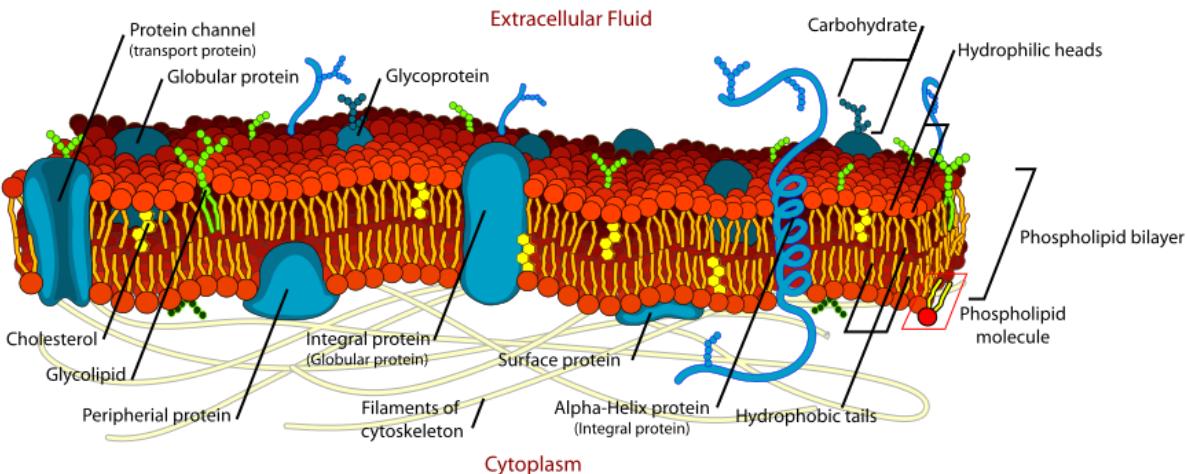


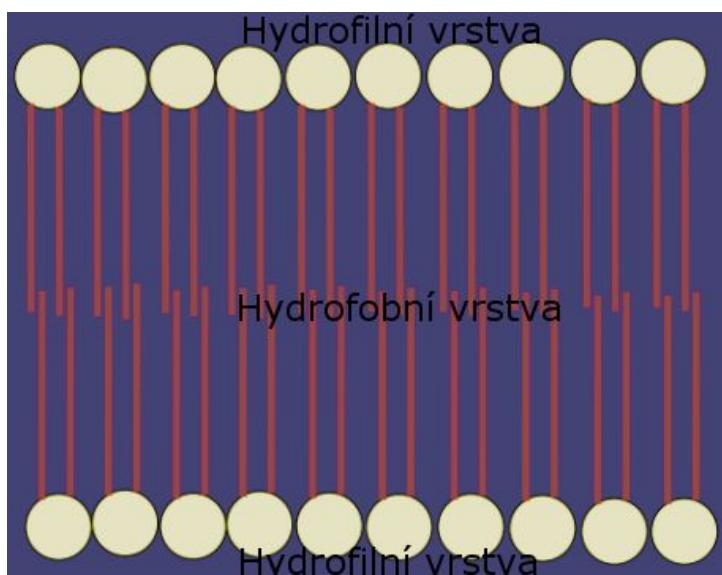
01. Biologické membrány, stavba, funkce



Na povrchu buněk je buněčná membrána (cytoplazmatická membrána, biomembrána). Biomembrány **regulují přechod látek z okolí do buněk a naopak**. Základem je lipidová dvojvrstva ($\approx 6\text{nm}$). Molekuly bílkovin jsou přítomny na povrchu této vrstvy (jsou to glykoproteiny) a mají především ochrannou funkci.

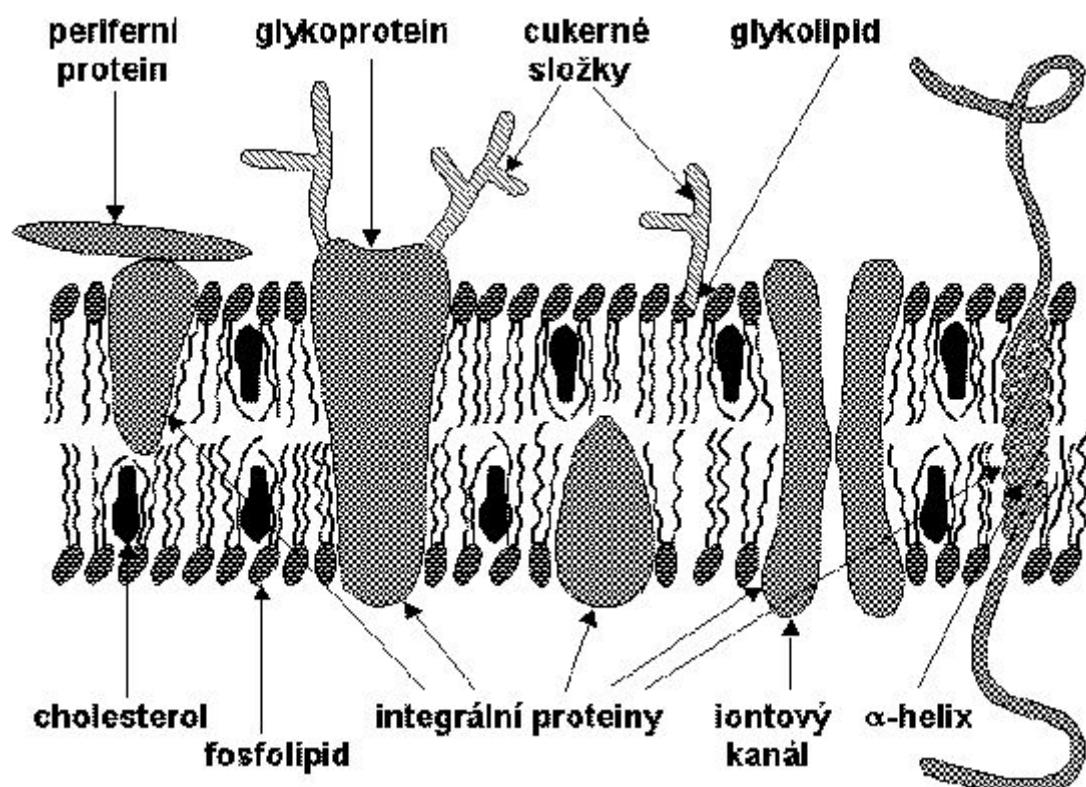
Základem membrány je tzv. **membránová jednotka**, tvořená biomolekulární vrstvou **folfolipidů**.

Fosfolipidová dvojvrstva



Lipidová dvojvrstva je základním stavebním prvkem membrán buněk. Je to bariéra, která se účastní udržování homeostázy a brání samovolné difuzi molekul.

Membránové proteiny



Jejich funkce jsou například: transport specifických živin a iontů přes lipidovou dvojvrstvu, ukotvení membrány na vnitřní i vnější straně nebo také zajišťují komunikaci buňky se zevním prostředím.

- **integrální** (transmembránový) - umožňuje komunikaci skrz buněčnou membránu
- **periferní** - neprochází skrz, ale leží pouze na vnitřní, nebo vnější straně buněčné membrány
 - drží ostatní proteiny na svém místě; tvoří tvar (kostru) buňky

Membránový transport

Buněčná membrána je semipermeabilní neboli polopropustná. Látky, které skrz ní přechází mohou prostupovat volně nebo pomocí membránových přenašečů. Transport látek pak může být aktivní nebo pasivní.

Pasivní transport

= nespotřebovává chemickou energii; molekuly jsou přenášeny ve směru svého koncentračního gradientu

Difuze

= je samovolný transport hmoty, který je zapříčiněn snahou o vyrovnání složení soustavy mezi buňkami s buněčnou membránou a zevním okolím

- jeden z nejdůležitějších fyzikálních dějů, který umožňuje pohyb látek uvnitř hmoty
- **rychlota** difuze **stoupá přímo úměrně** s koncentrací difundované látky
- přenáší se především malé hydrofobní molekuly
- hydrofilní látky nepronikají lipoidní dvojvrstvou, ale místy, kde je membrána částečně, nebo zcela přemostěna bílkovinnými molekulami

Facilitovaná difuze

= přes membránu přecházejí látky po svém elektrochemickém gradientu pomocí přenašečů zabudovaných do membrán

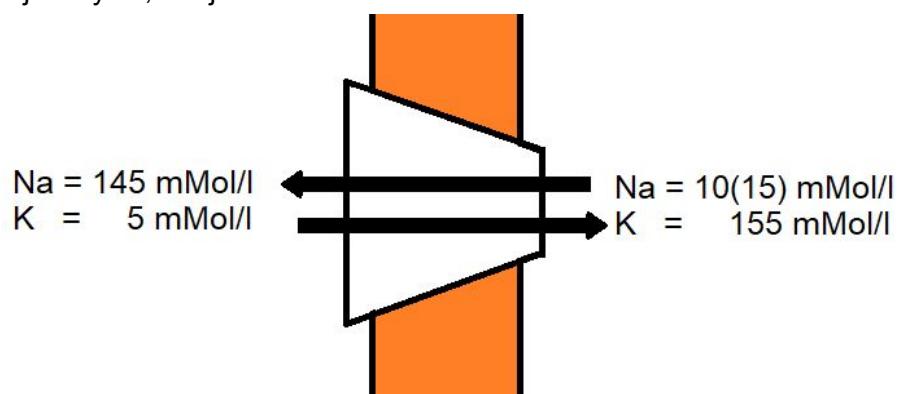
- kapacita přenašeče je limitována, proto při vzestupu koncentrace difundované látky nejprve stoupá rychlosť difuze
- při nasycení kapacity přenašeče se už **rychlota** difuze **nemění**
- aminokyseliny, proteiny, ionty větších rozměrů

Aktivní transport (pumpy)

= přenos látek přes buněčnou membránu, který je na rozdíl od pasivního transportu spjat se **spotřebou energie**. Díky dodané energii, která vzniká nejčastěji štěpením ATP, je možné vykonávat tento transport i proti směru **koncentračního gradientu**

Sodíko-draslíková pumpa (Na^+/K^+ ATPáza)

- přesouvá iony **sodíku** a **draslíku** přes buněčnou membránu **proti koncentračnímu gradientu**
- **kotransport** = přenáší zároveň dvě substance ($\text{Na}^+ \text{ K}^+$)
- pro každé 2 ionty K^+ přesunuté **dovnitř** buňky přenese 3 ionty Na^+ **ven** z buňky
- pracuje v cyklu, trvajícím asi 10 ms



Mechanismus

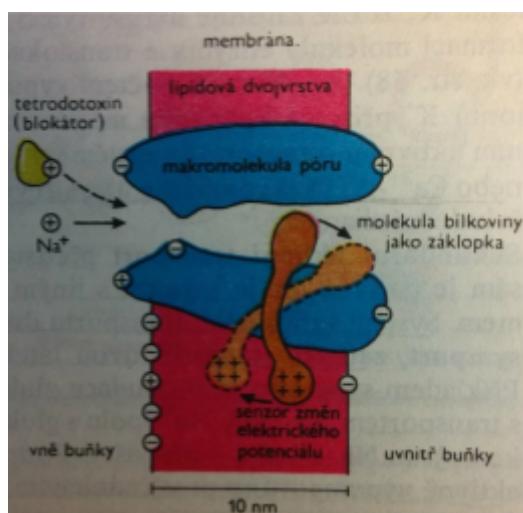
1. na vnitřní straně membrány se naváže sodík (3 ionty Na^+)
2. aktivuje se ATPázová činnost enzymu
3. dojde k fosforylací pumpy za spotřeby ATP
4. celá molekula změní konformaci a uvolní sodík ven z buňky na opačné straně membrány (venku)
5. uvolní se místo pro draslík (2 ionty K^+) přítomné v extracelulární tekutině
6. tyto ionty se navážou na sodno-draselnou pumpu
7. sodno-draselná pumpa se defosforyluje (odebere se fosfát z dříve navázaného ATP)
8. opět se změní prostorové uspořádání molekuly
9. draslík je uvolněn do vnitřního prostoru pumpy
10. a celé opět dokola

Membránové iontové kanály

Iontové kanály spolu s přenašečovými proteiny jsou struktury, které se účastní transportů přes biologickou membránu.

Kanál je složen z **pěti proteinových podjednotek**, které procházejí dvojitou vrstvou fosfolipidů. Kanál se **otvírá** při **navázání acetylcholinu** na vazebné místo. Jen velmi málo kanálů se otvírá bez působení acetylcholinu. Iontový kanál je **vysoce selektivní**, což zapříčinuje záporně nabité řetězce aminokyselin. Proto kanál propouští jen kladně nabité ionty například K^+ , Na^+ .

Struktura iontového kanálu

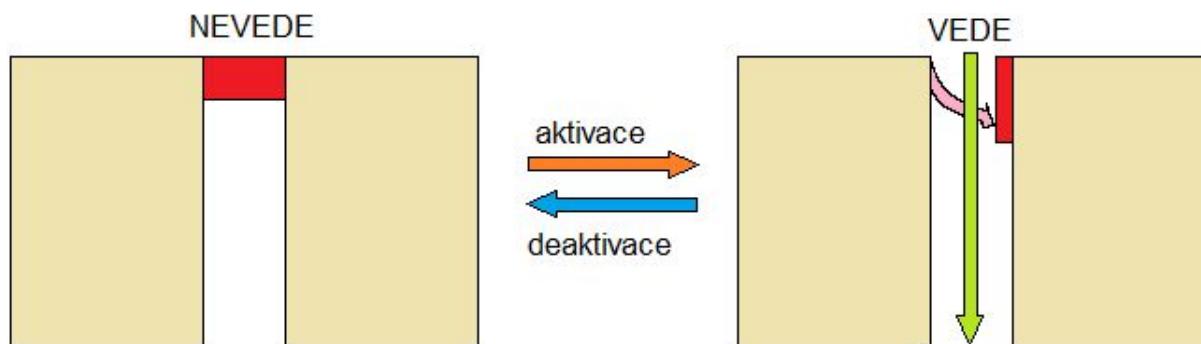


- **zevní ústí** - slouží k vstupu iontů z příslušné strany
- **selektivní filtr** - zajišťuje, že kanálem mohou projít jen určité ionty
- **vrátka (hradlo)** - reprezentuje stav kanálu VEDE x NEVEDE
- **senzor vrátkovacího signálu** - zařízení, které je citlivé ke specifickému podnětu, který způsobí konformaci kanálu do otevřeného, nebo zavřeného stavu

Stále otevřené kanály

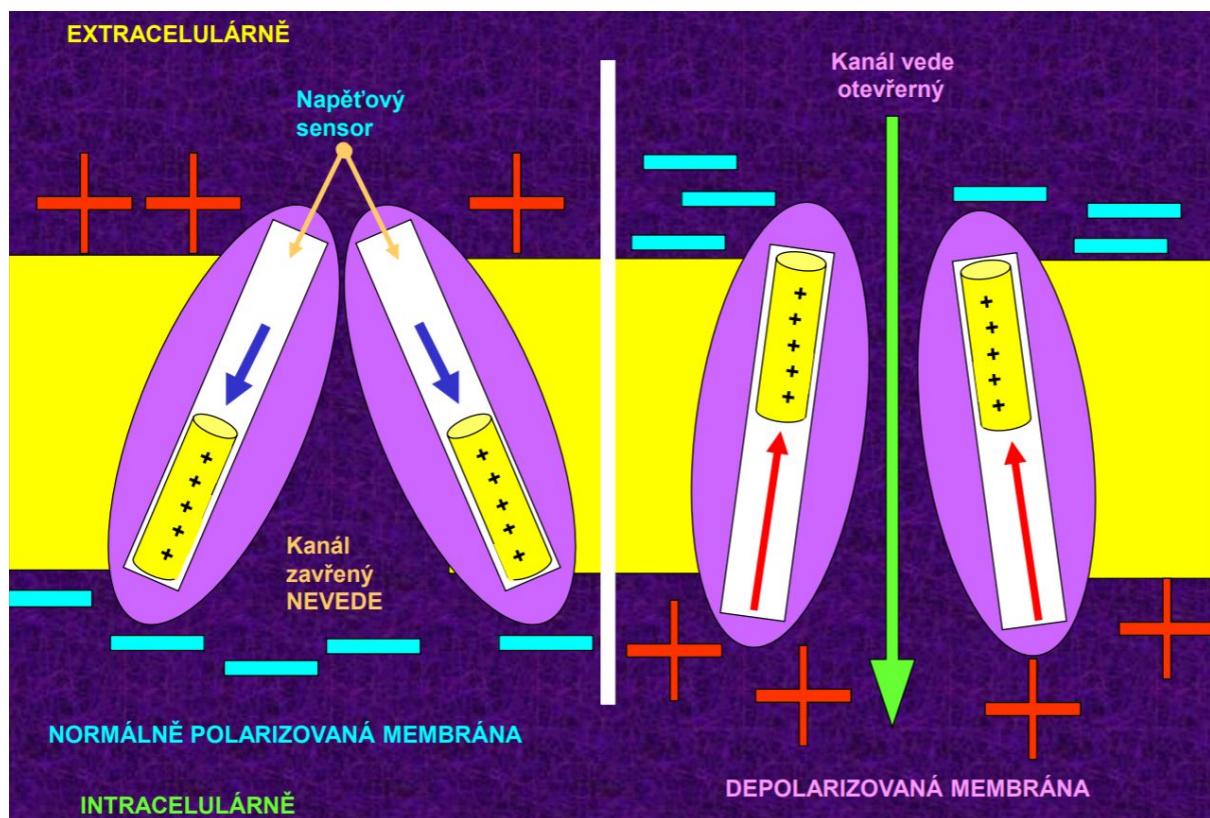
Iontové kanály stále otevřené jsou vodou naplněné labirynty rychle měnící konfiguraci a elektrický náboj. Ionty se v nich pohybují podle koncentračního gradientu a membránového potenciálu (mají totiž náboj). Tento typ iontových kanálů má vysoce selektivní permeabilitu pro jeden nebo více iontů či molekul. Selektivita závisí na charakteristice kanálu a na jeho vnitřním povrchu.

Napěťově (elektricky) řízené kanály

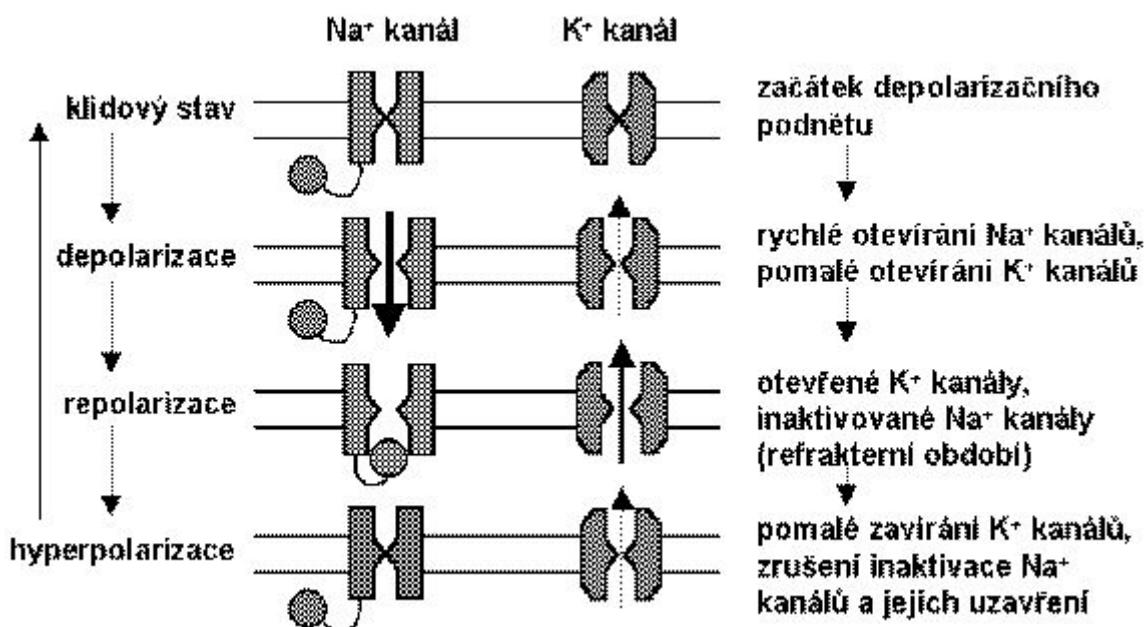


Iontové kanály napěťově řízené se otevírají a zavírají se změnou elektrického potenciálu na membráně. To se děje v důsledku konfigurační změny proteinu, který kanál tvoří. Tyto iontové kanály pracují s určitým zpožděním. To je pro ně charakteristické.

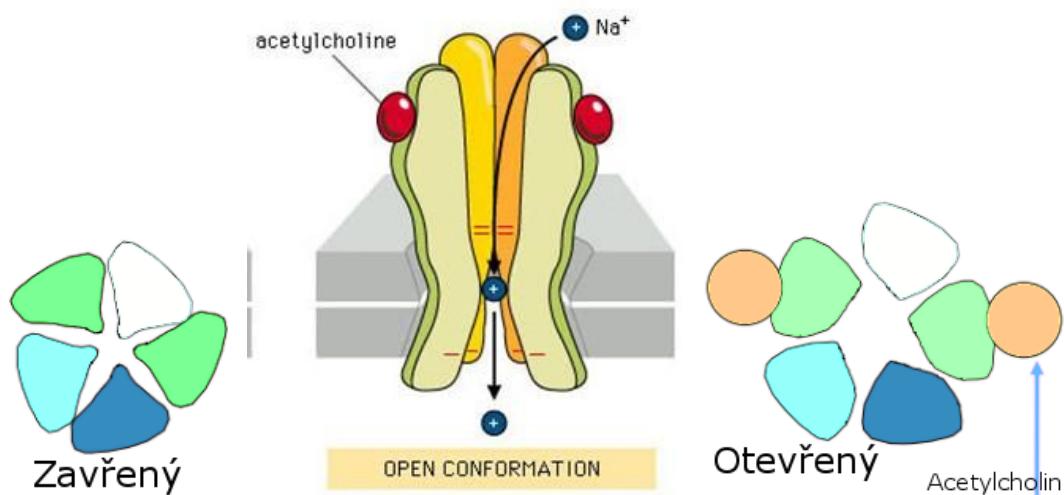
Popis elektrického chování kanálu



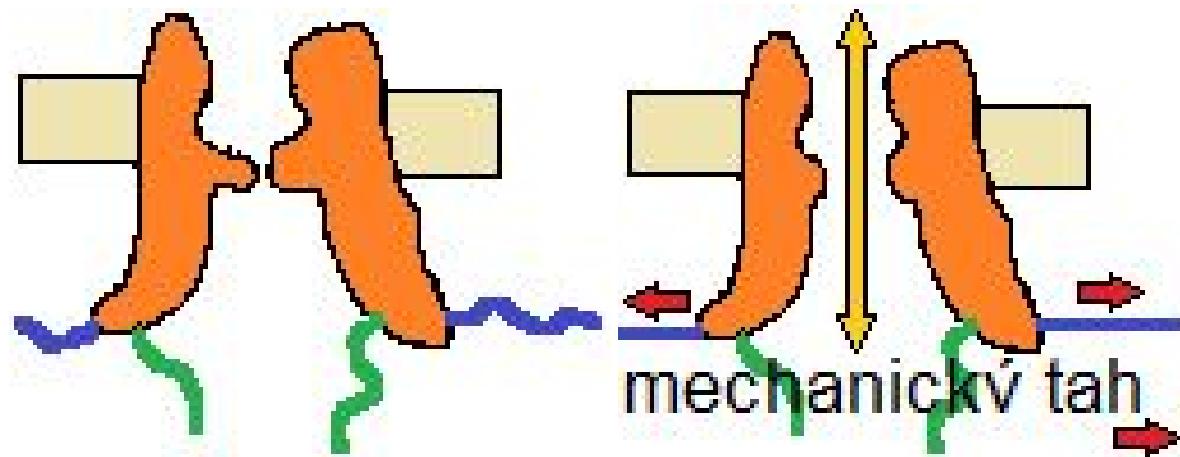
Inaktivacní kanál (se dvěma vrátkama)



Vrátkované kanály vazbou ligandu



Mechanosensitivní kanály



= tahem za vlákna cytoskeletu (například ve směru plochy membrány) nastává mechanickou silou podmíněné vrátkování mechanosensitivních kanálů. Vrátkování může být jak otevření, tak uzavření kanálu. Smyslem udržení například turgoru buňky při změně extracelulárních osmotických poměrů.

Elektrické jevy na biologických membránách

Neurony i jiné buňky vytvářejí a udržují **rozdílné koncentrace iontů** na obou stranách plazmatické membrány. Jedná se o **aktivní procesy**, které používají specifické iontové pumpy. Výsledkem této činnosti je vznik **membránového potenciálu**, tedy napěťového rozdílu mezi vnitřní a vnější stranou membrány. Vnitřek buněk je negativní vůči vnějšku.

Klidový membránový potenciál (stálý potenciál) dosahuje v různých buňkách -9 až -100 mV, v neuronech -40 až -90 mV (obvykle -70 mV).

Nernstova rovnice

= slouží k výpočtu elektrochemického rovnovážného potenciálu E libovolného iontu X

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[X_i]}{[X_e]}$$

R = univerzální plynová konstanta

T = absolutní teplota v kelvinech

n = mocenství (např. +1 pro K⁺ a Na⁺, +2 pro Ca²⁺, -1 pro Cl⁻ apod.)

F = faradayova konstanta

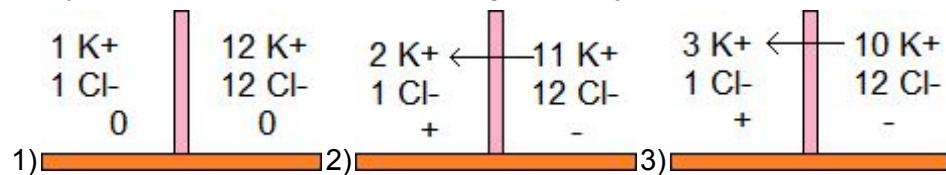
ln = přirozený logaritmus

[X_e] = extracelulární koncentrace iontu X

[X_i] = intracelulární koncentrace iontu X

Rovnovážný potenciál

= síly koncentračního a elektrického gradientu jsou v rovnováze

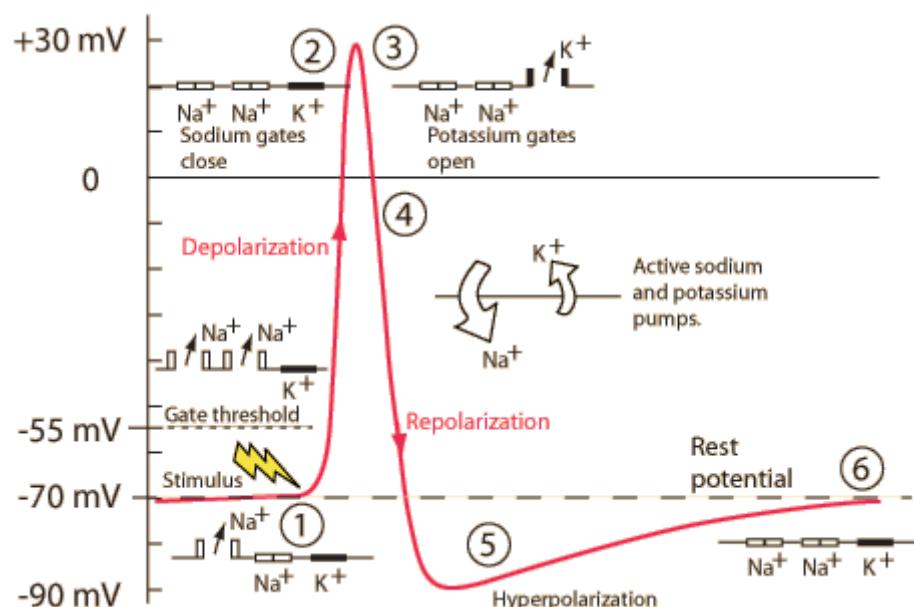


- 1) Existuje velká síla koncentračního gradientu
- 2) Začíná se objevovat síla elektrického gradientu, ale nerovná se síle koncentračního gradientu
- 3) Síly jsou v rovnováze

Klidový membránový potenciál

= stav, kdy membrána není stimulována

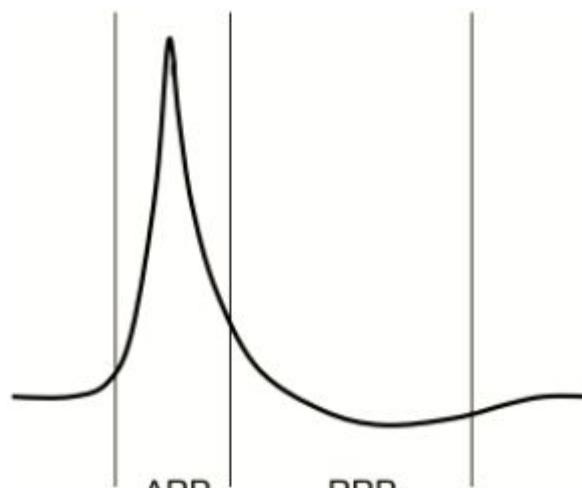
Akční membránový potenciál - akční napětí



= stav, kdy membrána je stimulována
- využívá se k dopravě informace

Vlastnosti

- **práh** - hraniční hodnota membránového napětí, při které dochází k vyvolání akčního potenciálu
- **prahový, nadprahový podnět** - za stálých podmínek je vždy odpověď stejná = stejná amplituda a doba trvání nezávisle na intenzitě podnětu
 - není-li prahu dosaženo → AN nevzniká
- **šíří se bez úbytku**
- **refrakterita** - neschopnost membrány generovat nové AN v průběhu předchozího a těsně po něm
 - **absolutní refrakterní fáze**
(ARP) - membrána není schopna generovat AN po podnětech jakékoli intenzity
 - **relativní refrakterní fáze** (RRP)
- následuje za absolutní;
podnět vedoucí ke vzniku AN musí být větší než obvykle,
aby bylo dosaženo prahu



Popis

- v okamžiku průchodu vzruchu nervovým vlákнем se mění klidová rovnováha na vzrušivé membráně
- propustnost membrány pro Na^+ se náhle zvýší a tento kationt se přesunuje dovnitř nervu
- polarizace mizí (depolarizace), povrch se stává až o 40mV elektronegativním
- zvýší se permeabilita membrány pro K^+ , čímž se vyrovná akční kolísnutí membránového potenciálu (repolarizace)
- po každém vzruchu obnovuje neuronový metabolismus původní rozložení iontů na membráně
 - sodíkodraslíkovou pumpou je Na^+ čerpán z nervového vlákna ven, kdežto K^+ putuje na jeho místo dovnitř
 - energie pro tento aktivní transport iontů je získána z ATP a nahrazena oxidací glukózy

Membrány vzrušivé a dráždivé (nevzrušivé)

	Místní odpověď	Akční napětí
Lokalizace	Dráždivá membrána	Vzrušivá membrána
Podnět	Elektrický nebo jiný	Elektrický - depolarizace
Charakter odpovědi	Stupňovitá	Vše, nebo nic
Polarita odpovědi	Depolaricaze, nebo Hyperpolarizace	Depolarizace
Amplituda odpovědi	cca 10mV	cca 100mV
Práh	ne	ano
vedení	s dekrementem	bez úbytku
kanály	řízené ligandem	napěťově řízené
trvání	různé	na dané membráně konstantní

Vzrušivé membrány

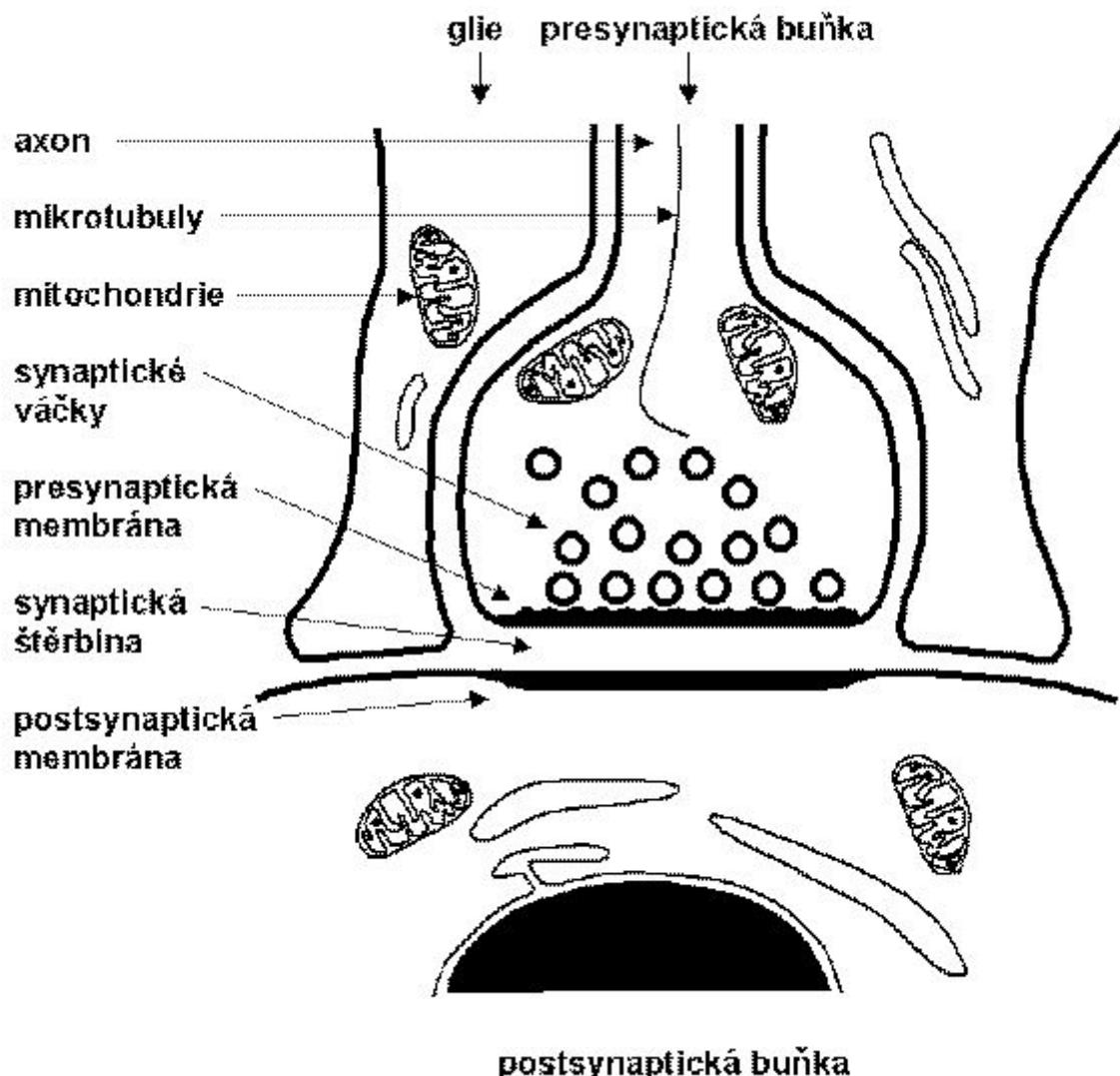
= buňky nervů, kosterní, srdeční a hladké svaloviny
membrána je vybavena příslušnými napěťově vrátkovanými kanály; je-li podnět dostatečně silný, generuje se **akční napětí** (akční potenciál)

Dráždivé membrány

pokud není membrána vybavena příslušnými napěťově vrátkovanými kanály, nebo přijme nedostatečně silný podnět, vzniká **elektrotonická odpověď**

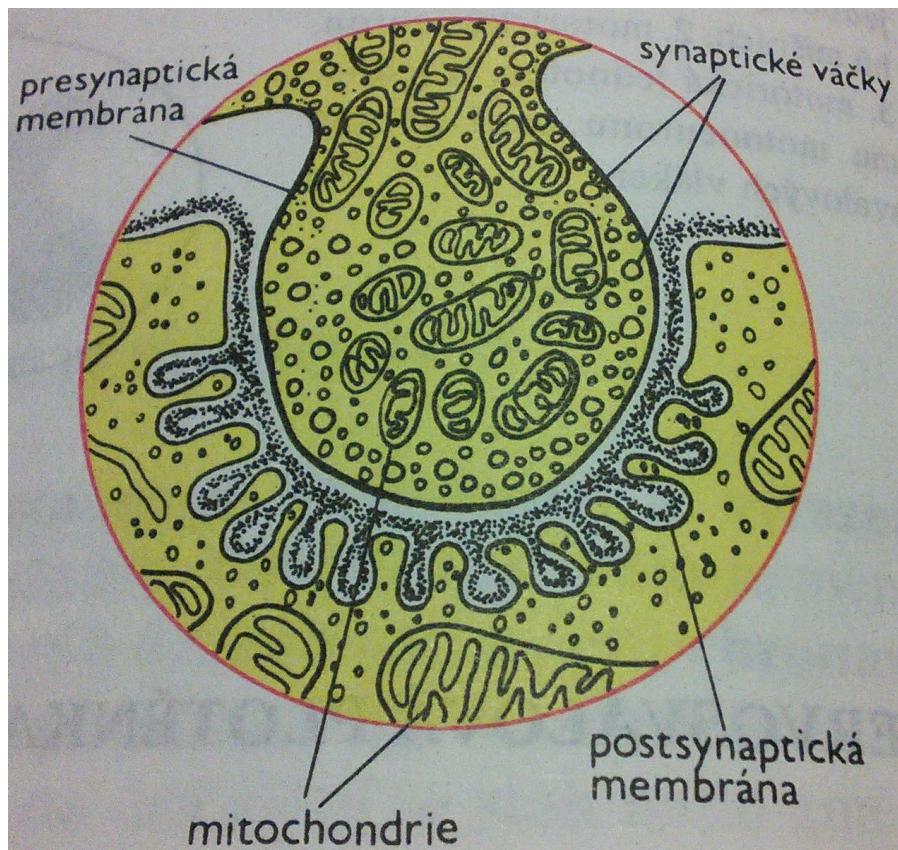
- podobné chování jako vzrušivá membrána při podprahových podnětech
- postsynaptická oblast, dendridy, těla neuronů, receptory
- není schopna generovat akční napětí (nemá příslušné kanály)
- elektrická odpověď je přímo úměrná intenzitě podnětu = gradovaná (stupňovitá) odpověď
- elektrotonické, pasivní šíření (šíření s dekrementem)

02. Synapse



Morfologie chemické synapse

Synapse jsou specializované oblasti buněčného kontaktu umožňující přenos informace z jednoho neuronu na druhý nebo mezi neurony a receptorovými nebo efektorovými buňkami. Jsou tvořeny presynaptickou částí spolu s přilehlou postsynaptickou (obvykle dendritickou) membránou. Presynaptická a postsynaptická část jsou odděleny synaptickou štěrbinou.



Presynaptická část

- = vakovité rozšíření axonu, které obsahuje **synaptické váčky** (vezikuly) a velké množství mitochondrií, které produkují ATP nutné při procesu uvolňování neurotransmiteru
 - váčky obsahují molekuly **mediátoru** a hromadí se u synaptické štěrbiny v **tzv. aktivní zóně synapse**

Struktura

- **mitochondrie**
- synaptická **vezikula** s neurotransmiterem
- kontraktilní bílkoviny **stenin** a **neurin**

Postsynaptická část

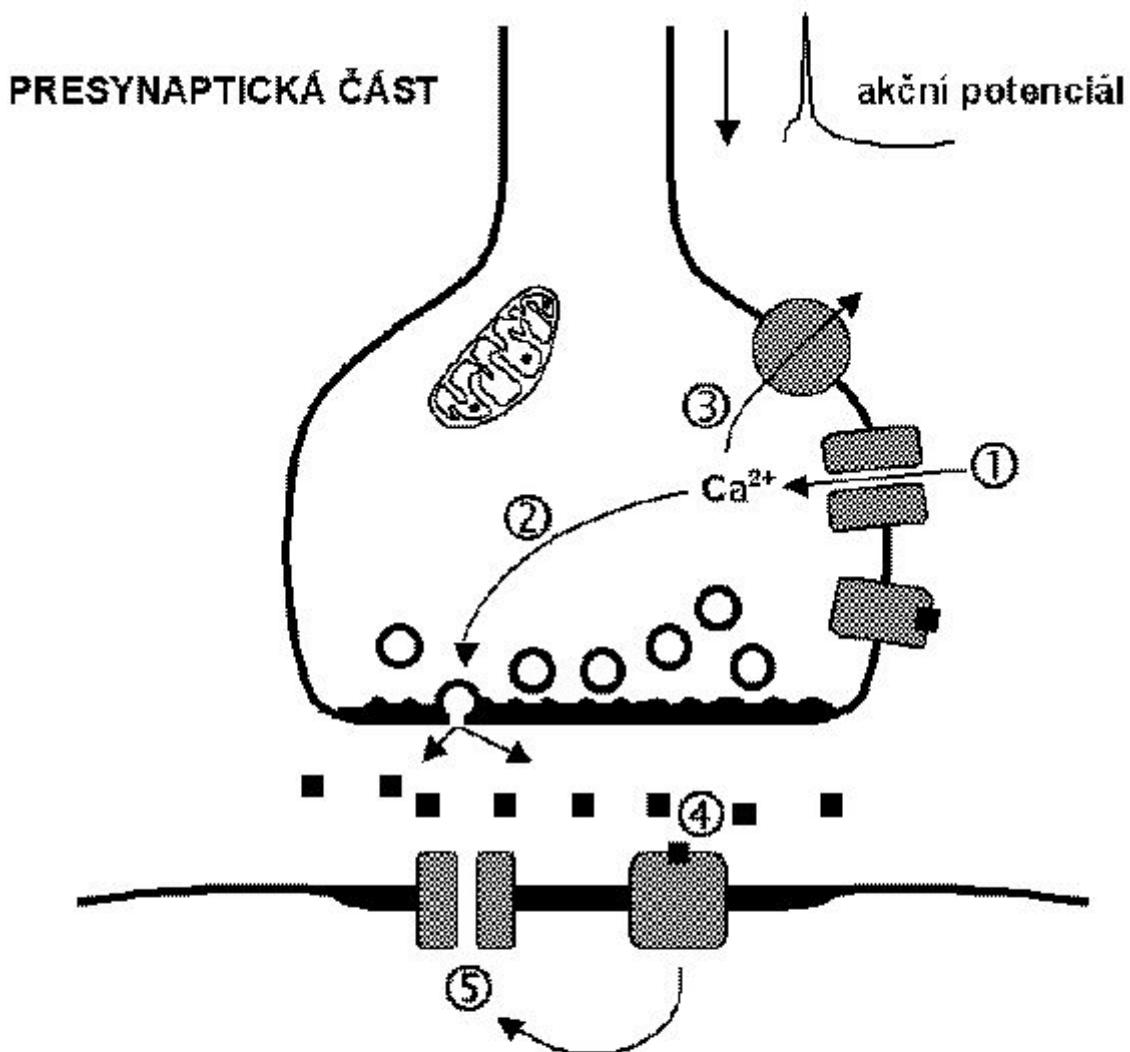
- = útvar obsahující receptory pro mediátor

Mediátor

- = specifické látky, které na synapsích chemického typu zprostředkují převod nervové aktivity humorální cestou
 - působí cíleně prostřednictvím receptorů na subsynaptické membráně

- v autonomním nerstvu se jedná o **acetylcholin**

Funkce (chemické) synapse



- ① - vstup Ca^{2+} přes napěťově řízení kanály
- ② - reakce katalyzované Ca^{2+} vedou k exocytoze váčků
- ③ - inaktivace nitrobuněčného Ca^{2+}
- ④ - difúze mediátoru a interakce s postsynaptickými receptory
- ⑤ - změna propustnosti postsynaptické membrány pro ionty

Jinými slovy:

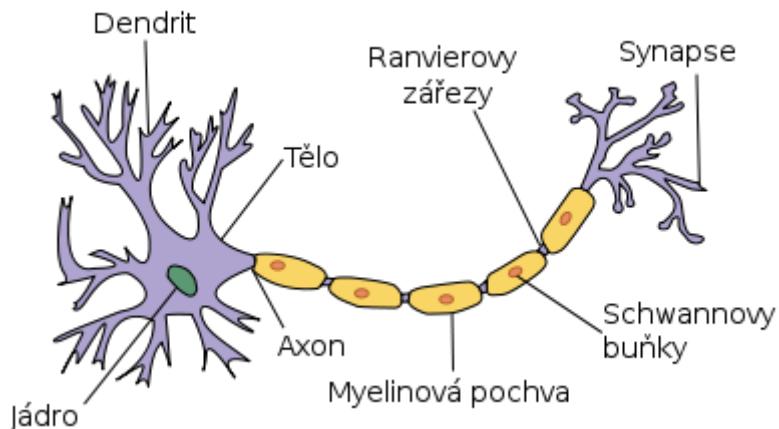
- nervový vzruch, který po axonu dospěje k synapsi, uvolní ionty Ca^{2+}

- nastane interakce mezi molekulami steninu a neurinu, vedoucí k postupnému přiblížení a spojení váčků s presynaptickou membránou
- vyleje se velké kvantum mediátoru z váčků do synaptické štěrbiny
- mediátor pak reaguje s receptorem **subsynaptické** membrány a aktivuje ji
- v případě **acetylcholinu** se otevírají iontové kanály (póry) přímo
- vyloučení mediátoru a vybavení změny v postsynaptické části vyžaduje čas 0.3 - 1 ms = **synaptické zpoždění**
- působením uvolněného mediátoru a za součinnosti Ca^{2+} se subsynaptická membrána stává buď vysoce propustnou (otevření iontových kanálů) pro hydratované ionty Na^+ , což vede k **depolarizaci** a tedy k **excitaci**, nebo se ještě zvýší její propustnost pro méně hydratované ionty K^+ a Cl^- , což má za následek **hyperpolarizaci**, tj. **inhibici**.

Synapse elektrické

U elektrických synapsí jsou membrány pre- a postsynaptických buněk velmi těsně u sebe a jsou spojeny kanálky, resp. póry, které umožňují volný pohyb iontů a malých molekul mezi cytoplazmou obou buněk. Předpokládá se, že pór je tvořen komplexem šesti proteinů nazvaných konexiny. Hlavní charakteristiky jsou: obousměrný přenos signálu, symetrická morfologie a větší rychlosť přenosu signálu, než u chemických synapsí. Nacházejí se především v nervovém systému bezobratlých a u nižších obratlovců, ale vyskytují se i u savců. Jejich úloha v CNS není zcela jasná; mohou se zřejmě podílet na synchronizaci elektrické aktivity velkých populací neuronů nebo na některých procesech spojených se zpracováním vizuálních informací. Elektrické synapse mohou být regulovány v menší míře, než synapse chemické.

03. Nervová buňka jako základ informační soustavy živých systémů



Nervová buňka se skládá z těla (soma) a dvou typů výběžků, aferentních **dendritů** a eferentních neuritů (**axonů**).

Tělo (soma)

= je ohraničené plazmatickou membránou, obsahuje receptory a iontové kanály. Tato jeho struktura podmiňuje vznik a šíření vzniku. Tělo neuronu obsahuje **jádro**, Nisslovu substanci (granulární **endoplazmatické retikulum**) a **mitochondrie**.

Výběžky

Dendrity

= **přijímají vstupní informace** (současně se jedná i o trofický segment). Většinou jsou **krátké, bohatě větvené, rozšířené do dendritických trnů**, které slouží k modulaci postsynaptického potenciálu při jeho přechodu ze synapse na dendrit. Z neurochemického hlediska jsou velmi bohaté na **chemicky řízené iontové kanály**.

Neury

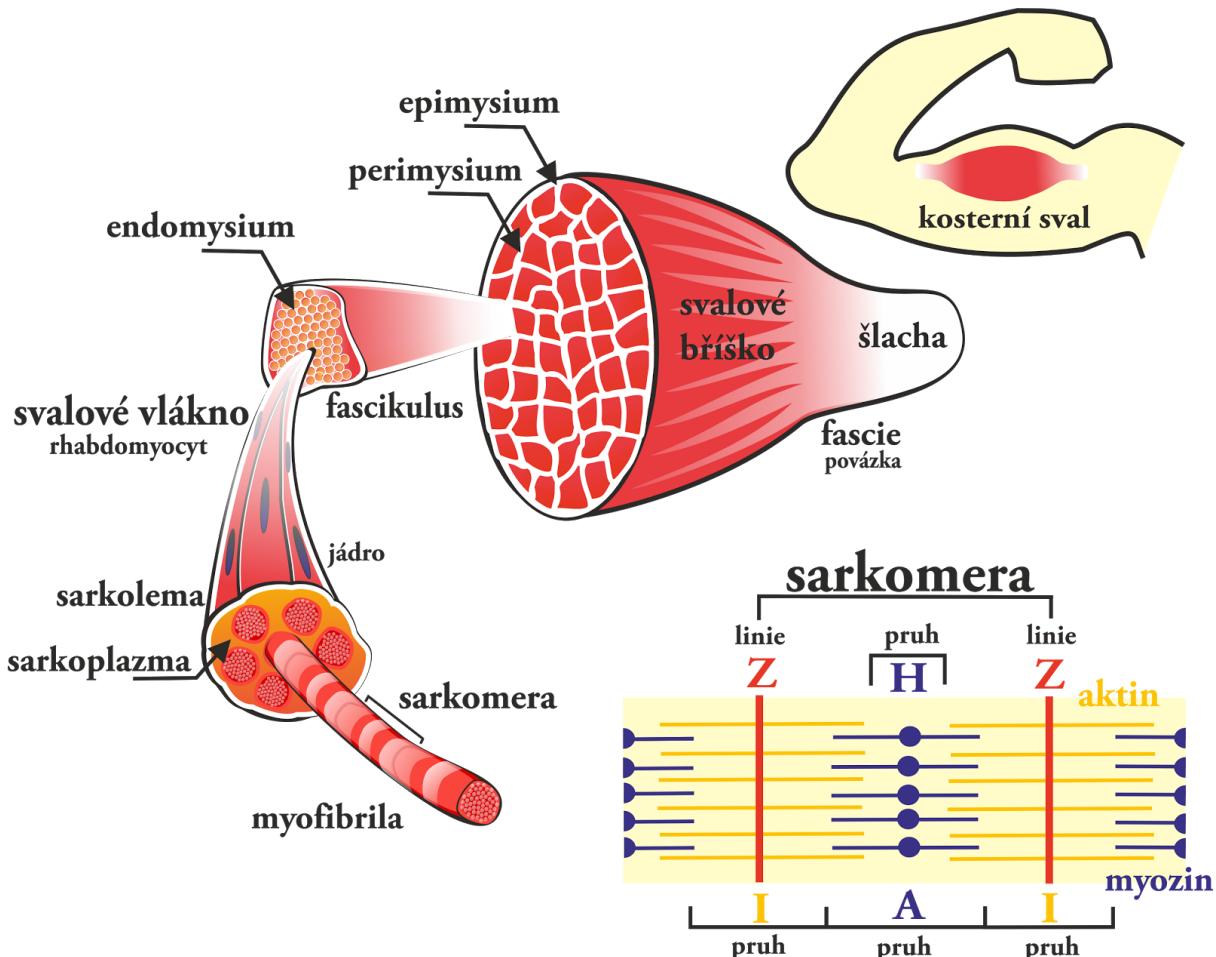
= dlouhé výběžky vedoucí vznuky **od těla** neuronu (na další neuron nebo efektor), tedy eferentně. Obsahují ribozomy, malé množství mitochondrií a neurotubuly. Z neurochemického hlediska jsou bohaté na **napěťově řízené iontové kanály**.

Axon

= Myelinizovaný úsek se vyskytuje po celé délce axonu s výjimkou jeho začátku a terminálního větvení. Má význam pro přenos vznuku, platí, že čím je axon silnější, tím je

přenos rychlejší. V průběhu je myelinová pochva přerušována **Ranvierovými zářezy**, kdy se úseky mezi jednotlivými zářezy nazývají internodia. Rychlosť vedení vzruchu je přímo úmerná délce internodií. Konec axonu je silně rozvětvený. Na konci jsou synapse, které slouží k přenosu signálu mezi buňkami, obvykle přeměně přijatého elektrochemického impulzu na informaci ve formě k tomu určených chemických látek.

04. Svalová buňka



Svalstvo obstarává veškerý pohyb a změny napětí orgánů uvnitř těla i pohyb organismu v prostředí. Pohyb je jedním ze základních projevů života.

Stavba svalu

šlacha → snopce → snopečky → **svalové vlákno** → **myofibrila** → **sarkomera**

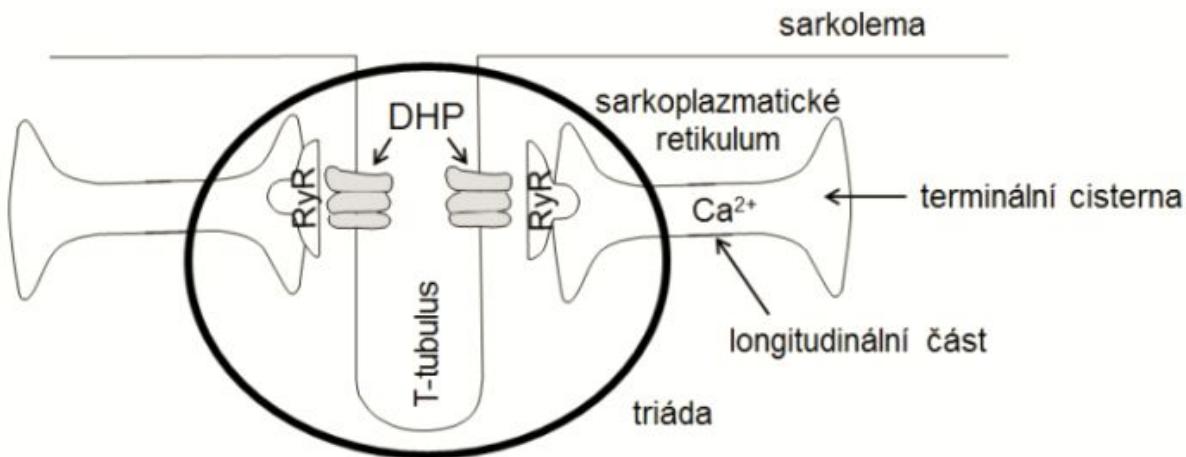
Svalová vlákna obsahují velký počet **myofibril**, jež jsou tvořeny kontraktilebními proteiny - **aktinem** a **myosinem**.

Myofibrily jsou členěny na pravidelné úseky - **sarkomery**, což jsou základní strukturní a funkční jednotky. Sarkomera je vzdálenost mezi dvěma Z-liniemi (Z-destičkami).

Do Z-linií jsou zakotvena tenká **filamenta aktinu**, mezi nimi jsou tlustá **filamenta myosinu**. Aktinová a myosinová vlákna se částečně překrývají, tím vzniká typický mikroskopický obraz příčného pruhování, ve kterém se střídají **Anizotropní** a **Izotropní** části.

Triáda (T-tubulus)

= zprostředkovává rychlý přenos akčního potenciálu z buněčné membrány k myofibrilám



DHP – dihydropyridinový receptor

RyR – ryanodinový receptor

struktura: terminální cisterna - T-tubulus - terminální cisterna

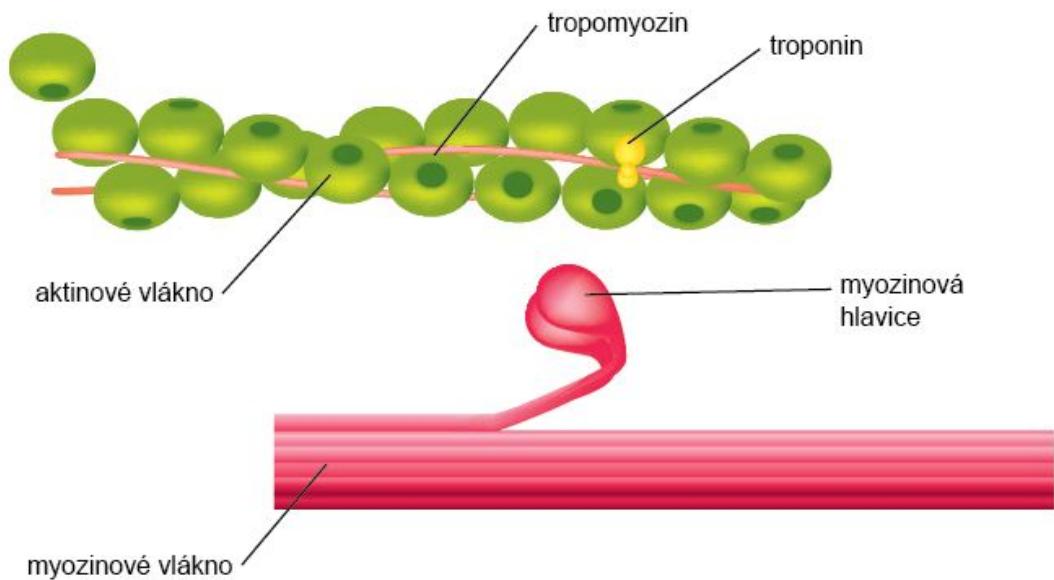
Tubuly tvoří síť kolem myofibril. Na rozhraní A a Iproužku myofibrily končí vústěním do široké terminální cisterny (obruč obepínající celou myofibrilu). Cisterna naléhá stranou odvrácenou od vústění tubulů retikula ke kolmo probíhajícímu T-tubulu sarkolemy. Ke každému T-tubulu naléhají 2 cisterny (z každé strany jedna) = komplexní struktura tvoří triádu.

Myofibrily

Základem každé myofibrily jsou částečně se překrývající světlejší **isotropní aktinové** a tmavší **anisotropní myozinové** myofilamenty. Aktinových je přibližně 3000, myozinových 1500. Podélné uspořádání aktinových a myozinových myofilament vytváří charakteristické příčné pruhování, viditelné v světelném mikroskopu. Důvodem je střídání jejich vzájemně se překrývajících a nepřekrývajících se úseků.

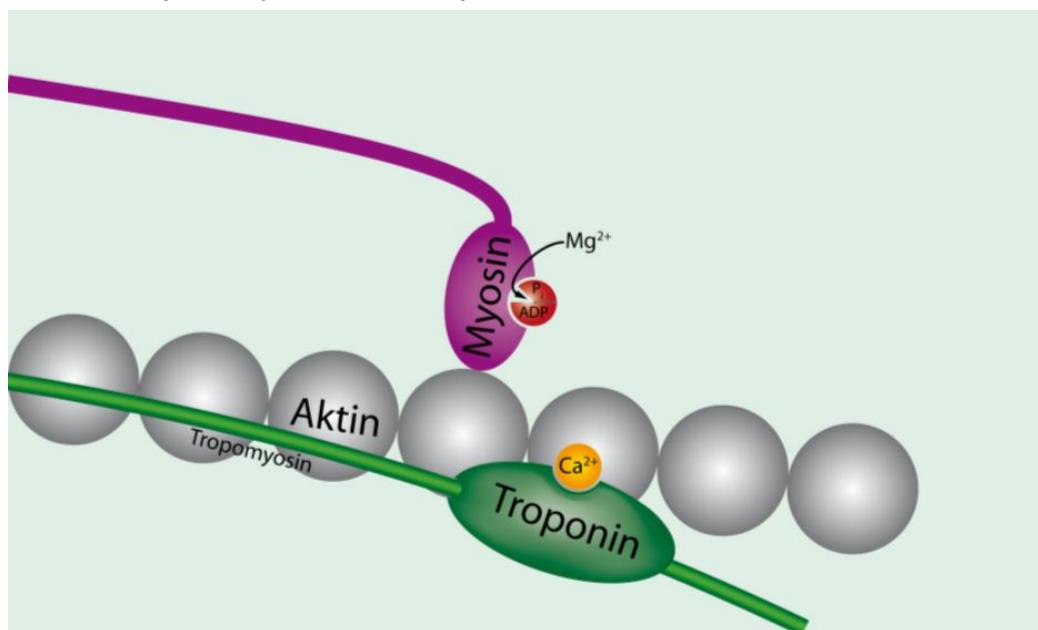
Jsou rozdeleny do sarkomer = úsek myofibrily příčně pruhovaného svalu oddělený Z-liniemi

Aktinová a myozinová filamenta



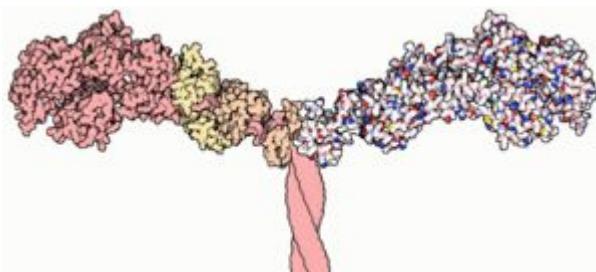
Aktin - tenké filamentum

- dvoušroubovice vláknitého F-aktinu, tvořená kulovitými jednotkami G-aktinu
- po obou stranách jsou připojeny molekuly tropomyosinu a troponinu
 - tropomyosin za klidových podmínek kryje aktivní místa
 - troponin je bílkovina v určitých vzdálenostech umístěná na aktinu a má 3 podjednotky (pro nás nezajímavé snad)

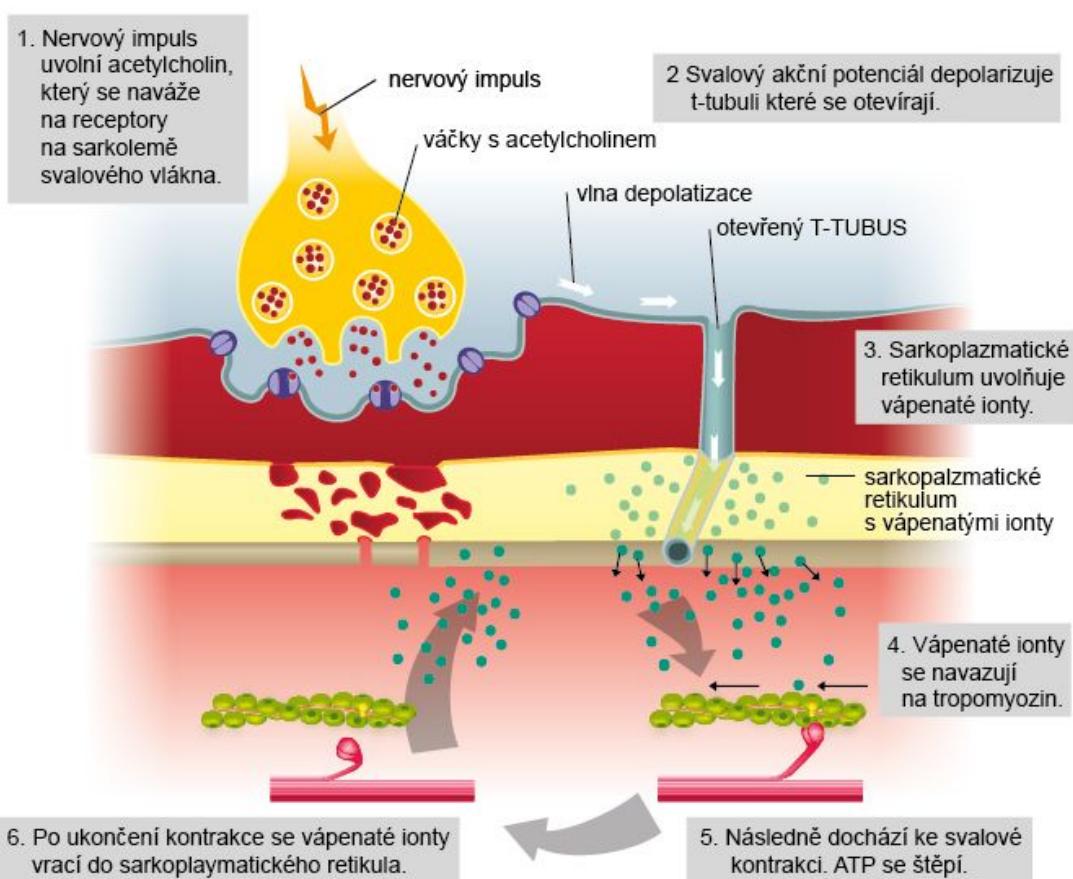


Myosin II - tlusté filamentum

- každé vlákno tvoří dvě molekuly myosinu, které se kolem sebe obtáčejí (ocas) a na konci se rozšiřují (hlavička)
- část mezi hlavičkou a ocasem má schopnost ohybu (krček)
- hlavička má ATP-ázovou aktivitu a váže se na aktivní místa aktinu
- je tvořeno mnoha molekulami myosinu
- ocas vytváří osu filamenta, hlavičky ční do prostoru



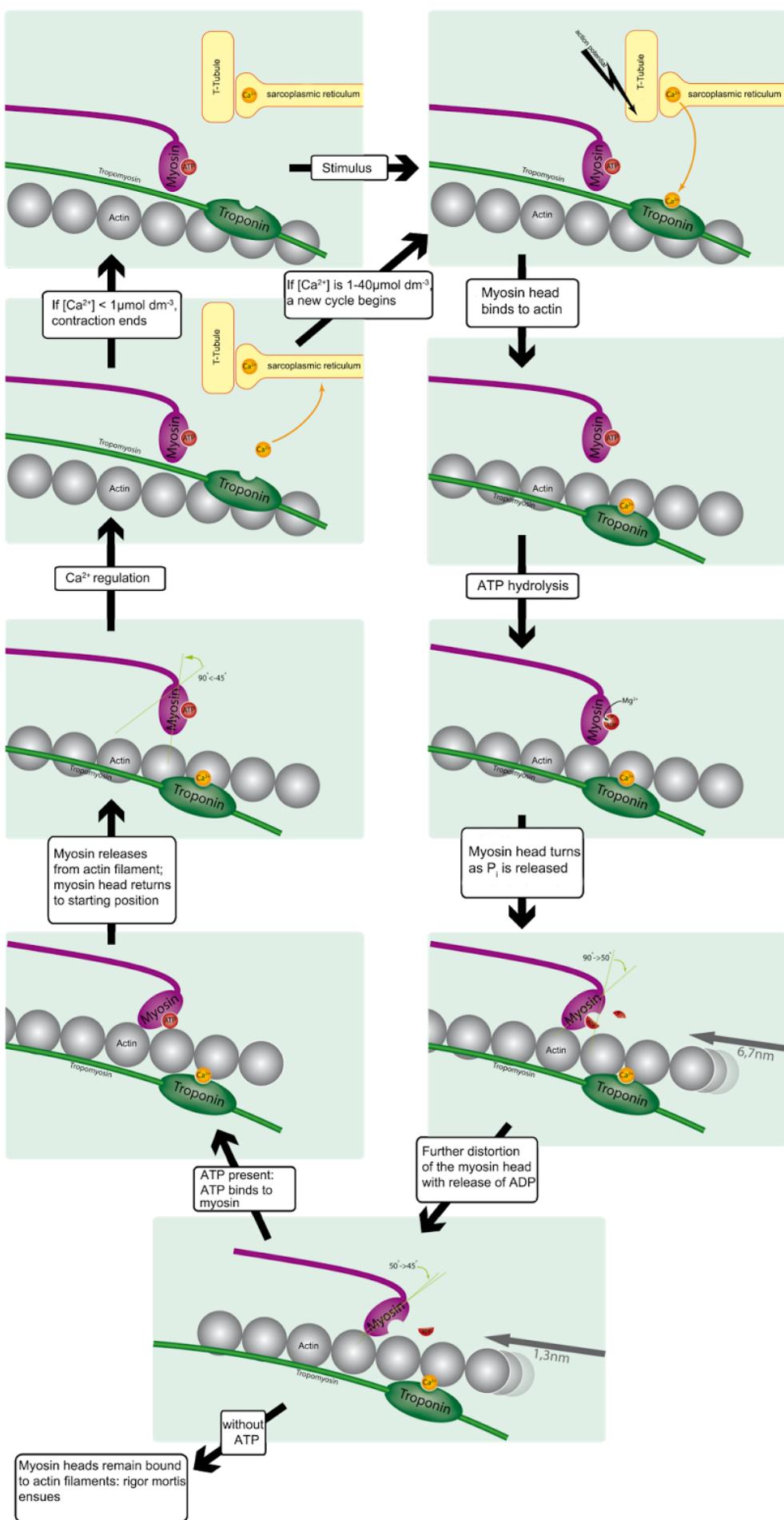
Popis kontrakce kosterního svalu



V zakončení motoneuronu se nachází velké množství vezikul s neurotransmitterem acetylcholinem. Při průchodu akčního potenciálu nervovým vláknem se váčky otevřou do synaptické štěrbiny. Acetylcholin se vyplaví a naváže se na postsynaptické receptory. Toto navázání mediátoru na receptor způsobí v postsynaptické membráně otevření kanálů pro

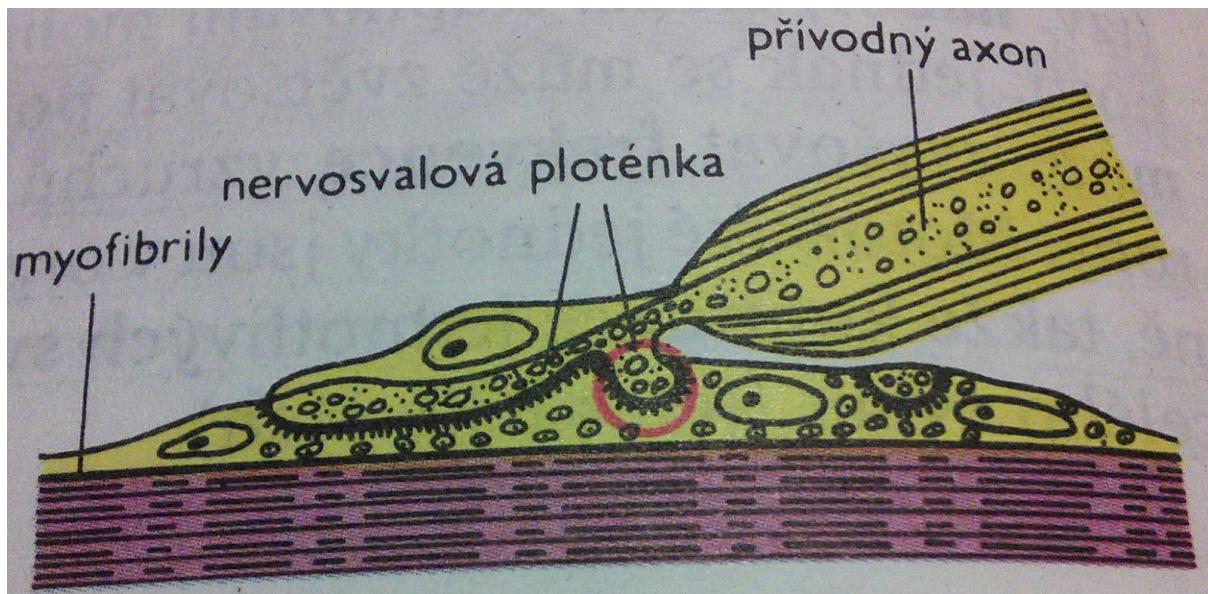
sodíkové ionty, a vyvolá tak vznik akčního potenciálu na svalové buňce. Tento potenciál se následně šíří po celé svalové buňce. T-tubuly jej odvádějí k hlubším strukturám svalové buňky tak, že cisterny sarkoplazmatického retikula jsou aktivovány v podstatě najednou. Po aktivaci sarkoplazmatického retikula se do sarkoplazmy uvolní ionty Ca^{2+} , které se poté navážou na troponin, a tím zahájí proces svalové kontrakce. Pro posun filament ve svalovém vlákně, a tedy ke vzniku svalové kontrakce, je zapotřebí energie. Tato energie je ve svalech ukryta v podobě adenosintrifosfátu, neboli ATP. Molekuly ATP se vážou na hlavy myozinu, které mají ATPázovou aktivitu. V okamžiku napojení myozinové hlavice na aktinové vlákno se ATP rozštěpí na ADP + Pi a myozinové hlavice se připojí k aktinovému vláknu a sklopí o 40° , což má za následek, že aktinová a myozinová vlákna se vůči sobě posunou. S vazbou a rozpadem další molekuly ATP se hlavice myozinu uvolní od aktinu a vrátí do původní polohy. Zhruba po jedné minutě se vápenaté ionty aktivně pumpují zpět do sarkoplazmatického retikula, zde jsou uskladněny do příchodu dalšího akčního potenciálu.

Molecular mechanism of muscle contraction



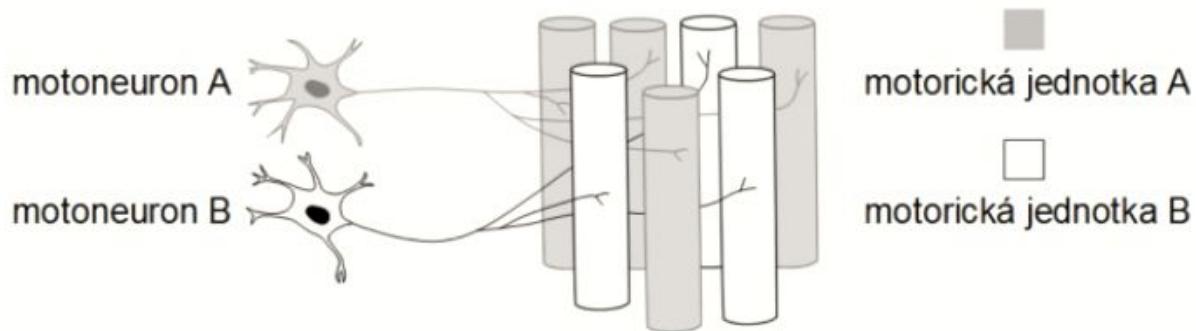
Nervosvalový přenos

= funkční spojení axonu motoneuronů a vlákna kosterního svalu pomocí chemické synapse



Motorická jednotka

= soubor svalových vláken, který patří k jednomu hybnému (motorickému) neuronu



Motorická destička (nervosvalová ploténka)

= má stavbu a vlastnosti jednoduché synapse

- zvláštností je velké profilování postsynaptické membrány tím zvětšení styčného povrchu
- mediátorem přenosu vzniku je **acetylcholin**

Úloha acetylcholinu

- nervový vztah přicházející po motorickém presynaptickém vlákně zvětší propustnost presynaptické membrány a uvolní **acetylcholin** v dostatečném počtu kvant do **synaptické štěrbiny**
- jeho vazbou na recepční místa pro acetylcholin na vnější straně postsynaptické membrány, se **zvýší propustnost** této membrány pro Na^+ a K^+ , změní její polarizace a vznikne typický postsynaptický potenciál = **ploténkový (synaptický) potenciál**
- po dosažení prahové hodnoty, vybaví na svalovém vlákně akční potenciál, který se šíří jako vztuchová aktivita od plotenky k okrajům svalových vláken
- následuje kontrakce svalu
- acetylcholin, který prošel synaptickou štěrbinou a vyvolal elektrickou změnu je rychle odstraněn - jednak enzymem choliesterázy, jednak difúzí do okolí
- při nedostatečném odstraňování mediátoru dochází k blokádě přenosu

TODO odpoledne dodat obrázek akčního potenciálu ze strany 718

Organofosfáty

= látky, které blokují acetylcholinesterázu, čímž zvyšují ploténkové potenciály, což vede k inhibitaci acetylcholinesterázy

Poruchy činnosti nervosvalového spojení

- porucha uvolňování ACh acetylcholinu
- porucha AChR - receptor yACh jsou poškozeny / je jich málo

Ovlivnění nervosvalového přenosu

- **vznik akčního potenciálu**
 - blokátory Na^+ kanálů: **tetrodotoxin**
 - blokátory K^+ kanálů: **3,4-diaminopyridin**
- **uvolňování ACh**
 - **botulotoxin**, Mg^{2+}
- **ovlivnění AChR**
 - depolarizující myorelaxancia: suxamethonium
 - kompetitivní myorelaxancia: **kurare**
- **degradace ACh** - blokátory AChE
 - krátkodobé: fysostigmin, neostigmin
 - dlouhodobé: **organofosfáty**

Tetrodotoxin

= velice účinný jed, inhibičně působící na napěťově řízené sodíkové kanály, čímž **znemožňuje vznik akčního potenciálu na membránách**

- je rozpustný ve vodě
- viz ryba Fugu

Botulotoxin

= otrava termolabilním botulotoxinem produkovaným grampozitivní bakterií Clostridium botulinum

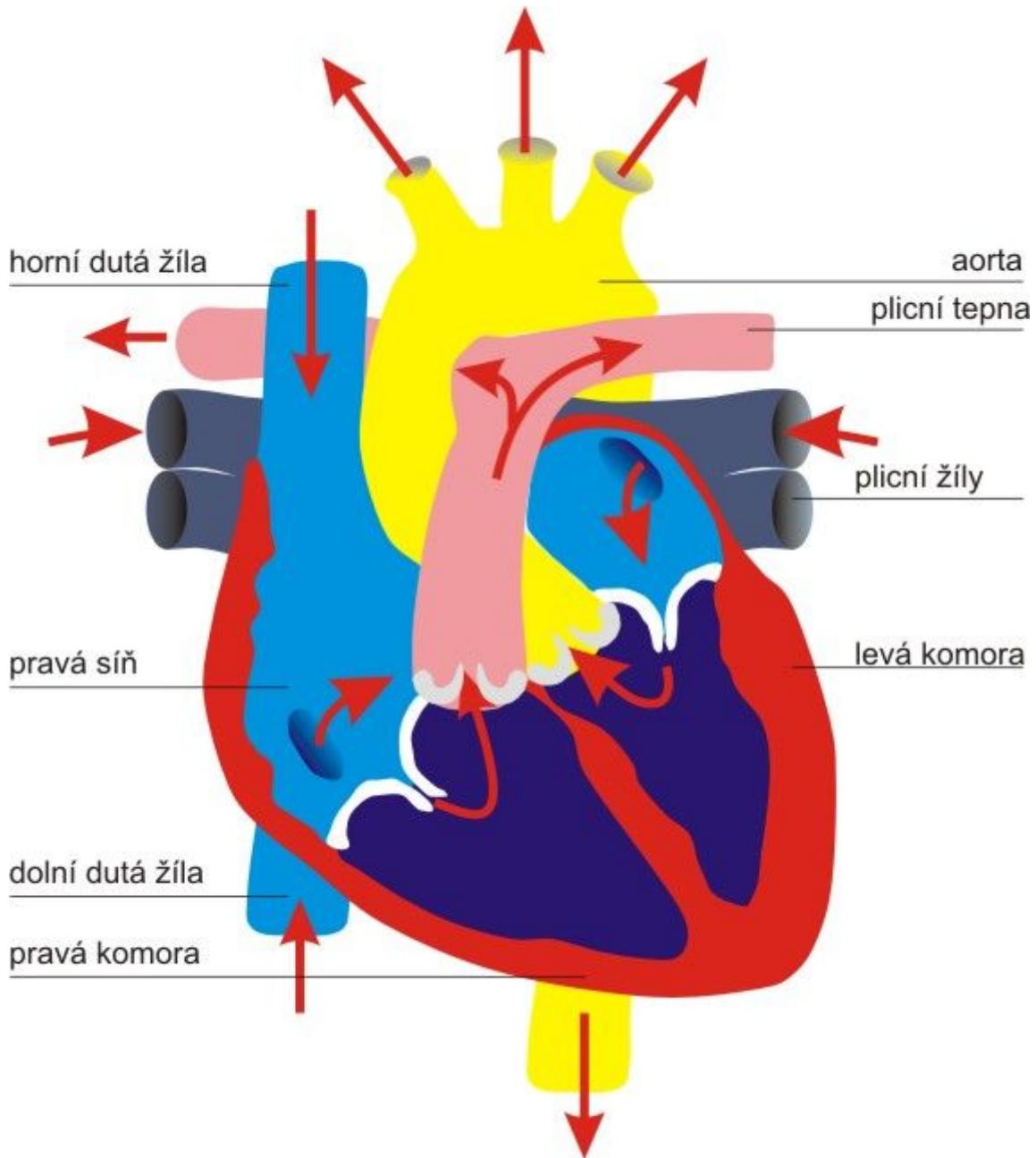
- podstatou otravy je snížené množství uvolněného acetylcholinu z neuronu na nervosvalové ploténce
- klobásový jed (botulus = klobása)

Kurare

= látka která blokuje nervosvalový přenos a tak ochromí činnost kosterní svaloviny

- používá se jako myorelaxancia při operacích k odstranění svalového napětí
- látka ze stromů jižní Ameriky

05. Biologie myokardu



Krev

- může své základní funkce v organismu plnit jenom za podmínky, že v organismu **obíhá**
- **je nestlačitelná**
- protéká srdcem **jednosměrně**

Uzavřený okruh kardiovaskulární soustavy se dělí na dva nestejně velké dílčí okruhy

Velký a malý oběh

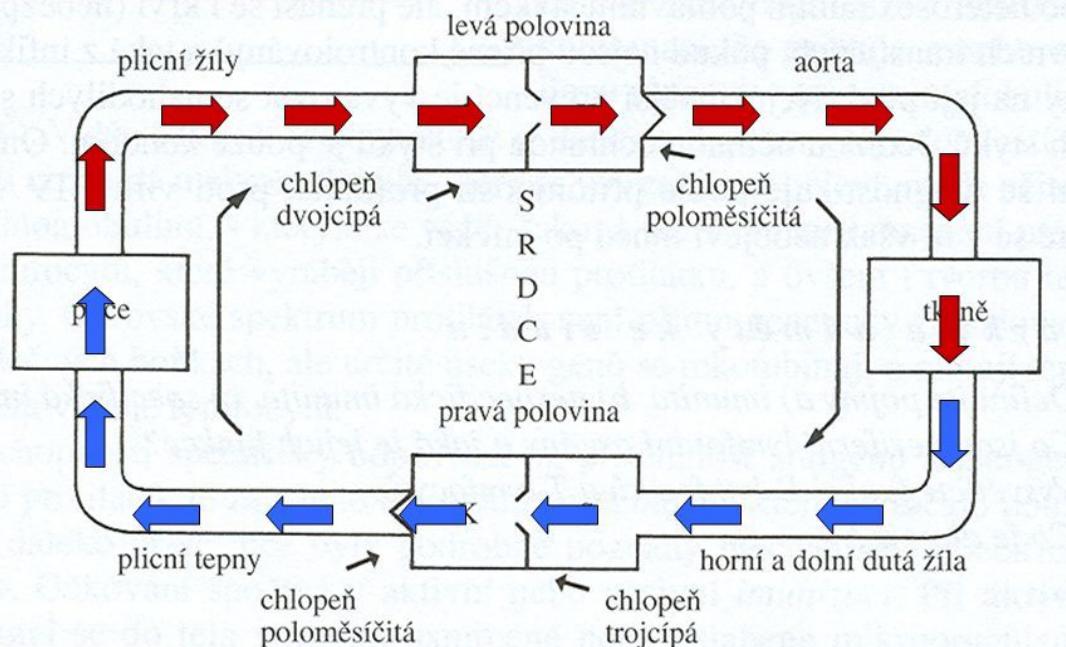
Malý oběh (plicní oběh)

- = stará se o zajištění oxysličení krve
- = napojuje se na **pravou komoru srdeční** a tvoří jej **plicní tepna**, její větve, poměrně široké **arterioly**, bohatě větvené **plicní kapiláry**, postupně se spojující **plicní venuly** a konečně **čtyři plicní žily**, které ústí do **levé srdeční síně**
 - vede z pravé srdeční komory do plic
 - z plic do levé srdeční síně

Velký (tělní, systémový) oběh

- = stará se o přísun krve do celého těla
- vede z levé srdeční komory přes aortu ven do těla
- je zakončen horní a dolní dutou žílou, která vede do pravé srdeční síně
- = navazuje na **levou komoru** a sestává z **aorty**, větších a menších **arterií**, poměrně dlouhých a úzkých **arteriol**, hustě se rozvětvující **kapilární síť**, **venul** a postupně se spojujících **žil**, jež konečně jako **horní a dolní dutá žila** vracejí krev do **pravé srdeční síně**

MALÝ KREVNÍ OBĚH



Obr. 28 Základní schéma krevního oběhu u člověka (srdce v období diastoly); S – síně, K – komora

VELKÝ KREVNÍ OBĚH

4 Základní vlastnosti myokardu

1. **automacie** - srdce pracuje za vhodných podmínek i po vynětí z organismu (srdce králíka), a to spontánně, bez umělého dráždění; má tedy schopnost automaticky vytvářet vzruchy v pravidelném rytmu (rytmicita)
2. **vodivost** - vzruch jednou vzniklý se převádí na ostatní oblasti a oddíly srdce
3. **dráždivost** - proužek myokardu, který nejeví spontánní činnost, anebo tepající srdce v období diastoly lze podráždit elektrickým podnětem určité velikosti, a tak vybavit jeho stah
4. **stažlivost** - schopnost reagovat na podráždění stahem určité velikosti; velikost stahu je závislá např. na intervalu, který uplynul od předchozího stahu

Činnost každého srdečního oddílu se projevuje pravidelným, rytmickým střídáním stahu (**systoly**) a ochabnutí, relaxace (**diastoly**). Systola síní trochu předchází systolu komor, která časově spadá do začátku sínové diastoly. V pravé síni se nachází **sinus venosus** (pro nás **pacemaker** = udavatel kroku), který samočinně generuje v pravidelných intervalech vzruchy, které se šíří na ostatní oddíly srdce a vyvolávají postupně jejich stah.

Další důležité poznámky

- srdeční sval = myokard = typ sarkomerické svaloviny
- srdce = dutinový sval (4 pracovní dutiny) = 2 síně a 2 komory
- srdce se rytmicky smršťuje (kontrahuje) a ochabuje (relaxuje)
 - kontrakce a relaxace se rytmicky střídá
- krev protéká jednosměrně
 - jednosměrnost toku krve je zajištěna chlopněm aparátem
- v síních jsou chlopně jen na výtokovém ústí (výstup)
- komory mají chlopně na vtokovém ústí (cípaté) (vstup) i na výtokovém ústí (poloměsíčité) (výstup)

Systola a diastola

Systola

= vypuzování krve ven do oběhu

- je děj aktivní - silou kontrakce vláken myokardu roste v srdeční dutině tlak a krev je ze srdeční dutiny vypuzována

Diastola

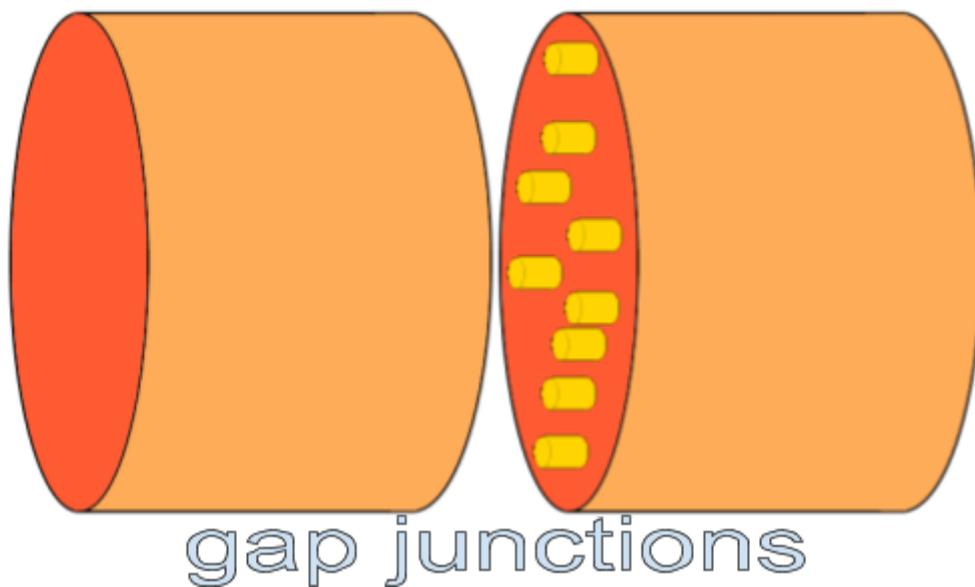
= plnění srdeční dutiny krví

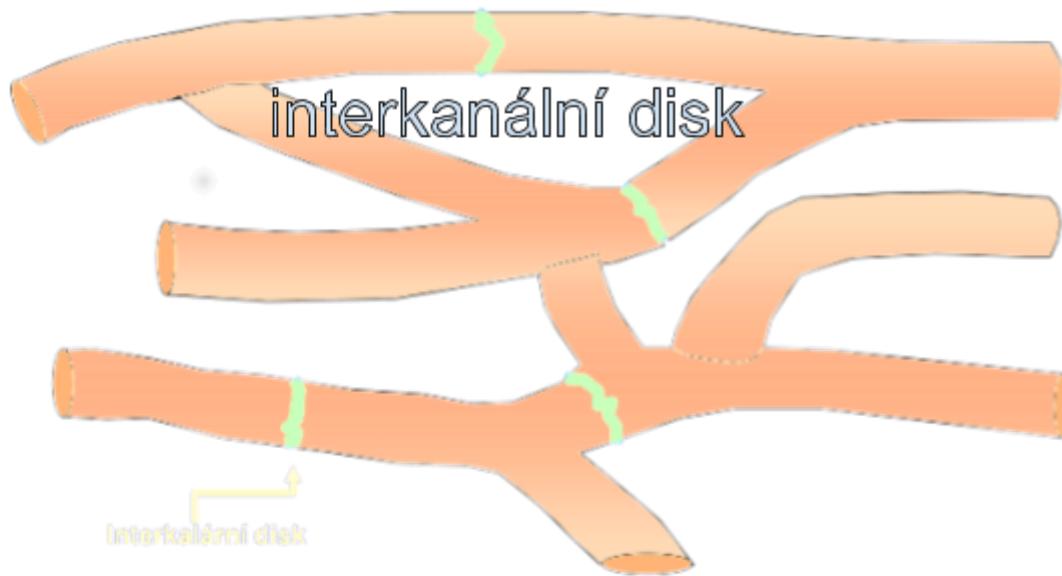
- je děj pasivní - nedochází k nasátí krve

Srovnání s kosterním svalem

Morfologické rozdíly

Kosterní sval	Myokard
Svazek paralelně probíhajících válcovitých mnohojaderných vláken	Mnohojaderná větvící se vlákna, různé délky a tloušťky, forumující stěnu srdečních dutin
vlákna jsou navzájem velmi dobře elektricky izolována	vlákna a buňky navzájem velmi dobře elektricky komunikují (pomocí nízkoodporových můstků = gap junctions)
tvar vláken je monotónní, liší se jen tloušťkou a tvarem	značná polymorfie (heterogenita) ve tvaru vláken (buněk)
systém transversálních tubulů a terminálních cisteren formuje triady	vztah t-tubulů a depositních částí sarkoplasmatického retikula je nepravidelný; triády chybí
délka sarkomery je cca $2.2\mu\text{m}$	délka sarkomery je cca $1.8 \mu\text{m}$
bohatší na sarkoplasmatické retikulum	chudší na sarkoplasmatické retikulum
svazek vláken je spojen zpravidla na obou stranách do vazivové struktury - šlacha; výjimkou jsou svěrače a kruhové svaly (oční a ústní)	jednotlivá vlákna se větví a spojují se na čele tzv. interkalárními disky; ty zajišťují jednak mechanickou pevnost a dále obsahují vysokou koncentraci GJ



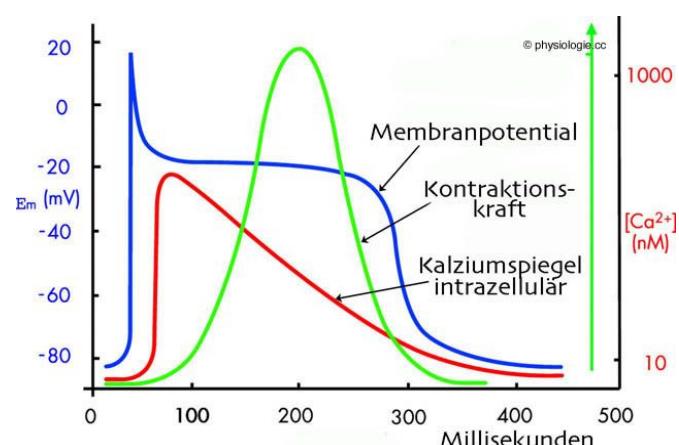
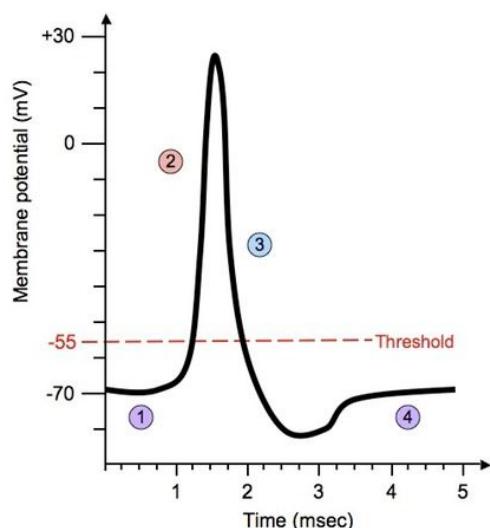


Zjednodušené schéma vztahů vláken formujících srdeční sval

Rozdíly v mechanismu spuštění elektrické aktivity

Kosterní sval - čeká na signál z terminálu somatického motorického vlákna (od nervu)
 Myokard - vzruchy vznikají ve specializovaných buňkách (pacemakerových) a šíří se z jednoho vlákna na druhé.

Rozdíly v elektrofysiologických projevech



Rozdíly v elektrických vztazích svalových buněk

Rozdíly v hospodaření s aktivátorem stahu (Ca^{2+})

Kosterní sval stimulovaný v roztoku bez Ca^{2+} dokáže přežít až desítky minut - jsou vidět svalová trhnutí i po odumření

Myokard stimulovaný v roztoku bez Ca^{2+} exponenciálně ztrácí sílu kontrakcí až do vymizení

Rozdíly v bezprostřední potřebě kyslíku k činnosti

Kontrakce kosterního svalu v roztoku bez kyslíku slábnou pozvolna (práce na kyslíkový dluh)
Kontrakce myokardu slábnou během několika stahů a průběh kontrakce se deformauje =
především se zpomaluje fáze relaxace

Metabolismus myokardu

V klidu:

- $\frac{2}{3}$ mastné kyseliny
- $\frac{1}{3}$ cukerné látky (glukóza, laktát)

Při fyzickém zatížení:

- převažují cukerná látky, zejména laktát, glukóza a aminokyseliny

Při nadměrné produkci ketolátek (hladovění, diabetes) převážně acetoacetát

Klíčovou látkou srdečního metabolismu je kyslík; veškeré reakce probíhají aerobně

Buňky myokardu

Kardiomyocyty

= svalové buňky sarkomerického typu

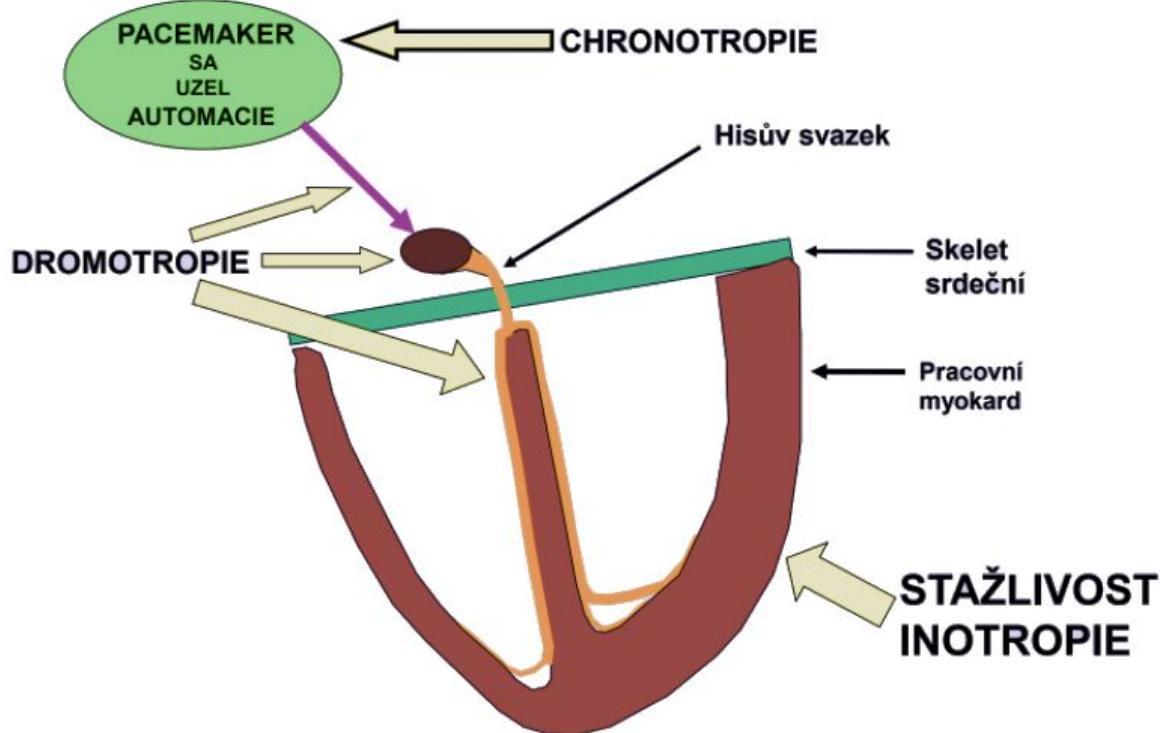
- a) pracovní kardiomyocyty - generují sílu srdečního svalu
- b) specializované kardiomyocyty
 - i) pacemakerové = způsobilé produkovat vzruchy
 - ii) sloužící k rozvodu vzruchové aktivity

Vazivové buňky

- a) fibrocyty (skelet srdeční a chlopní aparát)
- b) fibroblasty (oblasti nodální tkáně)
- c) cévní stěna

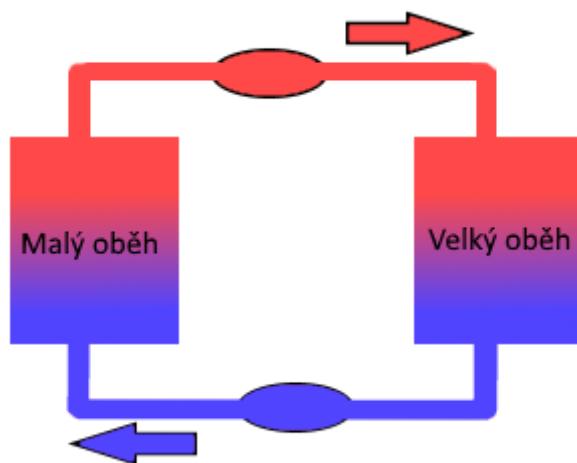
Kardiocyty

- převážně v síních
- endokrinně aktivní (produkují mimo jiné atropeptiny)



Srdeční výdej (minutový objem srdeční, MOS)

= množství krve vypuzené jednou komorou do příslušné části oběhu za zvolený časový úsek (obvykle 1 minuta)



Normální poměr srdečního výdeje:

- 5 litrů/min z/do velkého oběhu
- 5 litrů/min z/do malého oběhu

Poměr je tedy 5/5 litrů/min

Pokud je tento poměr porušen, dochází k problémům

Pokud je výdej **levé komory menší než pravé** → **krev se hromadí před levou síní a v plicích** → vzniká plicní otok.

Pokud je výdej **pravé komory menší než levé** → **krev se hromadí na periferii** → **otok jater** (například)

Výpočet

$$SV = f \times SO$$

SV [l/min] ... srdeční výdej

f [tepů/min] ... frekvence

SO [ml/min] ... systolický objem

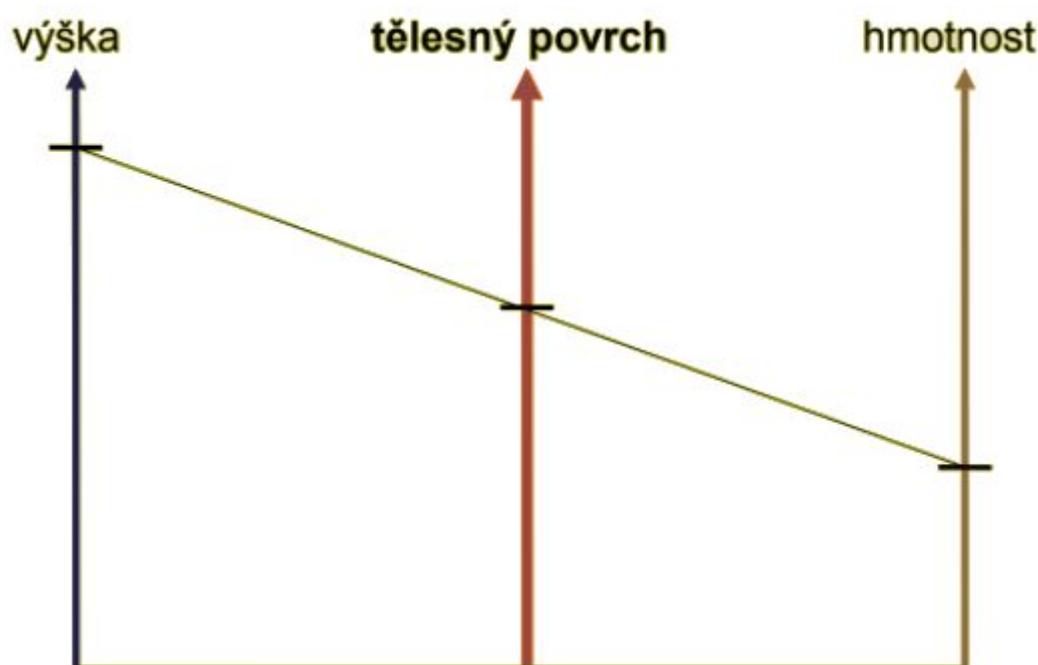
Klidová frekvence se pohybuje v rozmezí 60 - 80 tepů/minutu

Klidový systolický objem má rozměr 60 - 80 ml/minutu

Skutečná velikost SV je závislá na řadě dalších parametrů - výška, hmotnost, pohlaví, věk, trénovanost, zdravotní stav...)

Srdeční index

= určuje se jako srdeční výdej připadající na m^2 tělesného povrchu; tělesný povrch se určuje obtížně a proto je možné užít tzv. nomografického určení tělesného povrchu (podle různých parametrů) pro příslušné pohlaví a věkovou skupinu



Výpočet

$$SI = \frac{SV}{tělesný povrch}$$

SI [l/m^2] ... srdeční index

SV [l/min] ... srdeční výdej

tělesný povrch [m^2]

Příklad:

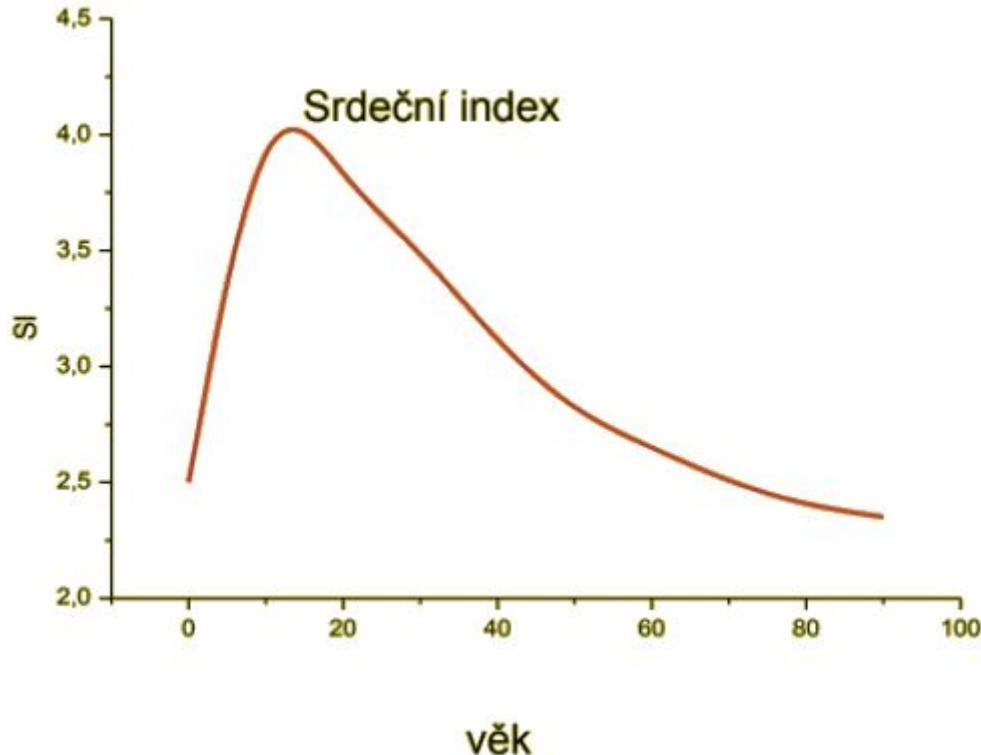
tělesný povrch dvacetiletého muže hmotnosti 70 kg je cca $1.7m^2$

Příklad:

přiměřeně trénovaný muž vykazuje SI:

$$SI = \frac{SV}{tělesný povrch} = \frac{5,5}{1,7} = 3,2 \text{ litru/m}^2$$

Srdeční index roste přibližně do 20 roku jedince, pak začne klesat až do konce života.



Průtok krve

- rychlosť proudu krve v určité časti řečiště závisí na úhrnné ploše, kterou krev protéká
- **s rostoucím průřezem klesá rychlosť pohybu krve**

průtok je funkcí čtvrté mocniny poloměru

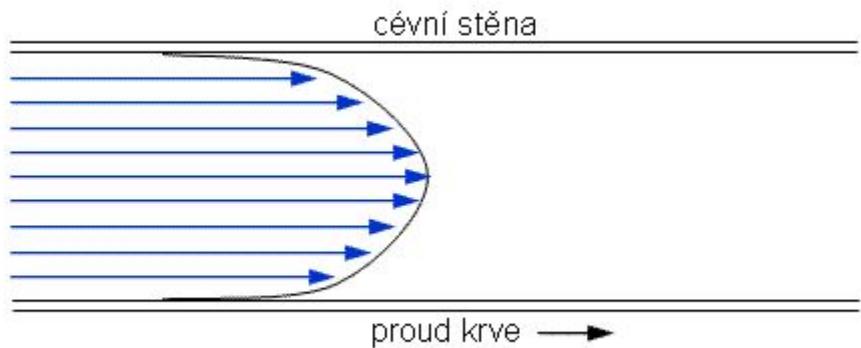
relativně malé změny průměru cévy způsobují významné změny v průtoku

- **vazokonstrikce** = řízené zúžení cévy → pokles průtoku
- **vazodilatace** = řízené rozšíření cévy → zvýšení průtoku

Laminární a turbulentní proud krve

Laminární proudění (přímočaré)

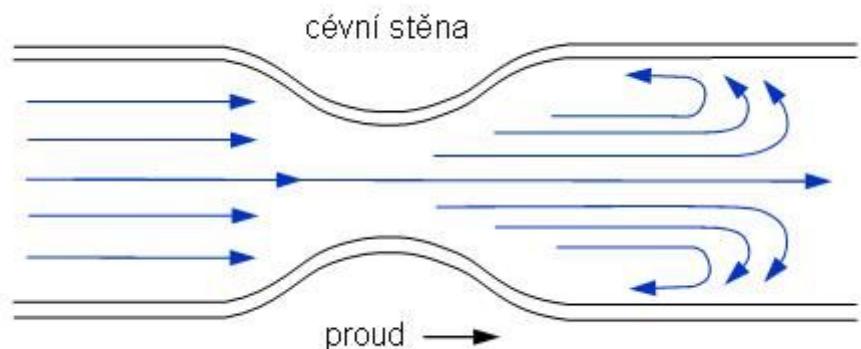
= částice kapaliny se pohybují ve vzájemně rovnoběžných vrstvách, aniž by se navzájem mísily



- v trubici (cévě) má malou rychlosť, ktorá pomalu stoupá od okraja ke středu trubice, kde je největší
- přičinou stoupající rychlosti ke středu je fakt, že u stěn vzniká veliké tření → nižší rychlosť
- zůstává zachováno až do kritické rychlosťi, kdy se mění na proudění turbulentní
- pravděpodobnost přechodu na turbulentní proudění je ovlivněna kromě rychlosťi proudění ještě průměrem trubice (cévy), viskozitou a hustotou kapaliny
- pružnost cévních stěn zvyšuje jeho stabilitu

Turbulentní proudění (vířivé)

= při proudění dochází k turbulencím (něco jako vracející se proud u jezu)



- mohou být způsobeny větvením cév, nebo nehomogenitou jejich stěn
- způsobují vibrace cévních stěn → vznik slyšitelných šelestů

Pohyb krve

= krev se pohybuje po tlakovém spádu gradientu

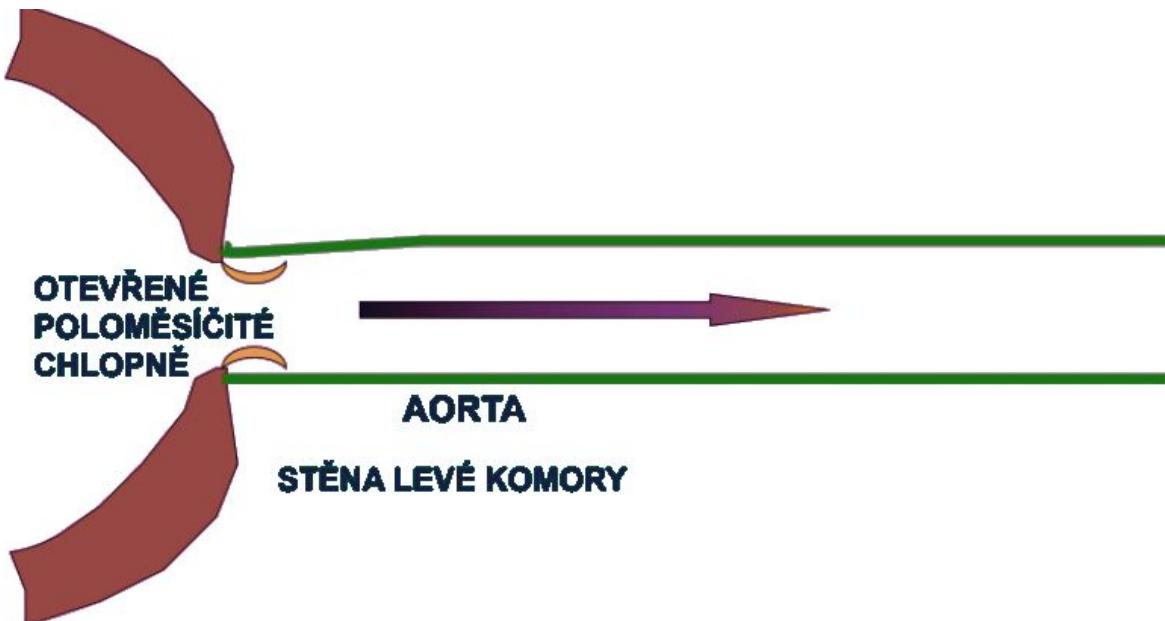
Tlakový gradient v krevním řečišti

= tlakový gradient vzniká díky srdeční práci

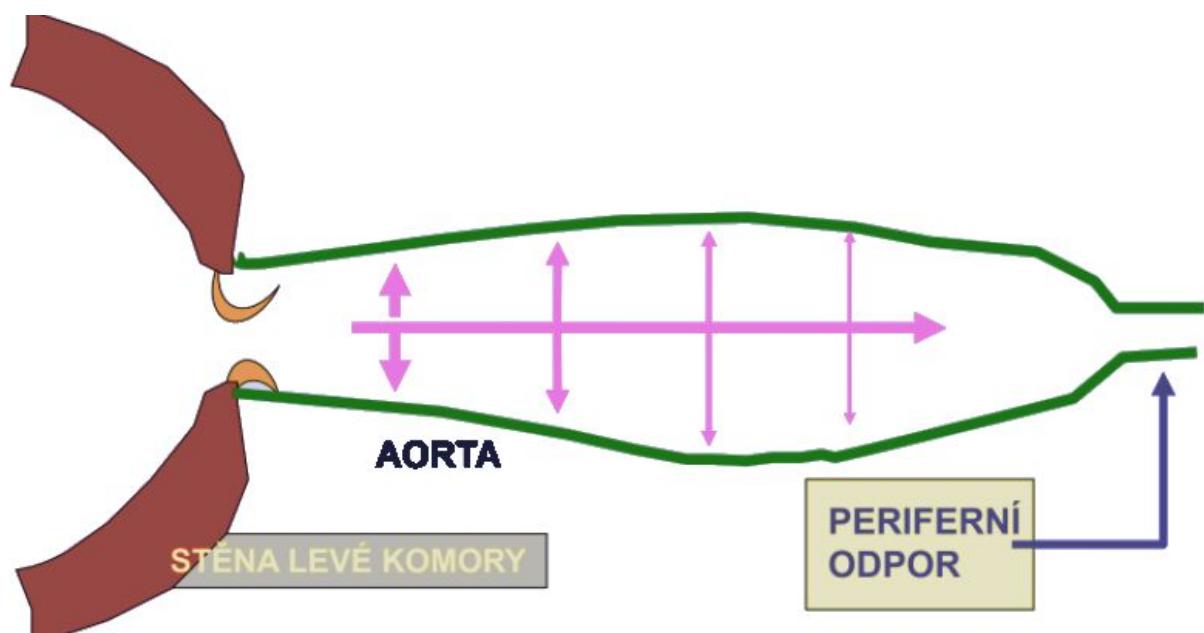
V době ejekční fáze **systoly** vzniká **tlakový gradient** - je generovaný samotným srdcem

V období **diastoly** (srdce relaxuje) je **tlakový gradient** generován **periferním odporem**

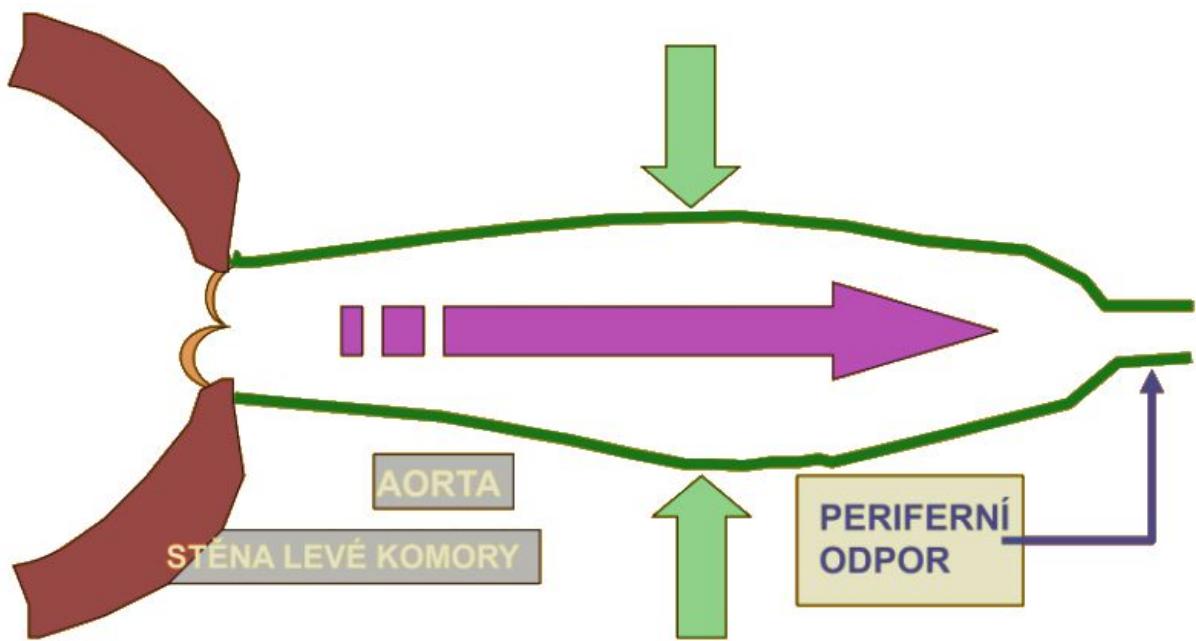
V době diastoly jsou uzavřeny chlopně mezi tepnou a srdeční komorou a přímá srdeční práce s na produkci tlakového gradientu nepodílí



Během komorové systoly je přímým zdrojem tlakového gradientu kontrakce myokardu (přímá srdeční práce)

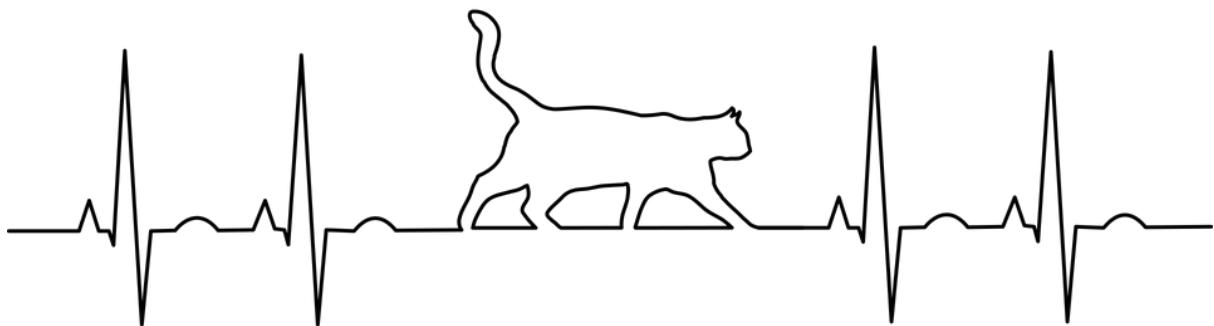


Mezi stěnou levé komory a tepnou s periferním odporem se nachází elastická tepna, do které se nahrne velké množství krve, které nestačí projít přes periferní odpor. Část kinetické energie se uplatní jako síla (tlak) na stěny elastických pružných tepen. Tím dochází k vakovitému pasivnímu rozepětí stěny aorty a jejích velkých větví.



Po ukončení systolické fáze srdce relaxuje. Uzavřou se poloměsíčité chlopně a energie uložená do pružného rozepjetí aorty způsobuje návrat stěn do původní polohy. Tím je v době diastoly vytlačována krev a zachován gradientní tlak.

06. Elektrokardiografie (EKG)



Elektrokardiografie

= technika, která umožňuje pořízení záznamu elektrické srdeční aktivity

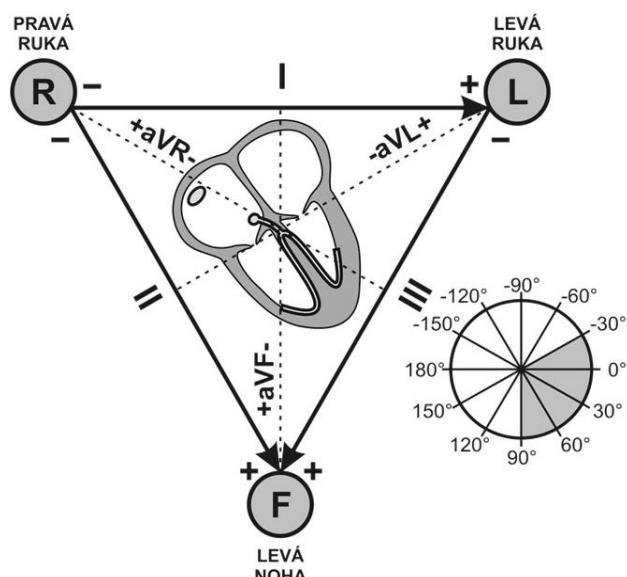
Elektrokardiogram = záznam elektrické srdeční aktivity

- během šíření akčního potenciálu myokardem vznikají v oblastech rozhraní rozdílného potenciálu místní elektrické proudy
- pomocí těchto proudů se generuje magnetické pole
- protože tělesné tekutiny fungují jako dobré vodiče, lze snímat změny srdečních potenciálů i z povrchu těla

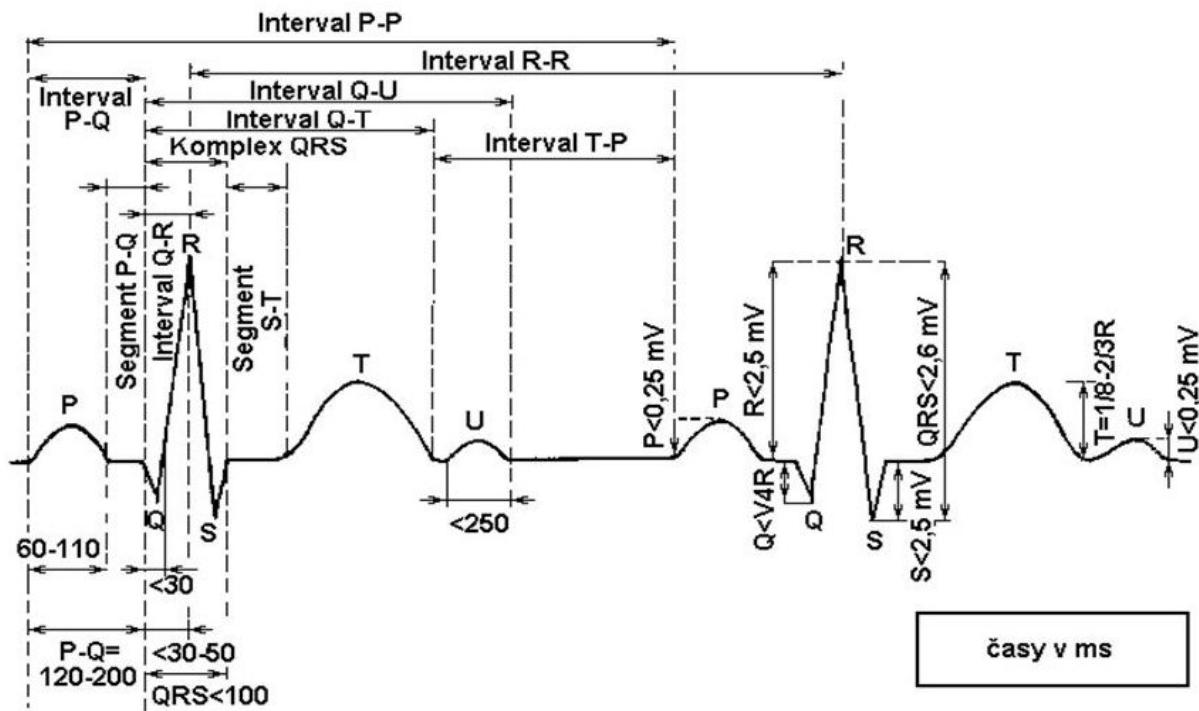
Princip snímání

ke snímání se využívají **končetinové svody** (I, II, III) tvořící tzv. **Einthovenův trojúhelník**

- zapojíme vždy dvě aktivní elektrody, s předem danou polaritou
- jednotlivé svody zaznamenávají rozdíl potenciálu mezi elektrodami a udává výslednou amplitudu
 - vektorový součet všech tří amplitud je roven nule (Einthovenův zákon)



Interpretace "normální" EKG křivky



- izometrická linie je zapisována za podmínek, kdy se **nemění napětí** mezi registračními elektrodami
- **p-vlna** - vždy **přítomná**, zpravidla **pozitivní** a je způsobená **depolarizací síní**
- **p-q úsek** - síňo-komorové zdržení a vznuchová aktivita se přeskupí na komory
- **qrs komplex** - konstantní útvar EKG křivky a informuje o **depolarizaci komor**
- **q-s úsek** - vypovídá o **kvalitě rozvodu vznachu** po komorách
- **t-vlna** - konstantní útvar, má zpravidla pozitivní směr, je obrazem **repolarizace komor**

Repolarizace síní není na obrázku vidět. Je to z toho důvodu, že signál na **pozdí p-q úseku**.

V poslední době značně akcentoval zájem o q-t interval, jehož vyvolané, nebo vrozené prodloužení může být významnou proartymogenní charakteristikou.

Typy elektrod

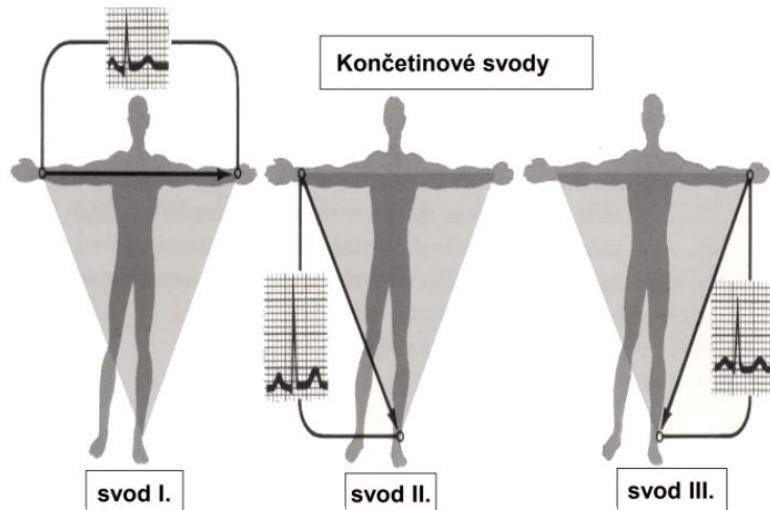
- **explorativní** - promítá se do nich potenciál místa, kde jsou přiloženy
- **indiferentní** - vykazují v čase neproměnný potenciál; obvykle konstruovány vhodnou kombinací (propojením) elektrod explorativních; viz [Wilsonova svorka](#)

Techniky měření

- bipolární - obě elektrody jsou explorativní
- unipolární - jedna elektroda je explorativní a druhá indiferentní

Bipolární technika

= měří se změna potenciálu mezi dvěma příslušnými elektrodami



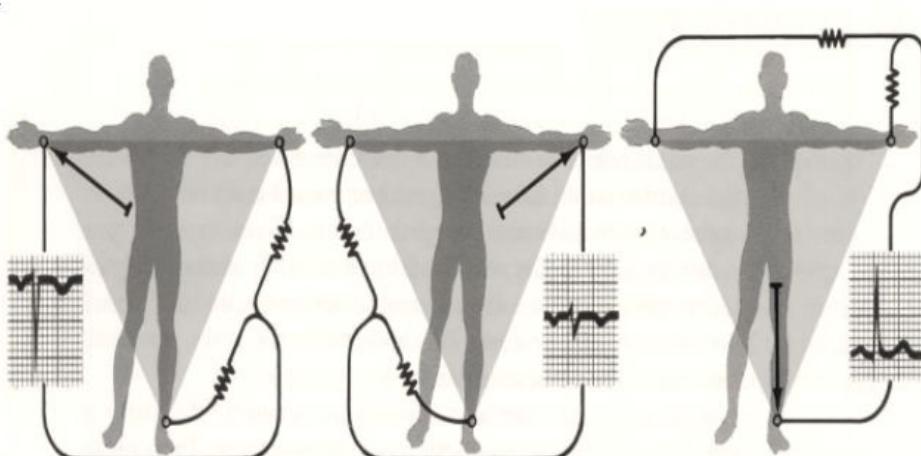
Za zmínku stojí pouze to, že:

- různé svody jsou od sebe časově posunuty
- všimni si, že peak R je na každém svodu jinak veliký

Unipolární končetinová technika (zesílené končetinové svody)

= měří změny potenciálu mezi danou elektrodou a Wilsonovou svorkou vzniklou propojením dvou protilehlých elektrod

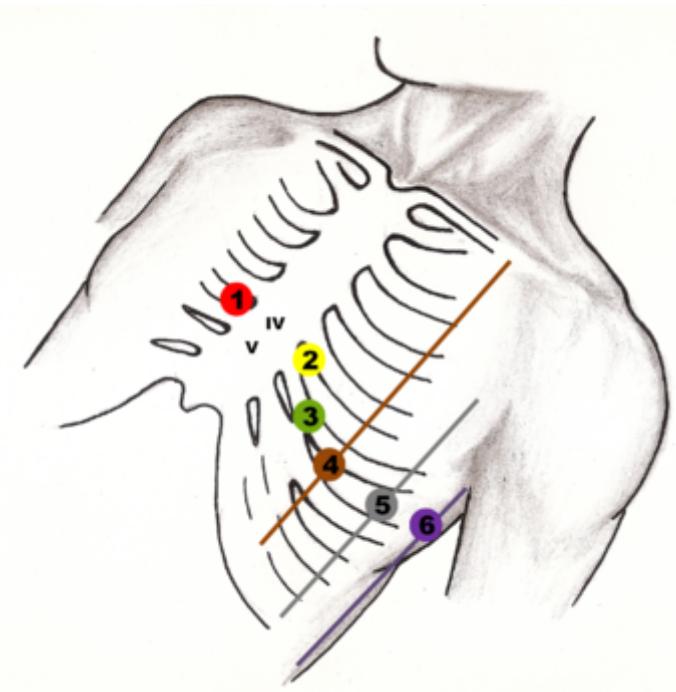
- tato technika byla vytvořena vhodným elektrickým pospojováním kabelů z klasických snímacích míst



Unipolární hrudní technika

= chytré zapojení 6 elektrod na hrudníku

- svody jsou uspořádány tak, že vhodným elektrickým propojením je vytvořena indiferentní elektroda, jejíž potenciál je nulový
- explorativní (aktivní) elektroda se přiloží na konvenčně domluvená místa
- napětí mezi explorativní a indiferentní elektrodou se registruje
- obvykle se užívá 6 poloh, kam se umístí explorativní elektroda
- indiferentní elektroda je obvykle tvořena tak, že kabely ze tří základních regisračních míst jsou propojeny do uzlu přes 500Ω
- výsledný zkrat je tzv. Wilsonova svorka



Informace o jednotlivých elektrodách

- v1 - podle polohy srdce - poskytuje elektrické informace o **pravé síní**, resp. **pravé komoře**
- v2 - informuje především o **pravé komoře**
- v3 a v4 - zobrazují **komorovou septální oblast**
- v5 - dává dominantní elektrický obraz o **komoře levé**
- v6 - zobrazuje **levou komoru**; navíc může při vertikálně rotovaném srdeci vypovídat o **bazálních strukturách levé komory**

Hodnocení EKG křivky

Akce srdeční

= užívá se k vyjádření míry pravidelnosti nebo nepravidelnosti, s jakou elektrické komplexy spojené s elektrickou srdeční aktivitou vznikají; obvykle se jedná o **rozpětí intervalu R-R**

- **pravidelná akce** - rozdíl mezi vzdálenostmi R-R a průměrem menší než 0,16s
- **nepravidelná** - rozdíl často přesahuje toleranci
 - označuje se jako **dysrhythmie**
 - **fyziologická** = dysritmie respirační - při nádechu dochází ke vzruštu srdeční frekvence a při výdechu k poklesu srdeční frekvence
 - příčinou jsou extrakardikální mechanizmy řízení srdeční činnosti
 - **patologická** - nic v přednáškách není

Frekvence

= **počet komorových systol** vzniklých za **jednu minutu**; spolu s tepovým objemem určuje minutový srdeční výdej

- fyziologické hodnoty tepové frekvence v klidu se pohybují od **55 do 90 stahů/min** (**v klidu!**)
- zpomalení, nebo zrychlení přes normální hodnoty (v klidu) jsou vždy patologické problém dle rychlosti frekvence:
 - **zpomalení** (< 55 tepů/min) - **bradykardie**
 - **zrychlení** (> 90 tepů/min) - **tachykardie**

Rytmus srdeční

= identifikuje aktuální zdroj vztuchů v srdci (generování pulzů)

- **sinusový** - zdroj je v SA uzlu; jediný je normální
 - vlna P předchází iniciální část komorového komplexu
 - protože SA uzel leží ve vtokové části pravé síně a teprve po vzniku vztachu se může síňová oblast depolarizovat (vlna P)
 - trvání intervalu P-Q je normální
 - to svědčí o tom, že cesta od SA uzlu k AV uzlu a následovně na komory je normální
 - frekvence je normální; u dospělého jedince 60-80 stahů/min

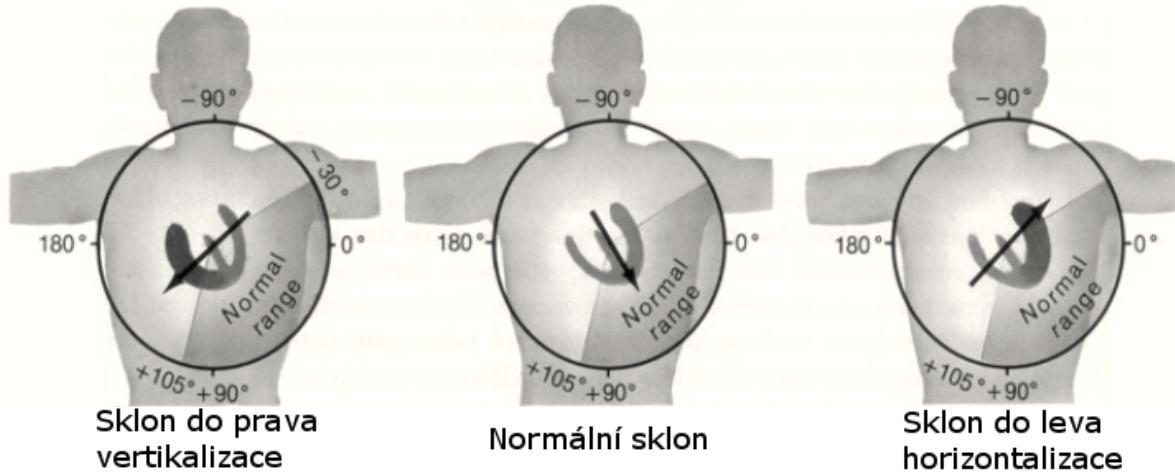
Patologické srdeční rytmusy:

- **síňový rytmus** - jedná se o flutter, nebo fibrilaci síní
 - flutter -
- **junkční rytmus** - vztach vzniká v AV uzlu, nebo v Hisově svazku (junkce), nemusí přecházet na síně
 - vlna P je nezávislá/chybí/je invertovaná
- komorový rytmus - vztach vychází přímo z myokardu komor

- QRS komplexy mají netypický tvar a mají trvání delší, než 0,16s

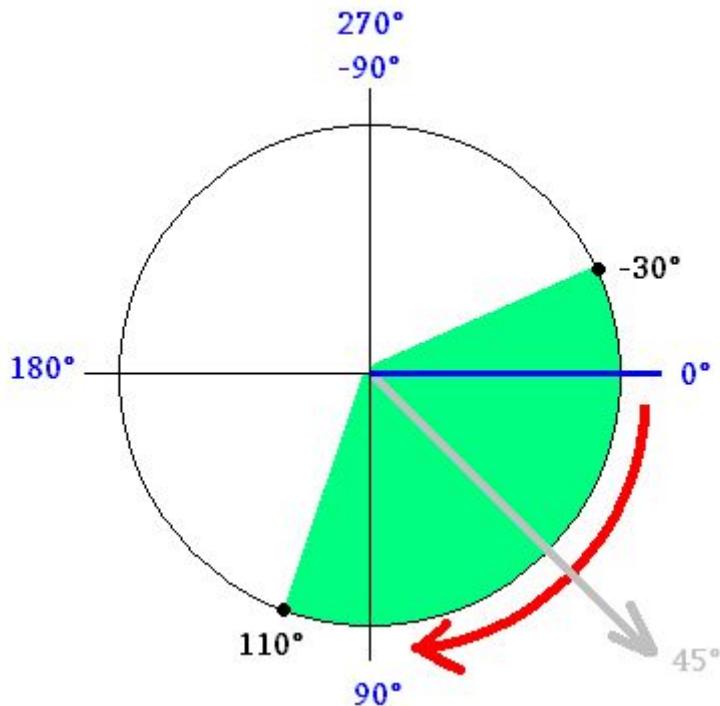
Elektrická osa srdeční (EOS)

= velikost a směr elektrického vektoru srdečního v okamžiku vrcholící depolarizace komor

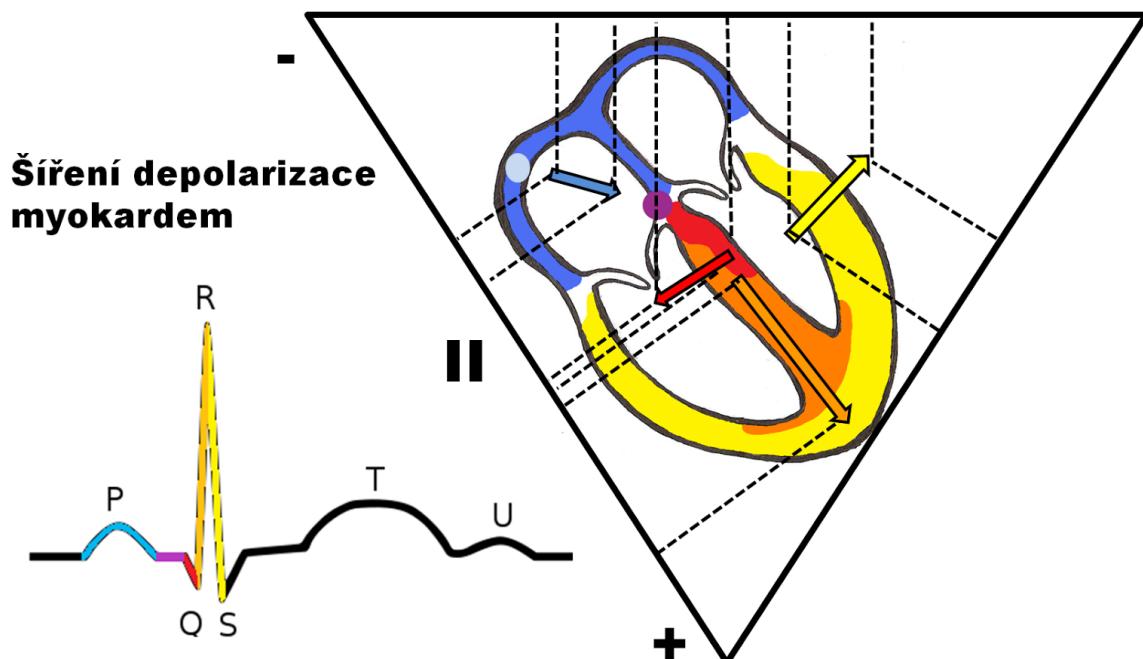


Určení EOS

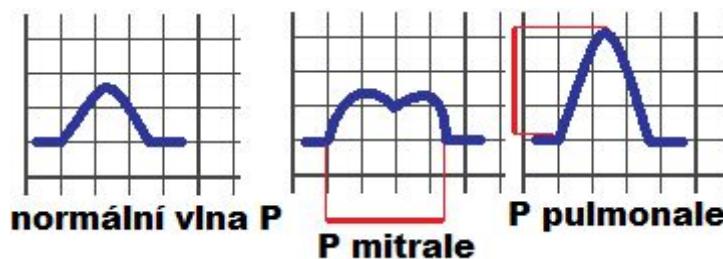
- osu určíme pomocí svodů I., II. a III.
- naměřenou amplitudu z QRS komplexu každého svodu přeneseme na Einthovenův trojúhelník
- poté provedeme součet těchto tří vektorů a změříme úhel výsledného vektoru
 - při určování úhlu EOS platí zvláštní pravidla



Popis jednotlivých kmitů a vln



P vlna

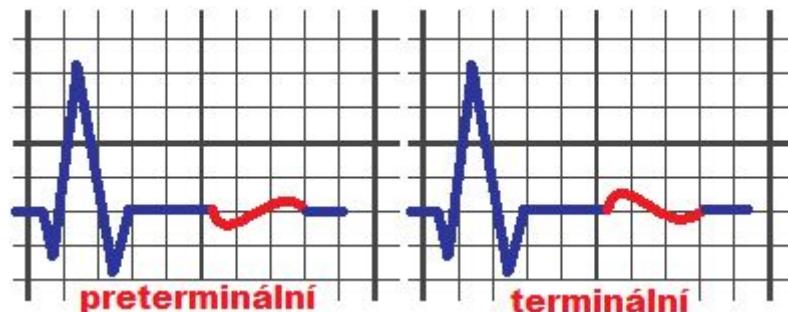


- předchází každý QRS komplex od kterého je oddělena PQ intervalom
- frekvence výskytů je shodný jako frekvence depolarizace (stahů) komor
- trvá přibližně: 0,08 - 0,10s

QRS komplex

- odpovídá depolarizaci komor
- trvá přibližně 0,06 - 0,10s
 - Q - první negativní kmin; nemusí být přítomen
 - R - každý pozitivní kmin; normálně se vyskytuje pouze jeden
 - S - každý negativní kmin po alespoň jednom R

T vlna



- odpovídá repolarizaci komor
- trvá přibližně 0,20s při srdeční frekvenci 70 tepů/min

Důležité intervaly

- PQ - odpovídá systole síní a zdržení vzruchu v AV uzlu
 - trvá přibližně 0,12 - 0,20s
- QT - trvání depolarizace a repolarizace komorové svaloviny
 - trvá přibližně 0,25 - 0,50s; jiné hodnoty svědčí nejčastěji chybu v provedení vyšetření, nebo hodnocení EKG

07. Proudění krve tepnami a žílami, krevní tlak

Proudění krve tepnami

= tepny (**arterie**) jsou cévy, které roznášejí krev **od srdce** ven

Proudění krve žílami

= žíly (**vény**) jsou cévy vedoucí krev směrem **k srdci**

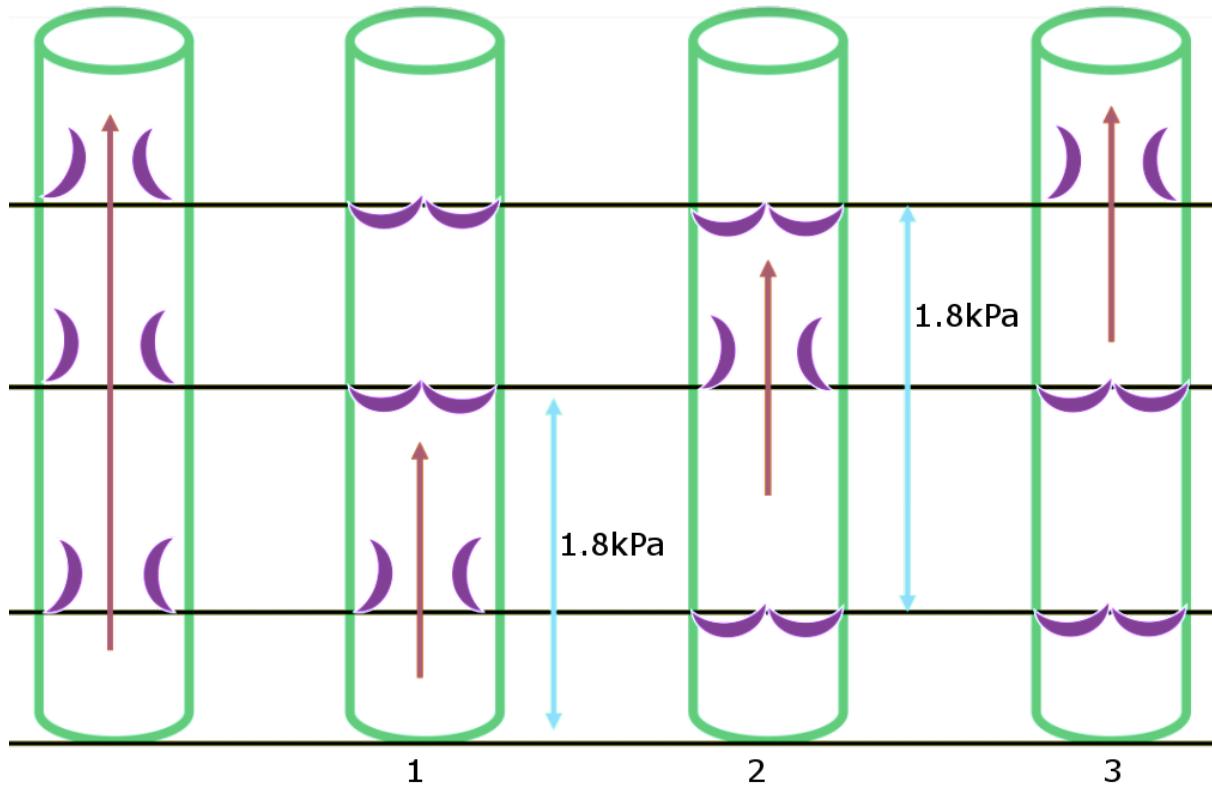
- žíly obsahují kolem 64% z celkového objemu krve v těle

Nás budou zajímat výhradně žíly končetinové (především dolních končetin)

Žíly dolních končetin

Žíly jsou opatřeny **chlopními systémy**, které zaručují:

- jednosměrný tok krve
- **dělí vertikální sloupec krve na kratší úseky**, které systémy žilního návratu snadněji zvládnou



Tlak v žílách

- nad srdcem tlak klesá pod hodnoty atmosférického tlaku
 - při poruše žilní integrity může vzniknout vzduchová embolie
 - při poruše vznikne podtlak → nasátí vzduchu do žily
- pod srdcem, ve směru gravitace, hydrostatický tlak roste úměrně výšce krevního sloupce
 - při blbém srážení krve hrozí vznik trombu a jeho oddělení
 - pokud tento tromb doputuje do plicnice, dojde k zástavě srdce a smrti

08. Krev

Hematokrit

= podíl červených krvinek v celkovém objemu krve v %

- stanovuje se pomocí centrifugace nesrážlivé krve
- během odstředění dojde k oddělení erytrocytů od plazmy
- fyziologické hodnoty
 - muži: $44 \pm 5\%$ (0.44 ± 0.05)
 - ženy: $39 \pm 4\%$ (0.39 ± 0.04)

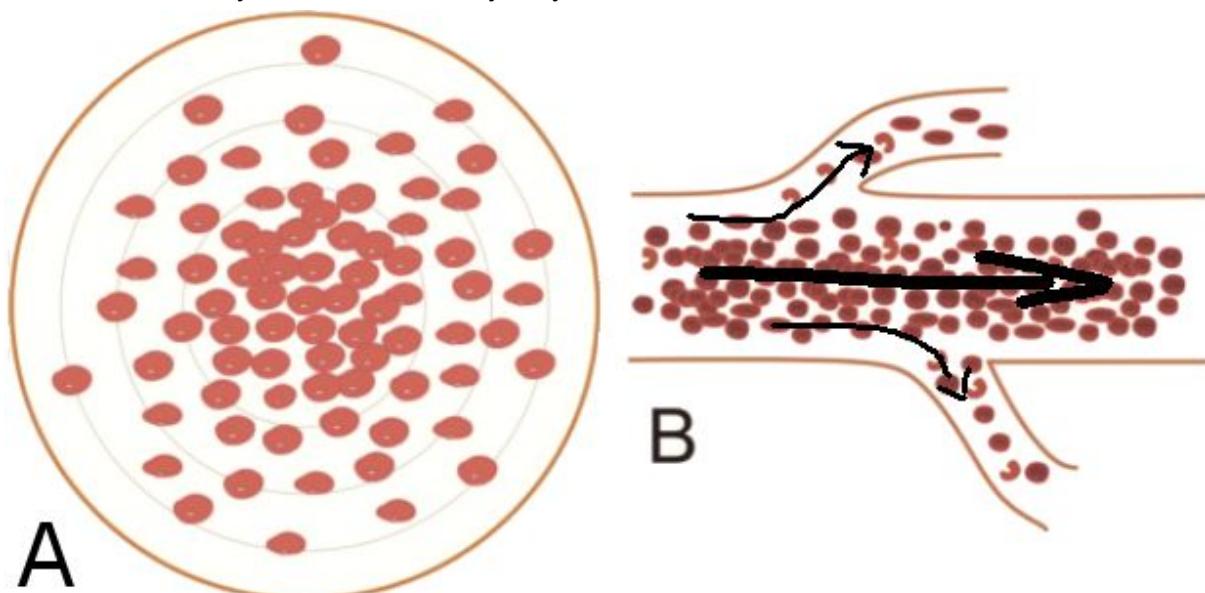
Viskozita krve

= veličina, která charakterizuje vnitřní tření kapaliny a závisí především na přitažlivých silách mezi částicemi

- viskozita krve = 3.0 - 3.6
- viskozita plazmy = 1.5 - 2.0

Hodnota závisí zejména na:

- hematokritu
- viskozitě plazmy
- mechanických vlastnostech erytrocytů



A - viskozita v cévách - uprostřed to jede rychleji než na kraji, kde teče pomalejší plazma

B - nižších rychlostí se využívá například u ledvin, kde se filtruje plazma (snad si to pamatuji správně)

Sedimentace

= běžné laboratorní vyšetření, které udává **rychlosť klesání erytrocytů** ve vzorku nesrážlivé krve [mm/h]

- závisí na velikosti sedimentujících částic
- erytrocyty mají tendenci vytvářet válcovité shluky (= **penízkovatění erytrocytů**), které sedimentují rychleji, než samostatné erytrocyty
- tvorbu shluků podporují některé bílkoviny, hlavně **fibrinogen** a gamaglobuliny
- díky těmto bílkovinám se sedimentace zrychluje, což naznačuje, že asi není něco v pořádku
- standardní hodnota:
 - muži: 2-5 mm/h
 - ženy: 3-8 mm/h - mají více fibrinogenu → méně erytrocytů → vyšší sedimentace

Změny sedimentace

Zvýšená

- fyziologicky - 2. polovina těhotenství, menstruace, stáří
- patologicky - **zánět** (nejčastější), infekce (zejména bakteriální), nekróza, anémie, leukémie, šok, pooperační stav, zhoubné nádory

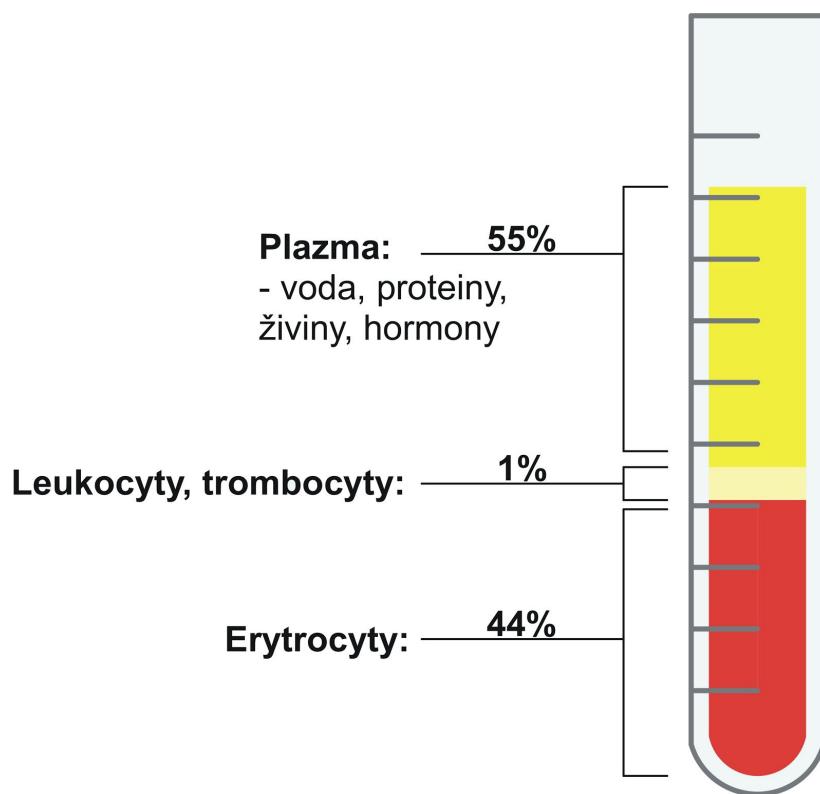
Snížená (neobvyklé)

- **hypererytrocytóza** (zvýšení počtu erytrocytů v krvi) → dát do hyperbarické komory s kyslíkem, polycytémie, změny složení krevní plasmy

3 základní funkce krve

- **transport** - přesun O₂, CO₂, živin, odpadních produktů metabolismu, tepla a hormonů
- **regulace**
 - pH = kyselost/zásaditost - acidobazická rovnováha
 - množství tekutin ve tkáních
 - tělesné teploty
- **ochrana organismu**
 - proti nemocem (složky imunitního systému)
 - proti krevní ztrátě (trombocyty a srážecí faktory)

Složení krve



Plazma

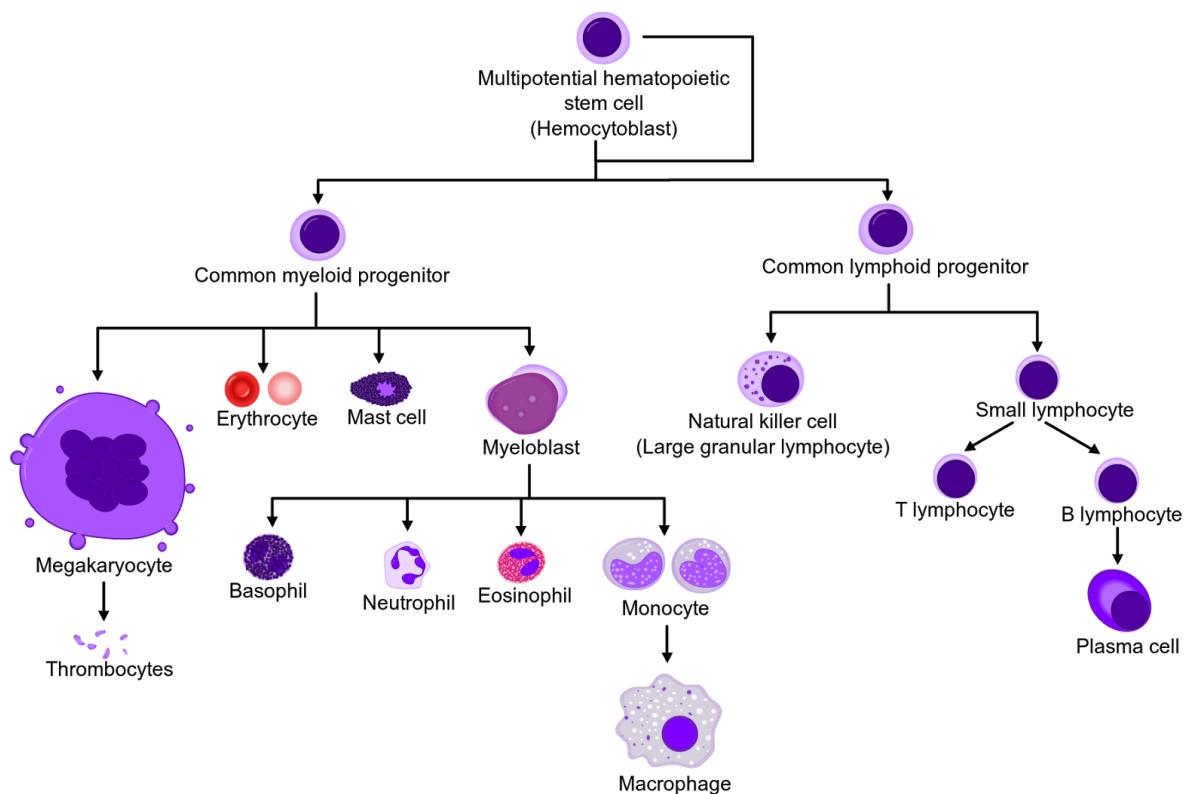
- 90% **voda**
- 7% **plazmatické proteiny** - syntetizovány v játrech; zvyšují viskozitu krve
 - **albumin** (40 g/l) - udržuje onkotický tlak plazmy; nižší hodnoty než 20 g/l → výskyty edémů
 - **globuliny** (26 g/l - z toho 15-16 g/l **imunoglobuliny**) - ochrana proti cizorodým částicím
 - **fibrinogen** (4 g/l) - pomáhá při srážení krve
- 2% **ostatní látky** - elektrolyty, živiny, hormony, plyny, odpadní produkty

Živiny	
Glukóza	3.3 - 5.6 mmol/l
Cholesterol	3.8 - 5.2 mmol/l
Triglyceridy	0.9 - 1.7 mmol/l
Aminokyseliny	2.3 - 3.9 mmol/l
Volné mastné kyseliny (VMK)	0.1 - 0.6 mmol/l

Odpadní produkty	
Urea	2.5 - 8.3 mmol/l
Kyselina močová	200 - 420 µmol/l
Kreatinin	50 - 120 µmol/l
Bilirubin	do 22 µmol/l

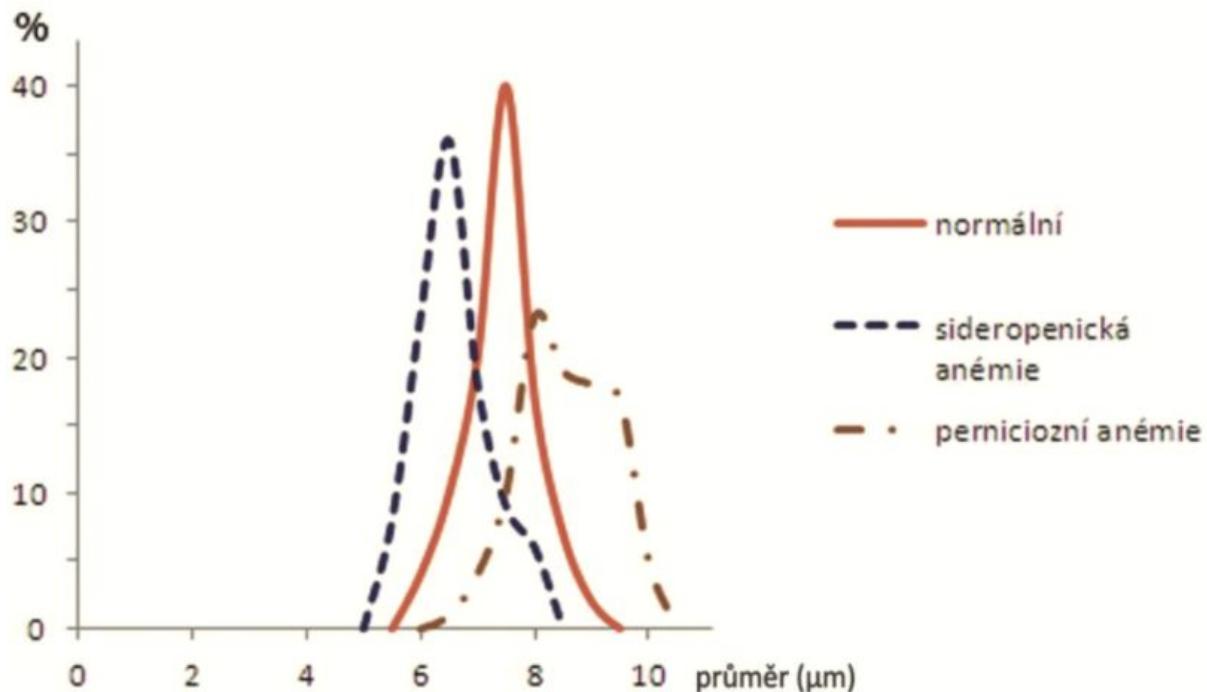
Krevní elementy

- červené krvinky (erytrocyty)
- bílé krvinky (leukocyty)
 - granulocyty = bílé krvinky, jejichž cytoplazma obsahuje sekreční granula
 - neutrofily (57 - 67%)
 - eosinofily (1 - 3%) - zbarvení zrníček pochází z plazmy, ne z jádra
 - basofily (0 - 1%)
 - agranulocyty = bílé krvinky, jejichž cytoplazma **neobsahuje** sekreční granula
 - lymphocyty (24 - 40%) = T buňky, B buňky a "natural killer" buňky
 - monocyty (3 - 8%)
- krevní destičky (trombocyty)



Erytrocyty

- bezjaderné (na rozdíl od ptáků, kteří mají červené krvinky s jádrem)
- žijí 90 - 120 dní = stárnou relativně rychle; neumí se regenerovat; pak jsou likvidovány ve slezině a kostní dřeni
- množí se jak houby po dešti
- neumí opravovat chyby, takže pokud nastane chyba (vada) v DNA, tak se lavinovitě rozšíří
- tvar **bikonkávního disku** ($7.2 \times 2\mu\text{m}$)
- **vysoce elasticité** - se stářím klesá elasticita
 - elasticity se využívá při průchodu kapilárami s velmi malým průměrem
 - krvinka se ohne a projde
 - stará krvinka se ohne a praskne → umře
- primárně pro **transport dýchacích plynů**
- počty
 - muži $4.3 - 5.3 \times 10^{12}/\text{l}$
 - ženy $3.8 - 4.8 \times 10^{12}/\text{l}$



Sideropenická anémie

- více malých krvinek
- obvykle je na vině nedostatek železa

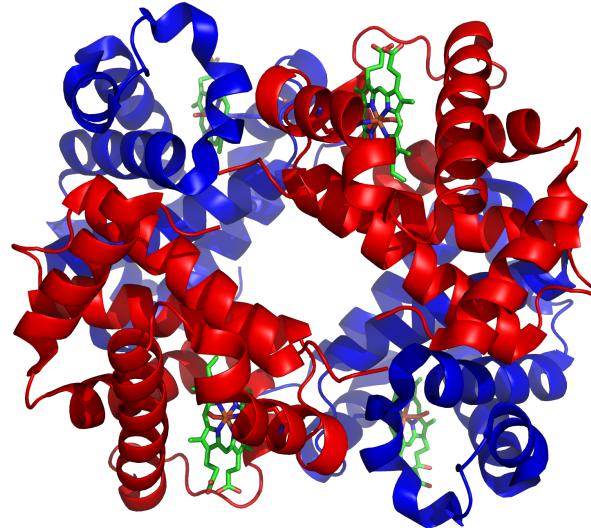
Permiciozní anémie

- velké červené krvinky
- obvykle je na vině nedostatek vitamínu B12, protože je málo kyseliny chlorovodíkové (HCl) v žaludku (B12 se nevstřebá v žaludku) = **achlorhydrie**

Hemoglobin (Hb)

= přenašeč krevních plynů (zejména kyslíku)

- chromoprotein
- skládá se ze 4 podjednotek
 - 1 podjednotka = 1 hem + 1 polypeptidový řetězec
- počty
 - muži 135 - 170g/l
 - ženy 120 - 160g/l
 - novorozenci 102 - 180g/l



Hem

= protoporfyrin IX s centrálním atomem železe

Globin

= 4 polypeptidové řetězce (vždy 2 a 2 stejné)

Všechny lidské hemoglobiny mají stejný hem. liší se v globinové složce

Deriváty hemoglobinu

- **oxyhemoglobin** (vazba s O₂)
 - hemoglobin, který nese kyslík
- **karbaminohemoglobin** (vazba s CO₂)
 - hemoglobin, na kterém je navázaný CO₂
- **karboxyhemoglobin** (vazba s CO)
 - hemoglobin, na kterém je navázaný oxid uhelnatý
 - vzniklá vazba je 250 - 300krát silnější než vazba kyslíku
 - při otravě oxidem uhelnatým je nejdůležitější inhalace O₂
 - vzniká při nedokonalém spalování paliv, je obsažen ve výfukových plynech a v kouři při požárech v uzavřených místnostech
- **methemoglobin** (železo v podobě Fe³⁺)
 - přítomnost trojmocného železa - nevestí nic dobrého
 - ztrácí schopnost reverzibilně vázat kyslík (a to je problém)

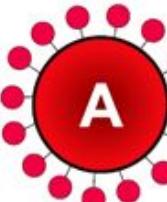
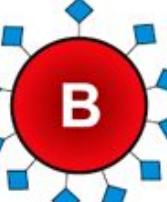
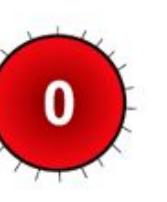
Krevní skupiny

= určují se podle antigenů na membráně červených krvinek

Máme několik systémů rozlišující krevní skupiny podle různých faktorů

ABO systém

- rozeznáváme čtyři základní typy krevních skupin A, B, AB a 0
- skupiny se liší přítomností aglutinogenů A a B, které se nacházejí na povrchu erytrocytu

	SKUPINA A	SKUPINA B	SKUPINA AB	SKUPINA 0
erytrocyty				
protilátky	 Anti-B	 Anti-A	žádné	 Anti-A Anti-B
antigeny	 A antigen	 B antigen	 A and B antigeny	žádné

Rh faktor

- zahrnuje více než 50 různých antigenů, z nichž nejdůležitější je **antigen D**
- RhD⁺ = jedinec, který má antigen D
- RhD⁻ = jedinec, který nemá antigen D

Jedinec skupiny **0 RhD⁻** je označován jako tzv. **univerzální dárce**

Jedinec skupiny **AB RhD⁺** je označován jako tzv. **univerzální příjemce**

Příklad na závěr

Pokud budeme mít těhotnou ženu RhD⁻ a ta bude mít plod po otci RhD⁺, můžou nastat komplikace. Pokud žena nepřišla dříve do styku s krví RhD⁺, jako následek bude, že se jí vytvoří imunitní buňky a nic hrozného se asi nestane. Pokud již má imunitní buňky, proti krvi RhD⁺, může se stát, že tyto buňky proniknou do krevního řečiště plodu a tam nadělají paseku ve formě **fetální erytroblastózy alias hemolytické nemoci novorozence**.

Trombocyty (krevní destičky)

= bezjaderné formované krevní elementy, které mají nezastupitelnou úlohu při zástavě krvácení

- obsahují mitochondrie, ER, ribosomy, granula
- v průměru mají kolem 2 - 4 μ m
- žijí přibližně 9 - 12 dní
- **pokles** destiček pod fyziologickou mez se označuje jako **trombocytopenie**
- **vzestup** destiček nad fyziologickou mez se označuje jako **trombocytóza**
- vznikají z **megakaryocytů** v **kostní dřeni**

Obsahují 3 typy granul

- **alfa granula** - obsahují **vonWillebrandův faktor** (vWF), destičkový faktor 4
- **denzní granula** - obsahují **ADP, ATP, Ca²⁺, serotonin**
- **lyzosomy** - obsahují lyzosomální enzymy

Hemostáza

= životně důležitý děj, pomocí kterého se omezuje až zastavuje krvácení

Skládá se z několika dějů, které probíhají současně:

- vasokonstrikce
- tvorba provizorní destičkové zátky
- hemokoagulace
- organizace sraženiny

Vasokonstrikce

= okamžitá reflexní odpověď na podnět, kterým je **poškození cévy**; trvá přibližně 30 minut

- cévy se stáhnou, čímž zabrání dalšímu vytékání krve

Tvorba provizorní destičkové zátky

Činnost krevních destiček se skládá z několika dějů: **adheze, změna tvaru, agregace a uvolňovací reakce**. Po porušení celistvosti cévy se na odhalené subendotelové vazivo adherují krevní destičky. Tu zprostředkovává **kolagen** a von Willebrandův faktor. Po adhezi změní destičky svůj tvar na kulovitý a vytvoří filopodie (dlouhé a tenké výběžky). S pomocí trombinu a jiných stimulujících látek začnou destičky agregovat (shlukovat se).

- **adheze** = trombocyty adherují k obnaženému kolagenu
 - účast von Willebrandova faktoru
- **změna tvaru a agregace** = trombocyty bobtnají, tvoří výběžky
 - shlukují se a zachycují se k sobě navzájem
 - primární agregace je reversibilní
 - sekundární agregace je ireversibilní a její součástí je uvolňovací reakce
- **uvolňovací reakce** = ADP, serotonin, prostaglandiny, tromboxan A2,...

Hemokoagulace

= soubor enzymatických reakcí, jehož výsledkem je přeměna tekuté krve na nerozpustný gel
= kaskáda reakcí, v níž jeden koagulační faktor aktivuje další v přesně daném pořadí a výsledkem je vytvoření fibrinové sítě

- doba vytvoření koagula: 3 - 6 min
- doba retrakce koagula (vytlačení séra): 30 - 60 min
- celkem se účastní asi 40 látek

Skládá se ze 3 fází:

1. tvorba aktivátoru protrombinu
2. přeměna protombinu na trombin
3. přeměna fibrinogenu na fibrin

Tvorba aktivátoru protrombinu

- **v zevním systému** = při kontaktu krve se zevním okolím cévy se uplatňuje tkáňový tromboplastin vytvořením prvních vláken do cca 15 s
- **ve vnitřním systému** = uplatňují se pouze faktory přítomné v krvě vytvořením prvních vláken do cca 1 - 3 min

Role vitamínu K

= nezbytný pro syntézu tzv. vitamín K dependentních srážecích faktorů (protrombin, VII, IX, X)

- je syntetizován bakteriemi ve střevě
- rozpustný v tucích
- kumarinové deriváty fungují jako tzv. antivitamin K

Sraženiny - trombóza

- = vzniká na cévě poškozené aterosklerézou nebo zánětem
 - může se rozpustit nebo uvolnit a cestovat → **Embolus**

Prevence vzniku sraženin

- přítomnost nesmáčivé výstelky
- přítomnost antikoagulancí (fibrin, antitrombin III, heparin)
- činnost makrofágů
- fibrinolytický systém (plasminogen)

Protisrážlivé prostředky

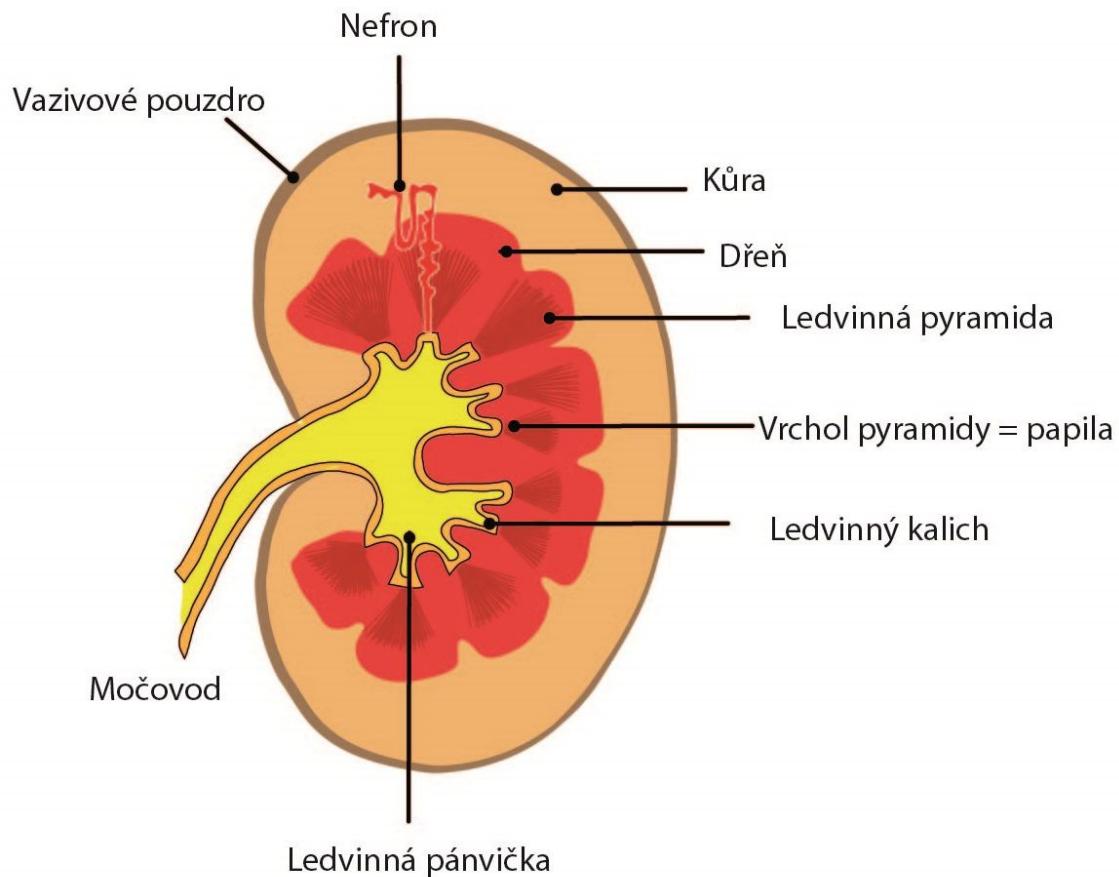
In vivo

- heparin a jeho deriváty
- kumarinové deriváty

In vitro

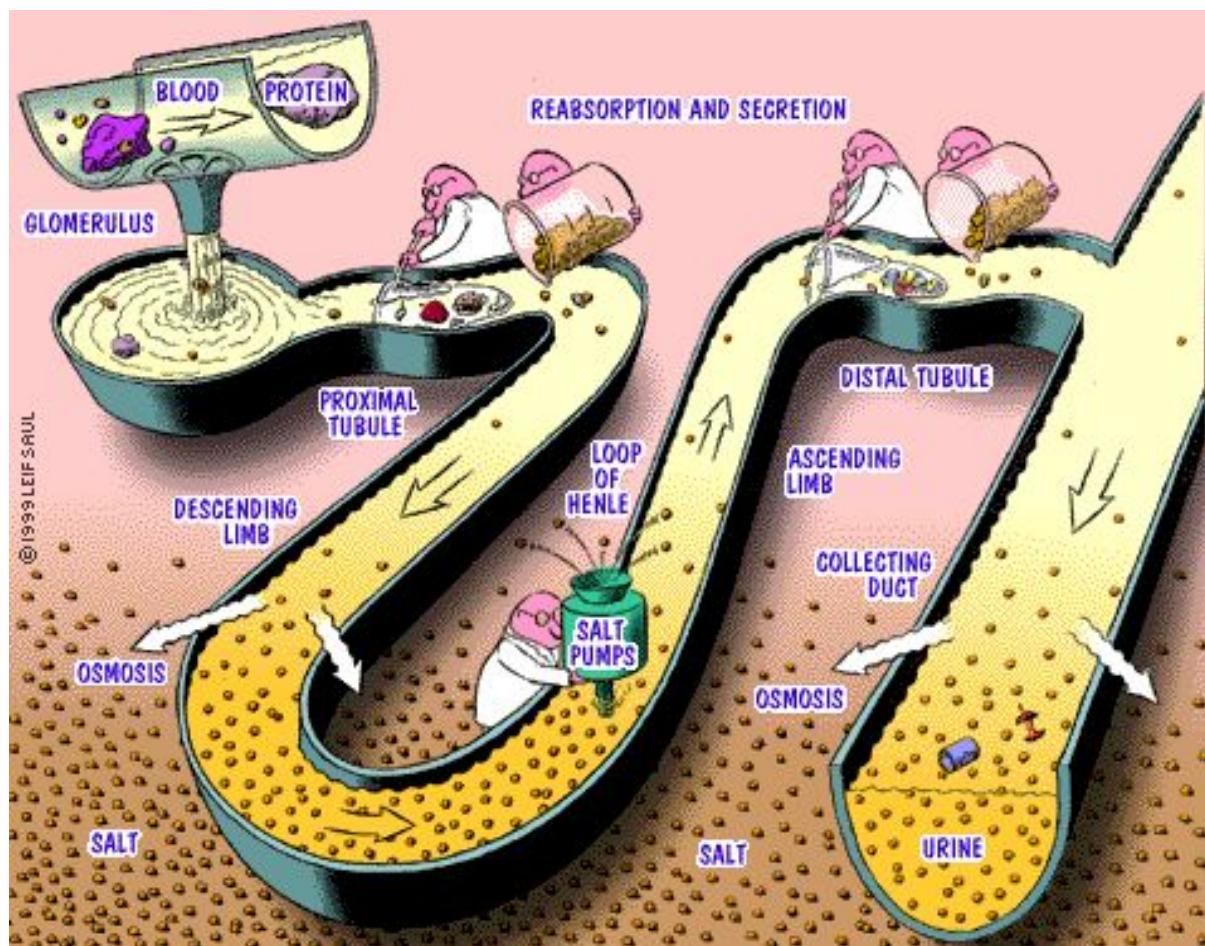
- dekalcifikace - citronan sodný
- heparin

09. Ledviny

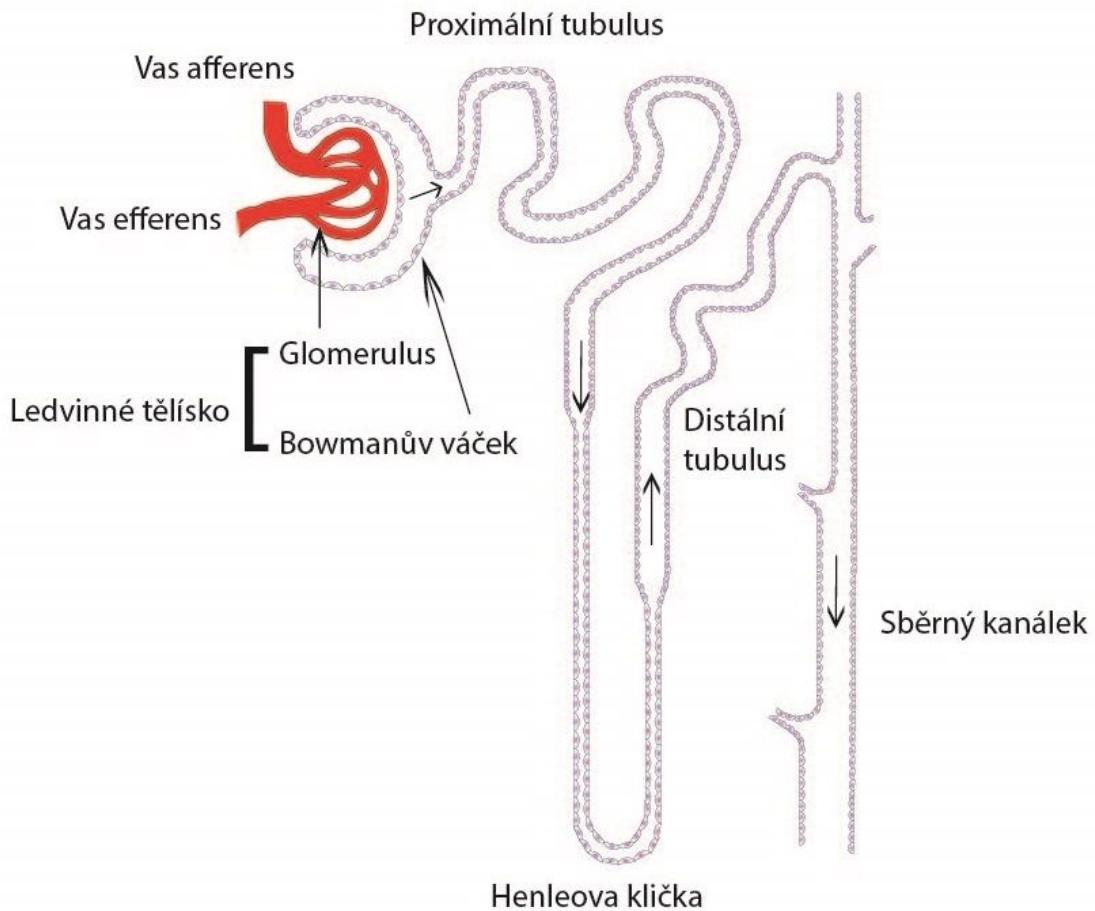


Hlavní funkce ledvin

1. **Homeostatické** - udržování stálosti vnitřního prostředí
 - a. vodní hospodářství
 - b. elektrolytové hospodářství
 - c. pH
 - d. osmotické poměry
2. **Hlavní cesta eliminace**
 - a. produktů metabolismu
 - b. toxicických látek, katabolitů, farmak
3. **Regulace krevního tlaku**
4. **Endokrinní funkce**
 - a. renin - objevuje se při poklesu krevního tlaku
 - b. **erythropoetin** - objevuje se při nedostatku kyslíku → stimuluje kostní dřeň k produkci většího množství červených krvinek
 - c. kalcitriol - podílí se na regulaci hladiny vápníku v těle



Nefron



= nejmenší a zároveň **základní morfologická a funkční jednotka ledvin**

Dva pro nás důležité typy

- **juxtamedulární nefron** - uvedený výše na obrázku
 - leží v hlubokých vrstvách kůry
 - Henleovy kličky zasahují hluboko do vnitřní zóny dřeně
- **korový nefron** - velmi podobný juxtamedulárnímu, jen má velmi krátkou či téměř žádnou Henleovu kličku
 - uložen blízko povrchu kůry
- **intermediární** - pro nás nevýznamný

Glomerulus

= ledvinové tělíska o velikosti cca 200µm, které je složeno klubíčkem z 20 - 40 kapilárních kliček uzavřeným do slepě počínajícího váčkovité vchlípeného začátku nefronu - **Bowmanova pouzdro**

Bowmanovo pouzdro

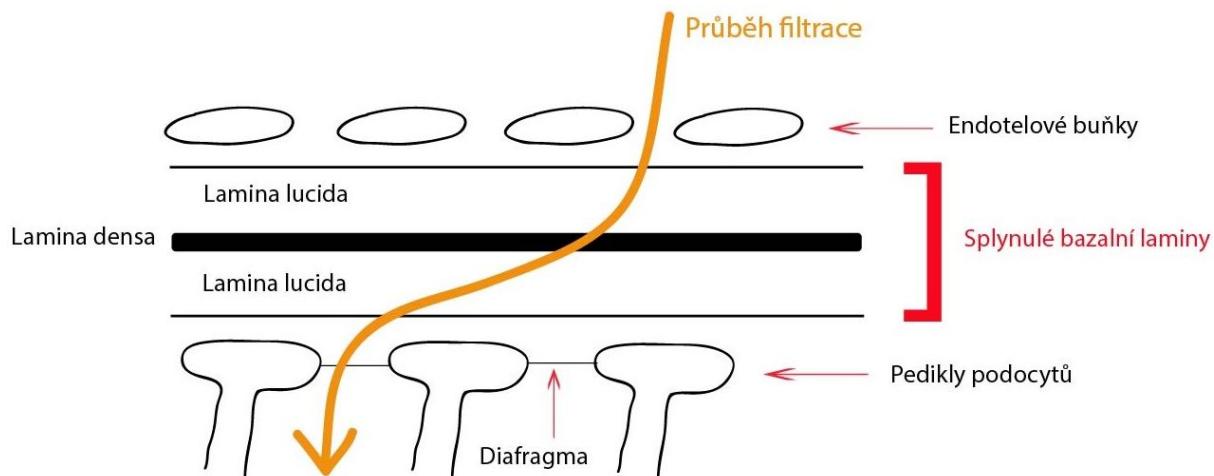
= slepý konec renálného tubulu, do kterého je vložený glomerulus

Skládá se ze dvou listů

- **zevní list** (peritální) - přechází ve stěnu proximálního tubulu
- **vnitřní list** (viscerální) - kryje glomerulární kapiláry a těsně na ně přiléhá
 - je složený ze speciálních buněk - **podocytů**

Mezi oběma listy je prostor, kam je filtrována primární moč

Filtrační membrána



= membrána, přes kterou se filtruje primární moč do močového prostoru

Tekutina, která je filtrována z krve do dutiny Bowmanova pouzdra musí projít třemi strukturami:

- **endotelem kapiláry** - bohatě fenestrovaný **hrubý filtr**
 - nepropustí žádné formované elementy krve
 - propustí však většinu bílkovin plazmy
- **bazální membránou** - je silná asi 300µm; **filtr velkých molekul**
 - nepropustí molekuly jako je fibrinogen a globulin
- **podocyty** - epiteliální buňky vnitřního listu Bowmanova pouzdra; **filtr středních molekul**
 - nepropustí většinu albuminů, transferit...
 - svými dlouhými, vzájemně propletenými cytoplazmatickými výběžky nasedají na bazální membránu

Filtrem ve výsledku **projdou** látky do velikosti **4nm**; naopak látky větší než **8nm** filtrem rozhodně **neprojdou**; to co je **mezi** závisí na **fyziologických faktorech, velikosti a tvaru** látky

Proximální tubulus

- = 15mm dlouhý tunel (nejdelší) s průměrem 50 μ m
 - je odpovědný za resorpci největšího podílu glomerulárního filtrátu

Henleova klička

- = pokračování proximálního tubulu

Je složena ze dvou ramének

- **descendentní raménko** - míří směrem k papile
- **ascendentní raménko** - jde paralelně směrem ke kůře

Velmi dlouhé kličky tvoří jen asi 15-20% nefronů

- intenzivně odebírá vodu z tekutiny, která proudí kličkou tak, že vstřebává sodné ionty v descendantní části, které za sebou vodu tahají
- tím vzniká mezi raménkem a extracelulární tekutinou vysoký osmotický tlak, který donutí vodu odejít

Distální tubulus

- = propojuje henleovu kličku a sběrný kanálek

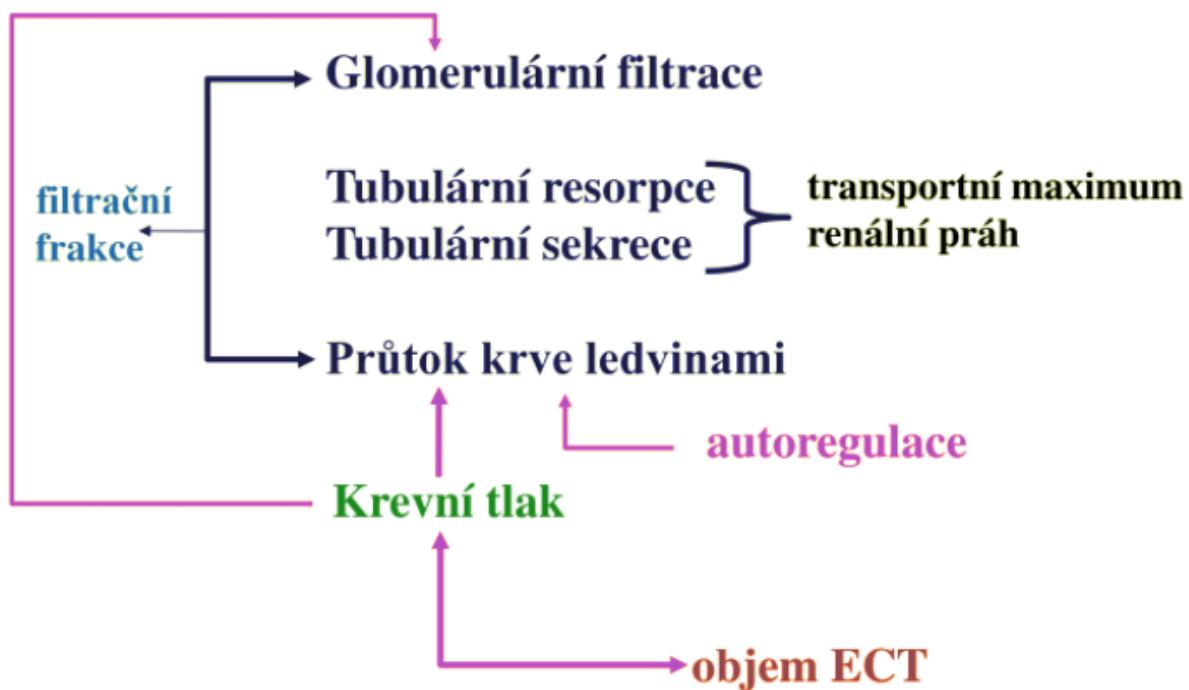
- je tvořen podobnými buňkami jako proximální tubulus, ale obsahuje méně mikroklíků
- moč procházející tímto úsekem je hypotonická, proto dochází k reabsorbci iontů (hlavně Ca²⁺)

Sběrný kanálek

- = ústí distálních tubulů, které směruje z kůry do dřeně

- do korové části sběracího kanálku přitéká moč asi z 10 distálních výstupů
- ve vnitřní zóně se postupně spojují v papilární vývody
- moč přitékající do ledvinové pánvičky jedním papilárním vývodem pochází celkem asi z 2700 nefronů

Základní renální funkce



Glomerulárni filtrace

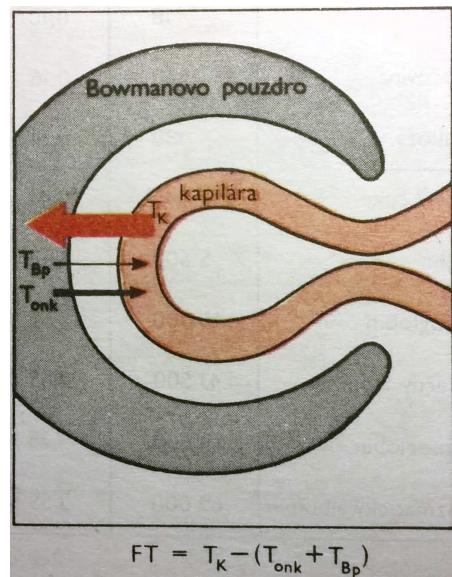
- = první děj v procesu tvorby moči
- závisí na tlaku a průtoku krve ledvinami
- ultra filtrace plazmy → **voda + elektrolity se vyfiltrují z plazmy**

Tlakové poměry určující glomerulárni filtraci

- T_k ... tlak v glomerulálních kapilárách ... +8kPa
- T_{Bp} ... tlak v bowmanovo pouzdře ... -2,39kPa
- T_{onk} ... koloidně osmotický tlak krevní plasmy ... -3,3kPa
- FT ... efektivní filtrační tlak $\approx 2 - 2,3$ kPa

Faktory určující velikost glomerulárni filtrace

- změny systémového krevního tlaku
- tlak v glomerulárních kapilárách
- stupeň vasokonstrikce (vasodilatace) ve vas afferens et efferens
- inervace hladké cévní svaloviny v ledvinách
- hydrostatický tlak v Bowmanově pouzdře



Clearance - C_x

= virtuální (zdánlivé) množství plasmy, které se zcela očistí od určité látky

$$P_x \times C_x = U_x \times V$$

P_x ... plastická koncentrace dané látky [mmol/l]

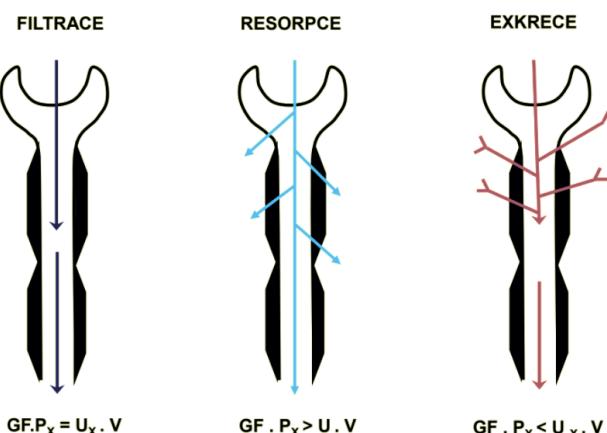
V ... objem moči za zvolenou časovou jednotku

U_x ... koncentrace měřené látky v moči

GF ... glomerulární filtrace

Ke zjištění GF musíme užít látky, které splňují všechny tyto podmínky:

1. koncentrace látky v plazmě a GF je totožná
2. látka sama intenzitu procesu GF neovlivňuje
3. látka není toxicální
4. látka **nepodléhá procesům tubulární sekrece, nebo tubulární resorpce**; do nefronu vstupuje jen GF
5. plasmatická koncentrace této látky je konstantní

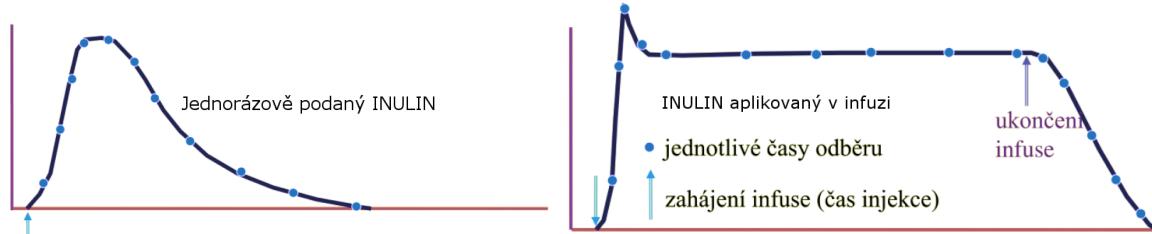


Inulin

Clearance inulinu (C_{in}) je důležitá, protože umožňuje posuzovat způsob vyloučení jiných látok

Podle hodnoty clearance vyšetřované rozlišujeme:

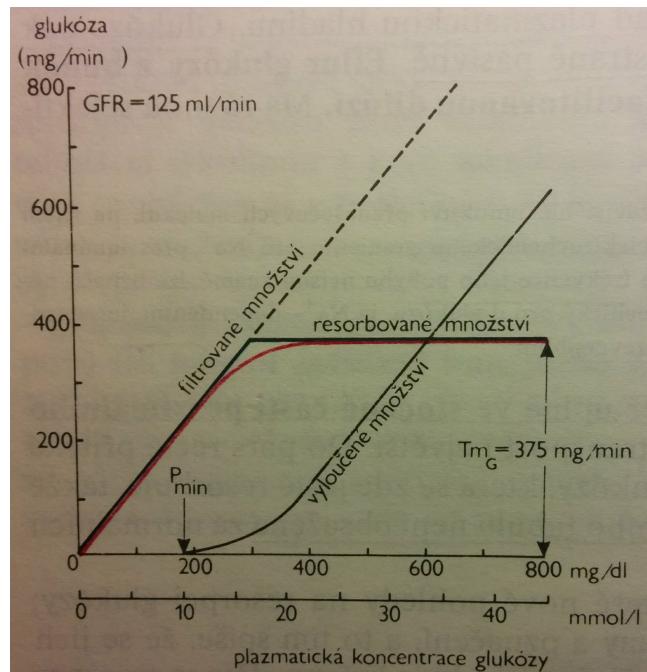
- vyšetřovaná látka má **menší clearance, než C_{in}** - látka je po filtraci v glomerulech více, nebo méně **resorbována v tubulech** zpět do krve
- vyšetřovaná látka má **větší clearance, než C_{in}** - látka je po filtraci v glomerulech více, nebo méně **exkrevována do tubulů** z krve



Rozdíl mezi endogenním kreatininem a Inulinem spočívá v tom, že hladina kreatininu je v čase poměrně stálá, zatímco - pokud má být měření přesné - je nezbytné, aby plasmatická hladina Inulinu byla uměle udržována na definované úrovni (např. pomocí infuze)

Tubulární resorpce

- = zpětné vstřebání látek z primární moči
- transport z lumen tubulu skrz epiteliální membrány do intersticia a následně do peritubulárních kapilár
 - tento transport probíhá nám již dobře známou **Na^+/K^+ ATPázou**
 - tímto mechanismem je opracovávána např. **glukosa**, která bezbarierově proniká do dutiny Bowmanova pouzdra
 - některé malé látky se vrátí zpět do organismu



Tubulární sekrece

- = aktivní transport látek z krve skrz epiteliální membrány do lumen tubulů
- tímto způsobem jsou odstraňovány látky ovlivňující pH, nebo kreatinin
 - slouží jako doplněk glomerulární filtrace
 - někdy však může být jediným způsobem vyloučení látky z těla

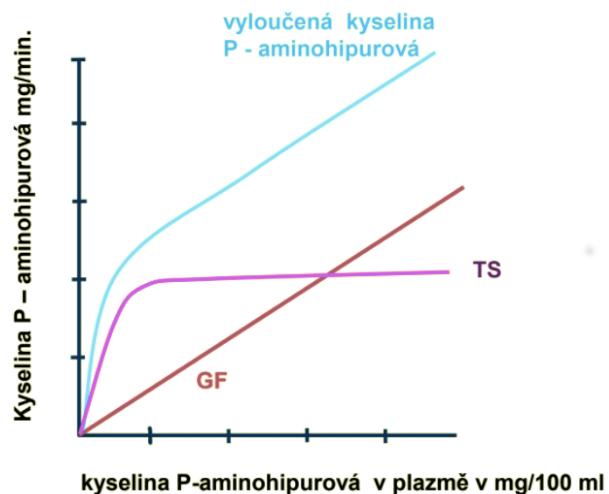
Kyselina para-aminohipurová (PAH)

= kyselina, která se používala k měření efektivního průtoku plazmy ledvinami (dnes se již nepoužívá)

- tato kyselina se volně filtruje v glomerulech
- navíc je vylučována z krve do tubulů tubulární exkrecí
- podává se v malém množství
- není toxicální a v ledvinách není metabolizována

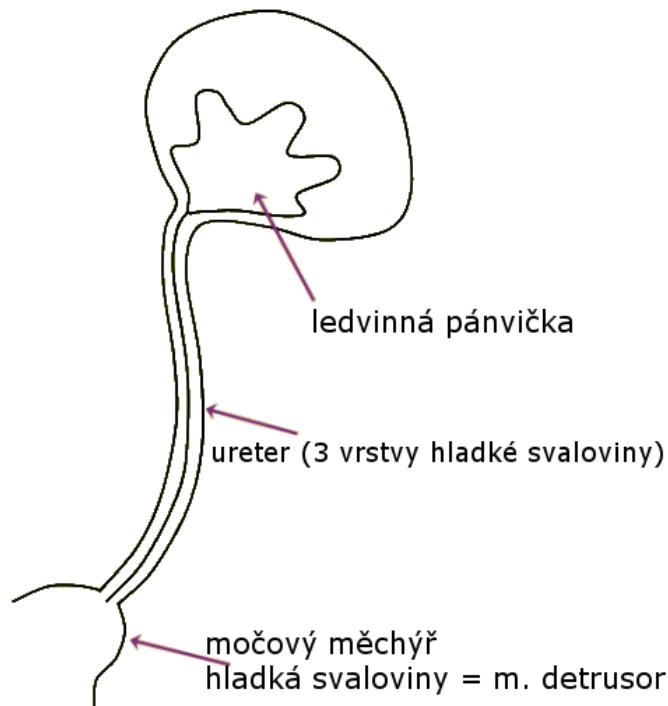
C_{PAH} u dospělého člověka je cca 600-800 ml/min

Dříve se myšlelo, že veškerý objem, který vstoupí do filtrace se objeví v moči. Dnes víme, že cca 10% přestupuje do venozního systému ledvin

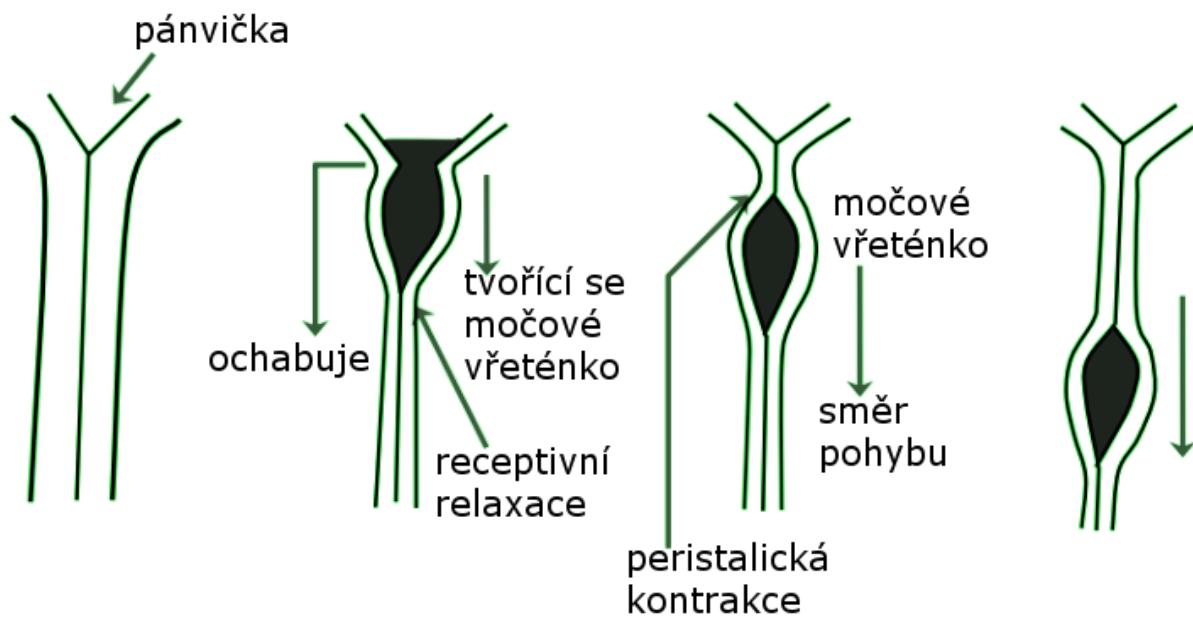


Funkce vývodových cest močových a mikce

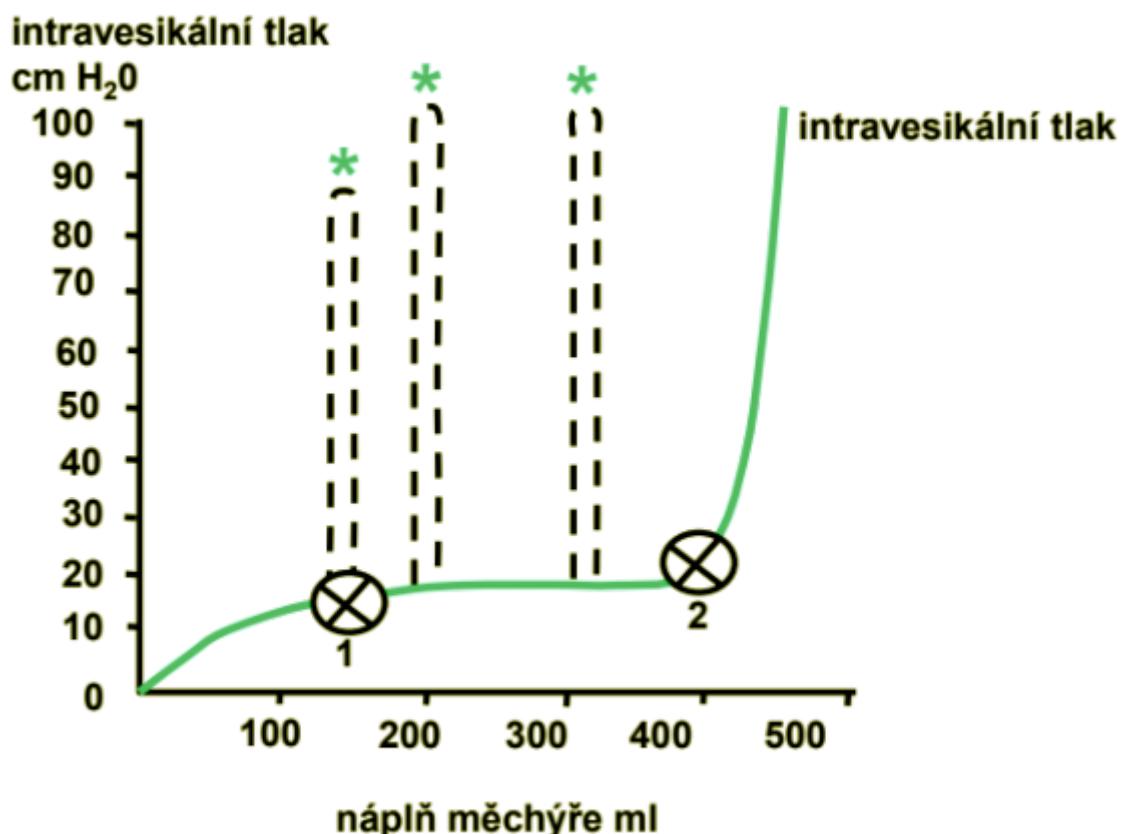
Extrarenální močové cesty



Vizualizace přítoku moči do močového měchýře



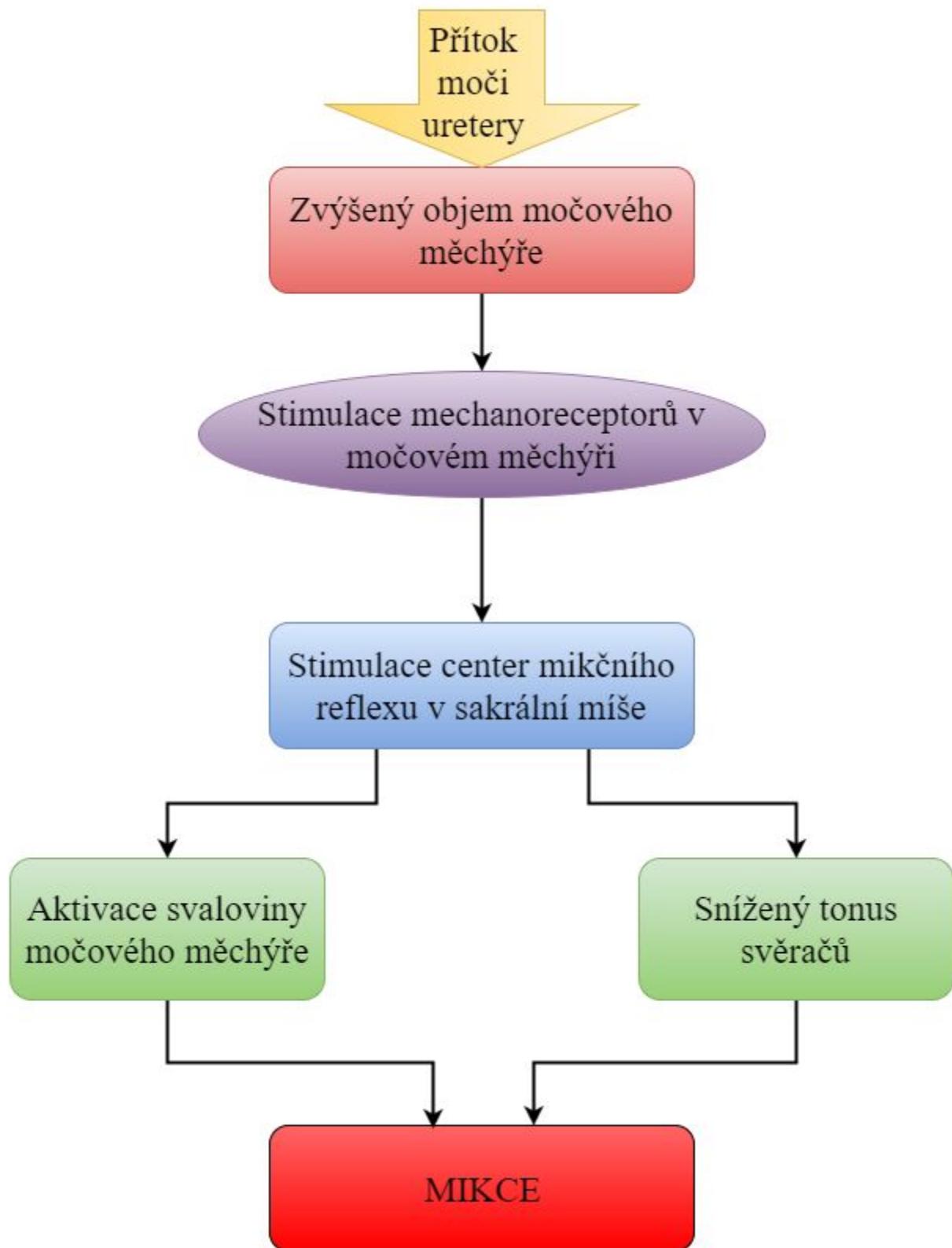
Naplnění měchýře



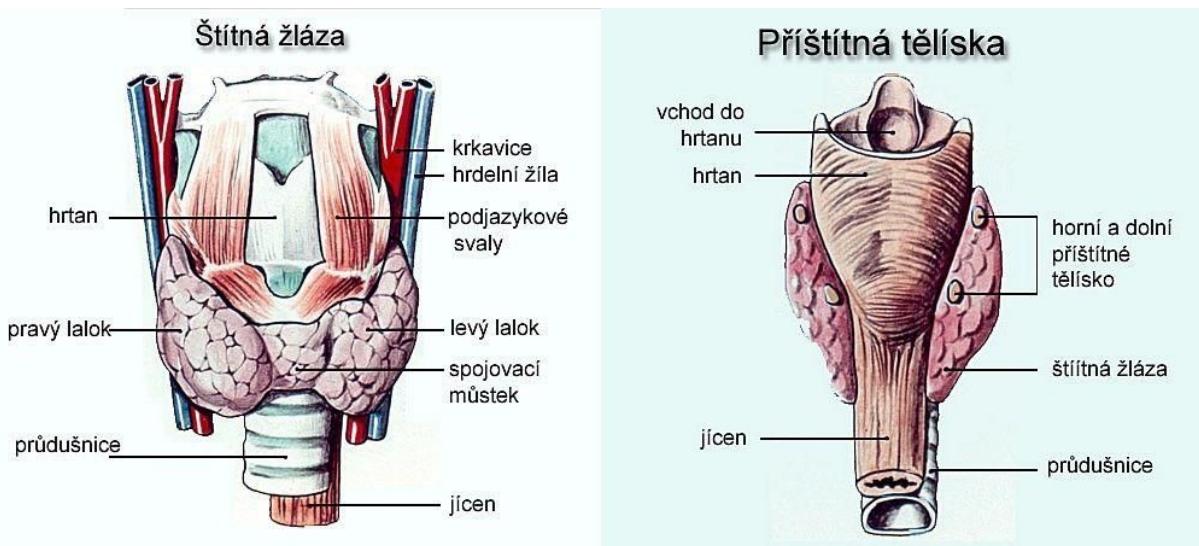
V grafu jsou vidět dva důležité body:

1. první pocit, že si budu muset odskočit
 - a. mezi prvním a posledním je ještě pár bodů, kdy se tělo ozývá
 - b. malé děti a psi učíme, aby první bod překousli, a ještě počkaly
2. takový ten šílený pocit, kdy už fakt musíš, ale záchod nikde :D

Mikce



10. Endokrinologie



Endokrinní systém

= reguluje, řídí a koordinuje **spolu činnost organismu s nervovou soustavou**. Podílí se na **udržení homeostázy**, reguluje metabolismus, odezvě organismu na stres a je hlavním **regulátorem růstu a reprodukce** jedince.

- uplatňuje se především při **pomalejších regulacích dlouhodobého charakteru**
- přenos informace probíhá prostřednictvím informačních molekul (mediátory, modulátory, **hormony**, feromony)

Hormon

= produkt žlázy s vnitřní sekrecí, který slouží jako chemický posel přenášející informaci od jedné tkáně ke druhé.

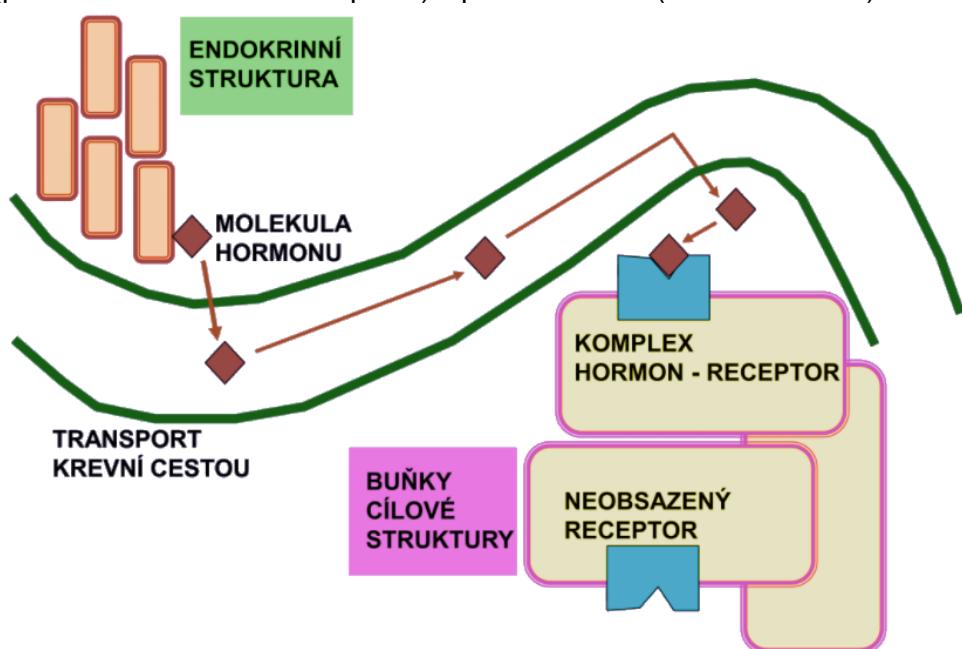
Endokrinní struktura (ES)

- izolované endokrinně aktivní buňky rozptýlené ve tkání
 - buňky ve stěně dvanácterníku - produkují sekretin (cholecystokinin)
- shluky endokrinně aktivních buněk
 - Langerhansovy ostrůvky ve tkáni zevně sekretorického pankreatu
- **žlázy s vnitřní sekrecí**
 - **štítná žláza, příštítňá tělíska**, endokrinní část pankreatu, epifýza, nadledviny (kůra nadledvin), **hypofýza**

Transport hormonů

- informační molekula (hormon) je vyprodukovaná endokrinní strukturou a přestupuje do krve
- krví je volně transportována k cílové endokrinní struktuře (buňce)
 - transport v krvi probíhá ve vazbě na nespecifické nosiče (albumin)
- aby buňka zareagovala, musí být vybavena receptorem pro tento hormon
- hormon se spojí s receptorem na komplex hormon - receptor (H - R)
- komplex odstartuje v cílové tkáni (buňce) hormonem podmíněnou odpověď

Receptory jsou umístěny v cytoplasmatické membráně a pak zpravidla dochází k přepisu hormonu (prvního = extracelulárního posla) v posla druhého (intracelulárního)



Nechat si vysvětlit 2. a 3. obrázek

Zpětnovazebné vztahy...

Biologický poločas

= doba, za kterou hladina hormonu v plasmě klesne na polovinu

Je určen:

- 1) chemickou stavbou hormonu
- 2) vazbou chemického nosiče
- 3) přítomností a účinností různých hormonů odbourávajících enzymů během transportu nebo v cílové tkáni
- 4) dalšími, pro každý hormon specifickými vlastnostmi

Znalost biologického poločasu umožňuje odhadnout, jak dlouho bude působit substitučně podaný hormon, resp. jak časově efektivní je doba působení endogenně vyplaveného hormonu.

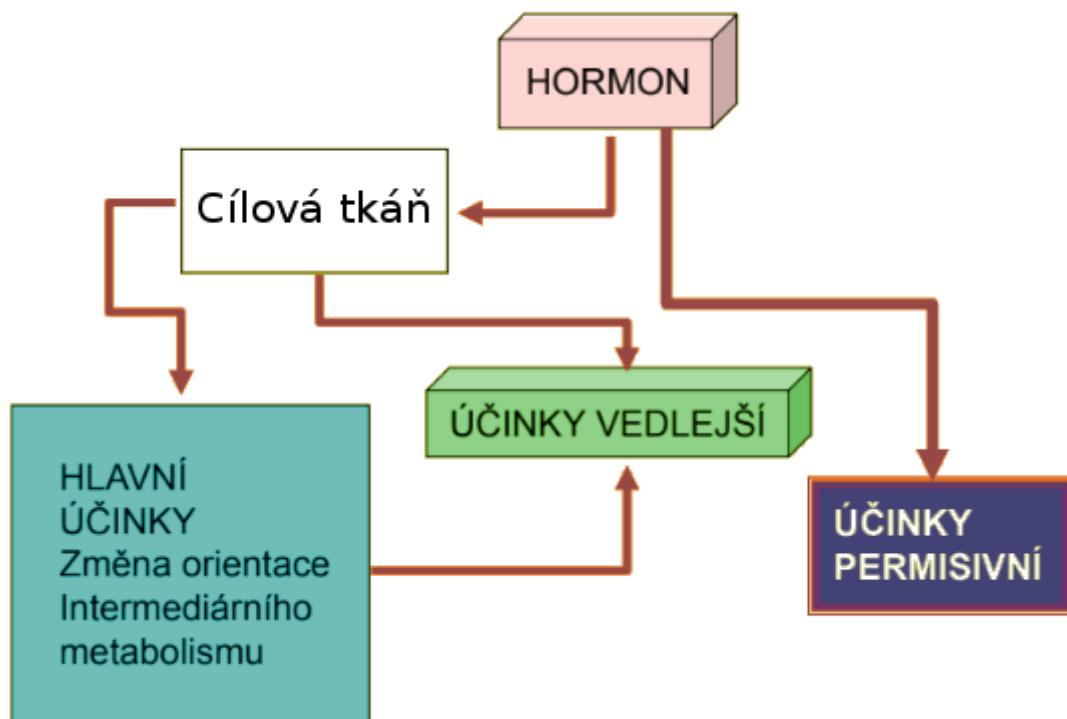
Chemická klasifikace hormonů

1. **Steroidní hormony**
 - postupují buněčnými membránami a váží se na receptory v buněčném cytosolu: komplex hormon - receptor
2. Hormony **odvozené od tyrosinu**
 - tyrosin = nejběžnější aminokyselina sloužící k budování jednoduchých hormonů
 - adrenalin, noradrenalin, dopamin
3. Hormony **tvořené aminokyselinami** spojenými peptidickými vazbami

Mechanismy působení hormonů

1. Cestou buněčného jádra = steroidní hormony, hormony štítné žlázy
2. Prostřednictvím druhého posla
3. Přímé intracelulární účinky = štítná žláza
4. Tyrozinové-kinázy = inzulin, ERF

Účinky hormonů



Co ten druhý obrázek?

Kvalita endokrinních regulací

Co k tomu dodat?

- eufunkční
- hypofunkční
- hyperfunkční

Hypofunkce (čeho?)

= snížená produkce hormonů

- ageneze endokrinní struktury
- enzymopatie
- hyposekrece hormonu
- zvýšená likvidace hormonu během transportu
- snížené množství receptorů v cílové tkáni
- choroby receptorů

Hyperfunkce (čeho?)

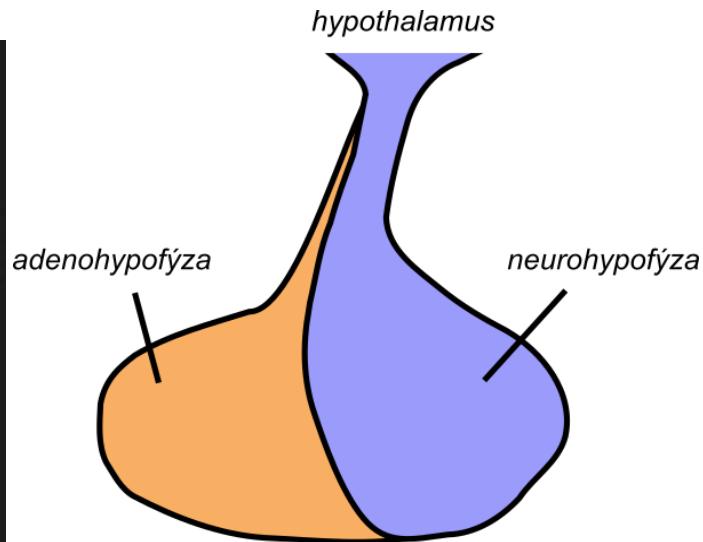
= nadměrná produkce hormonů

- genetické pozadí
- hypersekrece hormonu
- hypersekreční nádor
- zvýšená exprese receptorů v cílové tkáni
- porucha odbourávání hormonu
- porucha regulace

Hypofýza

= centrální orgán endokrynního systému

- je vytvořena u všech obratlovců
- skládá se ze dvou oddílů
 - adenohypofýzy
 - neurohypofýzy



Systém hypotalamus - adenohypofýza

= přední lalok hypofýzy

- produkce hormonů adenohypofýzou je regulována liberiny a statiny z hypotalamu
- vzniká jako Rathkeho výčlipka z primitivní ústní dutiny - stomodea
- je patrná už ve třetím týdnu embryonálního vývoje

Hormony adenohypofýzy

- **hormony s přímým tkáňovým účinkem** (acidofilní buňky)
 - somatotropin (STH nebo GH) = růstový hormon
 - prolaktin (PRL) laktogenní hormon (má tam chybu - Pro)
 - melanocyty stimulující hormon (MSH), melanotropin, intermediny = něco s kůží a vlasy
 - lipotropní hormony, LPH (tohle jsem nikde nenašel)
- **glandotropní hormony** (bazofilní buňky)
 - thyreotropní hormon (TSH) = stimuluje syntézu a uvolňování hormonů štítné žlázy
 - adrenokortikotropní hormon (ACTH) = stimuluje růst kůry nadledvin a v ní produkci glukokortikoidů

- **luteinizační hormon** (LH) = inhibuje růst vajíčka a zvyčuje efekt estradiolu na skladování a spotřebu cholesterolu v granulóza luteinních buňkách; podporuje tvorbu pohlavních hormonů
- **folikuly stimulující hormon** (FSH) = u žen stimuluje zrání ovariálního folikulu, u mužů podporuje spermatogenezi
- ostatní hormony
 - proopiomelanokortin
 - endorfiny, enkefaliny

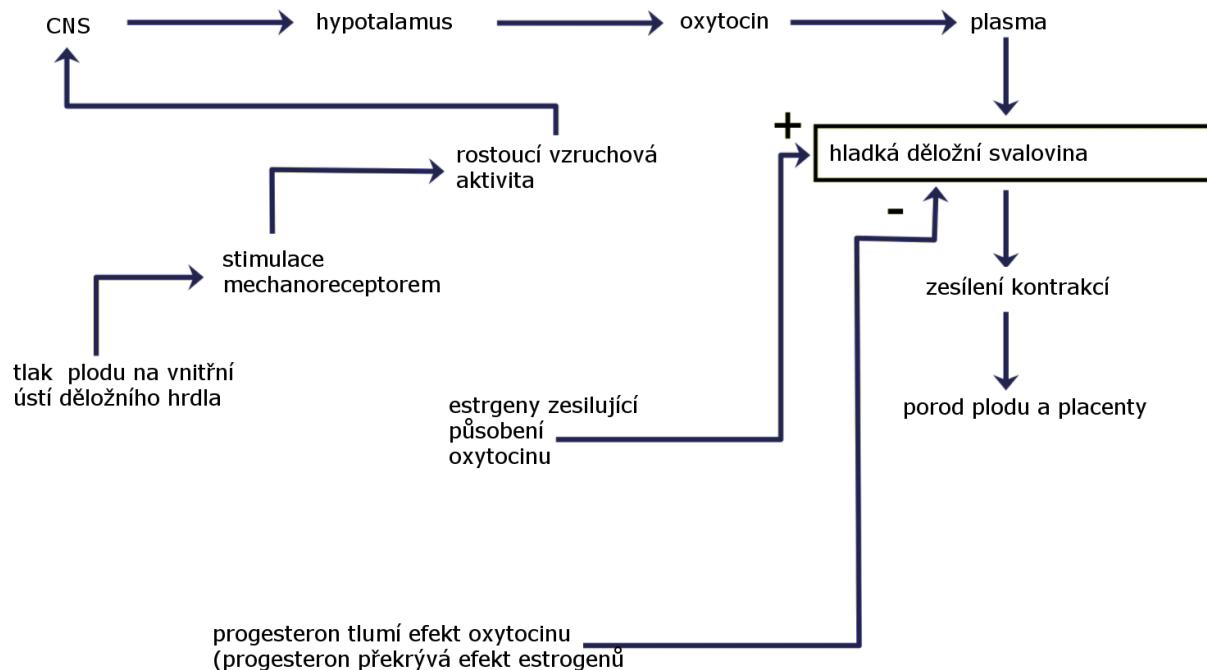
Systém hypotalamus - neurohypofýza

- = zadní lalok hypofýzy
- = nervová tkáň vzniklá jako divertikl (co to je?) spodiny třetí komory = pokračování hypotalamu; neurohypofysární tkáň se formuje v sedmém týdnu intrauterinního života
 - je tvořen axony neurosekrečních neuronů a gliovými buňkami
 - je nervově spojený s hypotalamem a touto cestou se do něj dostávají antidiuretický hormon a oxytocin, které jsou v hypofýze už pouze skladované a po stimulaci akčním potenciálem uvolňované do krve exocytózou

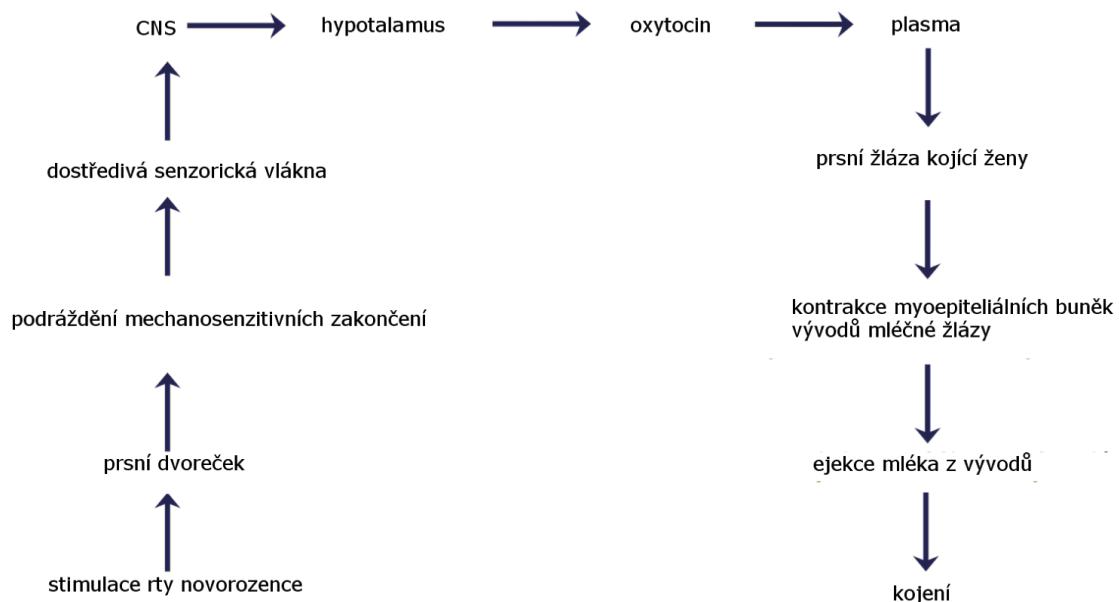
Hormony neurohypofýzy

- **oxytocin**
 - navozuje kontrakce dělohy při porodu
 - kontrakce mlékovodů při kojení
 - význam při koitatu
- **antidiuretický hormon** (ADH) - zvyšuje zpětnou resorpci Na^+ a vody v distrálním tubulu a sběracím kanálku ledvin

Neurohumorální reflex



Úloha oxytocinu při kojení



- stačí si představit linuxové mikrojádro a všechno je jasné
 - levá část = uživatelská část (RING 3)
 - CNS - plazma = jádro systému (RING 0)
 - pravá část = opět uživatelská část (RING 3)

11. Sluch, Zrak

Sluch

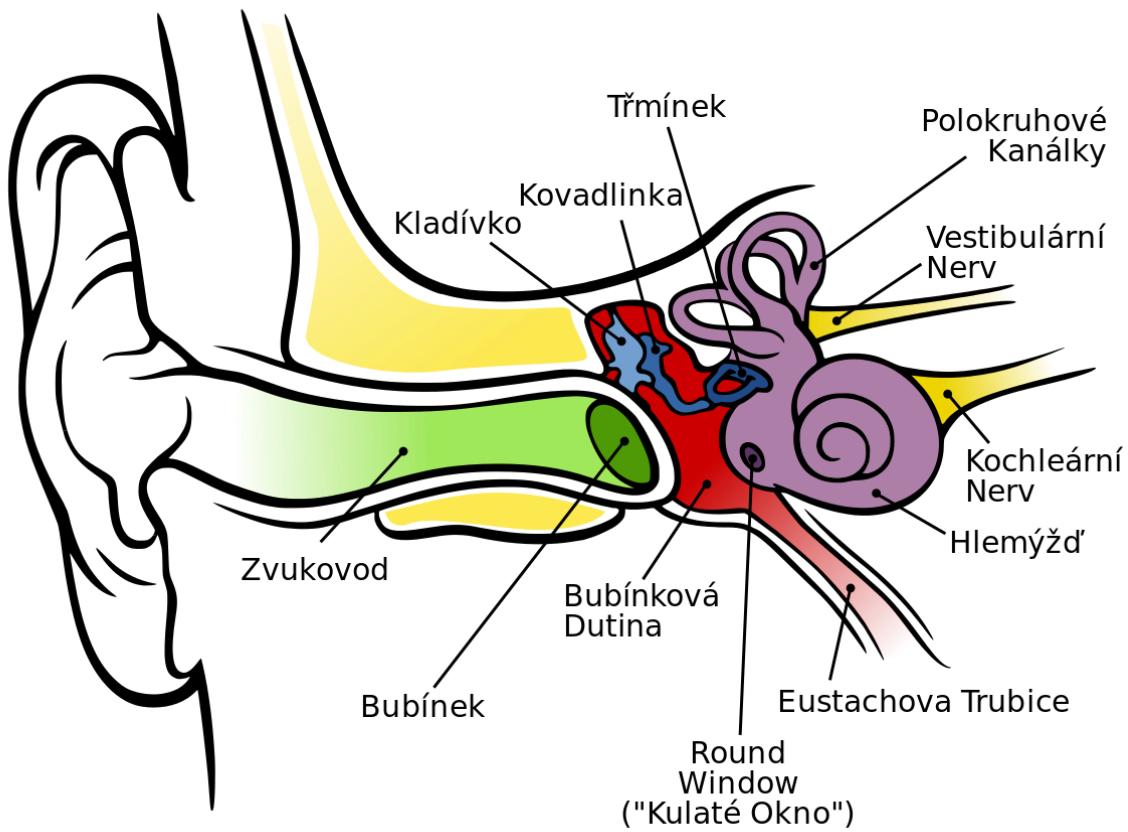
= jeden z pěti smyslů, založený na percepci akustických signálů; jeho podstatou je transformace mechanických zvukových vln na elektrické akční potenciály

Akustika

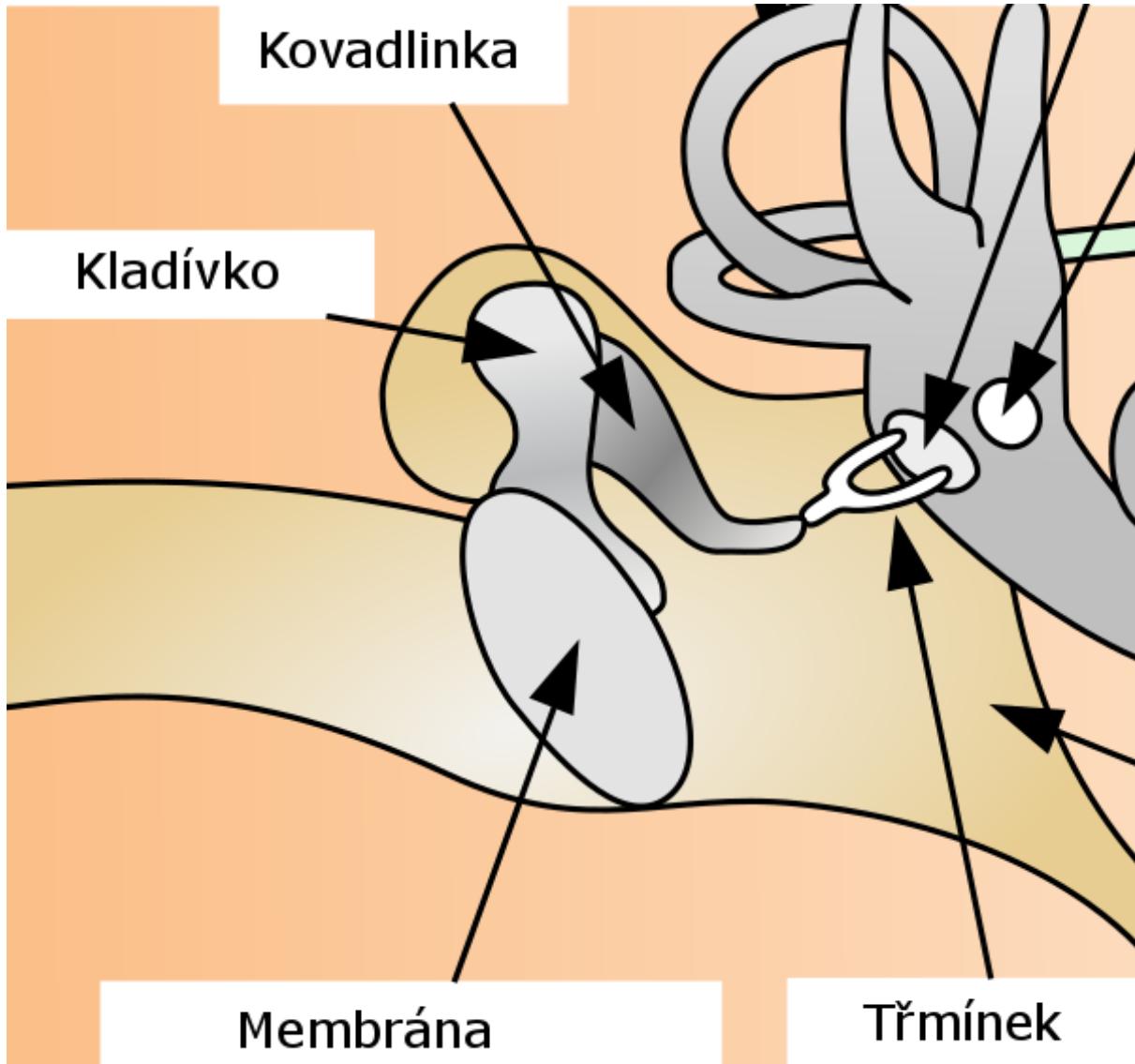
- **zvuk** = mechanické vlnění pružného prostředí ve frekvenčním rozsahu lidského sluchu (16 - 20kHz)
- **frekvence** (kmitočet, výška) = počet kmitů prostředí za vteřinu; rozsah lidské řeči 100Hz - 8kHz
- **rychlosť zvuku** = závisí na charakteru prostředí, kterým zvuková vlna prochází; při 20°C činí ve vzdušném prostředí 433m/s
- **vlnová délka** = vzdálenost mezi dvěma vrcholy zvukových vln; v metrech [m]
- **akustický tlak** = změny tlaku prostředí způsobené akustickou vlnou; v pascalech [Pa]
- **intenzita zvuku** (hladina intenzity) = množství akustické energie, která projde určitou plochou ve směru kolmém na šíření zvuku; v decibelech [dB]
- **hlasitost** = subjektivní vjem, který vyvolá určitá intenzita zvuku; ve fonech [Ph]; vjem hlastosti není u všech tónů stejný; u frekvencí pod 1kHz a nad 4kHz je třeba vyšší intenzity, abychom vnímali tón stejně hlasitě jako u frekvencí mezi 1 - 4kHz

sluchový práh = akustický tlak, který právě ještě vyvolá sluchový vjem

Ucho



Střední ucho



Kladívko je připojeno k bubínku, kloubně spojeno s kovadlinkou a ta zase s třmínkem, jehož stupátko přiklápí a odkládí fenestra ovalis do prostoru vnitřního ucha

Princip

Sluchové kůstky působí jako **pákový systém**, jenž přenáší vybrace bubínku na pohyby stupátko třmínku proti fenestra ovalis. Jelikož přechodem ze středního do vnitřního ucha se změní prostředí, kudy vlna prochází, z plynného (ve středouši) na kapalné (v hlemýždi středního ucha), přičemž kapalné prostředí vyvíjí zvukové vlně mnohem větší odpor, je třeba zvýšit tlak, jímž zvuková vlna vtrhne do vnitřního ucha. To se děje mechanickou úpravou vzduchu:

- poměrem plochy bubínku (velká plocha) a fenestra ovalis (malinká ploška)
- nerovnorameností pák sluchových kůstek

Následkem toho se tlak zvukové vlny zvýší (asi 22x) a amplituda sníží

Eustachova trubice - u dětí je kratší a leží téměř horizontálně → častá příčina zánětů středního ucha

Myringotomie

Při zánětu středního ucha se provede malá incise bubínku (píchne se do něj) → hnis vytěče ven

Vedení zvuku

- kostní vedení - když si přiložím zdroj zvuku na kost kolem ucha, tak něco uslyším
- vzdušné vedení - ossikulární

Poruchy sluchu, hluchota

- převodní porucha = překážka v zevním nebo středním uchu
 - ucpání zevního zvukovodu, perforace bubínku, zánět
- percepční porucha = poškození vnitřního ucha, nebo sluchového nervu
 - nádory, poškození nervu ototoxickými antibiotiky
 - presbyakusie = staředká nedoslýchavost - ubývá vláskových buněk s věkem

Ladičkové zkoušky

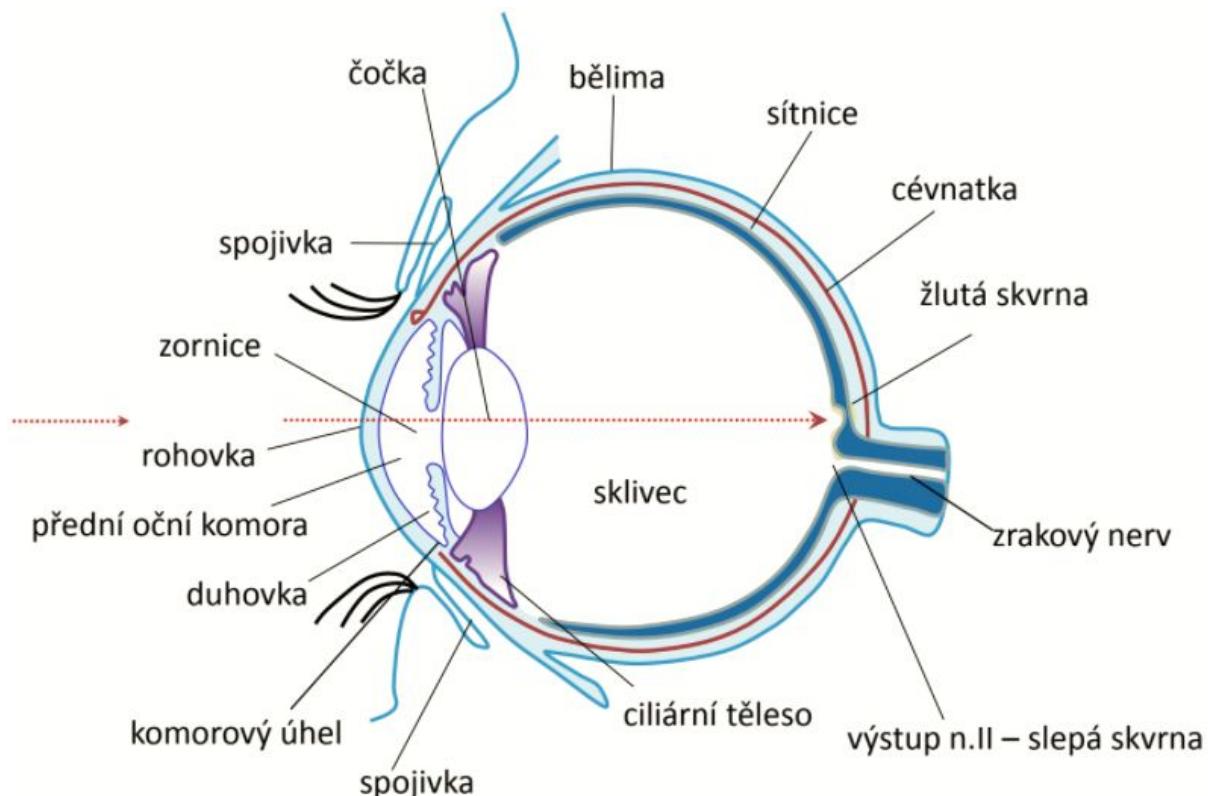
= vyšetření sluchu

- **Weberova zkouška** (lateralizační) - patka rozezvučené ladičky se přiloží na temeno hlavy (prostě na hlavu), vnímáme zvukový vjem v obou uších; za normálních okolností je intenzita zvukového vjemu v obou uších stejná
 - převodní jednostranná porucha - **postižené** ucho slyší **lépe**
 - percepční jednostranná porucha - **zdravé** ucho slyší **lépe** - lateralizace vjemu
- **Rinneho zkouška** - porovnává dobu, pro kterou vyšetřovaný slyší zvuk rozezvučené ladičky při kostním vedení a vzdušném vedení
 - **pozitivní zkouška** - slyšení **vzdušným** vedením je 2x **delší** než slyšení **kostním** vedením
 - **negativní zkouška** - vnímání zvuku **kostním** vedením trvá **déle** nežli vedení **vzdušnou** cestou
- **Schvabachova zkouška** - porovnává, jak dlouho trvá vjem zvuku cestou kostního vedení u pacienta a vyšetřujícího
 - převodní jednostranná porucha - **kostní vedení** je u pacienta **prodloužené**
 - percepční jednostranná porucha - **kostní vedení** je u pacienta **zkrácené**

Zrak

- = pro člověka nejdůležitější smysl; až 90% informací je získáváno ze zraku
 - vnímáme elektromagnetické světelné záření o vlnové délce 400 - 760nm
 - převod z fotochemického procesu v sítnici na bioelektrické podněty
 - vidíme prostorově; černobíle i barevně

Části oka

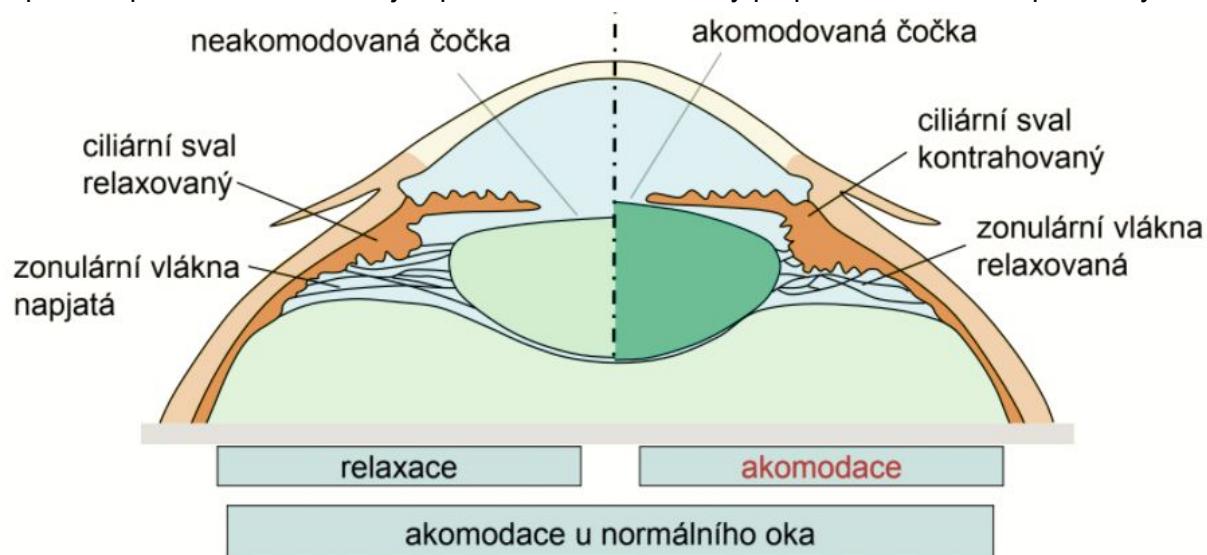


Čočka

- průhledná, na povrchu; lze sloupnout
- základní plocha je více vyklenutá
- má asi 18 D+
- zavěšena na corpus ciliare pomocí fibrae zonulares (fakt se učit nebudu)
- při zákalu čočky, je možná výměna

Akomodace

= proces, při kterém se zvětšuje optická mohutnost čočky při pohledu na blízké předměty



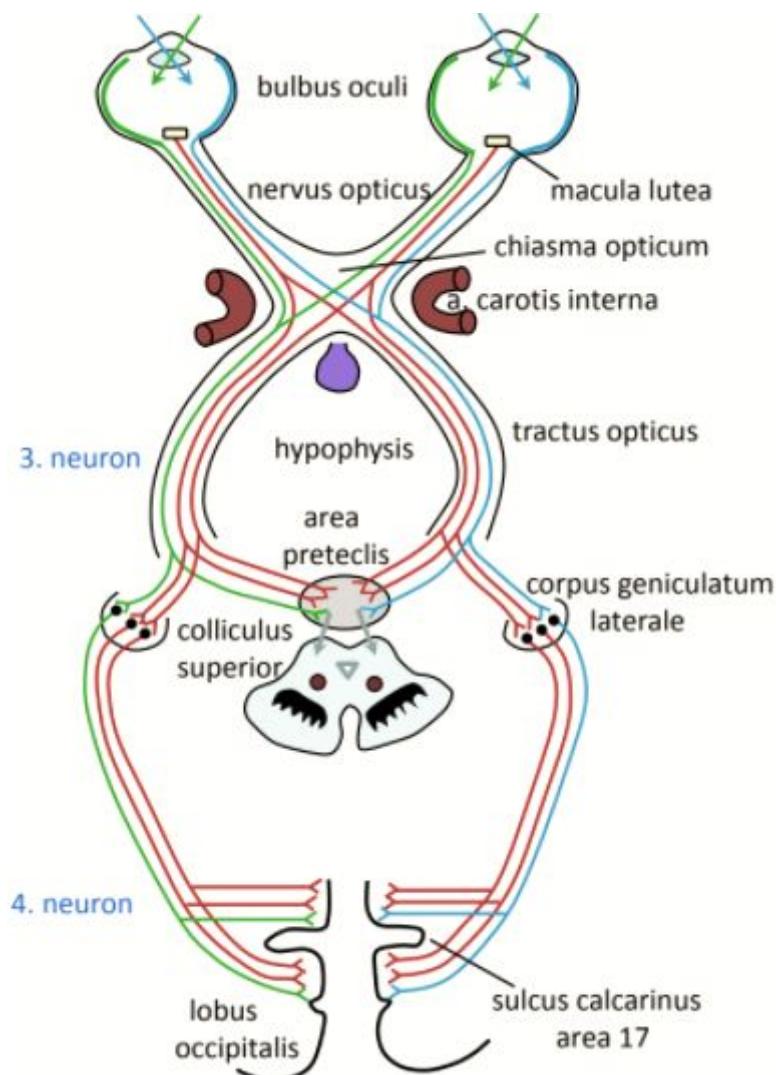
Blízký bod = bod ležící nejblíže oku, který lze při maximální akomodaci vidět ostře

- u dětí do několika cm
- s věkem se vzdaluje od oka

Daleký bod = nejvzdálenější bod od oka, který lze ještě vidět ostře bez akomodace

- leží ve vzdálenosti více než 6m od oka

Zraková dráha



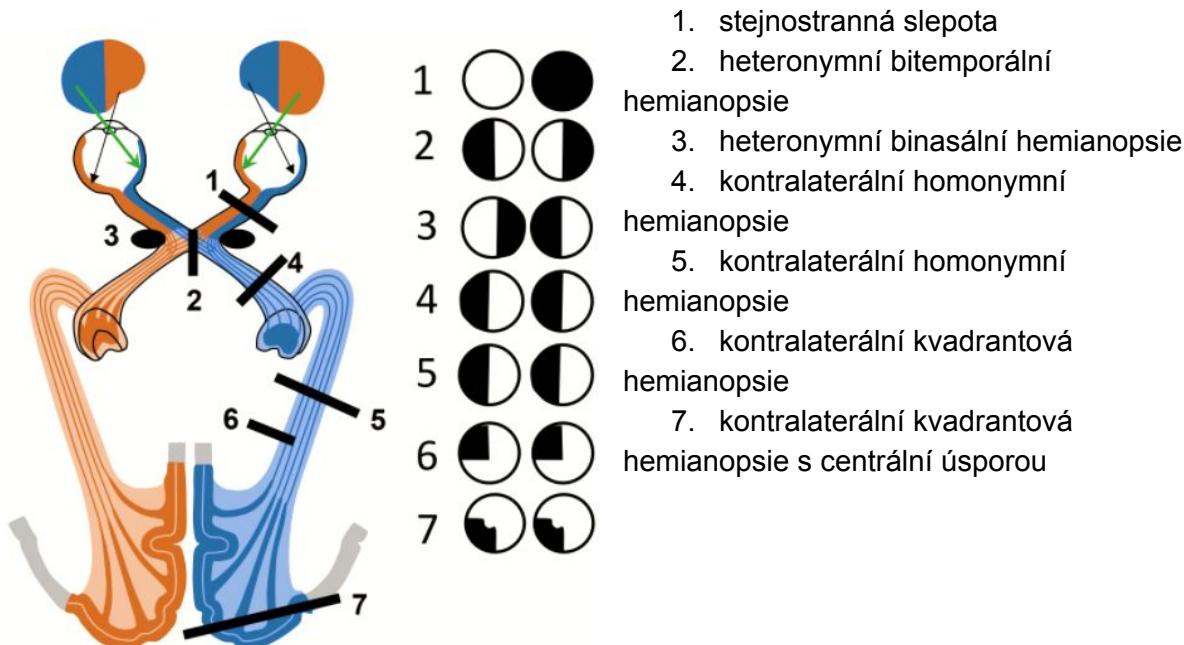
1. neuron - tyčinky a čípky sítnice
2. neuron - bipolární buňky sítnice
3. neuron - ganglionové buňky sítnice
4. neuron - buňky v corpus geniculatum laterale
primární zraková korová oblast
sekundární zraková korová oblast

Poruchy zraku

Hemianopsie

- = označení výpadku postihujícího polovinu zorného pole
- heteronymní - postiženy jsou různé poloviny zorného pole - obě nasální, či obě temporální
 - homonymní - obě stejnostranné - levé, nebo pravé
 - bitemporální hemianopsie - způsobena lézí chismatu - tumor
 - binasální hemianopsie - způsobena zevní bilaterální kompresí chiasmatu při oboustranném aneurysmatu karotidy

Poruchy zrakové dráhy



Emetropické oko

- = paprsky rovnoběžné s osou oka se protínají na sítnici, aniž by docházelo k akomodaci

Krátkozrakost

- = příliš dlouhý bulbus, velká lomovitost optické soustavy
- korekce rozptylkami → divergence paprsků

Dalekozrakost

- = příliš krátký bulbus, malá lomovitost optické soustavy
- korekce spojkami → konvergence paprsků

Vetchozrakost

- = ztráta akomodační schopnosti čočky
 - korekce spojkami

Astigmatismus

- = oko nemá ve všech meridiánech stejnou optickou mohutnost
 - nerovnoměrné zakřivení rohovky

Barvoslepost

- = za normálních okolností vidímě všechny barvy správně - trichromat
 - **protanopie** - ztráta vnímání červené barvy
 - deuteranopie - ztráta vnímání zelené barvy
 - **tritanopie** - ztráta vnímání modré barvy

Normální vidění - trichromazie



Protanopie



Deuteranopie

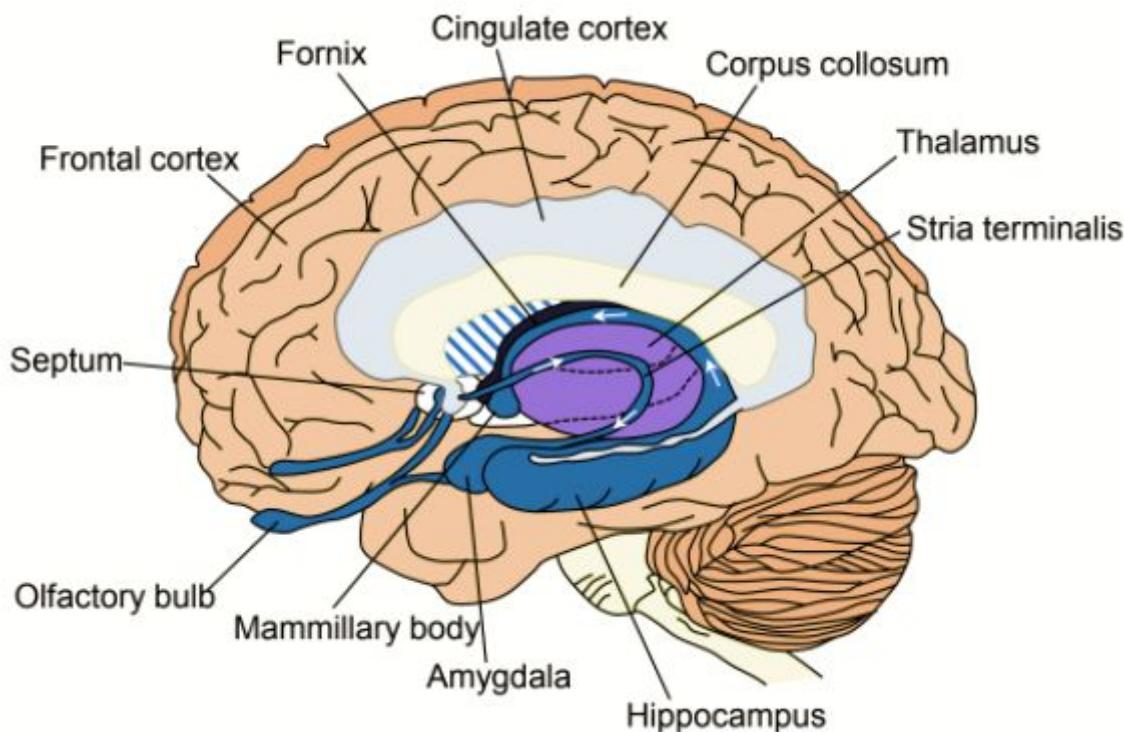


Tritanopie



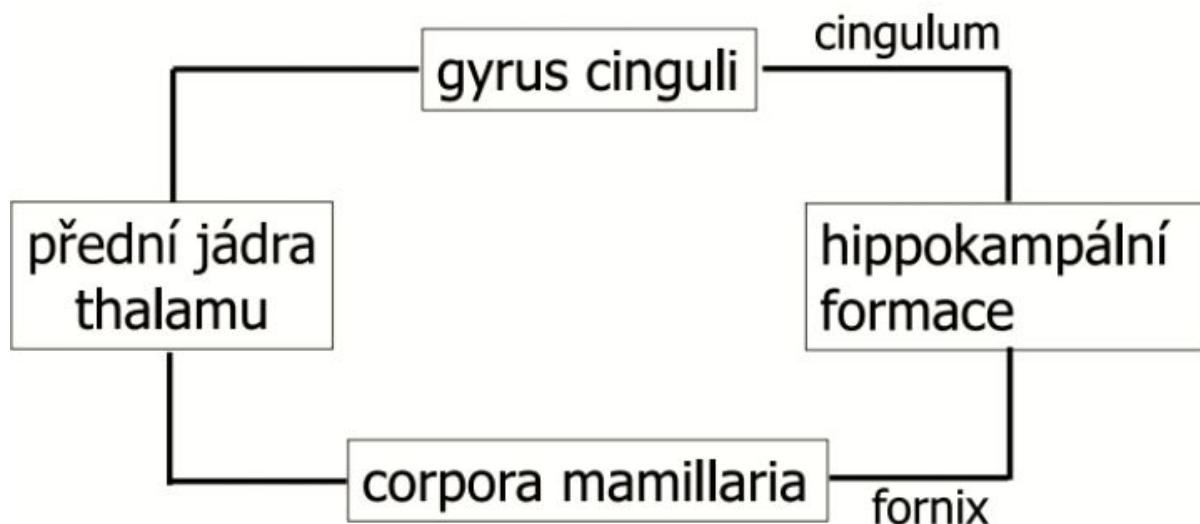
12. Emoce

Limbický systém



- morfologický substrát emocí a motivací
 - autonomní, endokrinní, čichové funkce
 - rozsáhlé spoje s korovými (asociační korové oblasti) a podkorovými oblastmi
1. hippokampální formace - korová složka, archikortex
 - a. subiculum
 - b. gyrus dentatus
 - c. hippocampus
 2. jádra limbického systému - podkorová složka
 - a. koncový mozek (amygdalální jaderný komplex)
 - b. mezimozek (přední jádra thalamu, corpora mamillaria v hypothalamu)
 - c. mozkový kmen

Pepézův okruh



Emoce

= subjektivní prožitek vztahu jedince k informacím, které k němu přicházejí ze zevního a vnitřního prostředí

- **psychická složka**
 - afektivní = citový prožitek
 - kognitivní = vědomí prožívaného pocitu a jeho příčiny
 - konativní = nutkání k určitému chování
 - apetitivní (přiblížovací)
 - aversivní (únikové)
- **fyzická složka**
 - změna činnosti kosterních svalů a vnitřních orgánů (součinnost autonomního a somatického nervstva)
 - příprava organismu na vhodný vzorec chování

Biologická motivace

= vrozená potřeba a tendence uspokojovat životní potřeby

- vnitřní stav organismu (puzení) → aktivace vzorce chování (vrozený) → redukce vnitřního stavu
- 1. instinkty - geneticky podmíněný vzorec chování není ovlivněn zkušenostmi (nižší živočichové)
- 2.驱y - geneticky podmíněný vzorec chování je modifikován zkušenostmi (vyšší živočichové)

Drivy

= rozdílné vzorce chování u jedinců stejného druhu

- rozvoj neokortexu → kontrola fylogeneticky starších mozkových oblastí včetně limbického systému
- orbitofrontální kúra - rozhodující vliv na kontrolu limbického systému → uspokojování potřeb společensky akceptovatelnou formou
- výchova, vliv alkoholu (každý zná sám)...

Příklady drivů

1. **vegetativní** - hlad, žízeň
2. **z ohrožení** - strach, vztek, agrese
3. **reprodukční** - rozmnožování a péče o potomky
4. **výchovné** - vyhledávat nové senzorické podněty
5. **sociální** - kontak s ostatními jedinci, potřeba být uznáván, milován

Chování

= soubor vnějších (pozorovatelných) projevů organismů včetně člověka

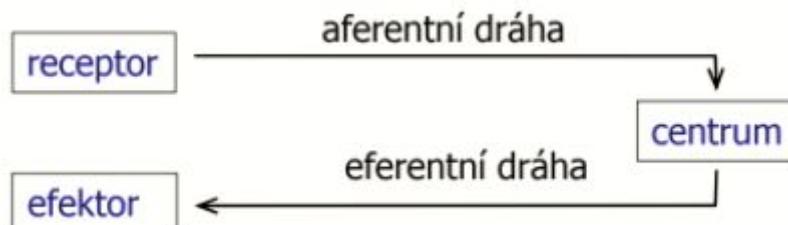
- zabezpečováno somatomotorickým systémem

Výsledný vzorec chování určují faktory:

- **vrozené** - přítomny u všech jedinců téhož druhu, geneticky determinovány
- **získané** - ovlivňovány individuální zkušeností, nedědí se, přizpůsobení se změnám okolního světa, učení, paměť

Vrozené formy chování

1. **nepodmíněný reflex** - vrozená reakce, stereotypní odpověď



2. **generátor vzorce pohybu**

- a. neuronální síť s endogenní vzruchovou aktivitou
- b. bez pacemakerové aktivity ← aktivační signál
- c. centrální motorický program

Instinktivní formy chování

1. **motivace** - vhodná doba, prostředí

2. **apetenční (hledací) chování** - najít kontakt se žádaným objektem (filtrování senzorických podnětů)
3. **konsumatorní (konečné) chování**
 - a. fixní vzorce aktivity - soustava stereotypních pohybů
 - b. spouštěč - klíčový posnět

Funkční stavy CNS

Bdělost

- vigilita, uvědomování se sebe sama, vnímání a zpracování senzorických informací, ovlivňování efektorových orgánů
- charakter bdění je určen chováním organismu a EEG
 - **relaxovaná bdělost** (alfa rytmus)
 - **aktivní bdělost** (beta rytmus)

Spánek

- periodicky se opakující funkční stav organismu - změny elektrofyziologické, autonomní a endokrinní
- forma vědomí (opak bdělosti)
- změny na EEG
 - non-REM spánek = spánek pomalých vln, synchronizovaný
 - REM spánek = rychlé pohyby očí, paradoxní, desynchronizovaný
 - cca 90 minut po usnutí

Základní psychické problémy

Psychické procesy jsou ovlivňovány učením a aktuálním stavem vědomí

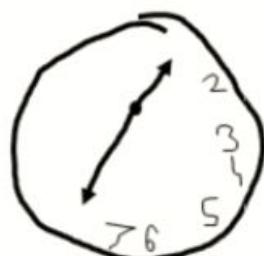
Angosie

- léze unimodální asociační korové oblasti
- neschopnost identifikovat objekt nebo jev zrakem, sluchem či hmatem, přestože daný senzorický systém je intaktní
 1. **zrakové** - pro kresby, tváře (prosopagnosie), barvy (achromatopsie), hloubku prostoru, pohyb
 2. **sluchové** - pro řeč (čistá slovní hluchota), neverbální zvuky, hudbu
 3. **somatosenzorické** - předměty (astereognosie), vnímání lastního těla (asomatognosie)

Polymodální asociační korová oblast

Poruchy:

- řeč, psaní
- počítání
- motorika
- rozpoznávání částí těla
- ignorování poloviny těla



Pefrontální asociační korová oblast

= strategie plánování úmyslných pohybů (časový a prostorový aspekt pohybu)

- vypracování strategie chování

Poruchy:

- neshopnost vytvořit strategii chování (porucha pozornosti)
- perseverace (instrukce opakuje správně)

Paralimbická asociační korová oblast

= kontrola vrozeného emočního a motivačního chování

Poruchy:

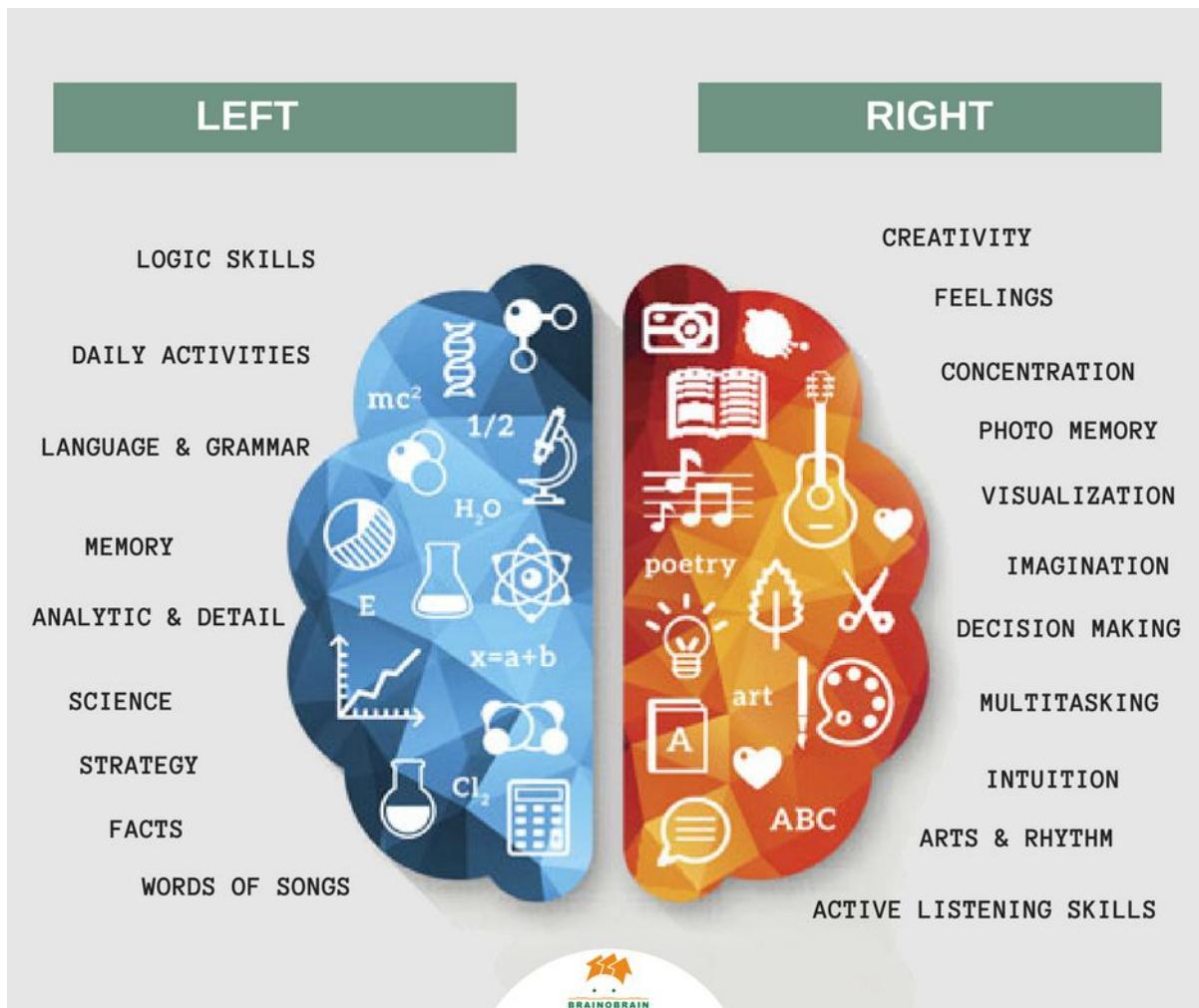
- pseudodeprese - apatie, ztráta vůle, emoční otupělost, pokles libida
- pseudopsychopatie - infantilní, agresivní, hyperaktivní, bez společenských zábran, frivolní, promiskuitní sexuální chování

Funkční odlišnosti lidského mozku

= schopnost naučit se specializované funkce

- řeč, hudební produkce, kreslení, psaní, čtení
- funkční specializace mozkových hemisfér → funkční asimetrie hemisfér

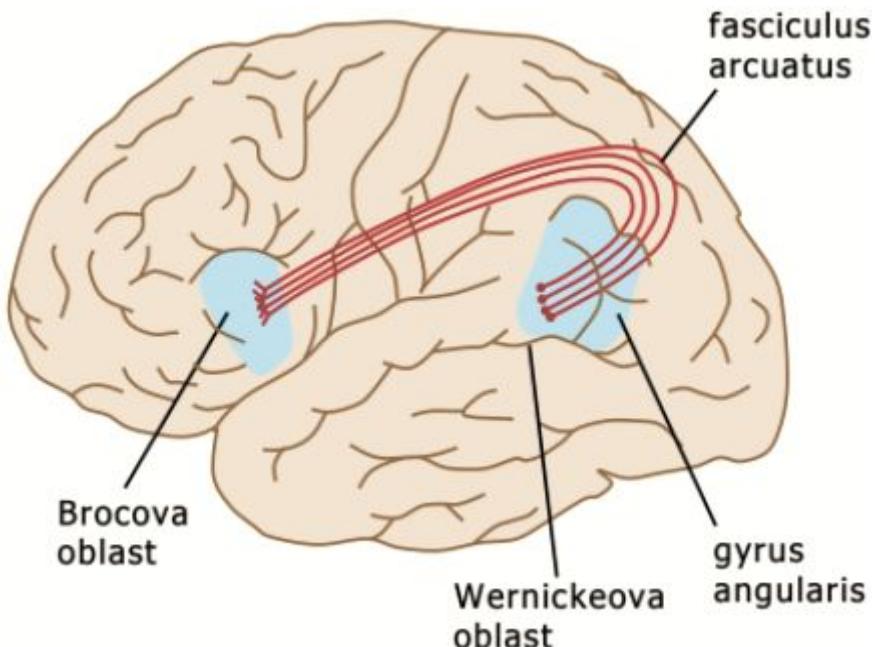
Funkční specializace mozkových hemisfér



- **levá** (řečová, kategorická) hemisféra
 - řeč
 - tvorba a třídění pojmu
- **pravá** (reprezentační) hemisféra
 - vnímání, interpretace neverbálních projevů (hudba, emoce, nálada)
 - zpracování prostoročasových vztahů

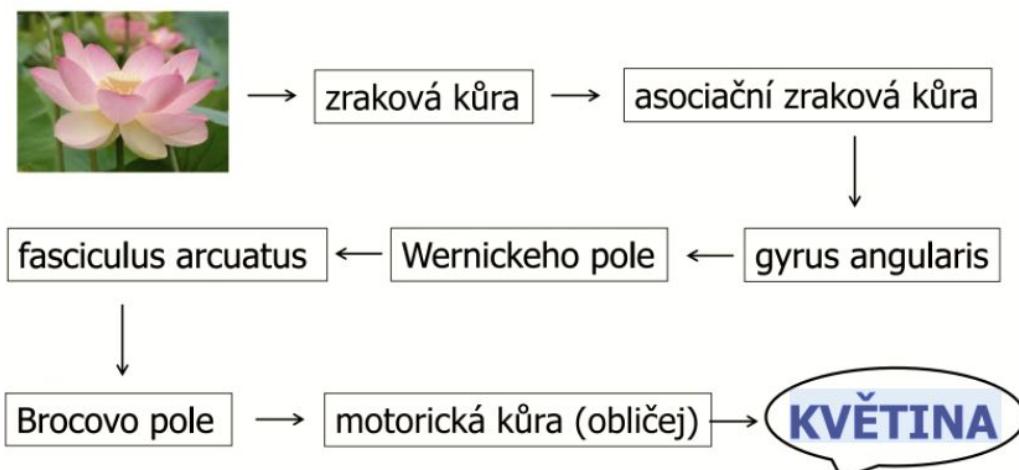
Leváci mají řečová v centra v levé, pravé, nebo obou hemisférách

Řízení řečových funkcí



- **wernickeho senzorické centrum (pole)** = zadní část gyrus temporalis superior
 - pochopení významu mluvené a psané řeči
 - spoje se sluchovou a zrakovou kůrou
 - gyrus angularis - převod čtené informace do fonetické podoby
 - vznik myšlenky
- **brockovo motorické centrum (pole)** = pars opercularis gyri frontalis inferior
 - vyjádření myšlenky (psané, mluvené)
 - tvorba gramatické struktury
 - vznik vztuchové aktivity → motorická kůra → řeč, psaní
- **fasciculus arcuatus** = spojuje wernickeho a brockovo pole

Pojmenování nazíraného objektu



Poruchy symbolických funkcí

- **fatické** = schopnost hovořit, psát, počítat, rozumět psané a mluvené řeči
- **praktické** = schopnost vykonávat cílevědomé a účelné pohyby
- **gnostické** = schopnost poznávat předměty a jevy zrakem, sluchem, hmatem (agnosie)

Poruchy fatických funkcí

afázie = získaná porucha řeči

- **wernickeho senzorická afázie** = nemocný si není vědom své poruchy
 - neschopnost chápout psanou i mluvenou řeč
 - verbální i písemná produkce řeči je zachována, ale obsah je nesmyslný
- **brocova motorická afázie** = nemocný si je vědom své poruchy
 - chápání mluvené i psané řeči je zachováno
 - schopnost vytvořit koherentní myšlenku
 - neschopnost vyjádřit myšlenku verbálně ani písemně, zadrhávání, koktání
 - snížená schopnost pojmenovat předměty, opakovat slova
 - agramatismy
- **konduktivní afázie**
 - schopnost chápout mluvenou i psanou řeč
 - verbální i písemná produkce řeči je zachována, ale obsah je nesmyslný
 - neschopnost opakovat slova a pojmenovat nazírané předměty
- **globální afázie**
 - příznaky motorické a i senzorické afázie

Absordie

prosodie = neschopnost sdělovat a vnímat emocionální složku myšlenek (slovní a větný přízvuk, intenzita a výška tónu, intonace, modulace řeči...)

- **motorická** = neschopnost vyjádřit emoční složku myšlenky
- **senzorická** = neschopnost vnímat emoční složku myšlenky

Další poruchy

- **alexie** = neschopnost číst
- **agrafie** = neschopnost psát
- **dyslexie** = neschopnost převést jazykové symboly do řeči
 - vynechávání, překrucování textu, podobná písmena, slova
 - intelekt nenarušený
 - častěji u chlapců, leváků
 - pravdepodobně porucha vývoje řečové hemisféry (malý rozdíl ve velikosti planum temporale)
- **apraxie** = ztráta schopnosti provádět naučené pohyby