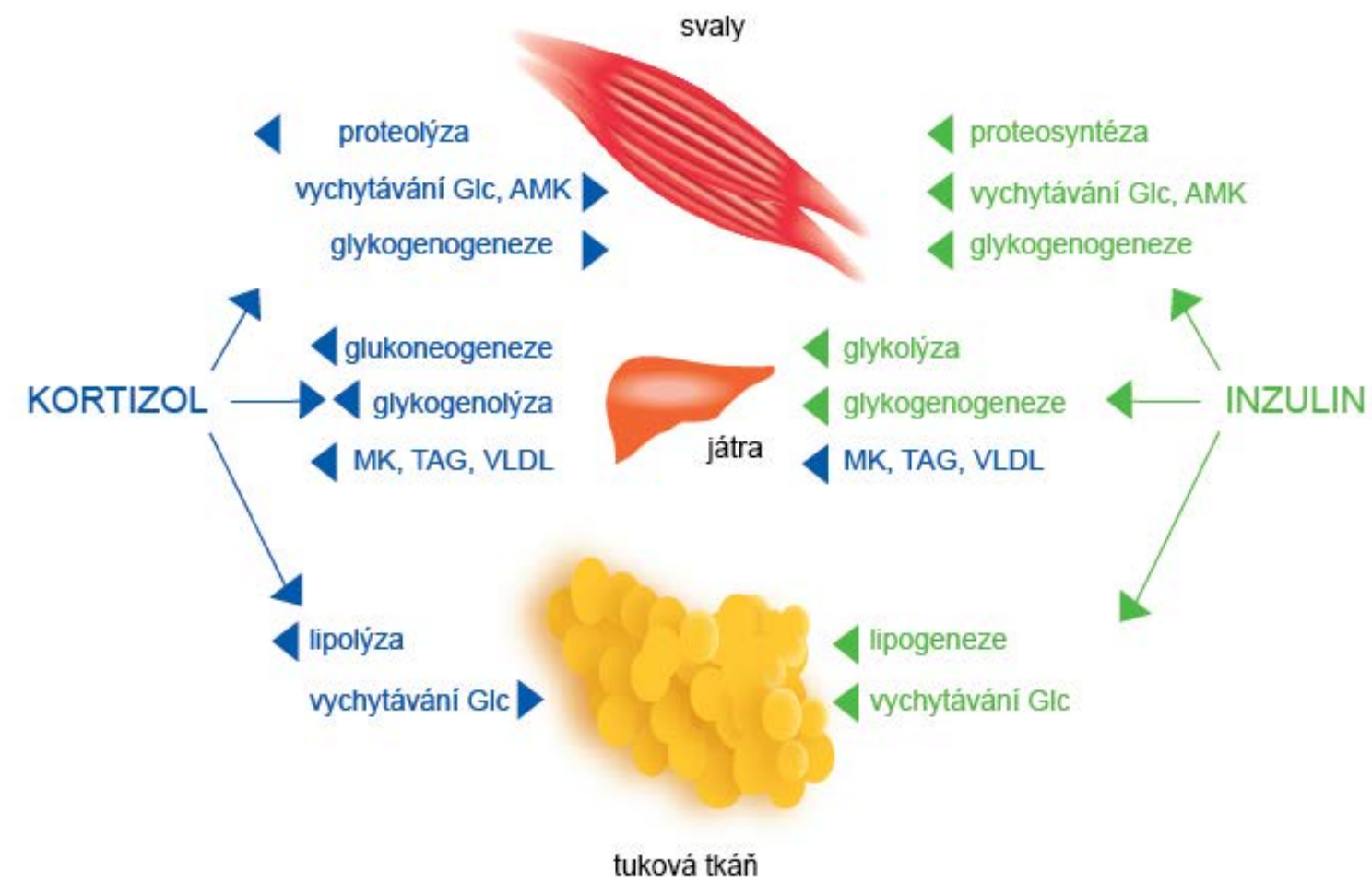
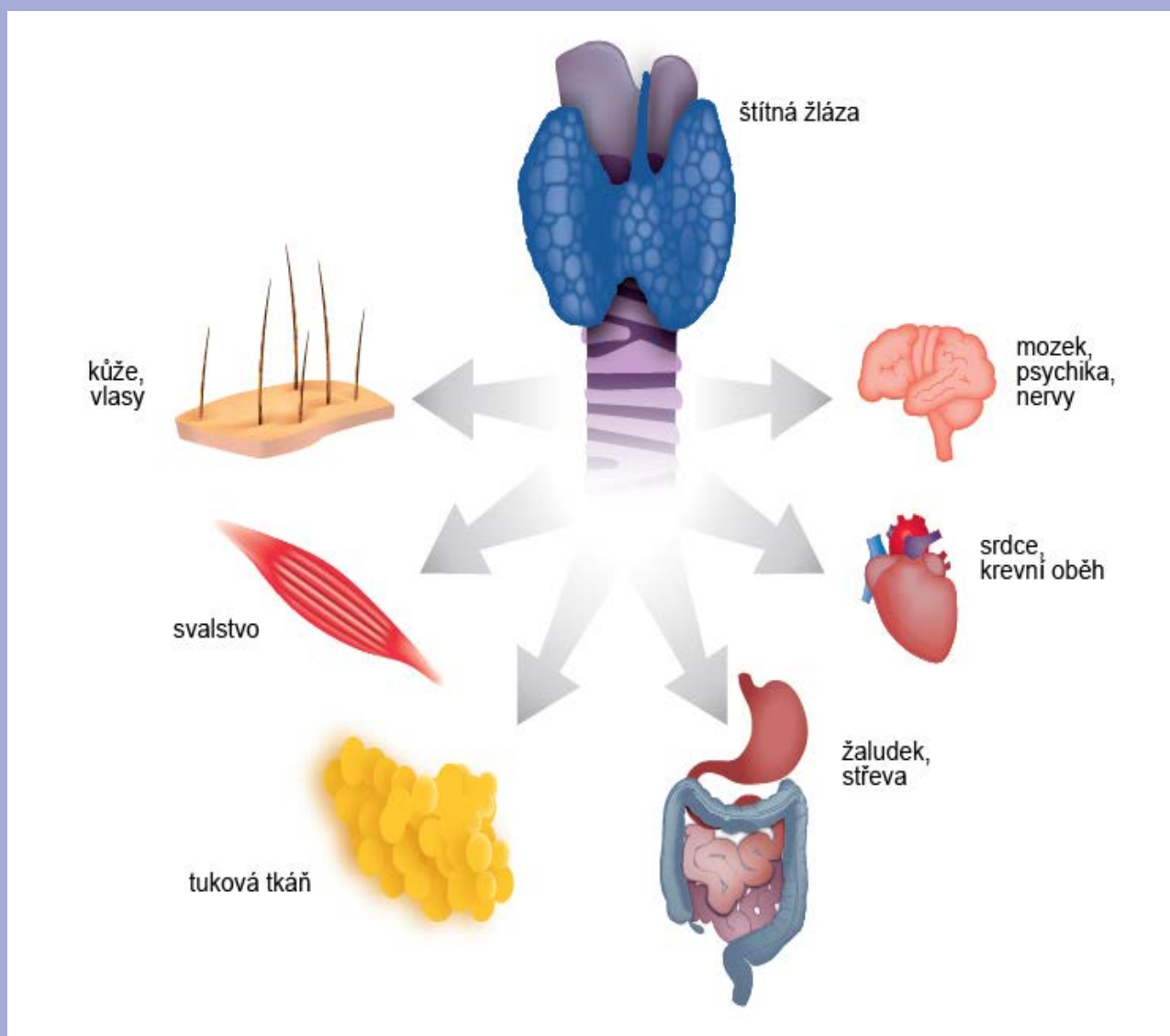


Endokrinní soustava



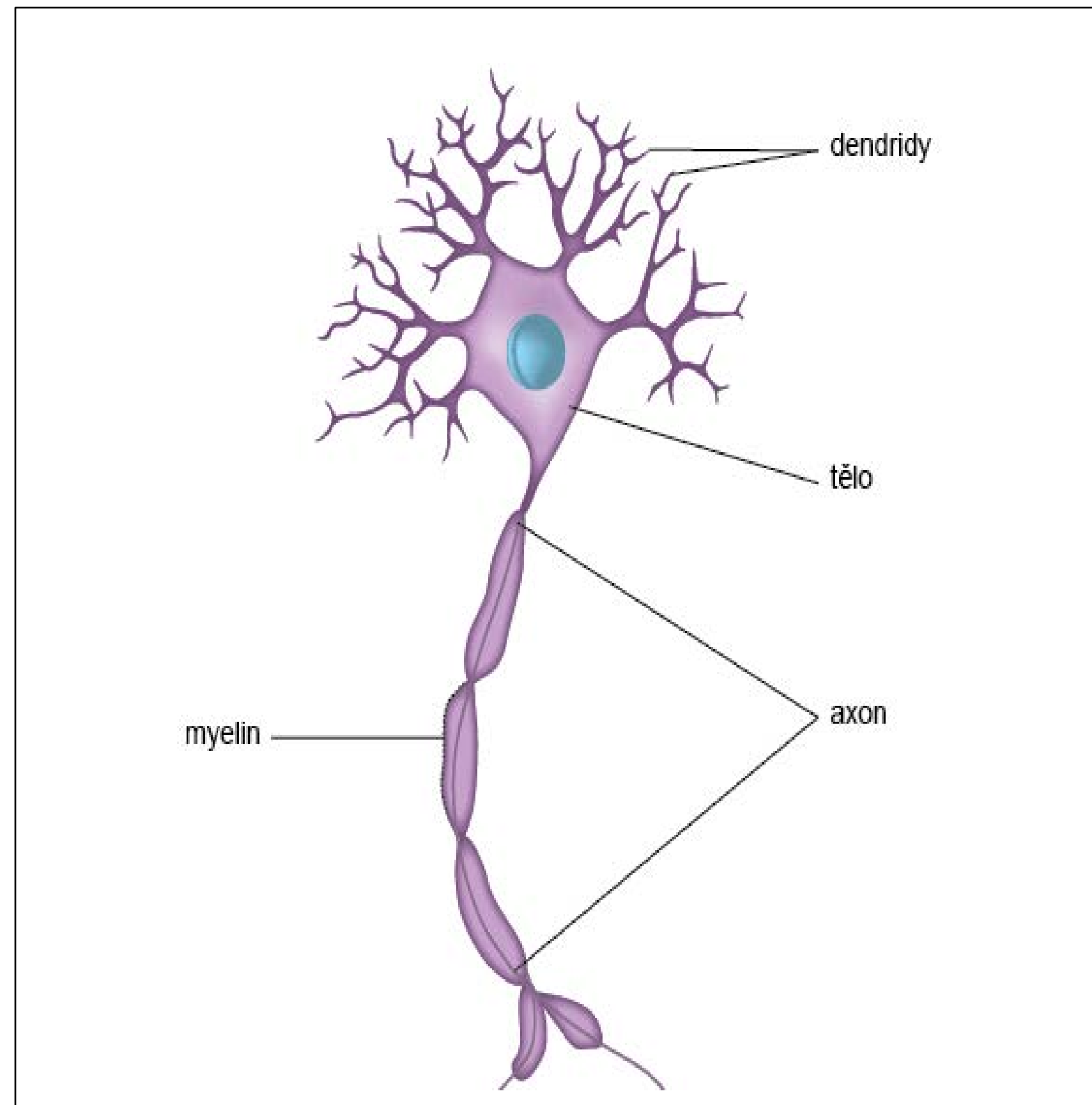
Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Hormony a pohyb



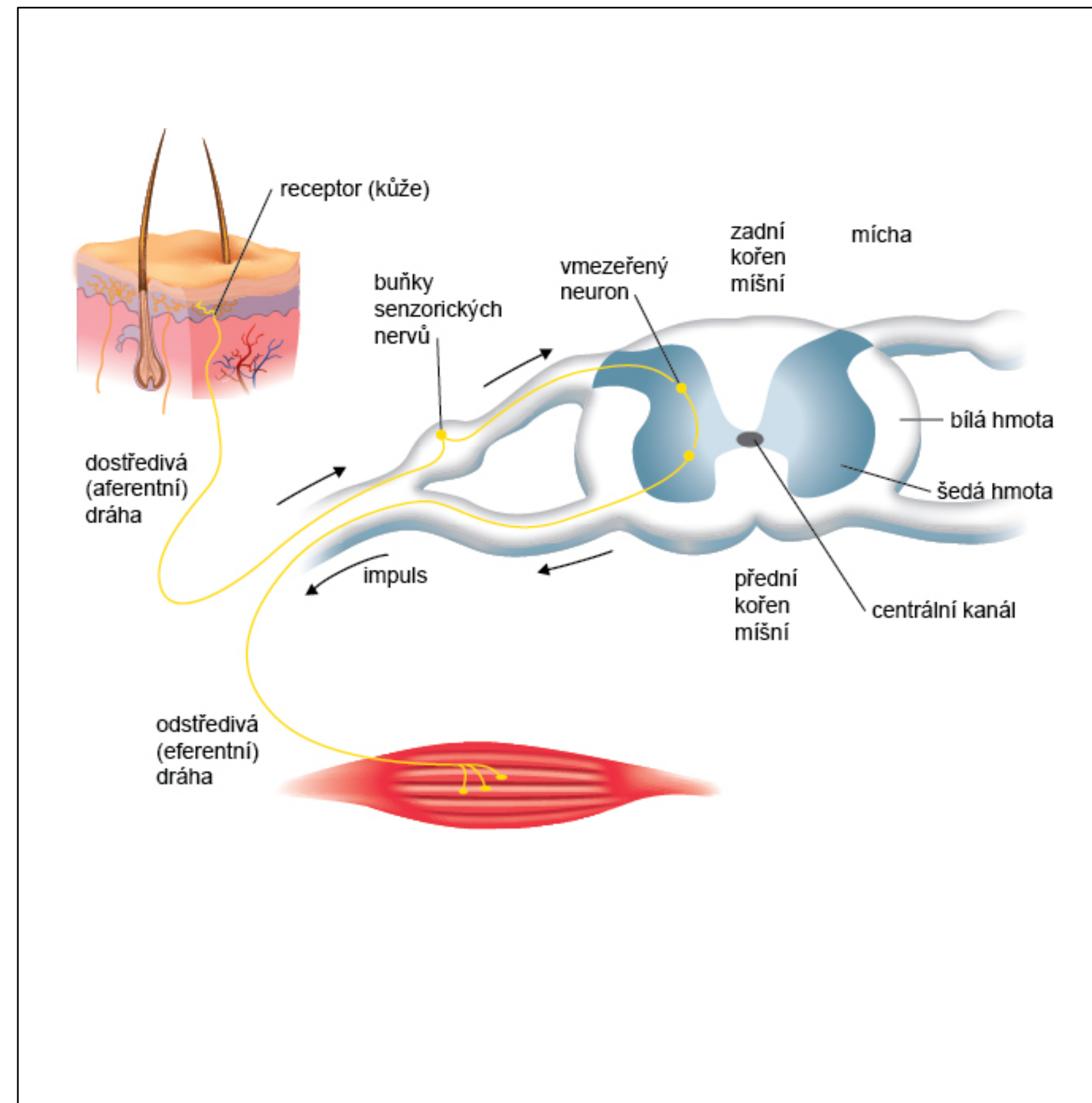
Nervový systém

- základem **nervová buňka – neuron** (buňka specializovaná na příjem, zpracování a předávání signálů)
- informace je přenášena jako **změna elektrického potenciálu** na povrchu neuronu

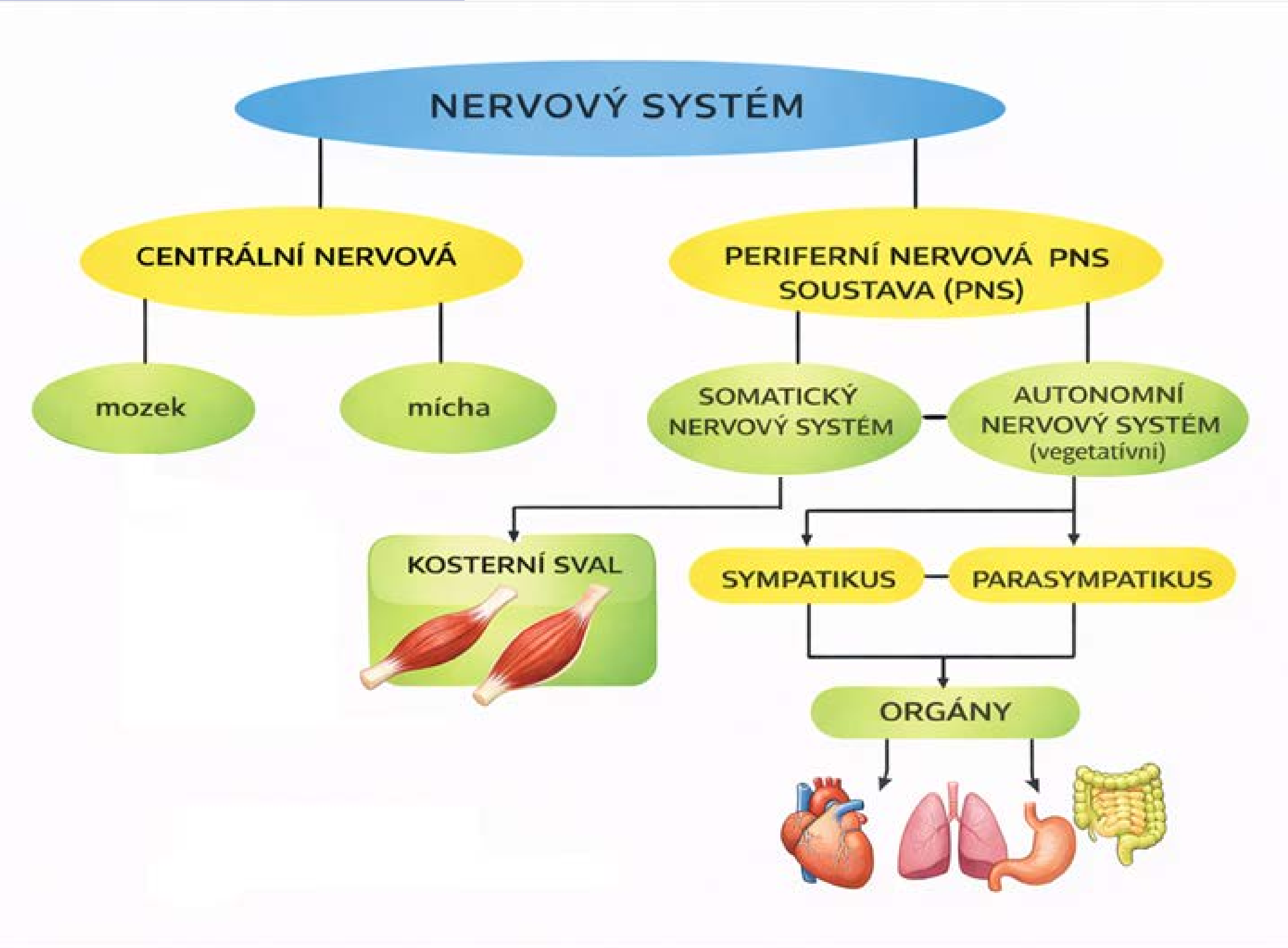


Neuron, reflex

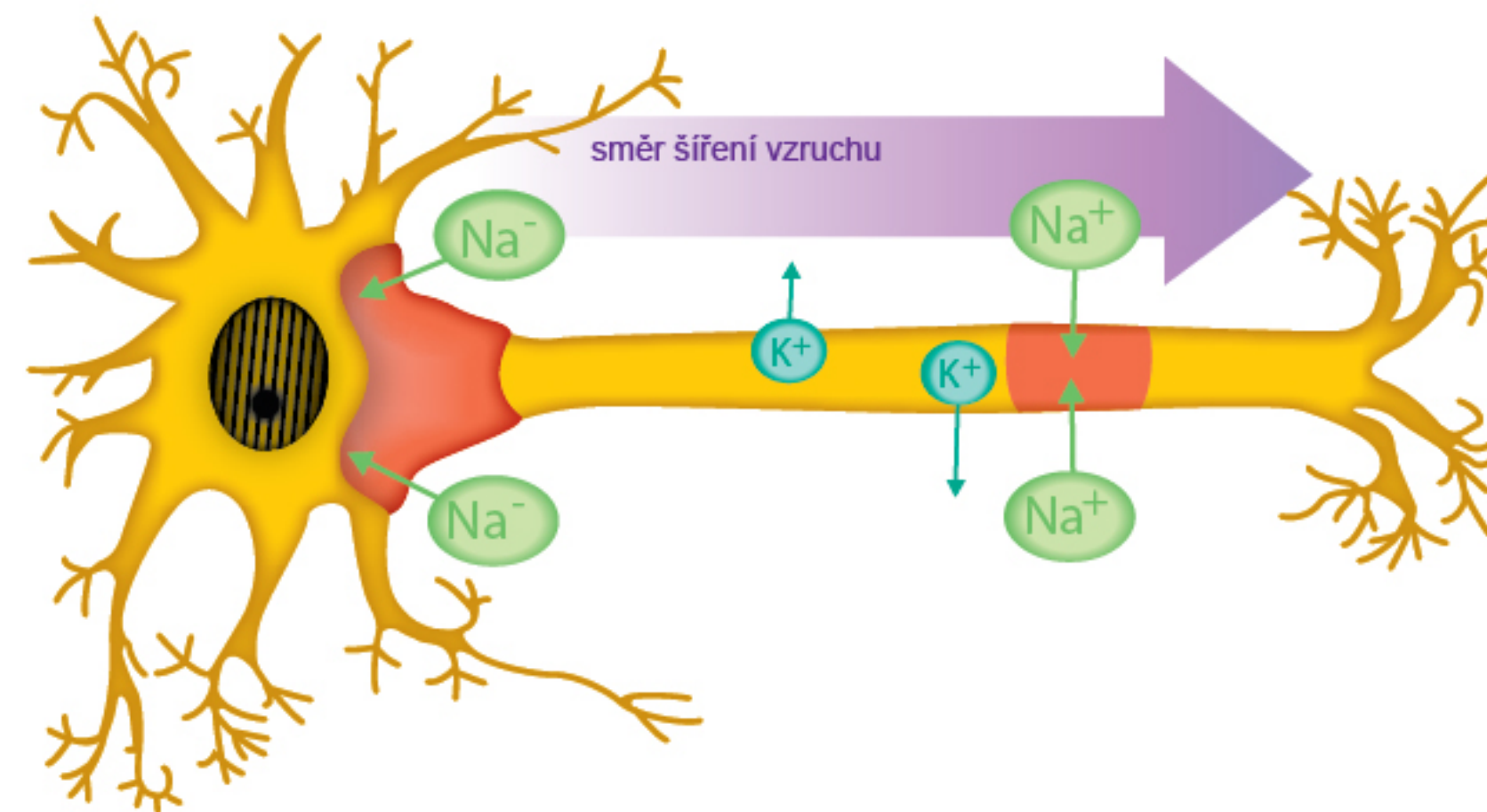
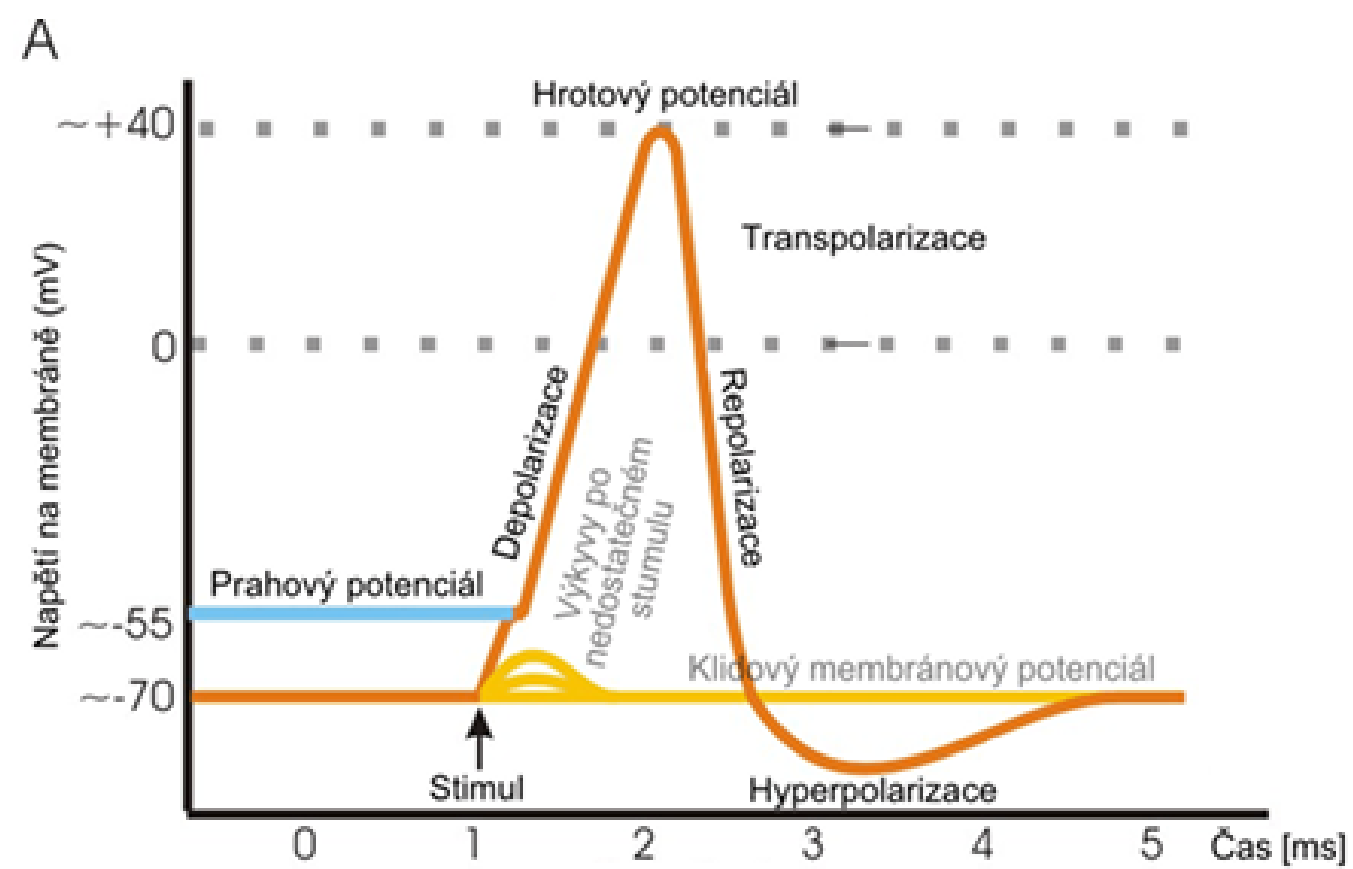
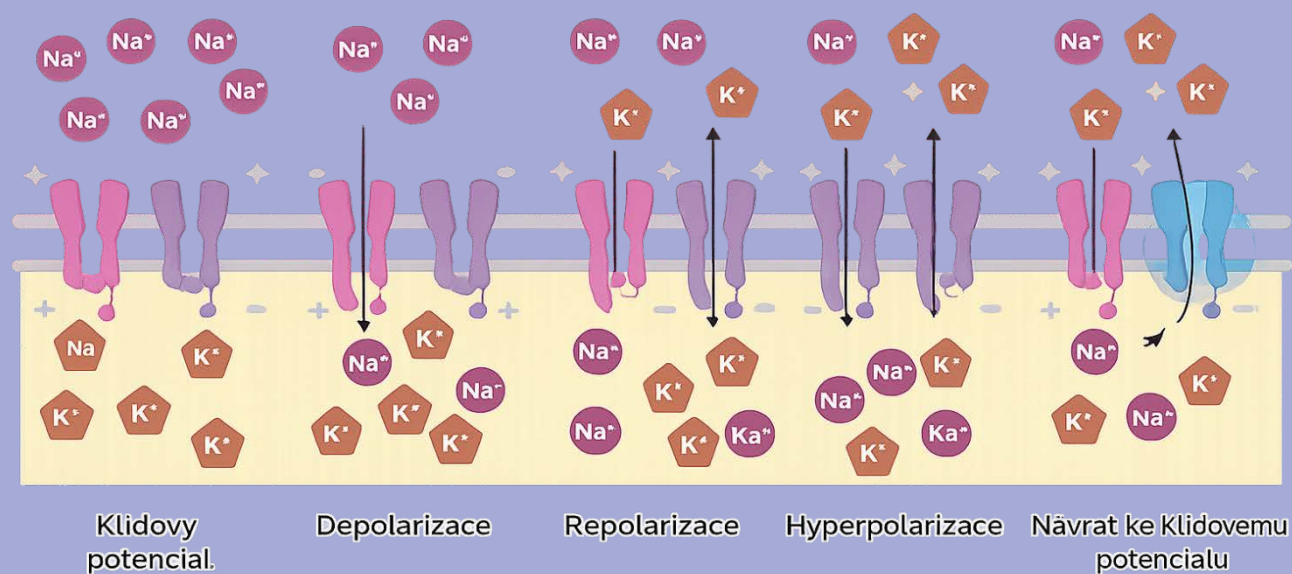
- **Neuron** – základní anatomická jednotka
- **Reflex** - je základní funkční jednotkou NS
- **Odpověď organismu na dráždění** receptorů pomocí CNS
- **Determinován podnětem** (zevním, vnitřním) a je určen reflexním obloukem
- **Páteřní mícha** - to nejnižší reflexní centrum, které je podřízeno vyšším mozgovým etážím a zároveň i místo průchodu nervových drah



Nervová soustava



Nervový signál a jeho vedení



Srovnání

Hormonální systém

- **pomalejší** přenos signálu, **dlouhodobější** (sekundy – hodiny)
- hormon transportován **tělními tekutinami** (krví) k cílovému orgánu
- **Na celý organismus**, na cílovém orgánu **receptory specifické** pro daný hormon (na membráně nebo uvnitř buňky)

Nervový systém

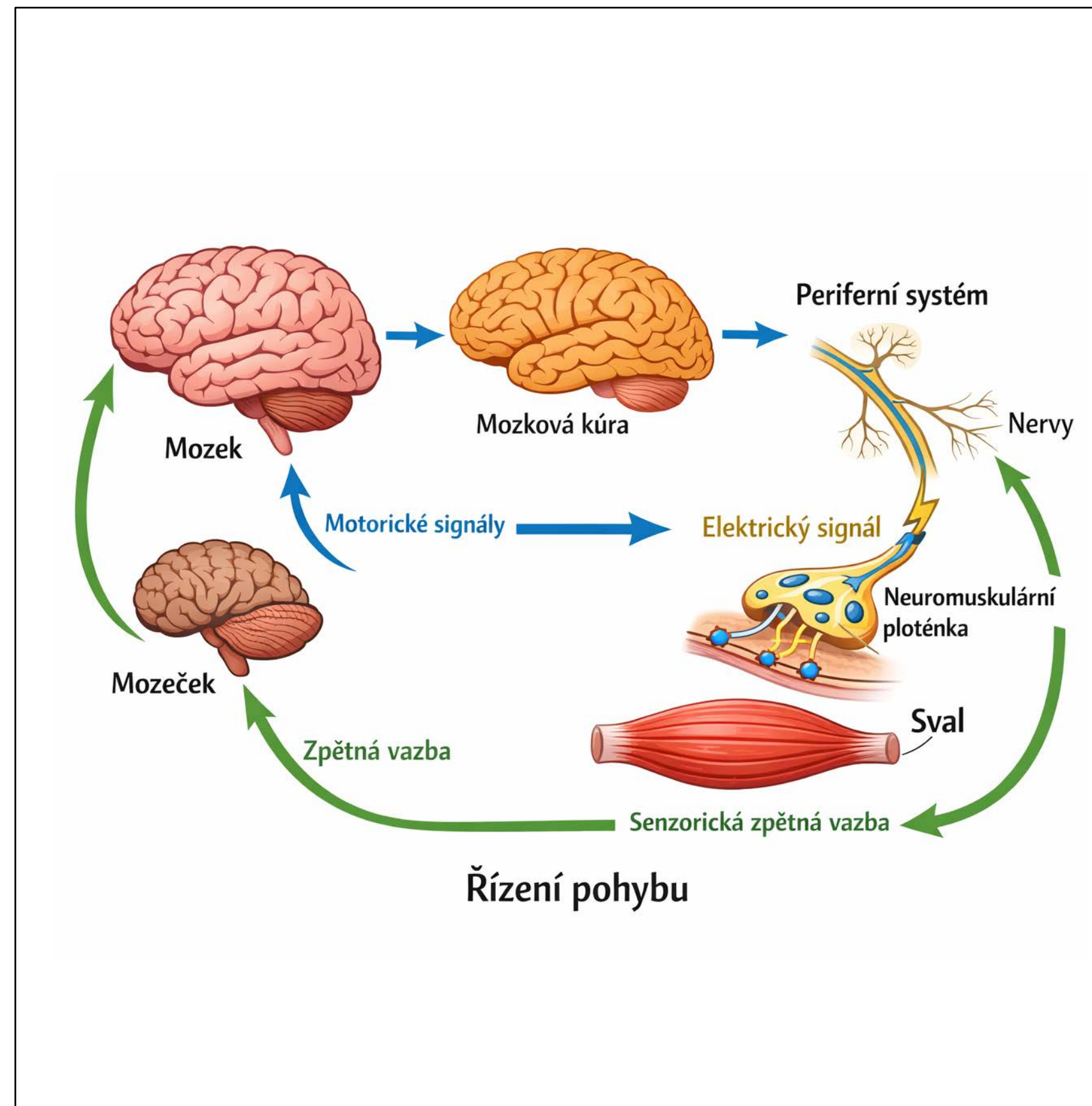
- **rychlejší** přenos signálu, **okamžitý** (milisekundy)
- transport signálu **po nervových vláknech** (dendritech a axonech)
- nervová vlákna vedou **přímo do cílového orgánu**

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

Nervový systém a pohyb

- Řídící centrum
- **Mozek** - vzniká záměr pohybu
- **Elektrický signál – mozek – mícha - periferní nervy – sval**
- Aktivace motorických neuron – nervosvalová ploténka
- **Neurotransmitery** (acetylcholin, dopamin, GABA, serotonin, noradrenalin)
- Výsledek = **přesně řízený, plynulý a koordinovaný pohyb svalů**



Nervový systém - mozek

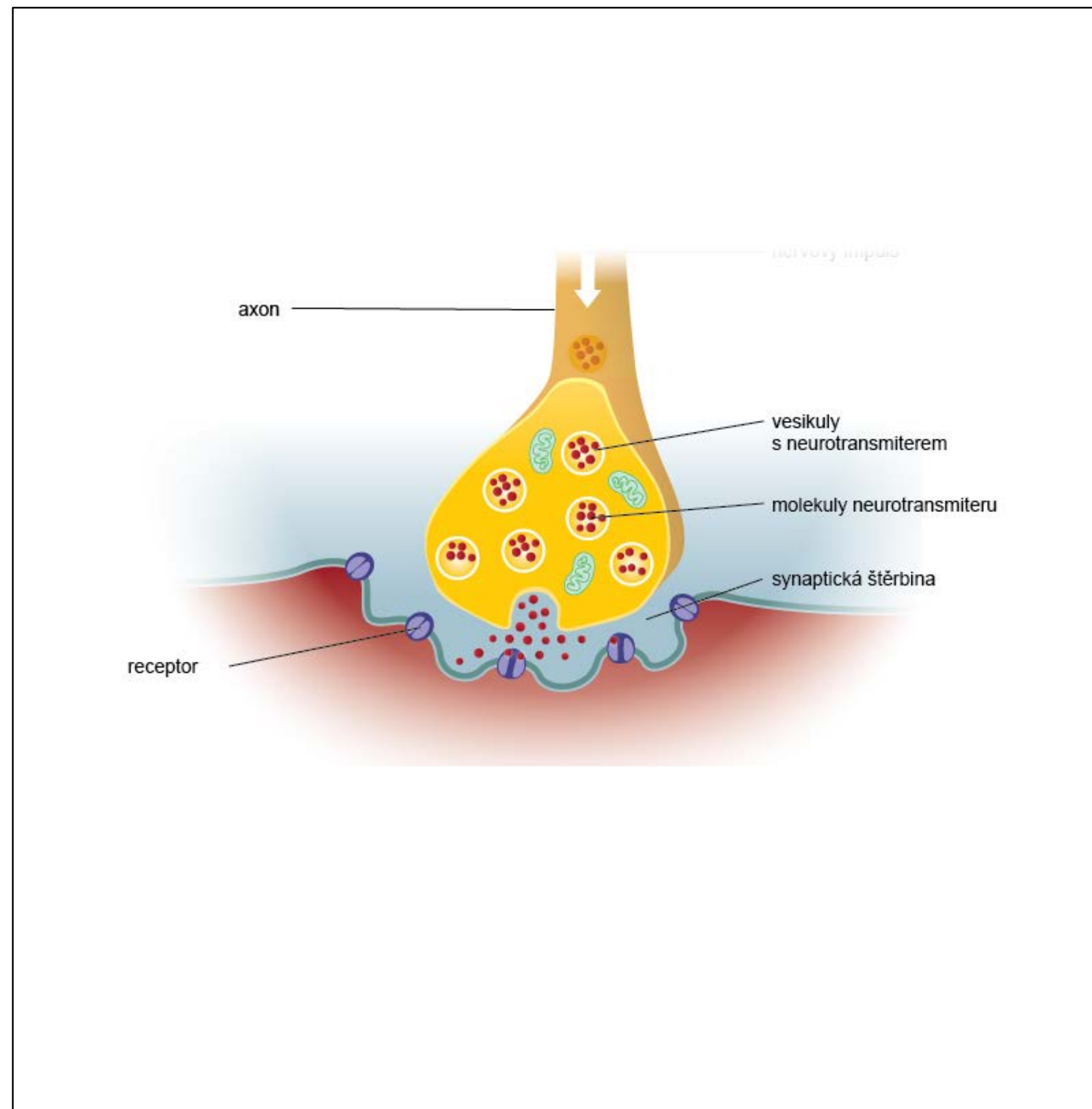
- **Mozek** plánuje, svaly vykonávají
- **Kůra** říká „co chci udělat“
- **Bazální ganglia** rozhodují „pustit / nepustit pohyb“
- **Mozeček** hlídá „aby to bylo přesné a plynulé“
- **Mícha a nervy** zajišťují „provedení“

- **Problémy:**
 - Mozková kůra (3 oblasti) – ztráta jemné motoriky, typicky po cévní mozkové příhodě (CMP)
 - Bazální ganglia – Parkinsonova choroba
 - Mozeček – porucha motorického učení
 - Mícha – ztráta volního pohybu

Struktura	Hlavní funkce
Motorická kůra	Iniciace volního pohybu
Bazální ganglia	Výběr a plynulost pohybu
Mozeček	Koordinace, korekce, učení, rovnováha
Mozkový kmen	Postura, rovnováha
Mícha	Výkon, reflexy
Periferie	Zpětná vazba

Nervosvalová ploténka

- Přejít z **elektrického na chemický signál**
- Akční potenciál dorazí k presynaptickému zakončení → otevření **Ca²⁺ kanálů**
- Neurotransmitter (u nervosvalové ploténky vždy **acetylcholin (ACh)**)
- Vazba ACh na nikotinové receptory na svalové membráně → otevření ligandem řízených iontových kanálů
- Vstup Na⁺ → depolarizace svalové membrány
- Konec signálu - ACh je rychle štěpen enzymem acetylcholinesterázou
- Zajištění přesného a krátkého signálu



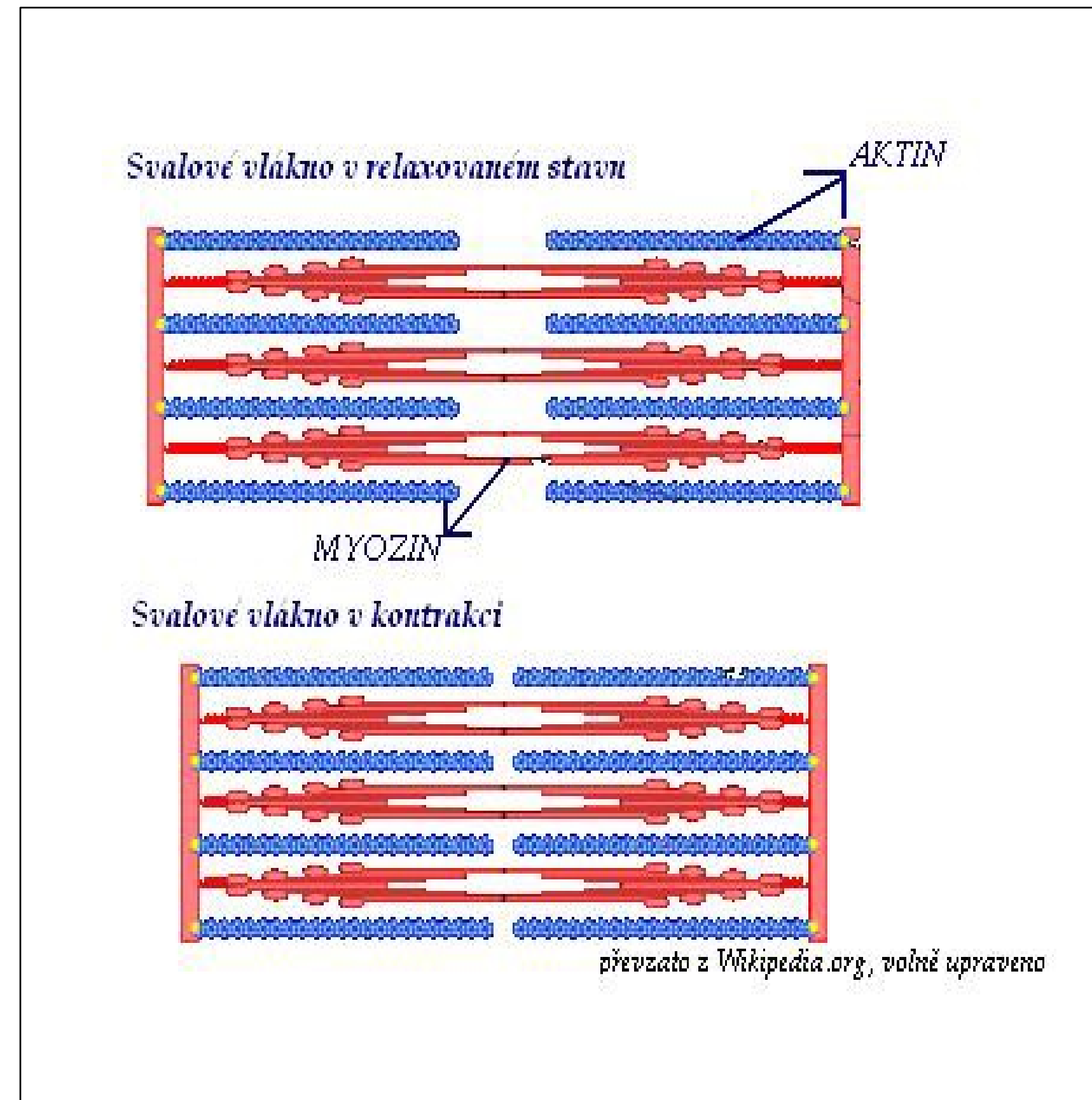
Kontrakce svalu

-
- Uvolnění Ca^{2+} do cytoplazmy
 - Vazba na troponin C → posun tropomyosinu → vazebné místo na aktinu → vazba myozinové hlavy → **svalový stah**
 - **Relaxace svalu** → spotřeba energie

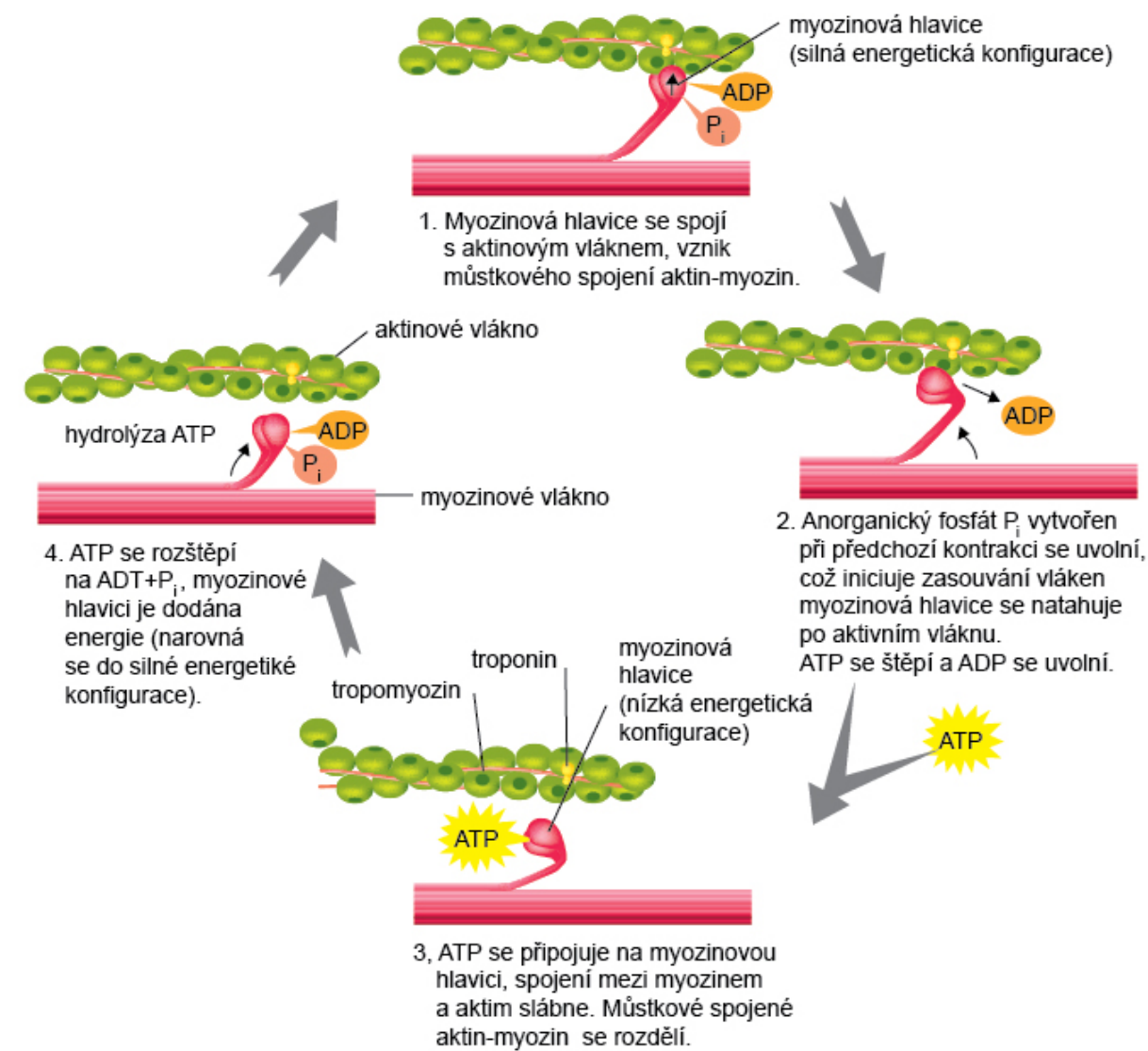
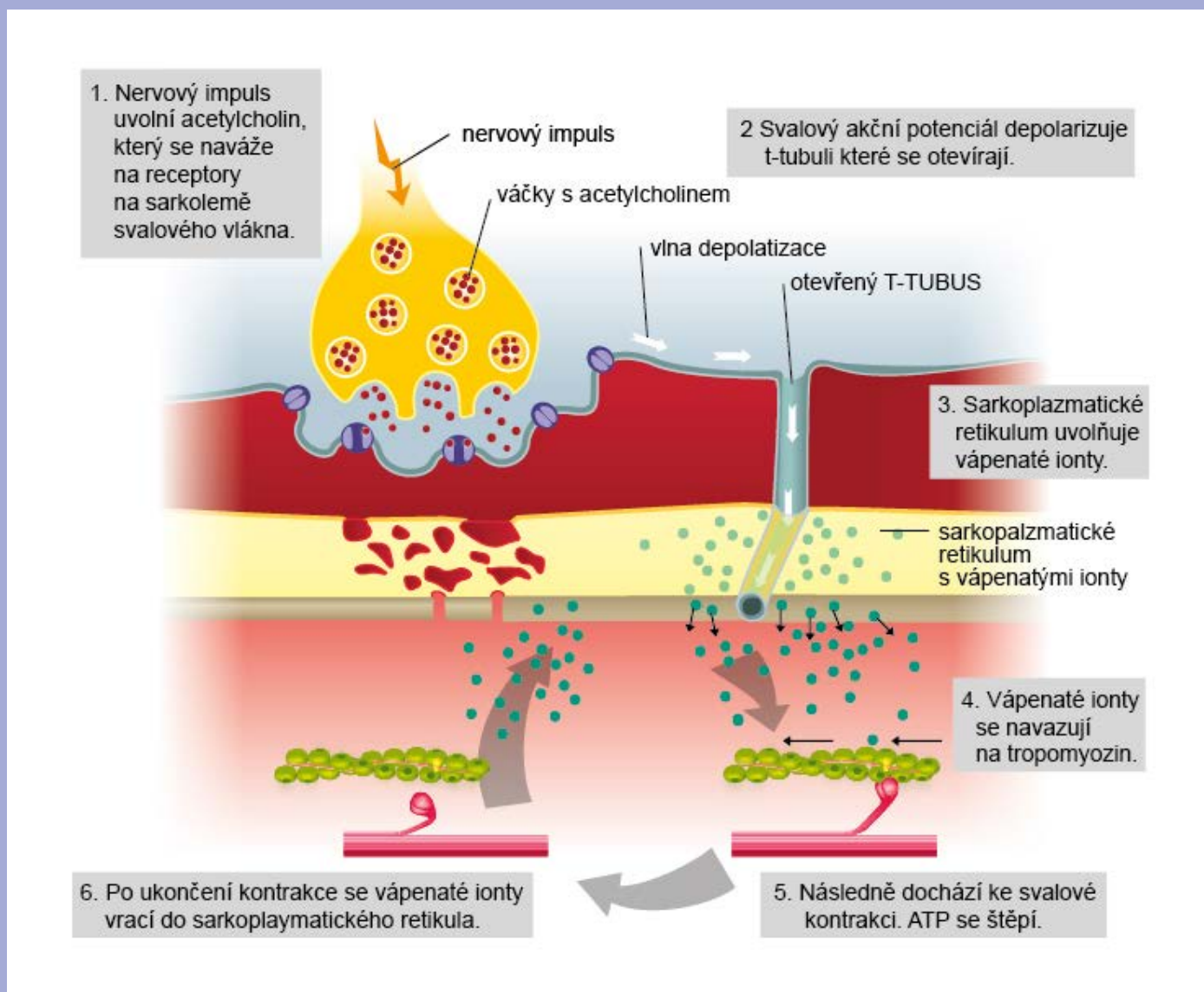


Kontrakce svalu

- Činností akčního potenciálu → **zkrácení sarkomery**
- Maximální **zkrácení na 50 – 70 %** své klidové délky
- **Prodloužení až na 180 %** klidové délky

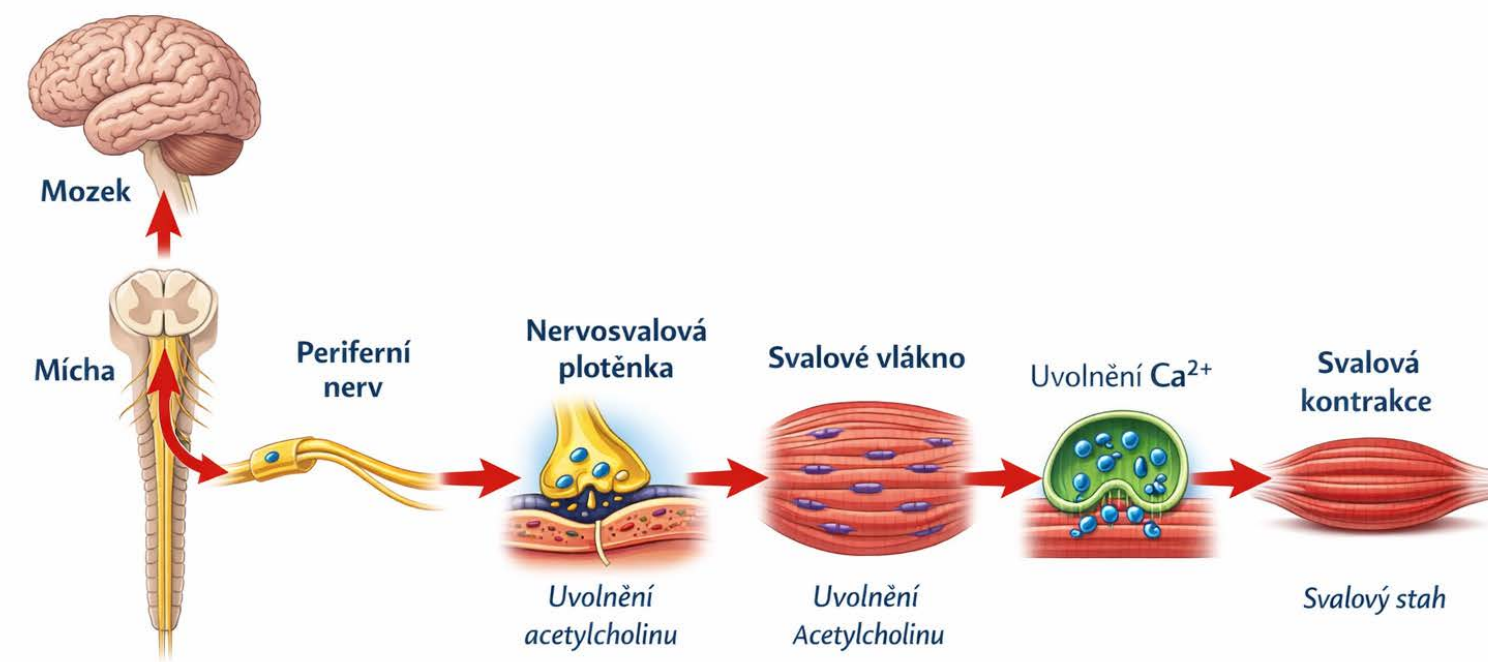


Kontrakce svalu



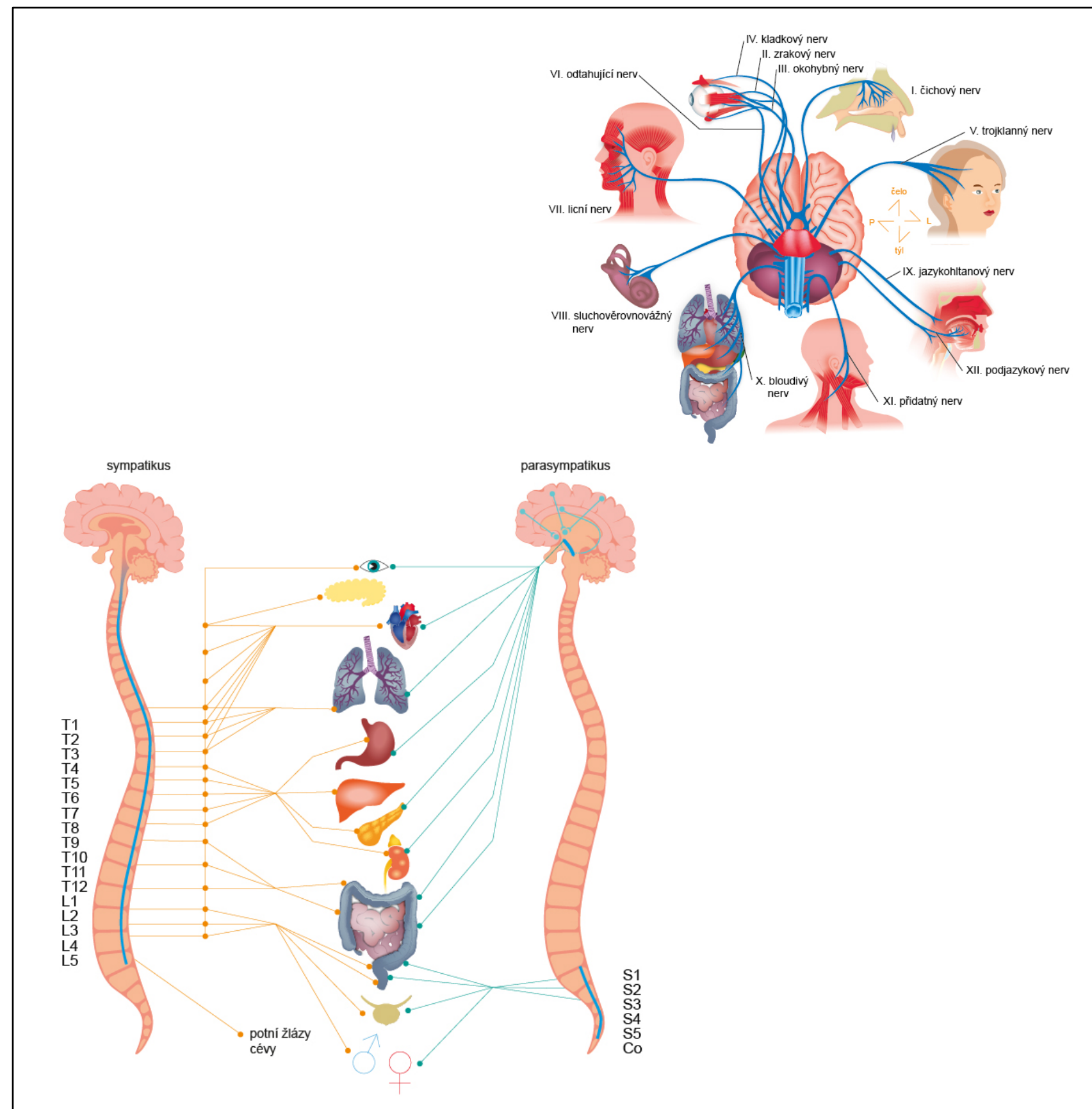
Funkční shrnutí

Mozek → mícha → periferní nerv →
 nervosvalová ploténka → svalové vlákno
 → Ca^{2+} → stah



Autonomní nervový systém

- Funkce **bez kontroly vůlí**
- **Sympatikus vs. Parasympatikus vs Enterický NS**
- Většinou protichůdná akce ve tkáních (srdce / GIT)
- Řídí: mozkový kmen, hypothalamus, limbický systém, prefrontální kůra



Vzájemné ovlivnění

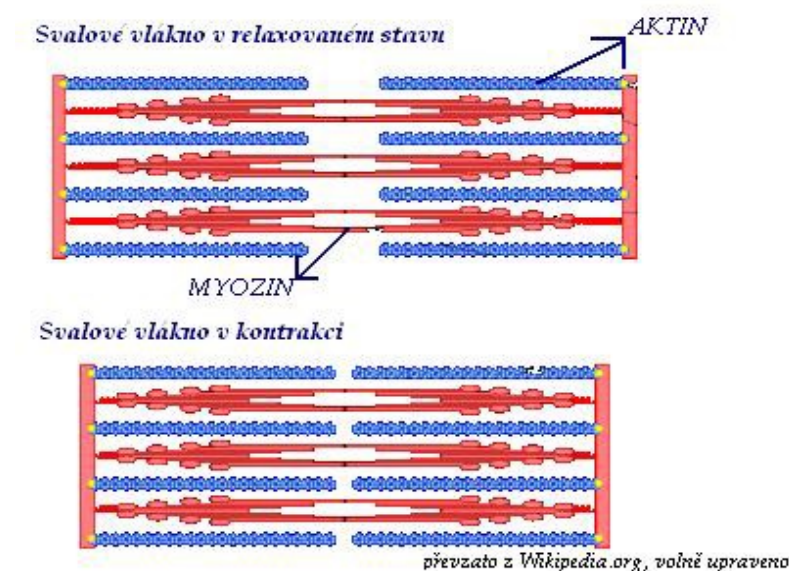
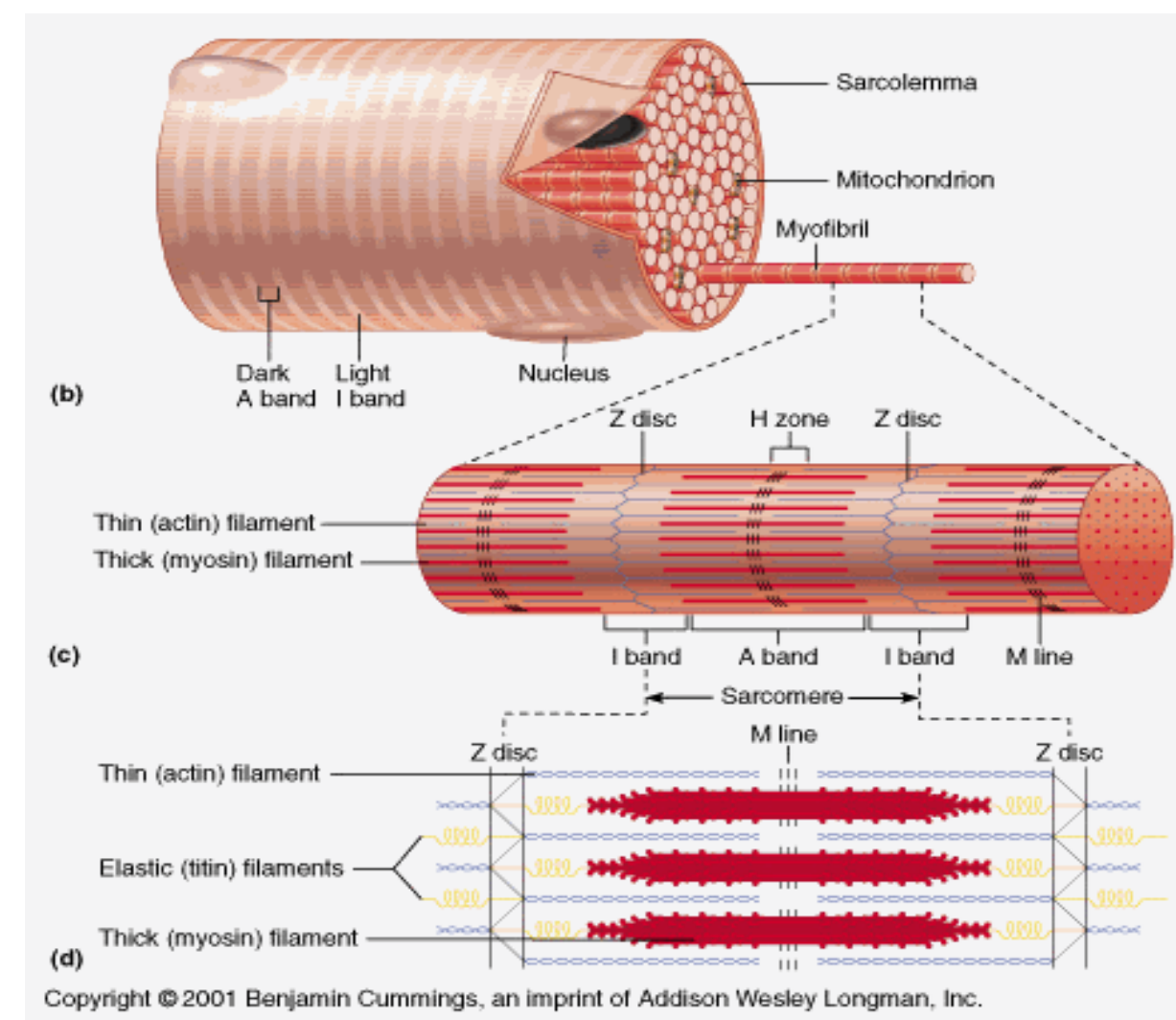
Dech – ANS – srdce – emoce – svalový tonus

- **Dech** - pomalý, plynulý dech (zejména prodloužený výdech) → parasympatikus
- **Srdeční rytmus** a „baroreflex“ - tlakové receptory v cévách (baroreceptory) → průběžná stabilizace KT
- Změna polohy (předklon, inverze, rychlé vstávání) mění se návrat krve k srdci → ANS musí rychle dorovnat tlak a tep

- **Svalový tonus, bolest a ochranné napětí**
 - **stres/sympatikus** zvyšuje tonus a „ochranné“ nastavení
 - **bolest a strach z bolesti** zvyšují sympatickou odpověď → dech se zhorší → napětí roste (začarovaný kruh)
 - pocit bezpečí + kontrolovatelný dech → snazší uvolnění, lepší koordinace
- **4) Trávení a energie**
 - při **stresu (sympatikus) se trávení tlumí**: časté u lidí s úzkostí, přetížením, IBS
 - po jídle je „**parasympatická dominance**“ normální; intenzivní praxe krátce po jídle může být nepříjemná (nevolnost, reflux)

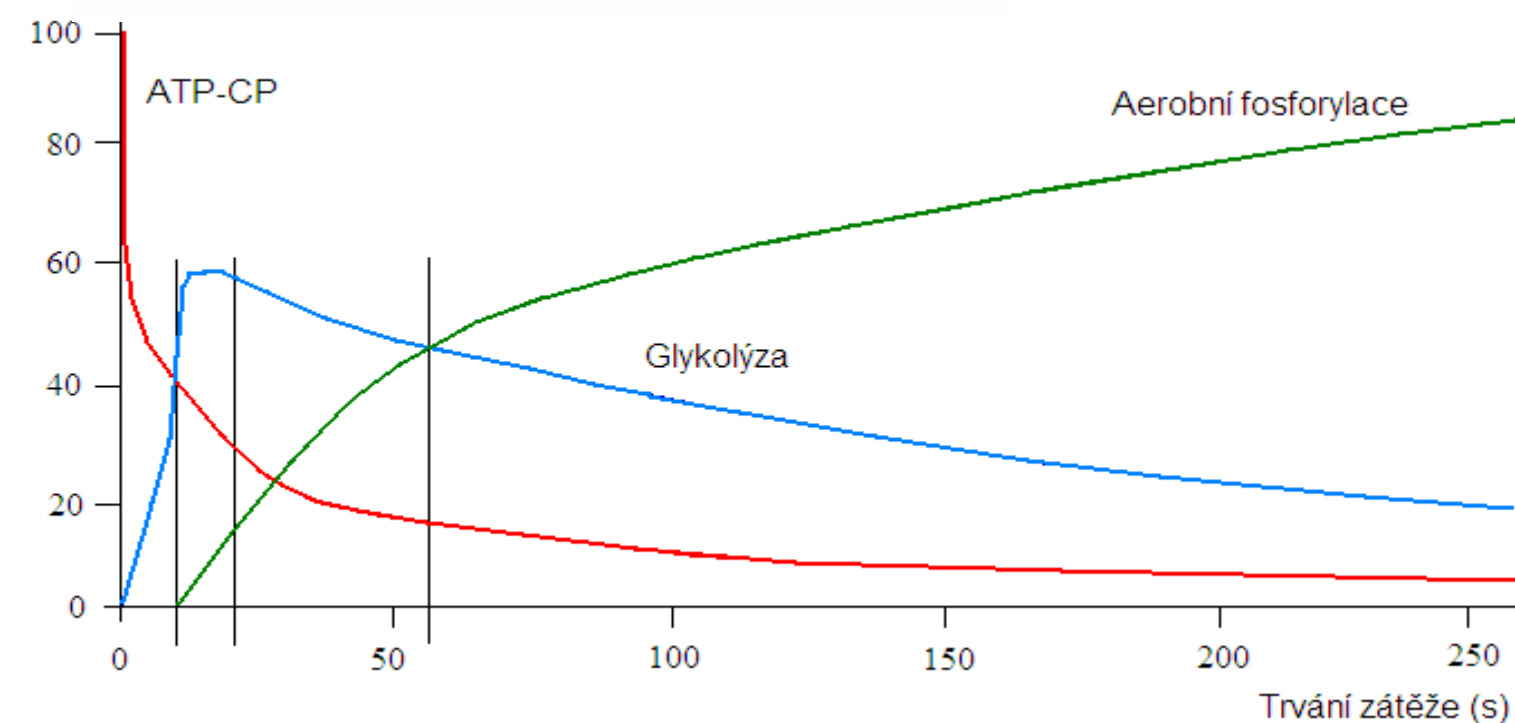
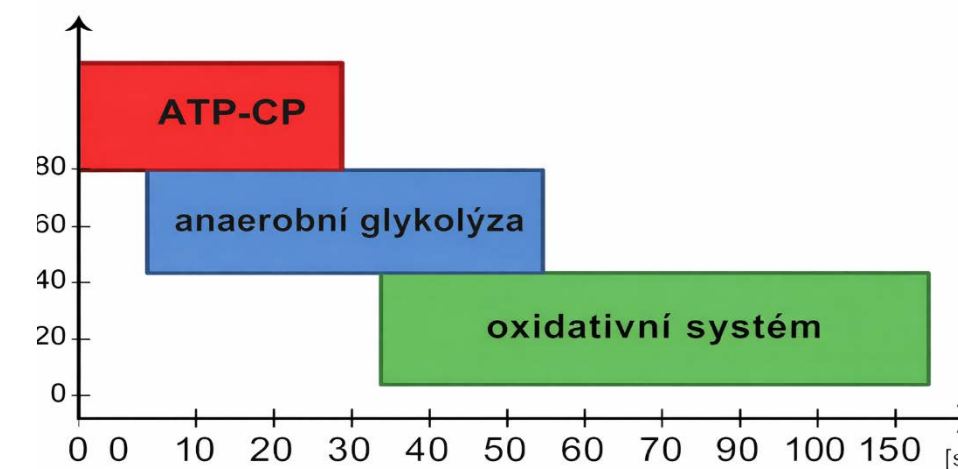
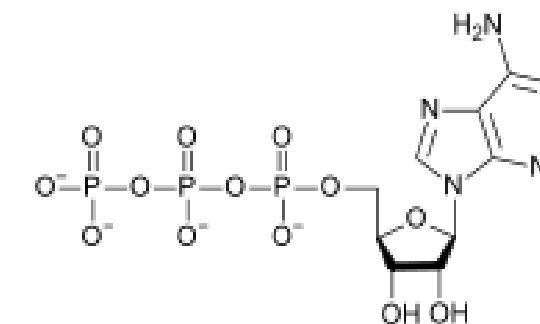
Metabolismus svalu

- Sval → svalové vlákno → sarkomera → aktin a myosin
- Princip kontrakce:
 - Nervový impulz dorazí k nervosvalové ploténce (ACh → depolarizace)
 - AP se šíří po svalu, vzbudí otevření Ca^{2+} v SR
 - Ca^{2+} se váže na troponin C → uvolnění vazebných míst na aktinu
 - Myosin se naváže → pohyb hlavic → zkrácení sarkomery
 - ATP umožní odpojení myosinu a pokračování cyklu

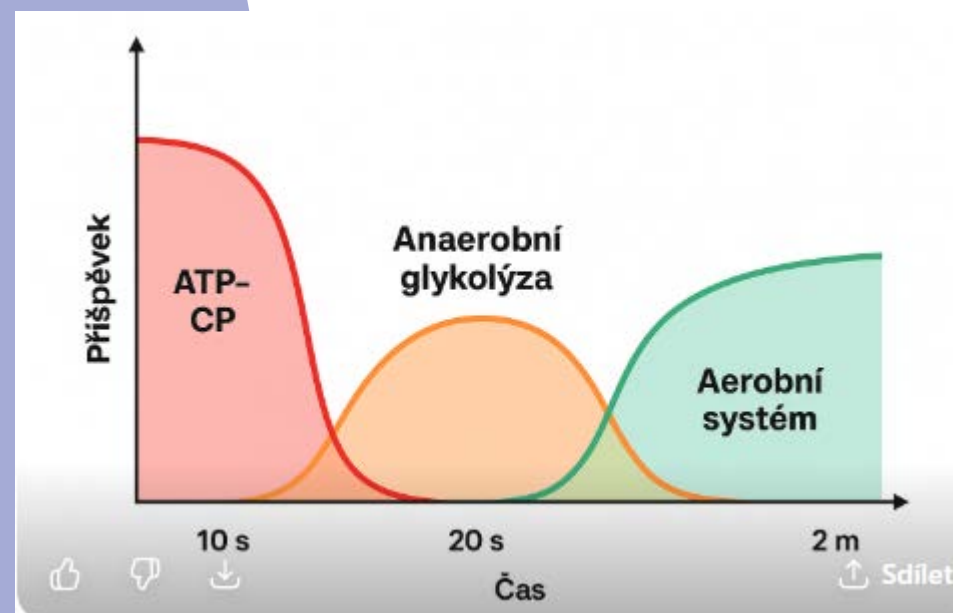


Energetické systémy

- ATP + kreatin-fosfát
 $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{energie}$
- Glykogen (zásobní glukóza)
- Tukové zásoby
- Anaerobní vs. aerobní metabolismus
- Trénovaný vs. netrénovaný jedinec



Energetický zdroj vs. typ tréninku



Energetický systém	Trvání	Potřeba kyslíku	Hlavní zdroj	Typ aktivity	Cíl tréninku
ATP-CrP	0-10 s	NE	ATP, CrP	Sprint, výskok	Výbušná síla
Anaerobní glykolýza (laktát)	10 s – 2 min	NE	glykogen	400m běh, HIIT	Odolnost, výkon
Aerobní (oxidativní) systém	Víc než 2 min	ANO	Glukóza, tuk	Běh, kolo	Vytrvalost, regenerace

Typ svalových vláken

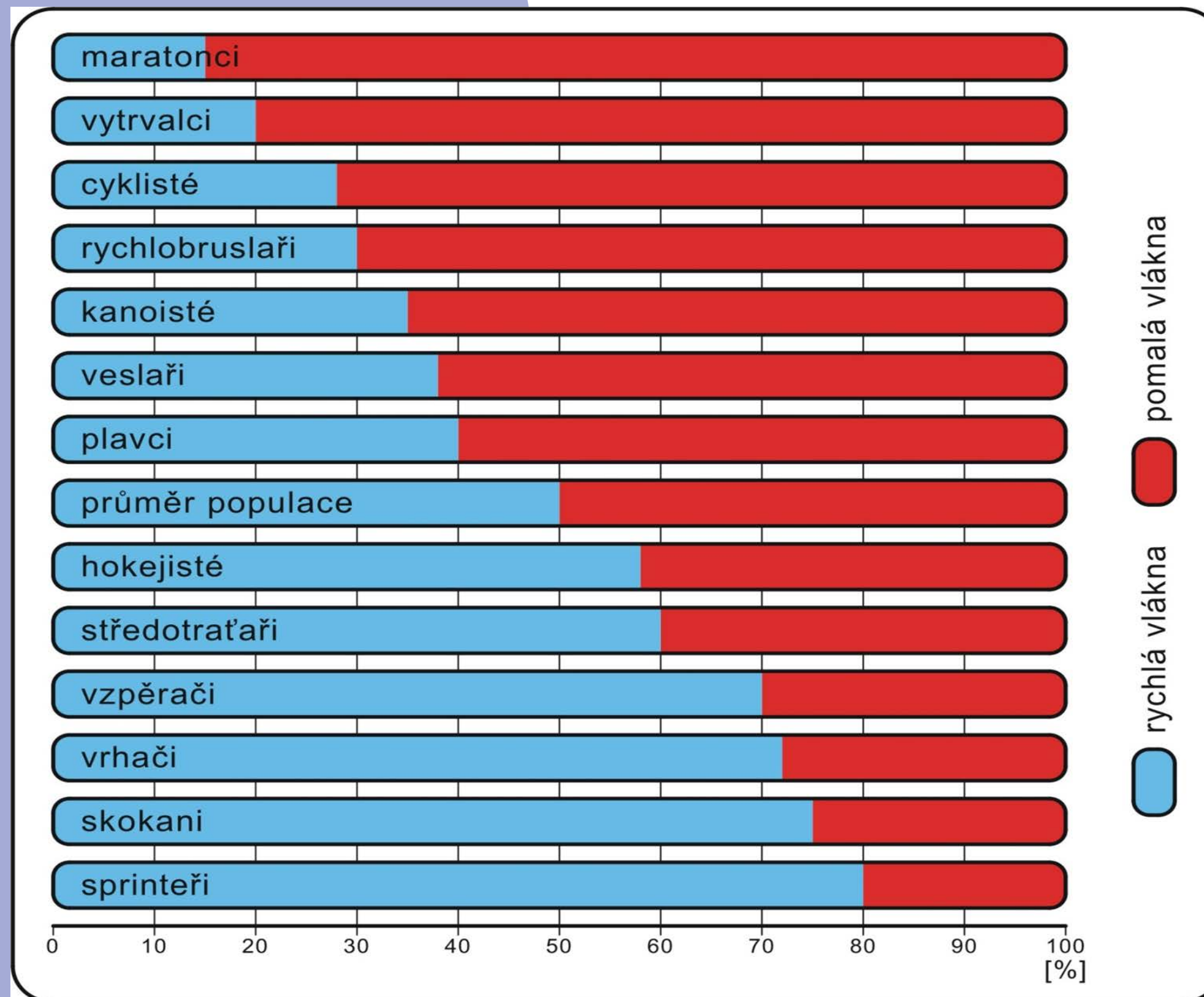
Červená „pomalá“ vlákna I. typ

- **mnoho** myoglobinu a mitochondrií
- **bohaté cévní zásobení**
- **energie z FA**
- **aerobní** metabolismus
- pracují **pomalou** (např. šíjové svaly)
- **vytrvalé**
- **β -oxidace mastných kyselin**, s intenzitou zátěže stoupá energetická závislost na sacharidech
- **aerobní zátěž** (např. cyklistika, plavání, maratónský běh, udržení tonu – zádové svaly)

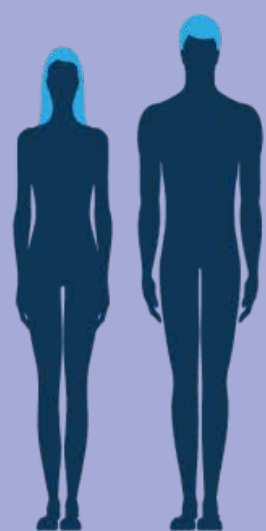
Bílá „rychlá“ vlákna II. typ

- **málo** myoglobinu a mitochondrií
- méně prokrvené
- bohaté SR a velké množství **glykolitických enzymů a glykogenu**
- **anaerobní** metabolismus
- pracují **velmi rychle**
- spotřebují **velké množství energie**
- snadno se unaví – laktát se kumuluje ve svalech
- ideální pro **zátěž**, kterou lze vykonat „**na jeden nádech**“, jako je skok, vzpírání či sprint

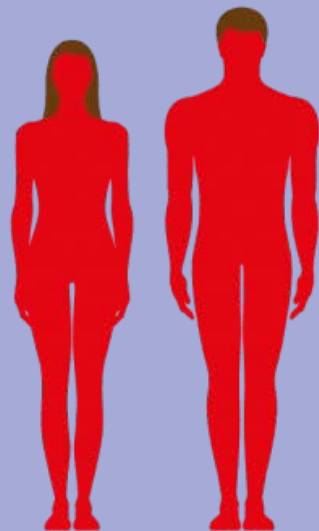
Typ svalového vlákna vs. sport



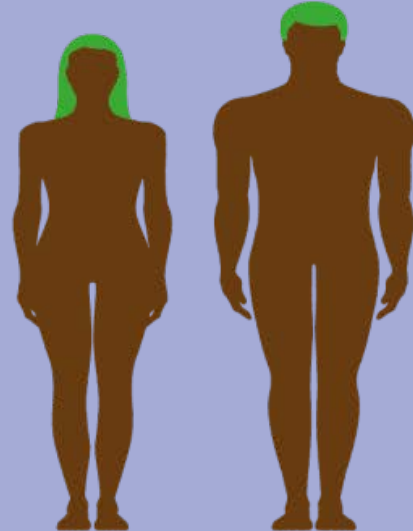
Dóši vs. somatotyp



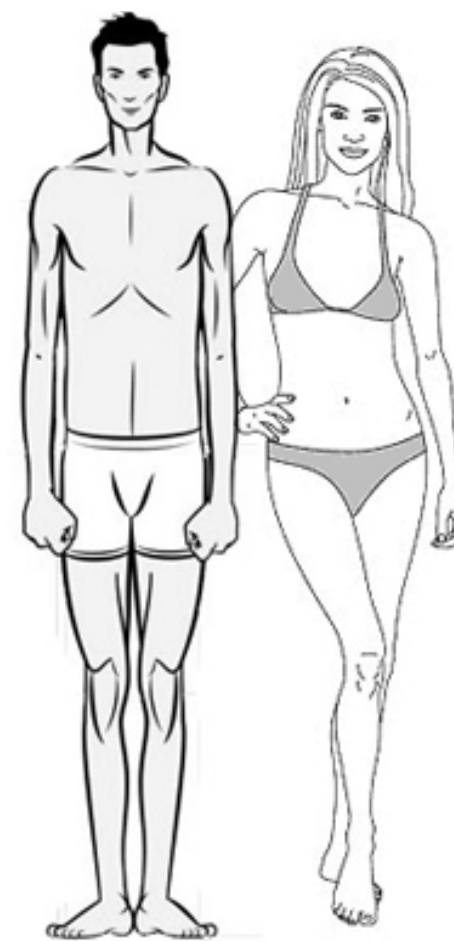
VATA | Ether & Air



PITTA | Fire & Water



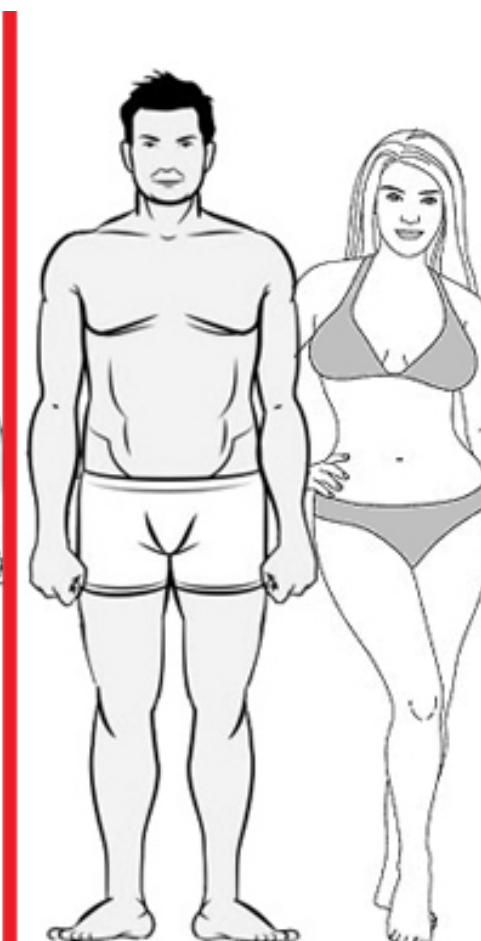
KAPHA | Water & Earth



Ectomorph



Mesomorph



Endomorph

Somatotypy vs. Metabolické typy

Somatotypy

- **Ektomorf** - štíhlá, útlá postava s dlouhými končetinami, úzkými rameny a nízkým množstvím svalové i tukové hmoty
- **Mezomorf** - „přirozeně atletický typ“; širší ramena, užší boky, solidní svalový základ a střední kostra
- **Endomorf** - robustnější postavou – širší kostra, větší obvody boků a pasu, často silnější končetiny, vyšší podíl tělesného tuku

Metabolické typy

- **Sacharidový typ** – lépe zpracovává sacharidy než tuky, náklonnost k sladkostem a sacharidovým přílohám
- **Bílkovinný (tukový) typ** - efektivně využívá bílkoviny a tuky jako palivo, vyhledávají tučná a slaná jídla, na sladkosti tolik chuť nemají
- **Smíšený typ** – kombinace předchozího, nemívají zásadní problém budovat svaly, tuková vrstva se u smíšených typů obvykle usazuje v oblasti břicha, stehen a hýždí

Svalová únava

-
- Intenzivní svalová práce vyvolá svalovou únavu
 - Podmíněna lokálním zvýšením koncentrace **laktátu** a **snížením pH**
 - **Ochranný mechanismus**, který má jedince informovat o riziku poškození svalových buněk
 - Pocit svalové únavy **zmenšuje aktivace** sympatiku a katecholaminy
 - Fyzicky aktivní jedinci mají **posunutý práh** svalové únavy

Protažení svalu

krátkodobě

- **Svalová vlákna a vřeténka:** → reflexní kontrakce svalu → ochrana před přetažením a poškozením
- **Golgiho šlachové tělísko (GTO):** → tlumí aktivitu motorických neuronů svalu → dochází k reflexnímu uvolnění protaženého svalu
- **Změny v tonusu:** zlepšení klouzání mezi myofibrilami a fasciálními strukturami
- **Cirkulace a metabolismus**

dlouhodobě

- **Strukturální adaptace svalu:** → zlepšuje se elasticita pojivových tkání a jejich schopnost klouzání
- **Neuromuskulární adaptace:** → zlepšení koordinace antagonistů a synergistů → ekonomičtější pohyb
- **Změny v rozsahu pohybu (ROM):** → neurologická tolerance k napětí, ne pouze mechanického prodloužení svalu
- **Funkční dopady:** → lepší pohybová ekonomika a kontrola koncových poloh

Posilování svalů

krátkodobě

- **Aktivace motorických jednotek:** → zátěž zvyšuje frekvenci nervových impulzů a počet aktivovaných motorických jednotek
- **Energetické procesy**
- **Mikropoškození a zánětlivá reakce:** → mikrotrhliny → lokální zánět → zvýšení průtoku krve a otok (tzv. pump efekt) → stimul pro růst
- **Neurologická adaptace** (během prvních tréninků)

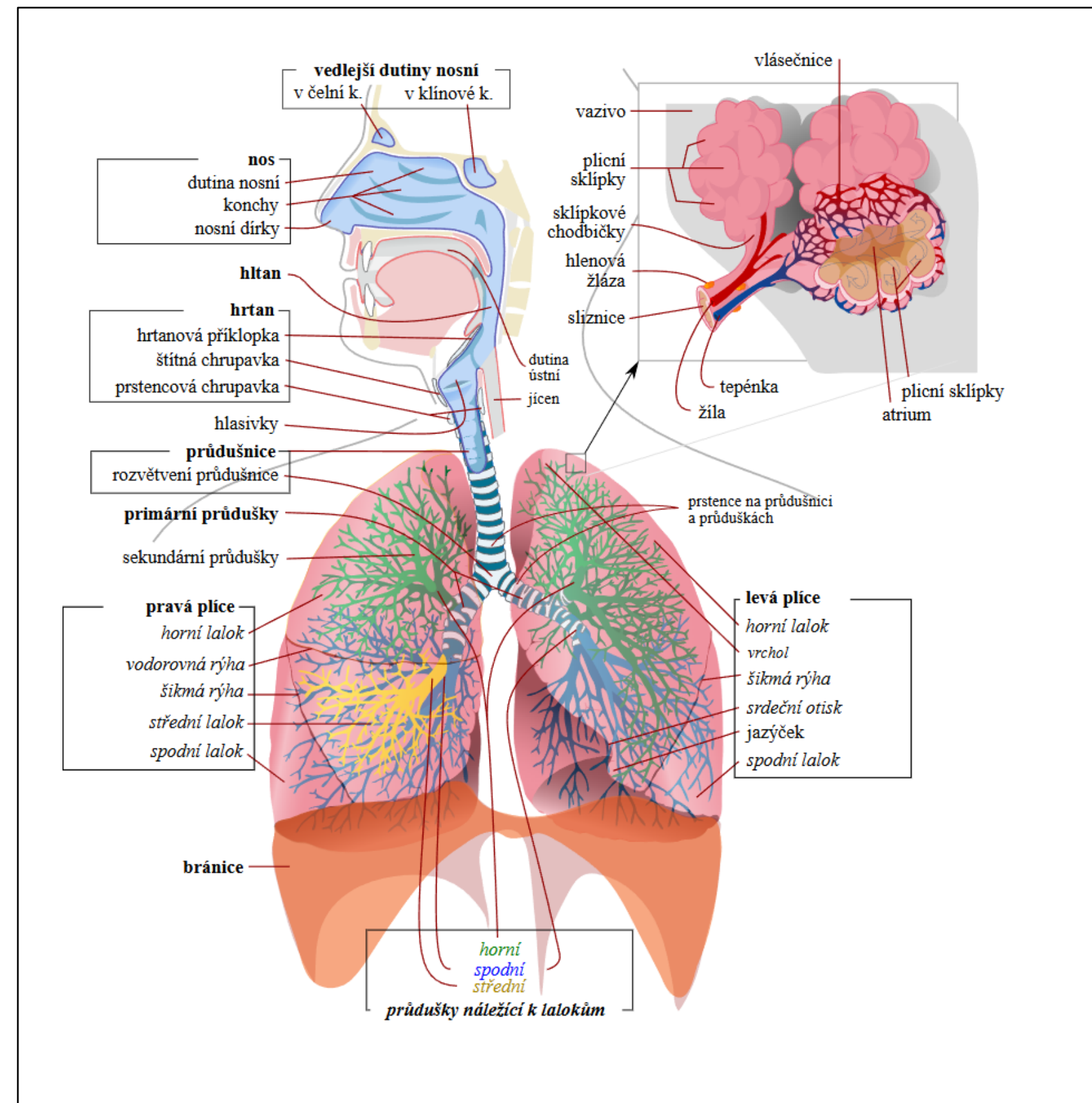
dlouhodobě

- **Hypertrofie svalových vláken:** → zvětšení průměru svalového vlákna
- **Změny v pojivové tkáni:** → zpevnění šlach a fascií
- **Neuromuskulární adaptace.**
- **Metabolické adaptace:** → zvýšení počtu mitochondrií → zlepšení enzymatické aktivity a zásob glykogenu
- **Hormonální odezva:** → zvýšení testosteronu, růstového hormonu a IGF-1 po tréninku → stimulace proteosyntézy

Dýchání

- **Výměnu plynů** mezi organismem a okolím
- Přísun **kyslíku (O₂)** pro buněčné spalování živin
- Odvod **oxidu uhličitého (CO₂)**, který vzniká při metabolismu.
- Horní vs. dolní cesty dýchací
- **Vnější vs. vnitřní dýchání**
- Řídí dechové centrum (**prodloužená mícha**)

Obrázek: Wikipedie; Dýchací soustava člověka [online]. c2025 [cit. 4. 01. 2026]. WWW: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=D%C3%BDchac%C3%AD_soustava_%C4%8Diov%C4%9Bka&oldid=24785490>



Princip dýchání

-
- **Ventilace** - vdech/výdech – výměna mezi plicemi a vnějším prostředím
 - **Difúze** - O_2 a CO_2 mezi alveoly a kapilární krví
 - **Perfúze** - průtok krve plicními kapilárami
 - Transport kyslíku a oxidu uhličitého (Hb, Mb. Bohrův efekt)
 - Chemorecepce a centrální řízení
 - Fyziologické reakce při zátěži a dechové cvičení

Kouzelné plyny

CO₂, O₂, NO

- **Kyslík - O₂**
 - Hb / Mb
- **Oxid uhličitý - CO₂**
 - Bohrův efekt – uvolnění O₂ z Hb
 - Vazodilatant
 - Regulace krevního oběh
- **Oxid dusnatý – NO**
 - Vazodilatant

Fyzikální okénko

- **Běžný vzduch** -78 % dusíku, 21 % kyslíku, 1 % argon, 0,04 % (cca 400 ppm) oxid uhličitý, oxid dusnatý (NO) přítomen pouze ve stopovém množství.
- Zvýšené hodnoty NO ve vydechovaném vzduchu: eozinofilní zánět dýchacích cest (často astma)
- **Parciální tlak / hory** – koncentrace kyslíku

Dýchání

Ústa

- „pro potravu“
- Příjem většího objemu vzduchu (bez korekce)
- **Vzduch NENÍ** čištěn, ohříván
- Podpora sympatiku („akce“)

Nos

- „pro plíce“
- zpomaluje, zvědomuje, vede k relaxaci
- **Vzduch JE** čištěn, filtrován, ohříván
- Aktivace parasympatiku („Relax“)

Co se děje?

Běžná aktivita

- Spotřeba O_2 a produkce CO_2 jsou **stabilní**
- Dýchání je klidné, **12–16 dechů za minutu**
- Ventilace **dostatečně pokrývá metabolické nároky**

Sportovní aktivita

- **Zvýšená potřeba O_2** : Svaly vyžadují více energie → zvýšené množství O_2
- **Zvýšená ventilace**: Dechová frekvence i hloubka rostou, někdy až 5–10x oproti klidu
- **Lepší využití O_2** : Trénink zlepšuje kapacitu plic, hustotu kapilár a účinnost mitochondrií
- **Anaerobní práh**: Při vysoké zátěži dochází k nedostatku O_2 , vzniká laktát, dechová frekvence prudce stoupá

Dlouhodobý efekt tréninku

- **Mechanické změny**
 - posilují svaly, zvyšuje se vitální kapacita plic, zlepšuje se pružnost hrudníku a plicní tkáň
- **Fyziologické změny**
 - lepší okysličení, adaptace
- **Nervová regulace**
 - propojení vědomé a autonomní kontroly
- **Psychofyziologický efekt**
 - snižuje hladinu stresových hormonů (kortizol, adrenalin)
- **Dlouhodobá adaptace**
 - Efektivnější využití O_2 na buněčné úrovni



Adaptace v čase

Fáze adaptace	Doba	Mechanismus	Relativní vliv
Funkční změny dýchání a oběhu	1 - 2 týdny	Zlepšení přívodu O ₂	Cca 25 %
Hematologické a kapilární změny	2 - 6 týdnů	Lepší transport O ₂	Cca 30 %
Mitochondriální a enzymatické změny	6 týdnů - měsíce	Lepší využití O ₂	Cca 45 %



LeVITA &
STUDIO