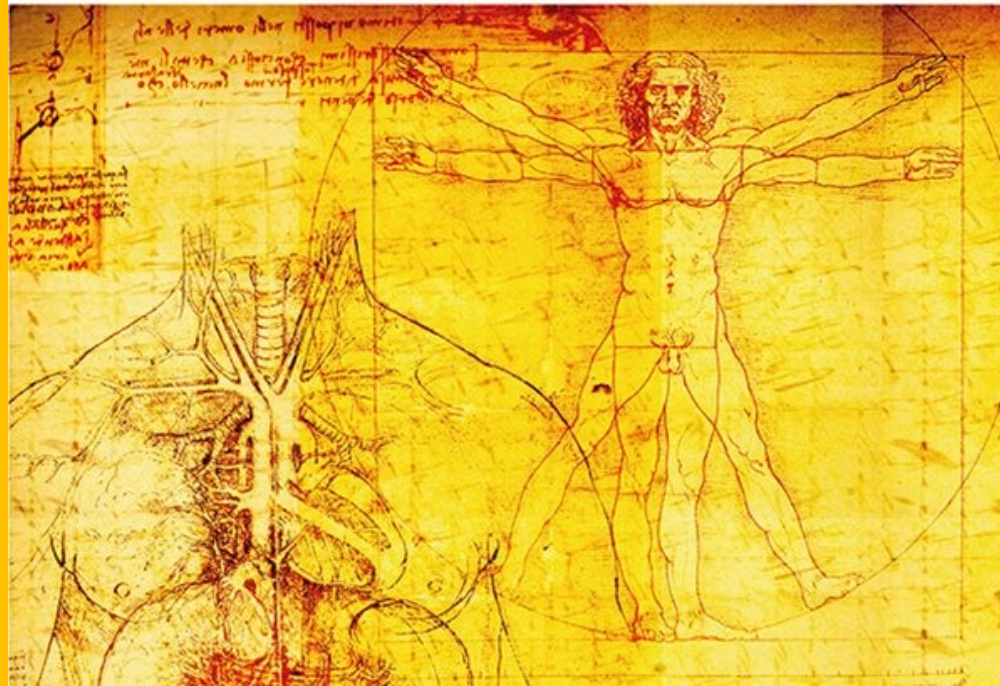


Josef Petřek

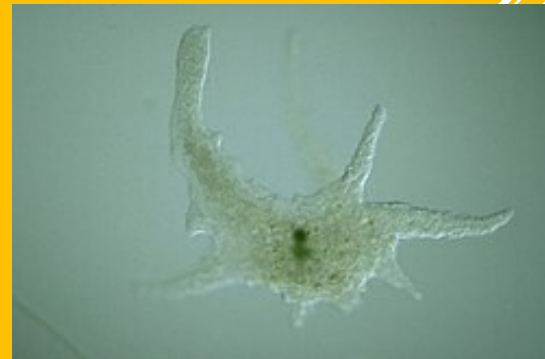
Základy fyziologie člověka

pro nelékařské zdravotnické obory



JEDNOBUNĚČNÝ ORGANISMUS MÁ VŠECHNY ZÁKLADNÍ ŽIVOTNÍ FUNKCE

- metabolismus
- dráždivost
- hybnost
- růst
- reprodukce



MNOHOBUNĚČNÝ ORGANISMUS JE VÝKONNĚJŠÍ FORMA ŽIVOTA

lepší výkonnost za cenu vyšších nároků na **homeostázu**

(stálost vnitřního prostředí)

původní **pramoře** nahrazuje **malé množství extracelulární tekutiny** →

hrozí **zamoření** organismu

LIDSKÉ TĚLO = DOKONALÁ SKLÁDAČKA

dílek = živočišná **buňka**

soubor buněk = **tkáň**

soubor tkání = **orgán**

soubor orgánů = funkční systém (**lidské tělo**)

lékařská fyziologie se zabývá zkoumáním a vysvětlováním **životních funkcí** lidského organismu a **udržováním homeostázy**

ŽIVOČIŠNÁ BUŇKA JE **DOKONALE** ORGANIZOVANÁ

buňka = membrána +
cytoplazma + jadro + organely

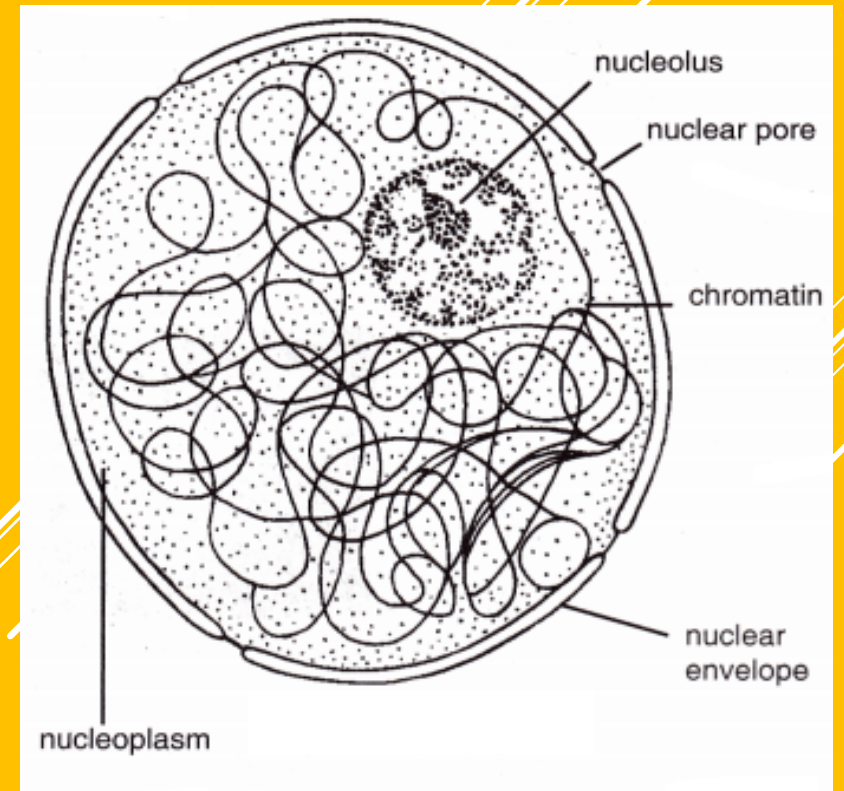


BUNĚČNÉ JÁDRO JE NOSITELEM GENETICKÉ INFORMACE

řízení **diferenciace** a **zrání** buňky

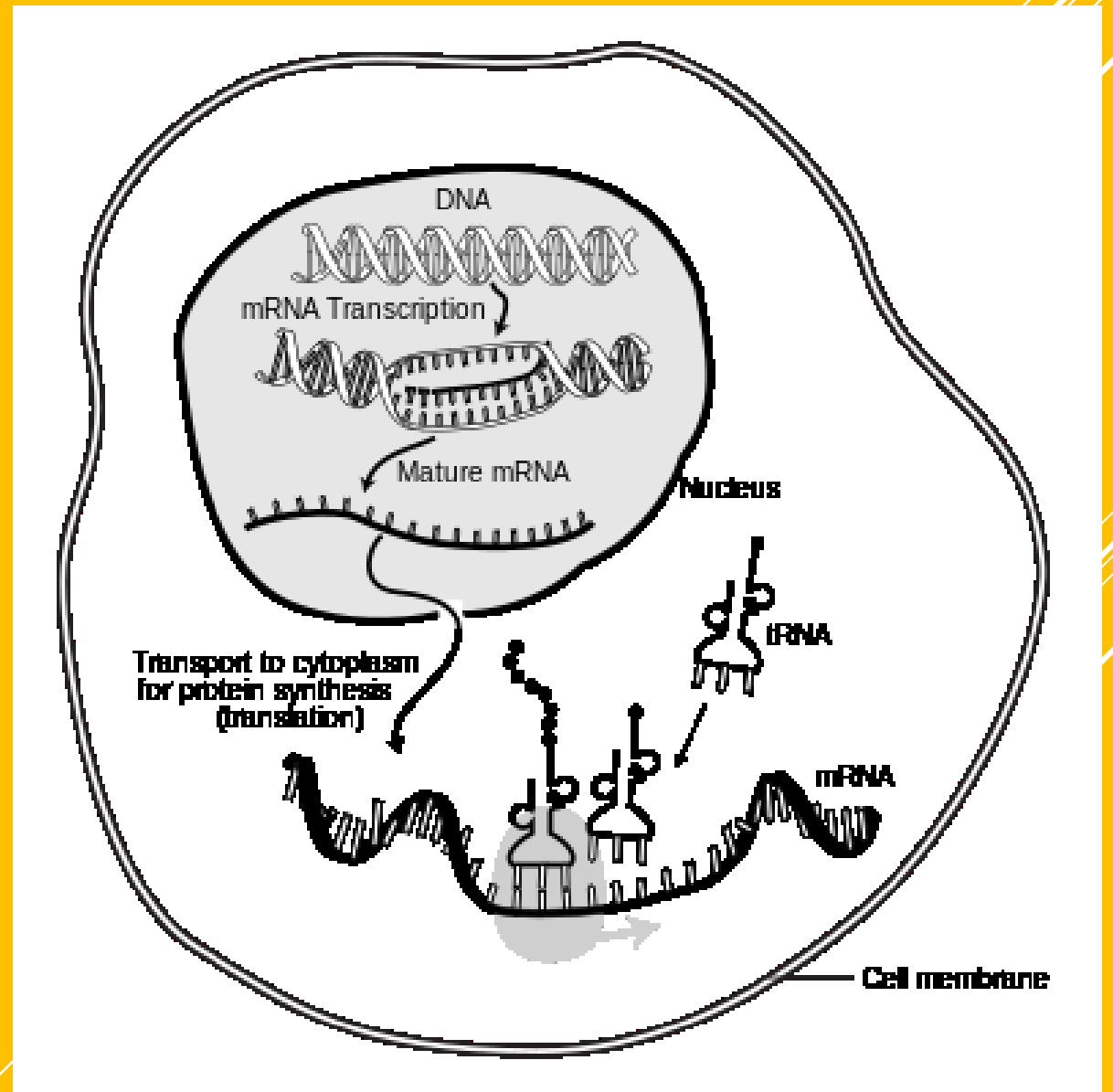
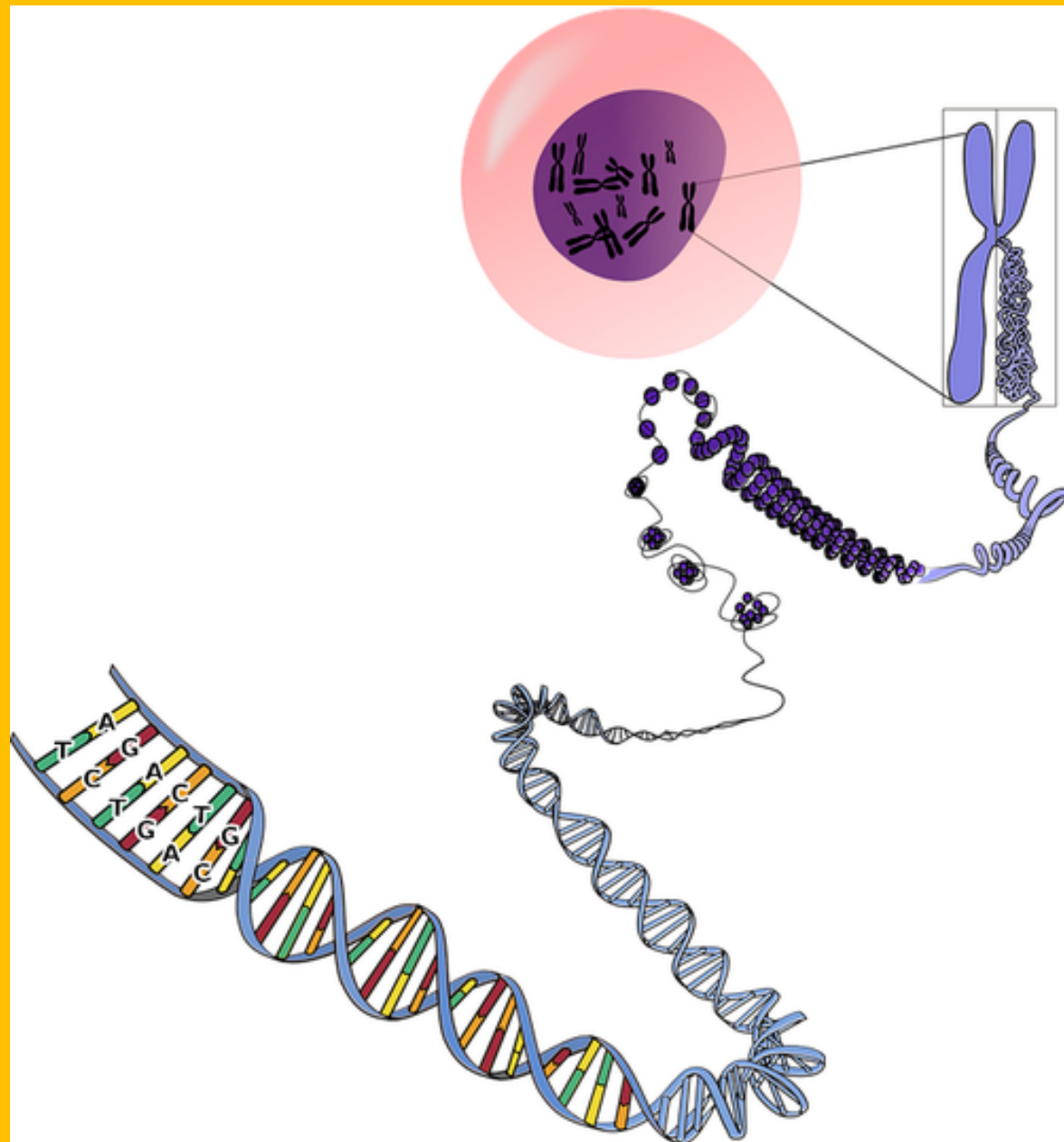
přenos **genetické informace** do nové buňky

tvorba bílkovin - syntéza informační **RNA** (mRNA), transferové RNA (tRNA) a ribosomální RNA (rRNA) a jejich transport do cytoplasmy



GENETICKÝ KÓD JE OBSAŽEN V CHROMOZOMECH

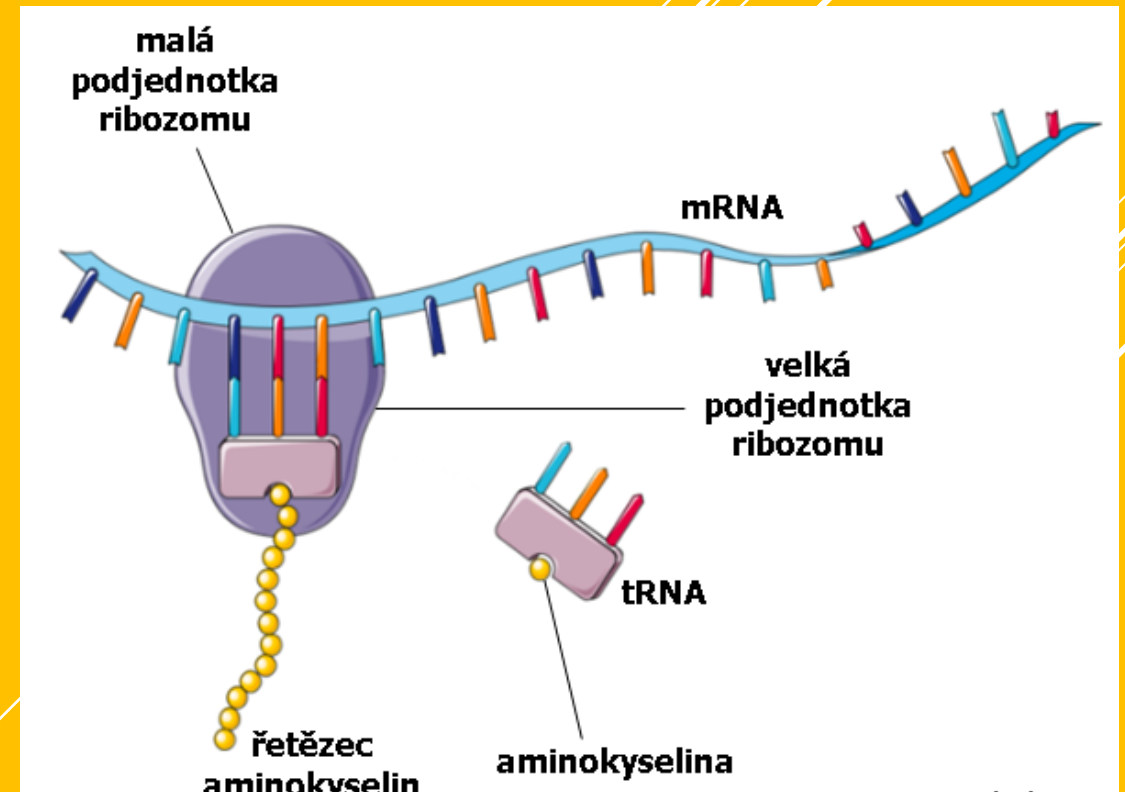
- **membrána** ze dvou listů, je porézní
- 46 molekul DNA sbalených kolem histonů = **chromatin**
- dělení buňky → **chromozomy** - 22 párů **autozomů** a 2 **gonozomy**
(23 párů celkem)
- **gen** – základní jednotka genetické informace = úsek DNA tvořený sekvencí purinových a pyrimidinových bází
- **jadérko** – místo syntézy ribosomů



RIBOZOMY JSOU TOVÁRNÍ NA VÝROBU PROTEINŮ

volně plavající v cytoplazmě –
monozomy, polyzomy (sdružené)
napojené na mRNA - proteiny pro
„domácí použití“

napojené na **endoplazmatické
retikulum** – proteiny „na export“

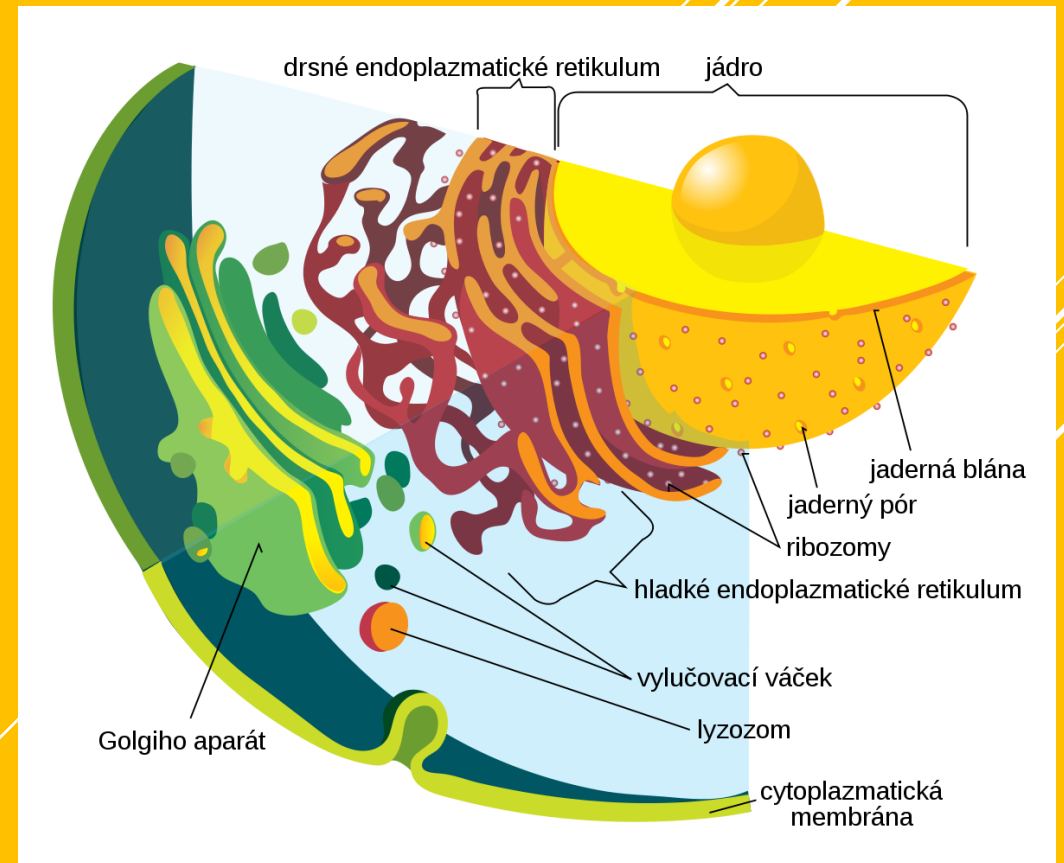


V ENDOPLAZMATICKÉM RETIKULU PROBÍHÁ SYNTÉZA ŘADY LÁTEK

propojeno s jadernou membránou

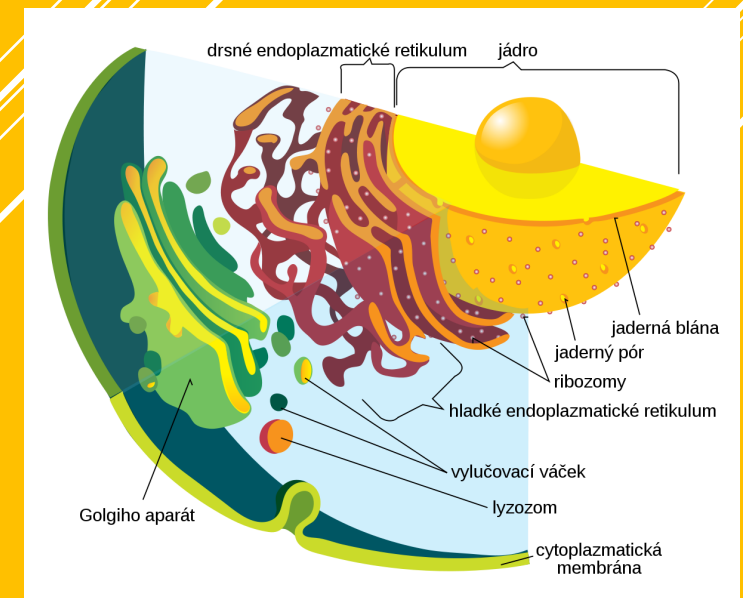
drsité ER – obsahuje ribozomy -
syntéza bílkovin „na export“, cukry,
fosfolipidy

hladké ER – bez ribozomů – přeměna
lipidů, tvorba steroidů, zásobárna Ca^{2+}
ve svalech



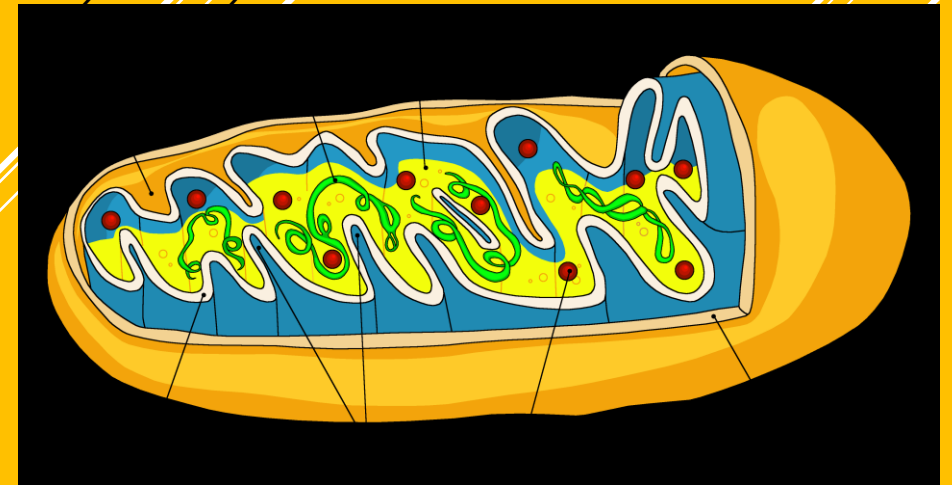
VYTVOŘENÉ PROTEINY SE SKLADUJÍ V GOLGIHO APARÁTU

- tvar talířovitých vaků, konvexitou otočené k jádru
- těsná souvislost s endoplasmatickým retikulem
- třídí a zpracovává produkty ER
- tvorba cukrů a glykoproteinů



MITOCHONDRIE JSOU BUNĚČNÉ ELEKTRÁRNY

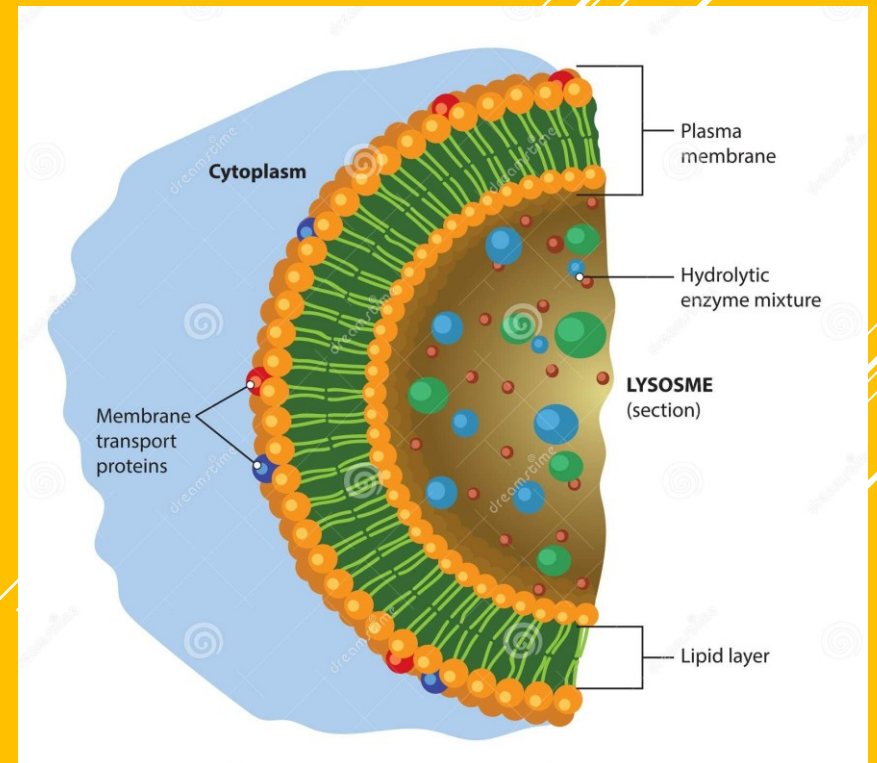
- všechny buňky **kromě erytrocytů**
- zajišťuje **90% energie** pro buňku
- vnější membrána hladká, vnitřní zřasená do krist, obsahuje **enzymy** podporující **oxidaci sacharidů a lipidů** na CO_2 a H_2O a tvoří **ATP** (buněčné dýchání)
- **mitochondriální matrix** – mitochondriální DNA (vyvinuly se z bakterií)



LYZOSOMY JSOU BUNĚČNÝM „ŽALUDKEM“

malé váčky s membránou, obsahují **hydrolázy** štěpící makromolekuly

primární lyzozomy – nově vytvořené, splývají s vakuoly s fagocytovaným materiálem → **sekundární lyzozom** (fagolyzozom) → exocytóza



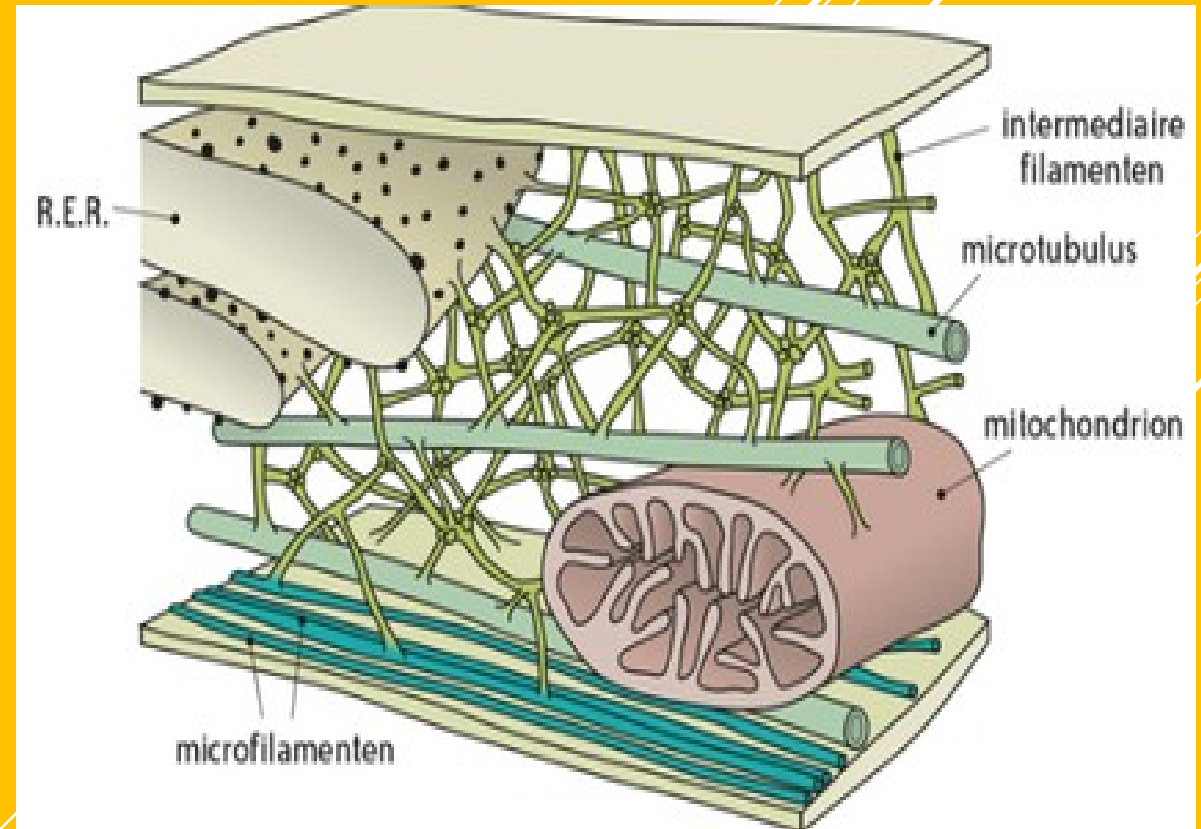
BEZ CYTOSKELETU BY SE BUŇKA ZHROUTILA

udržuje tvar buňky, umožňuje pohyb, intracelulární transport

mikrotubuly – největší, transport uvnitř buňky, pohyb chromozomů

mikrofilamenta - aktin a myosin u svalové buňky

intermediární filamenta – pevnost buňky

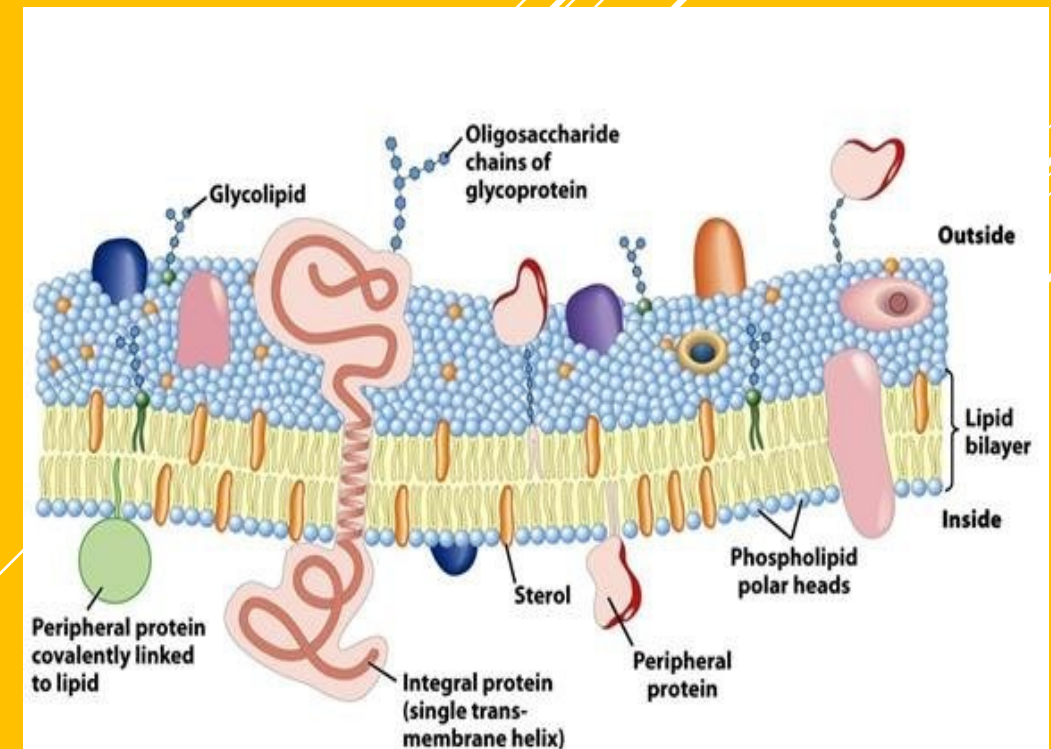
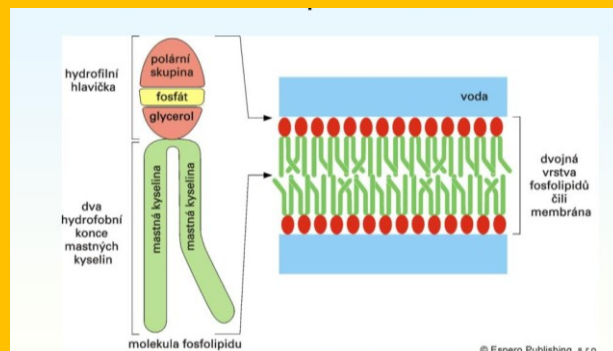


CYTOPLAZMATICKÁ MEMBRÁNA ZAJIŠTUJE INTEGRITU BUŇKY

- ohraničuje celou buňku
- chrání před vnějšími vlivy
- udržení složení intracelulární tekutiny

složení:

- fosfolipidy, uložené ve dvojvrstvě, vnější konec hydrofilní, vnitřní hydrofobní
- glykolipidy
- cholesterol
- proteiny



PROTEINY V MEMBRÁNĚ MAJÍ ZÁSADNÍ VÝZNAM

až 55% hmotnosti membrány

funkce:

stabilizační – adhezní molekuly (mezi bb, k bazální membráně)

receptorová - pro hormony a mediátory

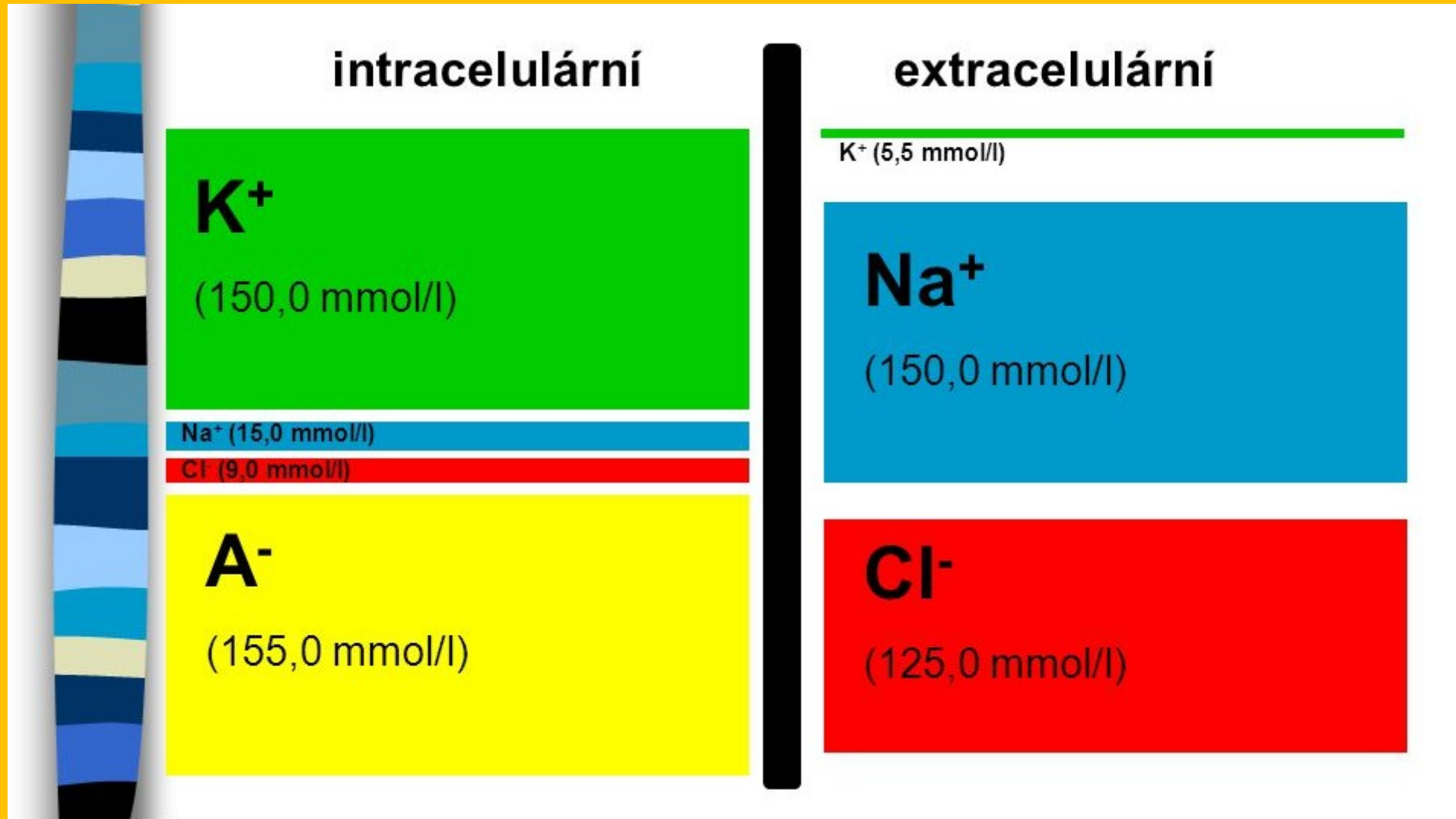
enzymatická – katalyzátory v reakcích na povrchu membrány

transportní – iontové kanály, transportéry, pumpy

TRANSPORTNÍ MECHANISMY PŘES MEMBRÁNY



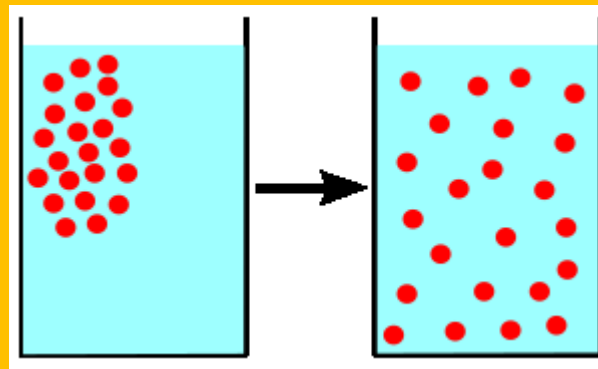
DROBNÁ ODBOČKA K ROZMÍSTĚNÍ IONTŮ



PASIVNÍ TRANSPORT NEVYŽADUJE ENERGII

prostá difúze - samovolný transport hmoty, snaha o vyrovnání složení soustavy mezi buňkami a zevním okolím (transport po koncentračním spádu)

př. - látky rozpustné v tucích, O_2 a CO_2

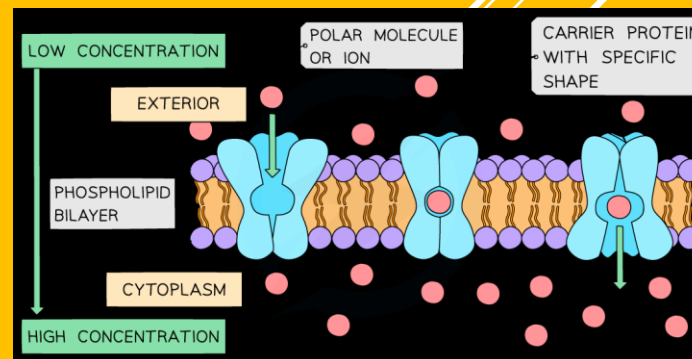
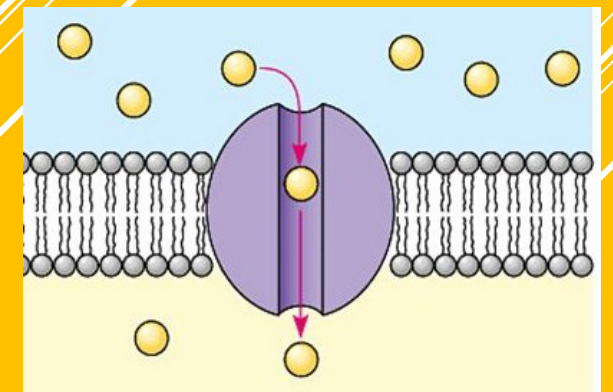


PASIVNÍ TRANSPORT NEVYŽADUJE ENERGII

usnadněná difúze – difúze pomocí přenašečů, zabudovaných do membrány, rychlost difúze závisí na nasycení přenašeče

kanálové proteiny – sodíkový kanál, draslíkový kanál, vápníkový kanál...akvaporin – kanál pro vodu

- stále otevřené
- napěťově řízené (změna membránového napětí)
- řízené navázáním chemické látky

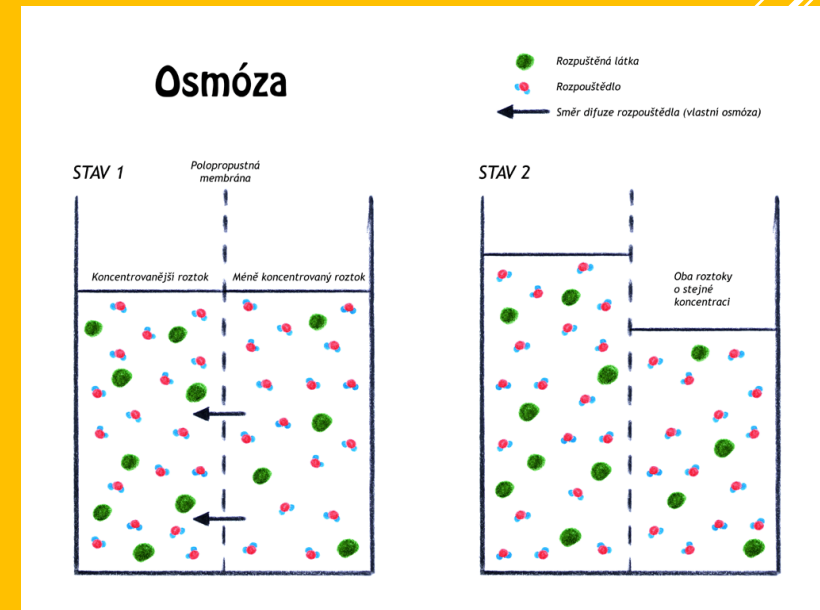


transportní proteiny

PASIVNÍ TRANSPORT NEVYŽADUJE ENERGII

osmóza - rozpouštědlo (**voda**)
přechází přes polopropustnou
membránu z prostoru s **méně**
koncentrovaným roztokem do **prostoru**
s více koncentrovaným roztokem.

Např. přestup tekutiny z cév do
intersticia



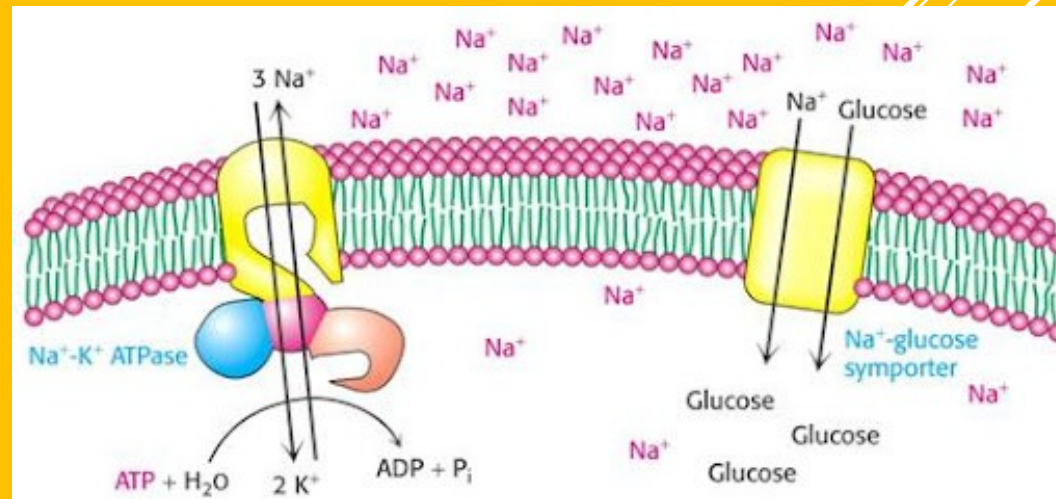
filtrace - rozpouštědlo (voda) je přesouváno přes membránu z jednoho prostoru do druhého na základě rozdílných hydrostatických tlaků na obou stranách membrány. Např. glomerulární filtrace, přestup tekutiny z cév do intersticia

AKTIVNÍ TRANSPORT POTŘEBUJE ENERGII

aktivní transport látek **proti koncentračnímu gradientu** spotřebovává **energii**

Na⁺-K⁺ ATPáza (sodíko-draslíková pumpa) nejběžnější typ **primárního aktivního transportu**

3x Na⁺ z buňky ↔ 2x K⁺ do buňky → udržuje K⁺ uvnitř b. a Na⁺ vně b.
vápníková pumpa – sval
vodíko-draslíková pumpa – žaludek a ledviny

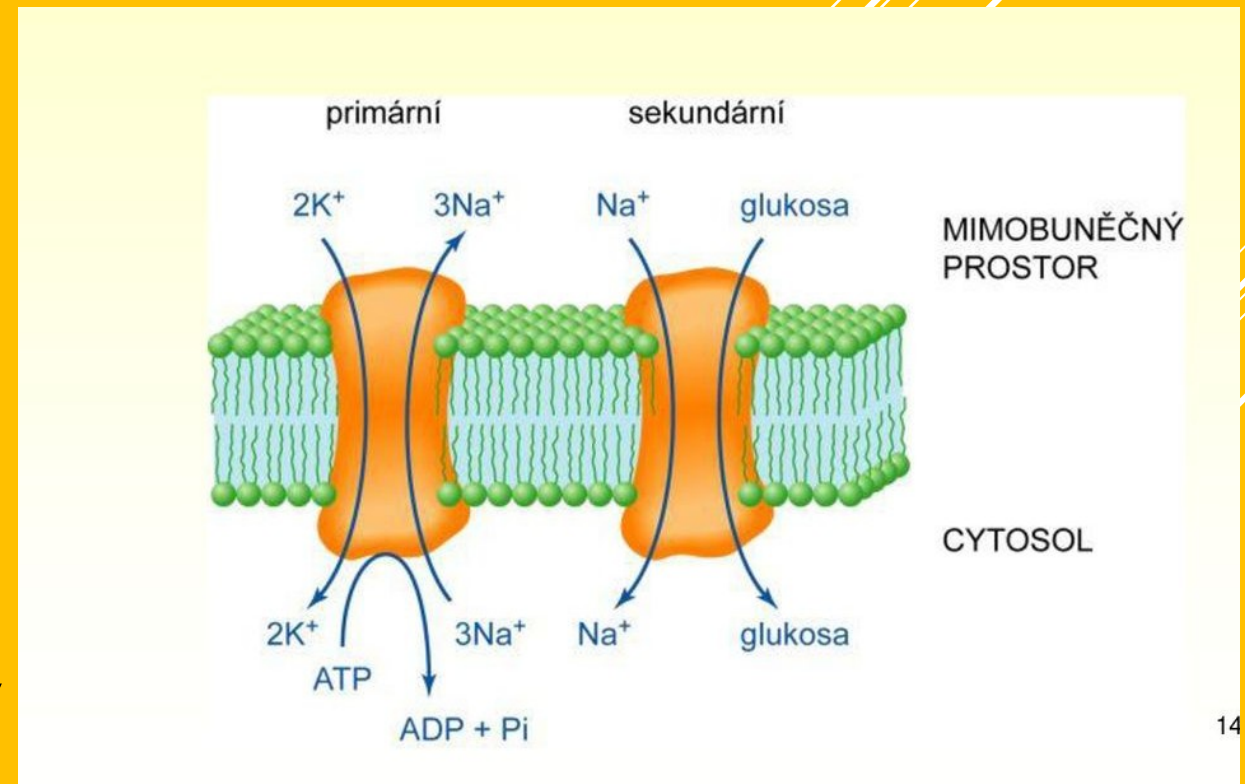


PŘESUNY LÁTEK SKRZ MEMRÁNU UMOŽŇUJÍ BÍLKOVINY

sekundární aktivní transport – kotransport - využívá Na^+ koncentračního spádu
membránový protein má 2 vazebná místa

symport – Na^+ i látka do bb

antiport – Na^+ a látka opačný směr

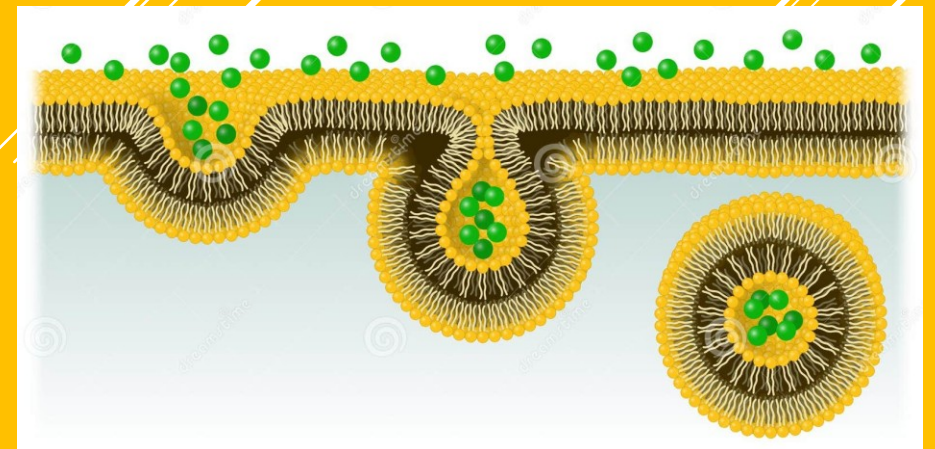
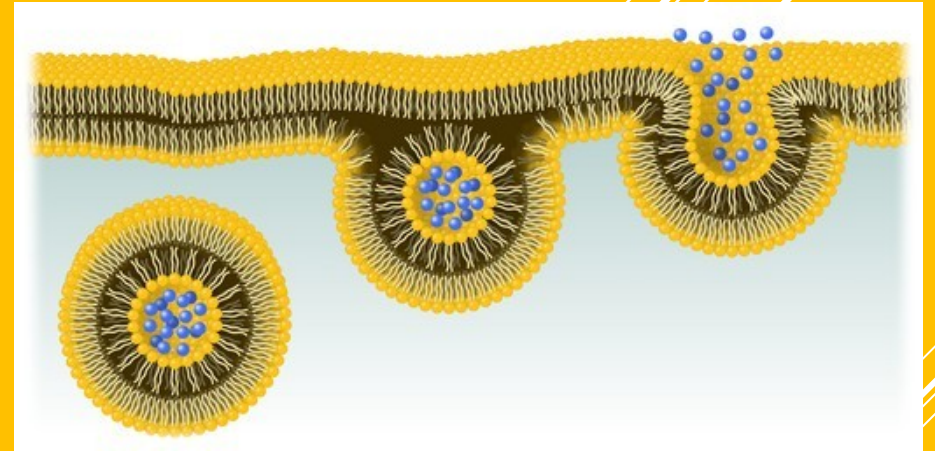


OBROVSKÉ MOLEKULY VYŽADUJÍ SPECIÁLNÍ PROCESY

exocytóza – uvolnění složitých molekul vně buňky (cholesterol, bílkoviny) vyžaduje energii, Ca^{2+} a transportní měchýřek (odchlípení ER či Golgiho aparátu)

endocytóza – proces opačný – pohlcení exogenní částice buňkou – invaginace membrány (zvláštní druh je **fagocytóza**)

energeticky náročné!!!



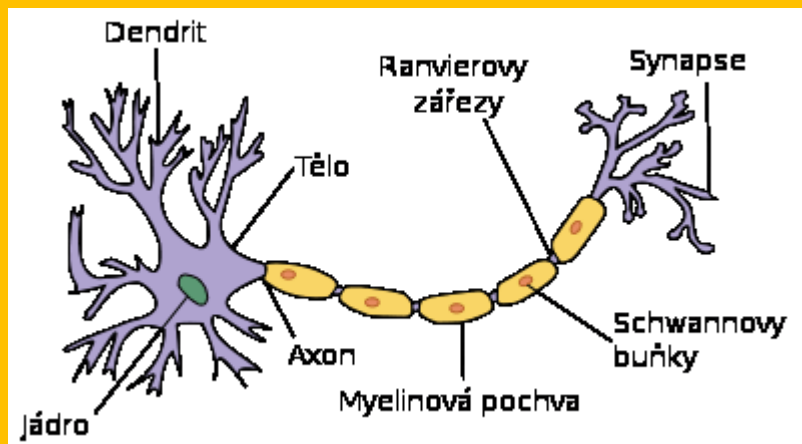
FYZIOLOGIE DRÁŽDIVÝCH A VZRUŠIVÝCH TKÁNÍ



VŠECHNY BUŇKY JSOU DRÁŽDIVÉ A VZRUŠIVÉ

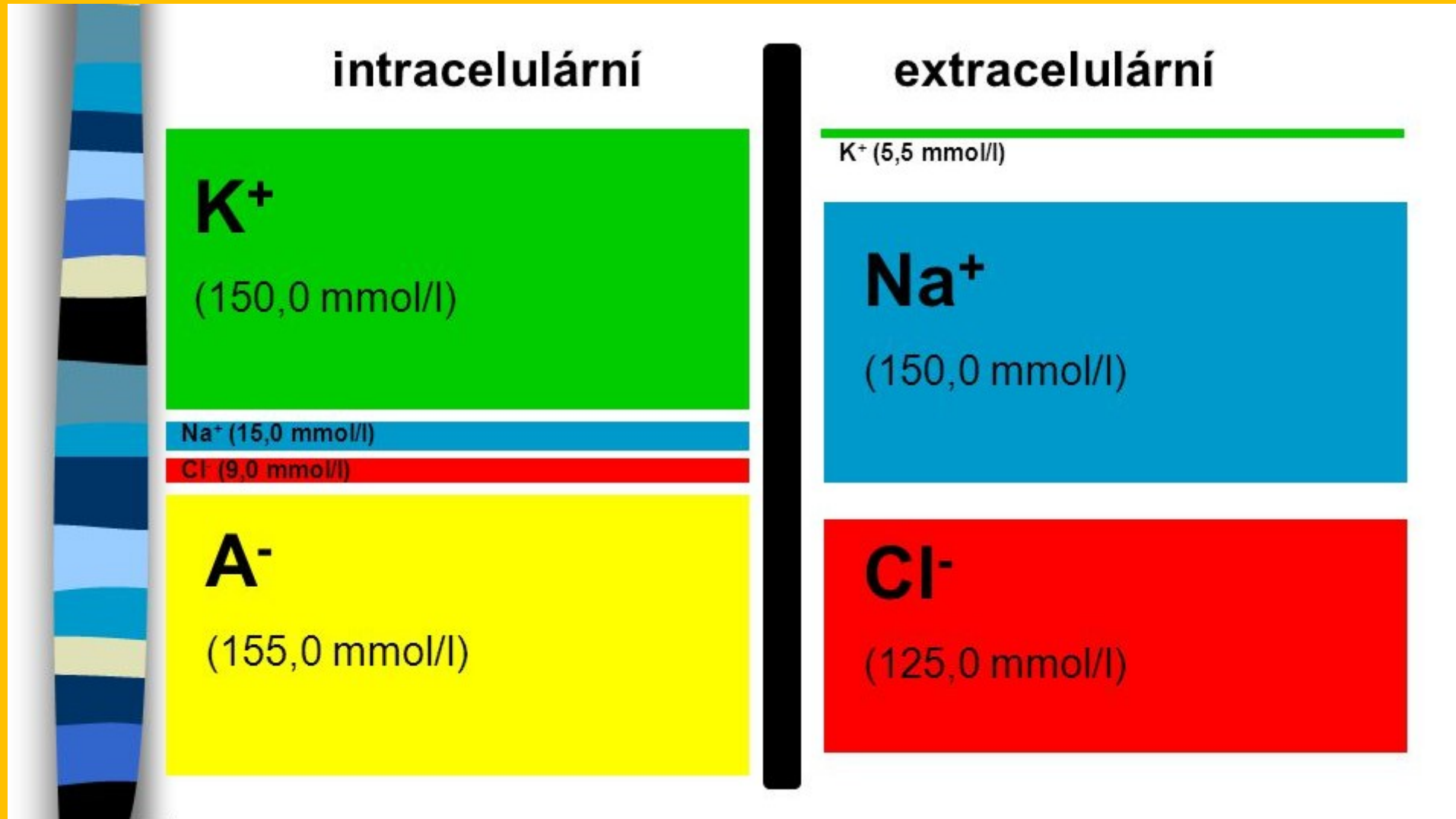
nejvíce bb **svalové** a **nervové**

neuron



základní stavení jednotka nervové tkáně
superspecializovaná b., schopna přijmout,
zpracovat a předávat signály
tělo, dendrit, axon, myelin, Ranvierův zářez

DROBNÁ ODBOČKA K ROZMÍSTĚNÍ IONTŮ



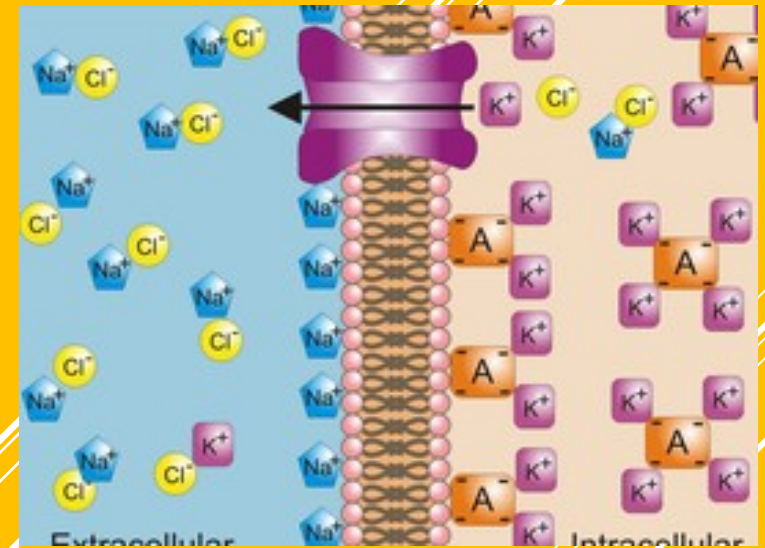
PŘEDPOKLADEM K DRÁŽDIVOSTI JE POLARIZACE MEMBRÁNY

vnitřní strana membrány –
povrch membrány +

klidový membránový potenciál -50 -100 mV,
u neuronu -70 mV

příčina polarizace

- nerovnoměrné rozmístění difuzibilních iontů (zejména K^+ v ICT)
- aktivita sodíko-draslíkové pumpy
- rozdílná propustnost membrány pro různé ionty (**ne** pro sodík, vysoká pro draslík a chlor)



VZRUCH JE ELEMENTÁRNÍ FYZIOLOGICKÝ DĚJ

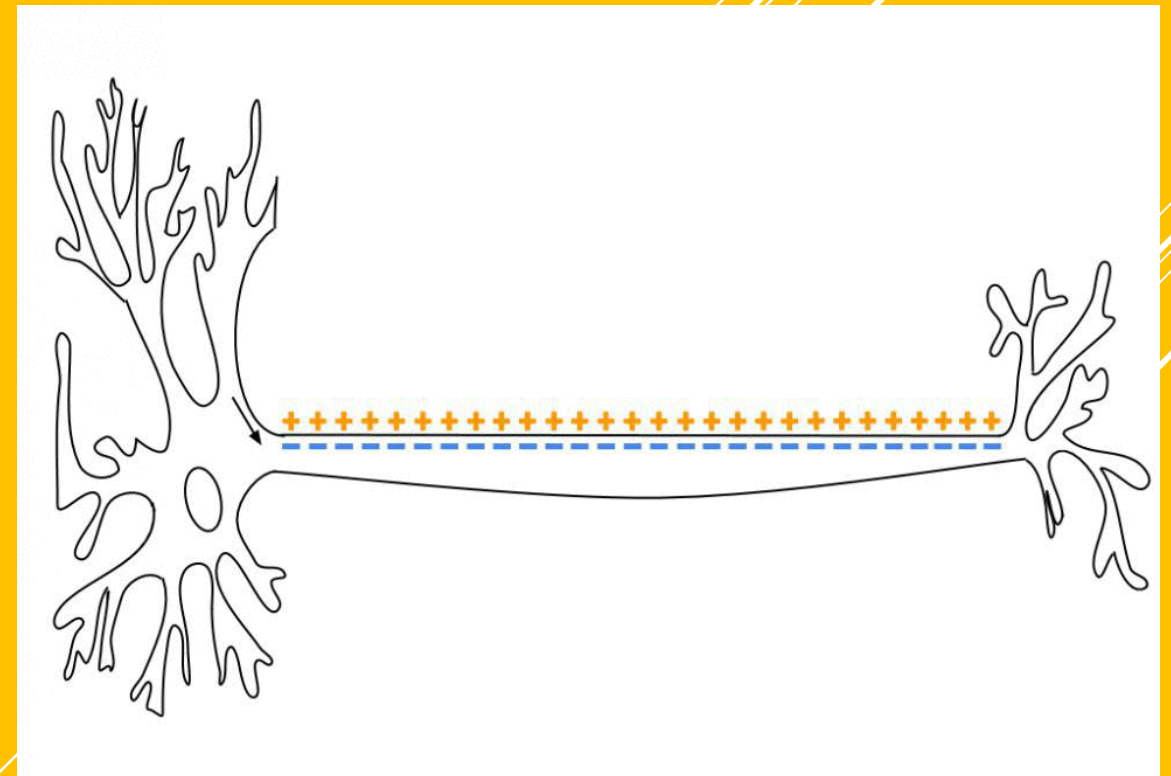
vše nebo nic

šíření bez **dekrementu**

prahový podnět – minimální
intenzita, vyvolávající vzruch

nadprahový p. – nevede k
růstu vzruchu

podprahový p. – vzruch
nevzniká

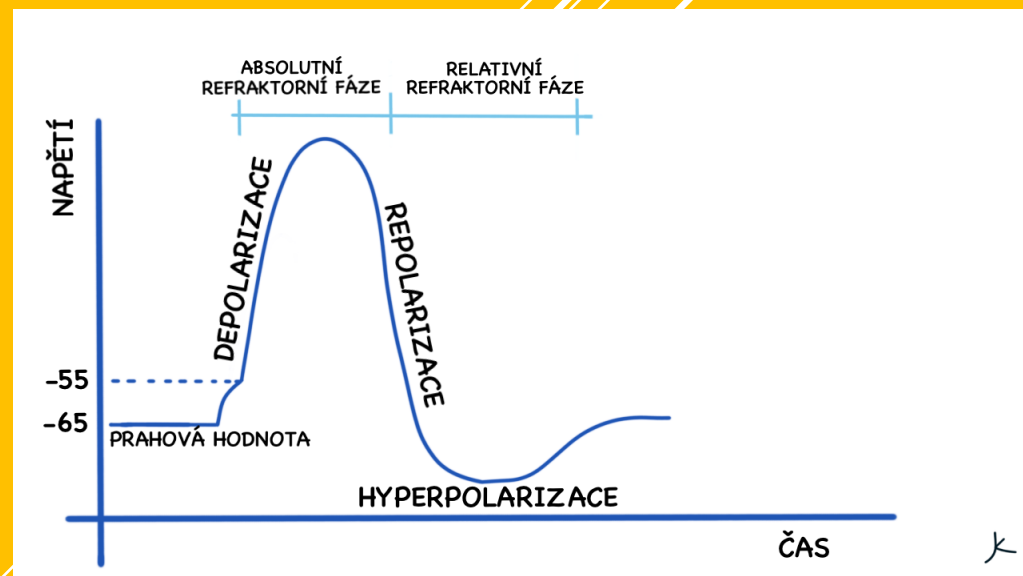


AKČNÍ POTENCIÁL JE ELEKTRICKÝM VYJÁDŘENÍM VZRUCHU

změna klidového membránového potenciálu vyvolána dostatečně silným podnětem

průběh

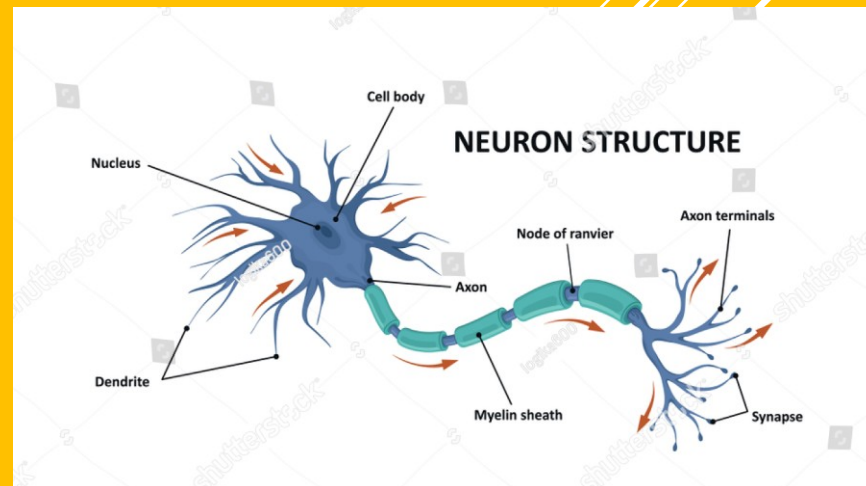
1. depolarizace – vstup Na^+ do buňky
2. repolarizace – výstup K^+ z buňky
3. návrat do KMP – činnost Na^+K^+ pumpy



absolutní refrakterní fáze – do 1/3 repolarizace – nemožnost vyvolat další vzruch
relativní refrakterní fáze – vzruch vyvolá jen nadprahový podnět

V NERVU SE VZRUCH ŠÍŘÍ **VELICE RYCHLE**

- **bez dekrementu**
- „plamen po zápalné šňůře“
- **myelinová pochva** – přeskokování vzruchu po Ranvierových zářezech – saltatorní šíření vzruchu - až 120 m/s
- **nemyelinizovaná vlákna** – pomalejší šíření

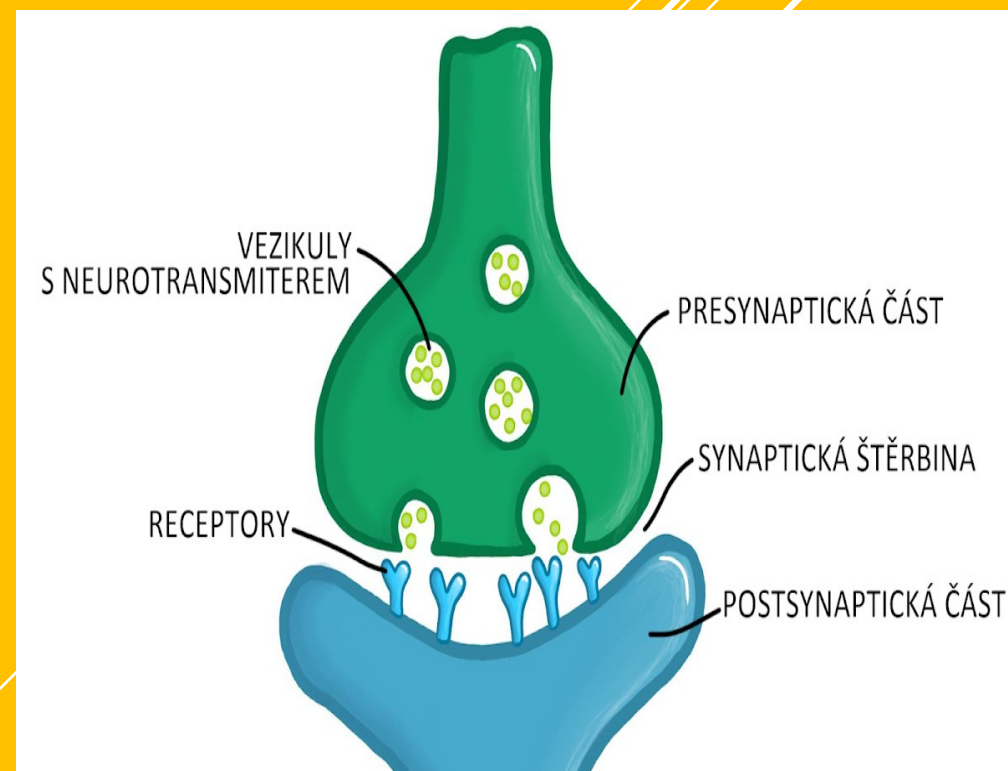


PŘENOS VZRUCHU MEZI NEURONY JE ŘEŠEN V **SYNAPSÍCH**

presynaptická membrána – synaptické váčky s mediátorem (acetylcholin, dopamin, noradrenalin, GABA, histamin)

synaptická štěrbin – 20nm, difuze obsahu váčků k membráně dalšího neuronu

postsynaptická membrána – navázání mediátoru na receptor → vznik vzruchu x inhibice vzruchu



OSTATNÍ BUŇKY NA PODRÁŽDĚNÍ **TAKÉ** **REAGUJÍ**

místní podráždění – vývojový předchůdce AP

- na malou vzdálenost
- s dekrementem
- velikost dle intenzity podnětu (ne vše nebo nic)
- není žádná refrakterní fáze
- není AP, jen malá změna MP

SVAL ZPROSTŘEDKOVÁVÁ POHYB ORGANISMU

vlastnosti:

dráždivost excitabilita

stažlivost kontraktilita

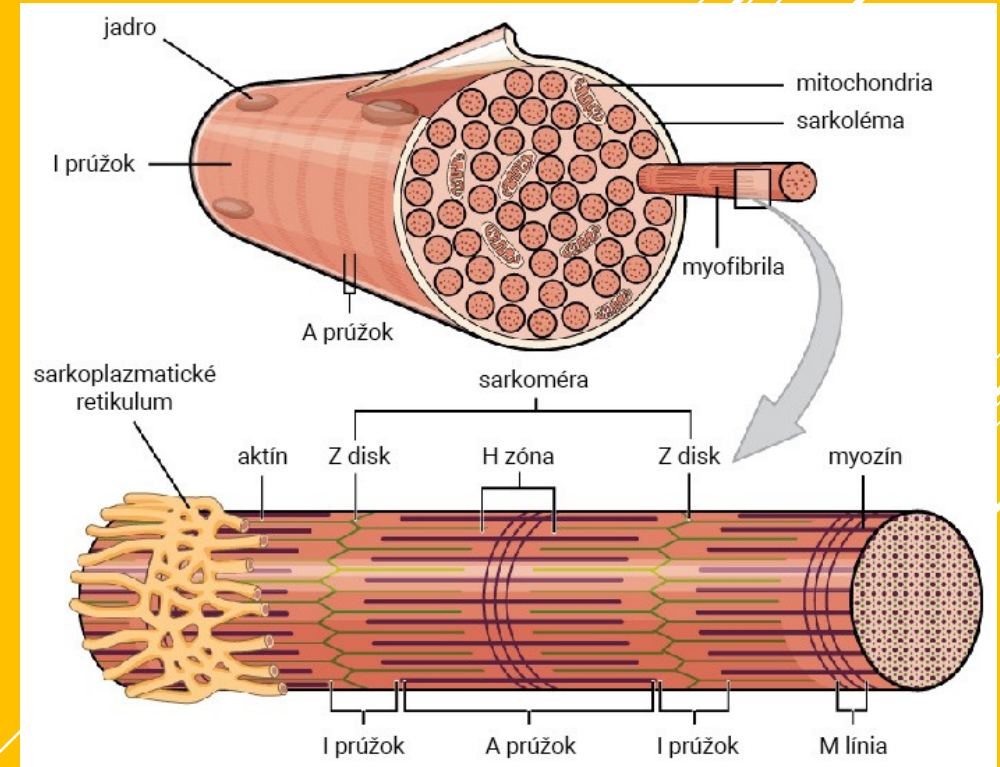
protážitelnost extenzibilita

pružnost elasticita

sval **hladký**

sval příčně **pruhovaný** (kosterní, srdeční)

cytoplazma (**sarkoplazma**) je diferencována v myofibrily



Typy svalové tkáně



a



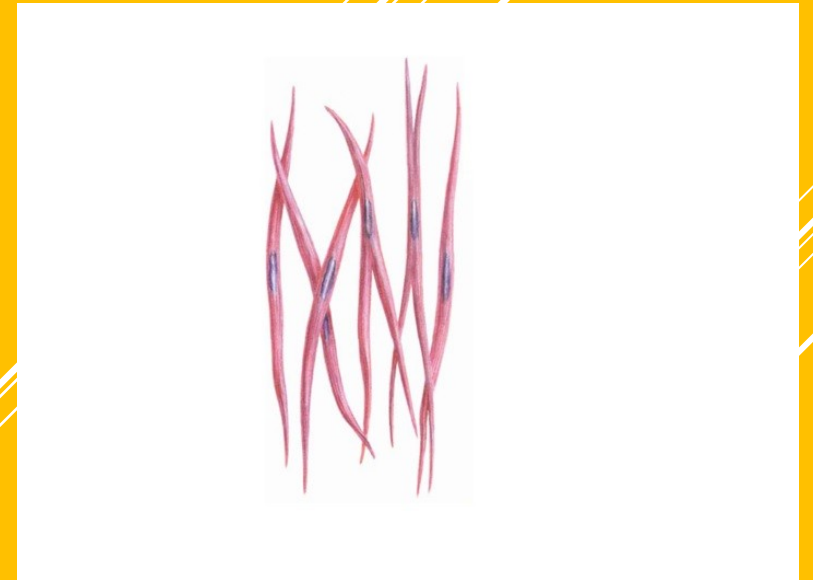
b



c

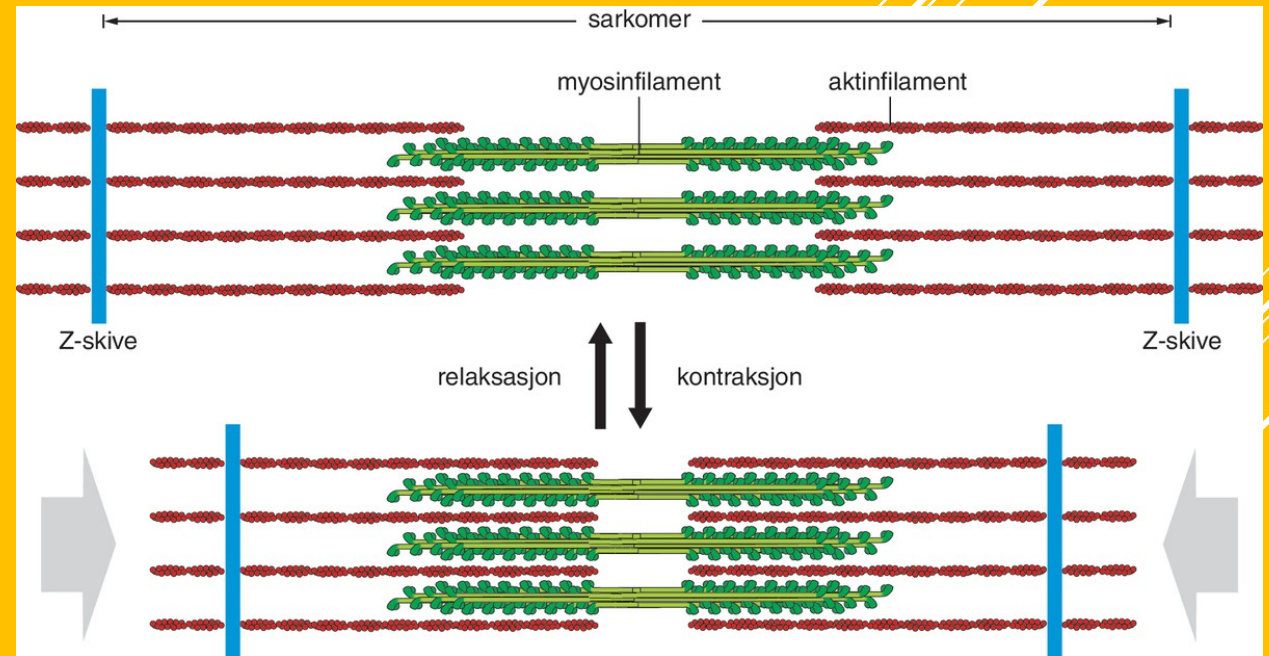
HLADKÁ SVALOVINA NEMÁ PŘÍČNÉ PRUHOVÁNÍ

- vřetenovitý tvar
- uprostřed jádro
- podélně orientované myofibrily
- kontrakce pomalá, ale vydatná
- duté orgány, kůže, oko, pouzdro sleziny, cévy



KOSTERNÍ SVALOVINA MÁ PŘÍČNÉ PRUHOVÁNÍ

- velikost až 15 cm
- světlé a tmavé pruhy myofibril
- světlý proužek – **aktin** zakotven v **Z linii** a volný konec se zasouvá do tmavého proužku – **myozinu**
- úsek mezi Z-liniemi - **sarkomera**



SRDEČNÍ SVALOVINA MÁ TAKÉ PŘÍČNÉ PRUHOVÁNÍ

jiné uspořádání svalových vláken – buňky jsou propojeny (soubuní) do tvaru Y

součástí je i **převodní systém srdeční** – je schopen samostatně generovat **vzruchy**

sinoatriální uzel, atrioventrikulární uzel, Tawarova raménka, Purkyňova vlákna

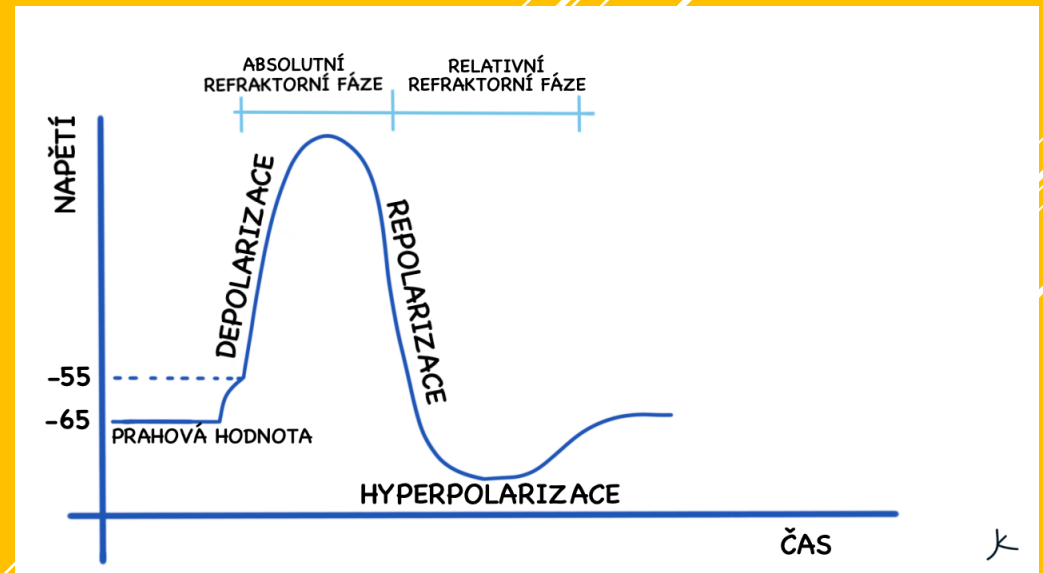


TAKÉ KOSTERNÍ SVAL JE SCHOPEN TVORBY AKČNÍHO POTENCIÁLU

rozdíl oproti nervovému AP

- KMP je -90mV
- AP trvá déle
- je pomalejší (5m/s)
- delší absolutní refrakterní fáze
- repolarizace je pomalejší

tvár je stejný



KONTRAKCE SVALOVÉHO VLÁKNA JE NÁSLEDKEM **VZRUCHU**

- AP na sarkolemě → **otevření Ca^{2+} kanálů** na retikulu → vyplavení Ca^{2+} iontů (spotřeba ATP!)
- **aktin** se zasouvá do **myozinu**
- i při relaxaci pracuje vápníková pumpa – spotřeba ATP

SÍLA STAHU ZÁVISÍ NA MNOŽSTVÍ PODNĚTŮ

svalová síla, odpovídající 1 AP **je vždy stejná**

o síle kontrakce rozhoduje:

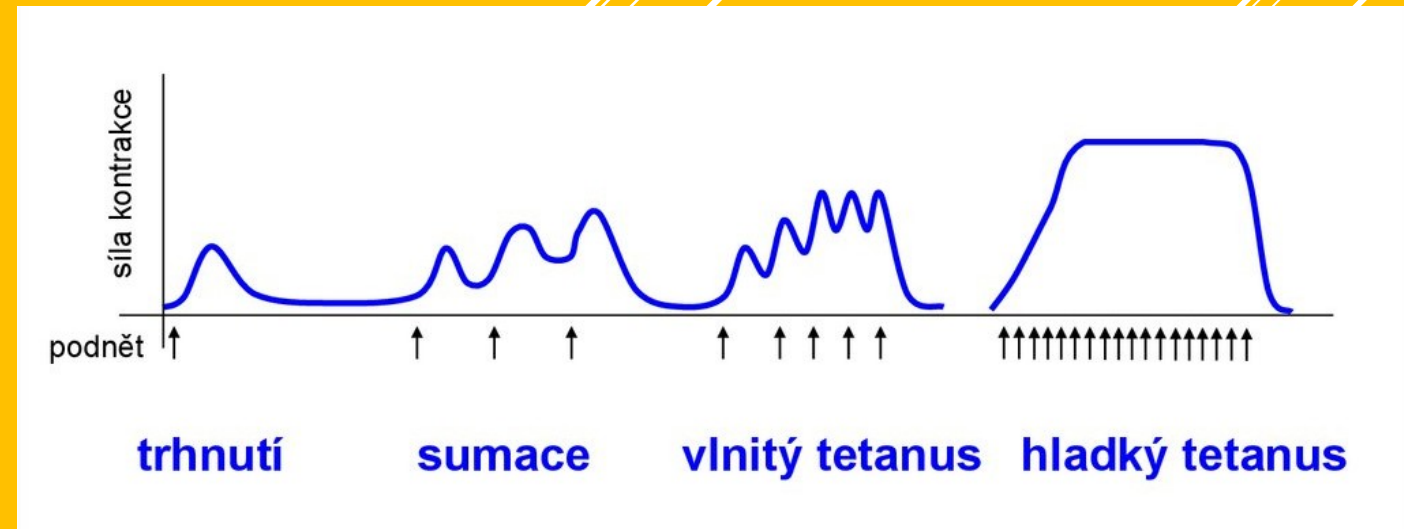
- počet **motorických jednotek**
- **frekvence AP** - svalový stah **nemá** refrakterní fázi

izolovaný svalový záškub v praxi neexistuje

kontrakce trvá **déle** než AP

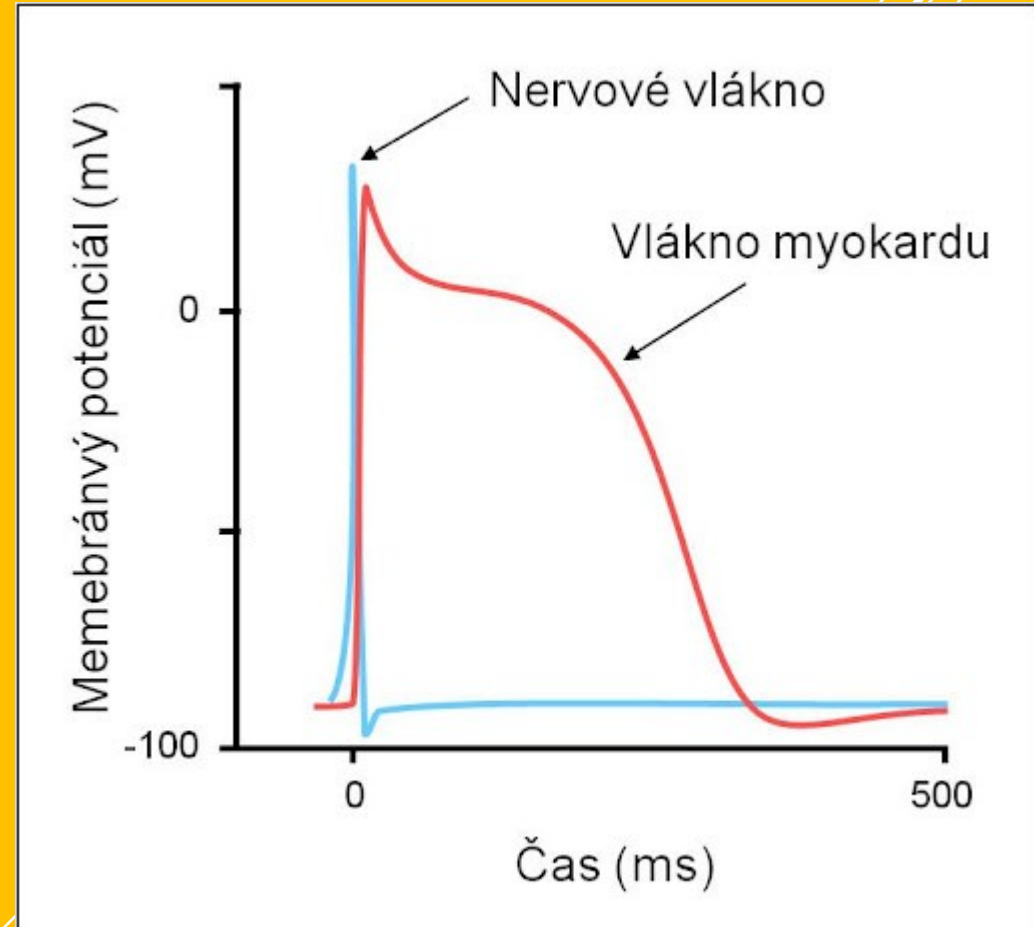
→ možnost sumace

hladký tetanus - další impuls přichází v době stahu



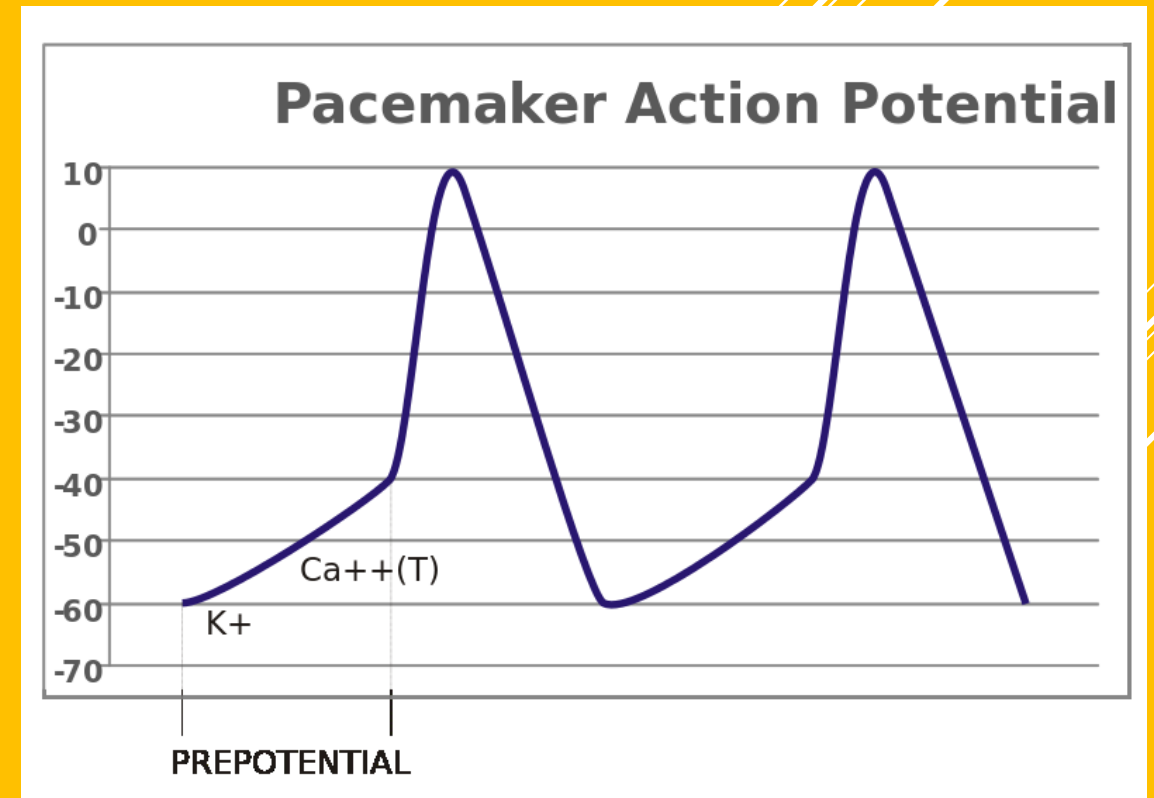
MYOKARD MÁ SPECIFICKÝ PRŮBĚH AP

- klidový potenciál -90mV
- po klasické **depolarizaci** následuje časná **krátká repolarizace**
- dlouhá **fáze plató**
- pozdní, **konečná repolarizace**
- **dlouhá absolutní refrakterní fáze** – ochrana myokardu před vysokou frekvencí



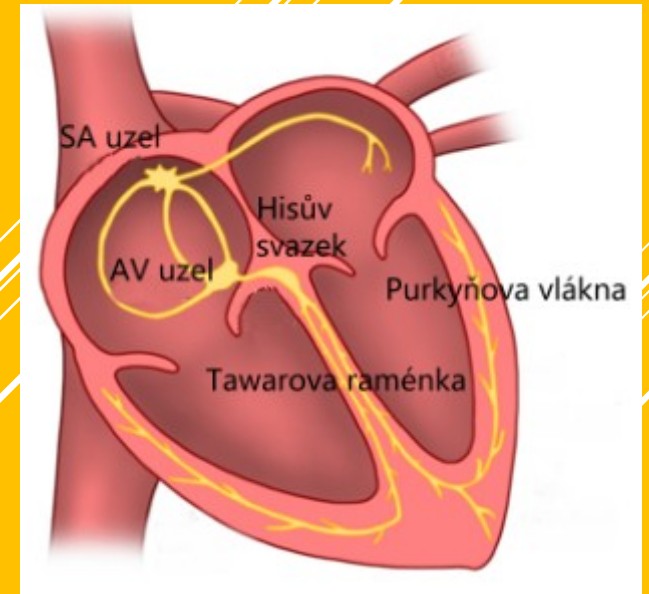
PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDCE MÁ SCHOPNOST SPONTÁNNÍ DEPOLARIZACE

- nižší KMP
- **není klidový**, jeho hodnota se **stále snižuje**
- pomalá depolarizace přechází v konečnou repolarizaci
- chybí fáze plató a fáze časná repolarizace
- **bezprostředně** po dosažení výchozí hodnoty KMP **dochází opět k depolarizaci**



SRDEČNÍ FREKVENCI URČUJE SA UZEL

- **všechny části** převodního systému se spontánně depolarizují
- **SA** probíhá spontánní depolarizace **nejrychleji** – cca 70/min
- v případě poruchy SA přejímá **úlohu pacemakeru AV uzel** (40-60/min)



KREV

The image features a solid yellow background. In the center, the word "KREV" is written in a bold, black, sans-serif font. On the right side of the image, there are several parallel white diagonal lines that extend from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion and modern design.

KREV SLOUŽÍ **NEJENOM** K PŘENOSU KYSLÍKU

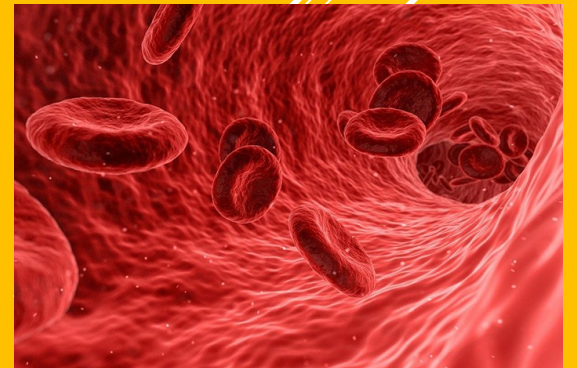
funkce

transportní – přivádí kyslík, živiny, hormony, vitaminy, odvádí CO_2 a produkty metabolismu

regulační – udržování stálého vnitřního prostředí – pH, ionty, izotermie

obranná – imunita

zástava krvácení – obsahuje elementy, které sráží krev



KREV = BUŇKY + PLAZMA

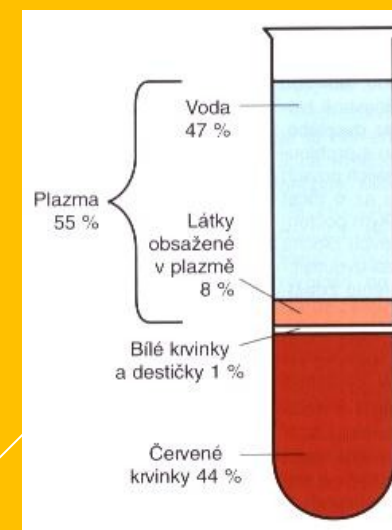
objem cirkulující krve **4,5-6 litrů**

hematokrit – poměr objemu krevních elementů k plazmě **35-49%**

červené krvinky **$3,8 - 5,3 \cdot 10^{12}/l$** transport O_2 , pufr

bílé krvinky **$4-9 \cdot 10^9/l$** imunita

krevní destičky **$170-400 \cdot 10^9/l$** zástava krvácení



ERYTROCYT TRANSPORTUJE KYSLÍK

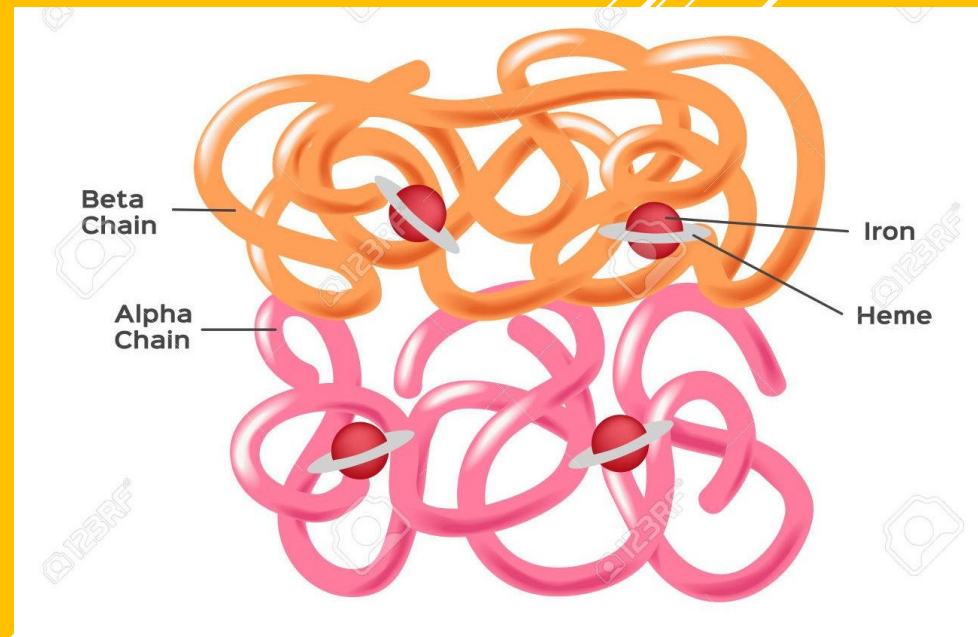
bezjaderné bikonkávní disky

žijí **120** dní, tvorba řízena **erytropoetinem**

obsahují barvivo **hemoglobin 120-170g/l**

hemoglobin = hem (porfyrin+ Fe^{2+}) + bílkovina globin x 4 (podjednotky)

zánik krvinky (slezina) → hem → bilirubin → žluč



NA HEMOGLOBIN SE VÁŽE **NEJENOM** O₂ A CO₂

oxyhemoglobin – O₂ se váže na Fe²⁺

karbaminohemoglobin - CO₂ se váže na globin

karboxyhemoglobin – CO navázaný na globin – afinita je 200x větší než O₂

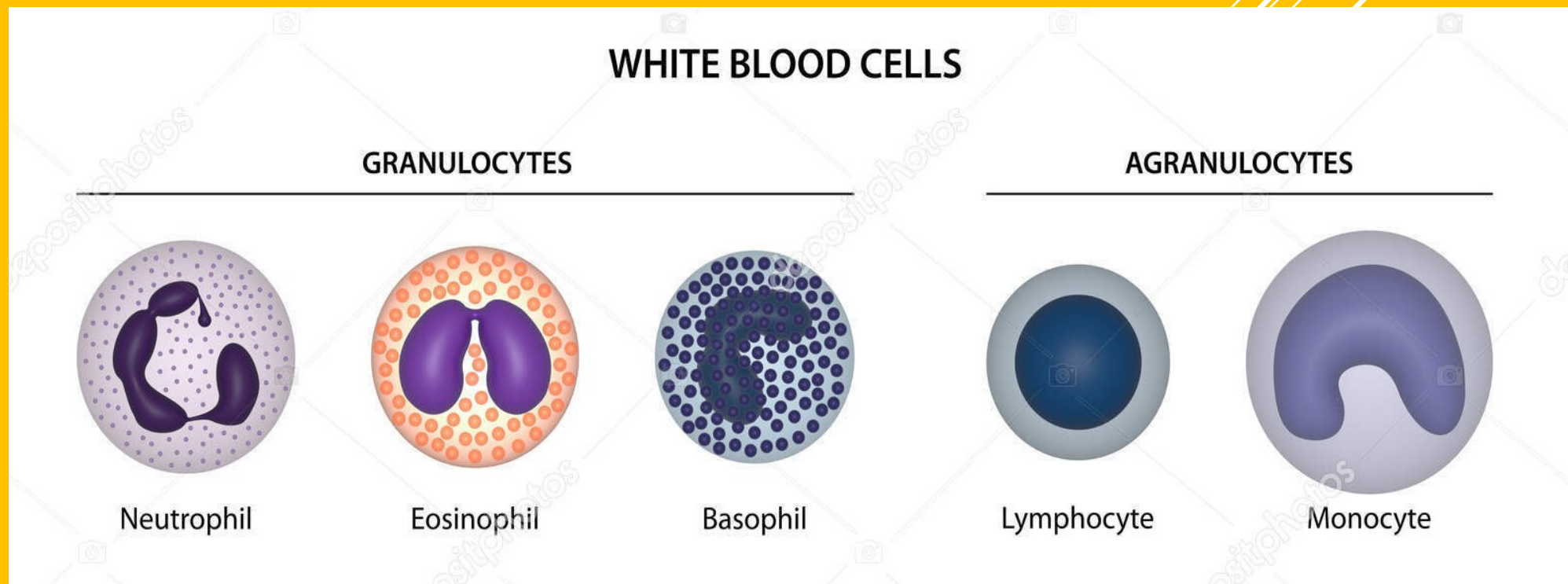
methemoglobin – Fe²⁺ se mění na Fe³⁺ působením dusíkatých látek

BÍLÉ KRVINKY PLNÍ IMUNOLOGICKÉ ÚKOLY

leukocyty

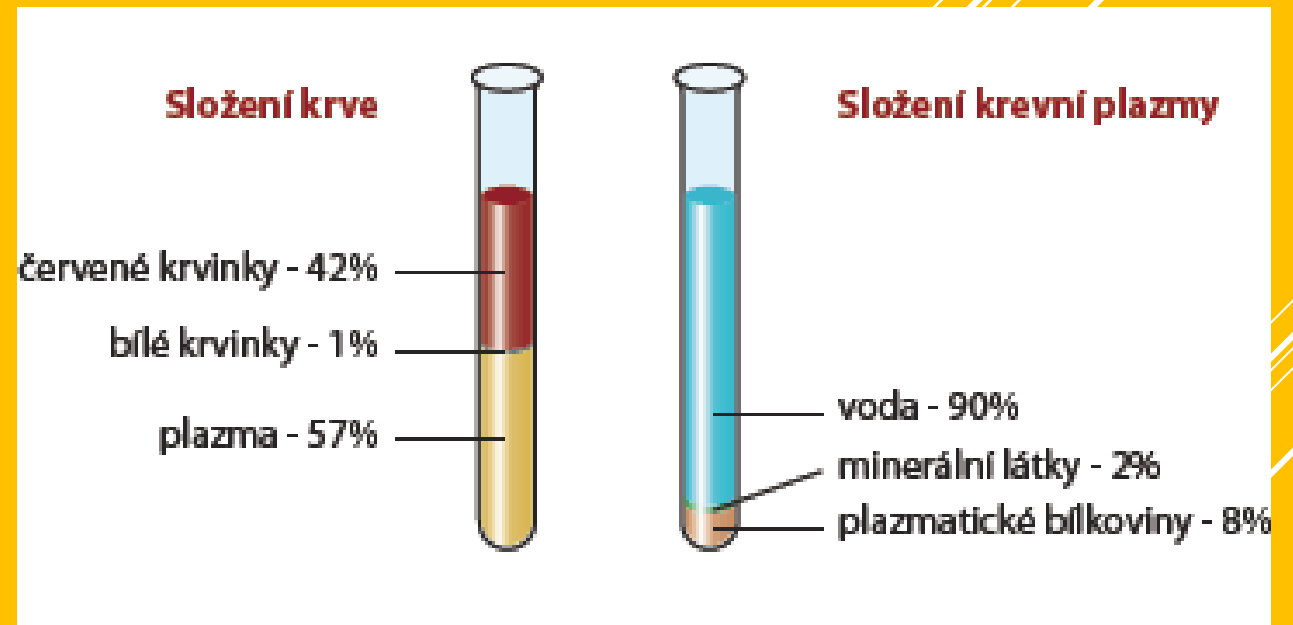
granulocyty (PMN)
agranulocyty

neutrofily, eozinofily, bazofily
monocyty/makrofágy, lymfocyty



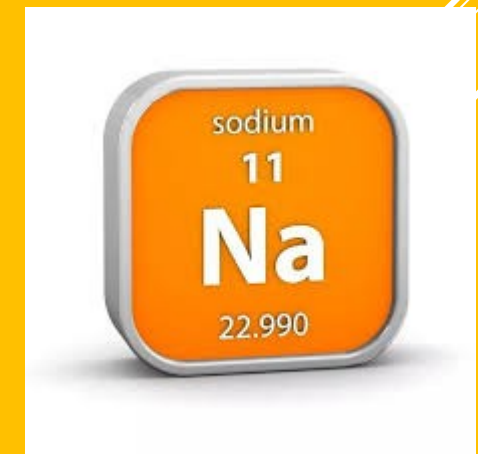
KREVNÍ PLAZMA JE TEKUTÁ ČÁST KRVĚ

- nažloutlá tekutina
- 92% vody
- 2,8-3,5 l
- pH 7,4
- v klidu koaguluje → vzniká sérum (plazma-fibrinogen-srážlivé faktory)



KREVNÍ PLAZMA OBSAHUJE ORGANICKÉ I ANORGANICKÉ ELEMENTY

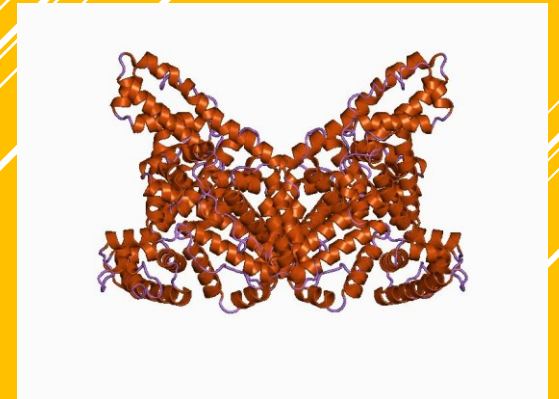
sodík	hlavní kationt ECT, osmotický tlak, stálost objemu krve
draslík	hlavní kationt ICT, dráždivost nervů a svalů, aktivace enzymů
vápník	srážení krve, svalová kontrakce, tvorba kosti
hořčík	tlumení nervového systému
chloridy	stejně jako sodík, žaludeční šťáva
HCO₃⁻	transport CO ₂ , udržování pH
fosfor	udržování pH, remodelace kosti



KREVNÍ PLAZMA OBSAHUJE ORGANICKÉ I ANORGANICKÉ ELEMENTY

plazmatické bílkoviny – albuminy, globuliny, fibrinogen

- udržování stálého objemu plazmy (onkotický tlak)
- transportní funkce – hormony, vitaminy, tuky
- nárazníkový systém k udržení pH
- srážení krve (fibrinogen)
- součást imunitního systému (globuliny)



glukóza, produkty metabolismu bílkovin, lipidy, bilirubin, vitaminy, hormony

HEMOSTÁZU NEPLÉST S HOMEOSTÁZOU

hemostáza – zástava krvácení

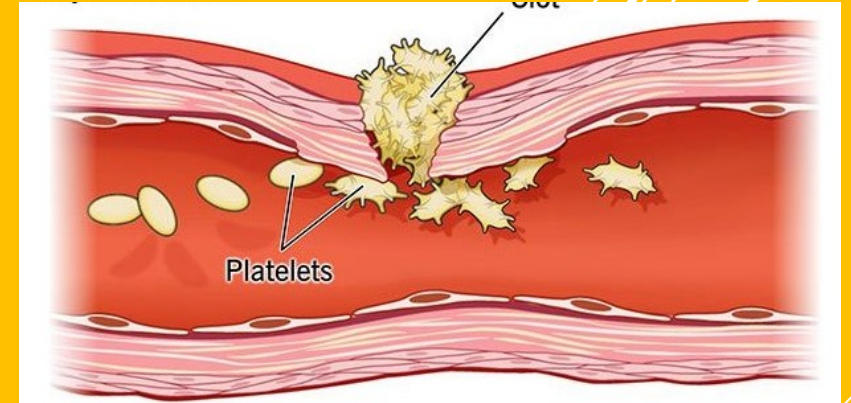
reakce cévní stěny

reflexní zúžení

vasokonstrikční látky uvolněné při dalších hemostatických dějích

reakce destiček

přilnutí na obnažený kolagen, uvolnění granul, agregace
vytvoření **bílého**, destičkového **trombu**

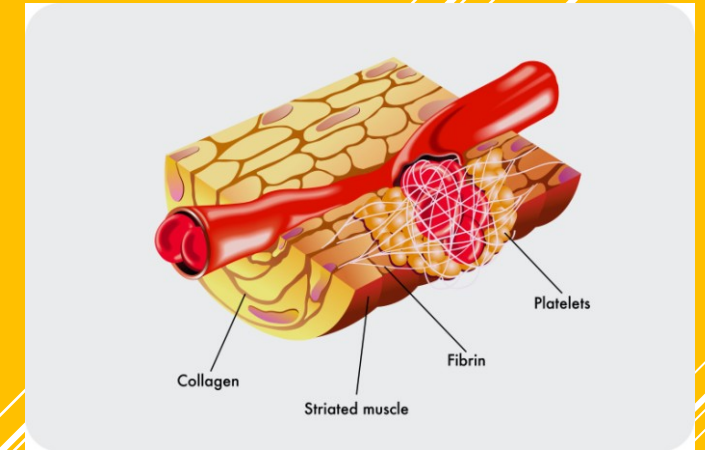


HEMOSTÁZU NEPLÉST S HOMEOSTÁZOU

reakce koagulačních faktorů (hemokoagulace)

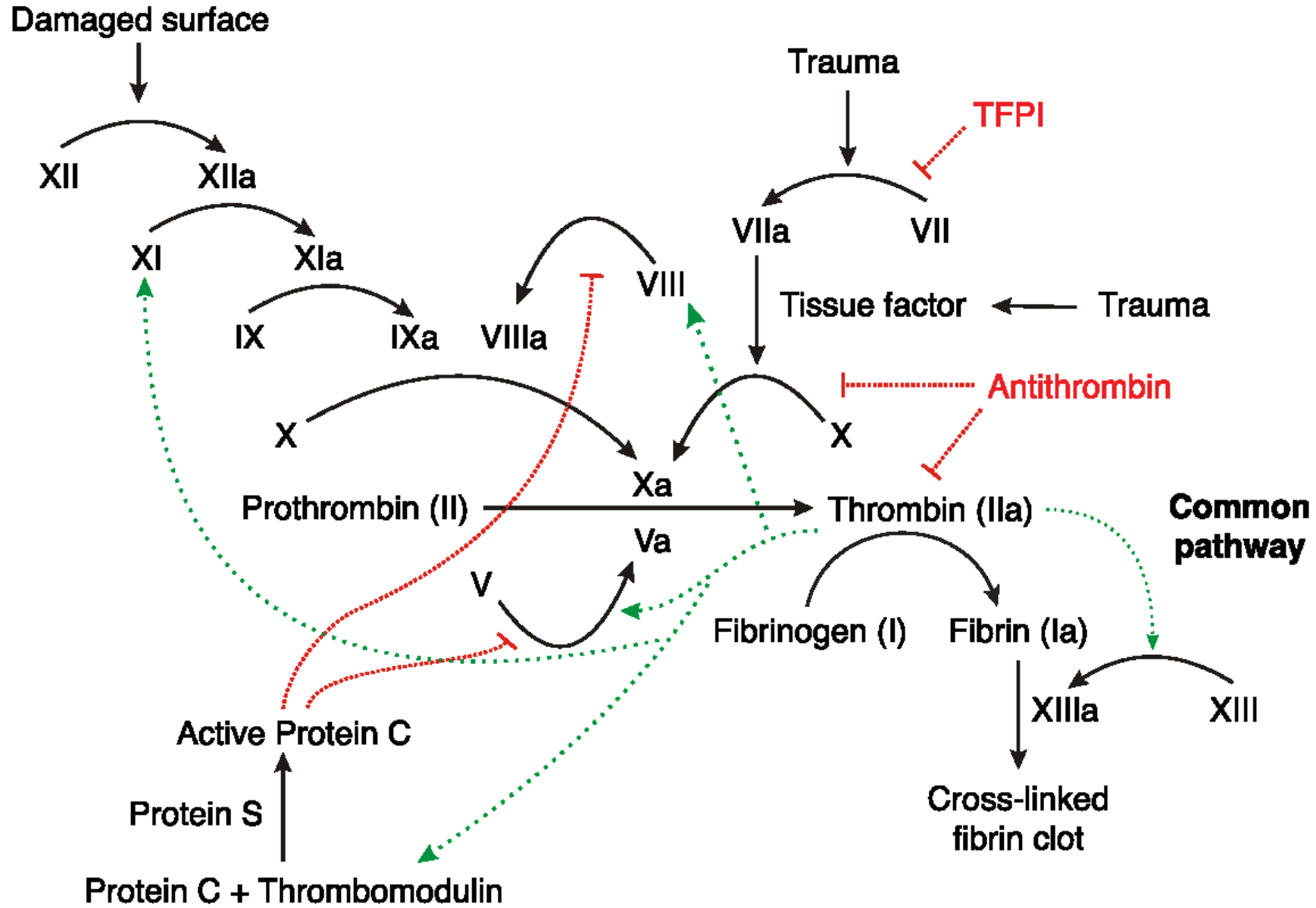
kaskáda enzymatických reakcí
podíl plazmatických faktorů, Ca^{2+} , krevních destiček
výsledek - přeměna fibrinogenu na nerozpustný fibrin → definitivní,
červený trombus

fibrinolýza – plazminogen se mění na plazmin - enzymatický proces
rozložení trombu a zprůchodnění cévy



Contact activation (intrinsic) pathway

Tissue factor (extrinsic) pathway



Aktivovaný parciální tč. čas (aPTT)

Vnitřní cesta

Zevní cesta



Heparin

Fibrinové monomery → Nerozpustný fibrin

IMUNITA

The image features a solid yellow background. In the center, the word "IMUNITA" is written in a bold, black, sans-serif font. On the right side of the image, there are several parallel white diagonal lines that extend from the top right towards the bottom left, creating a sense of movement and modern design.

HOMEOSTÁZA

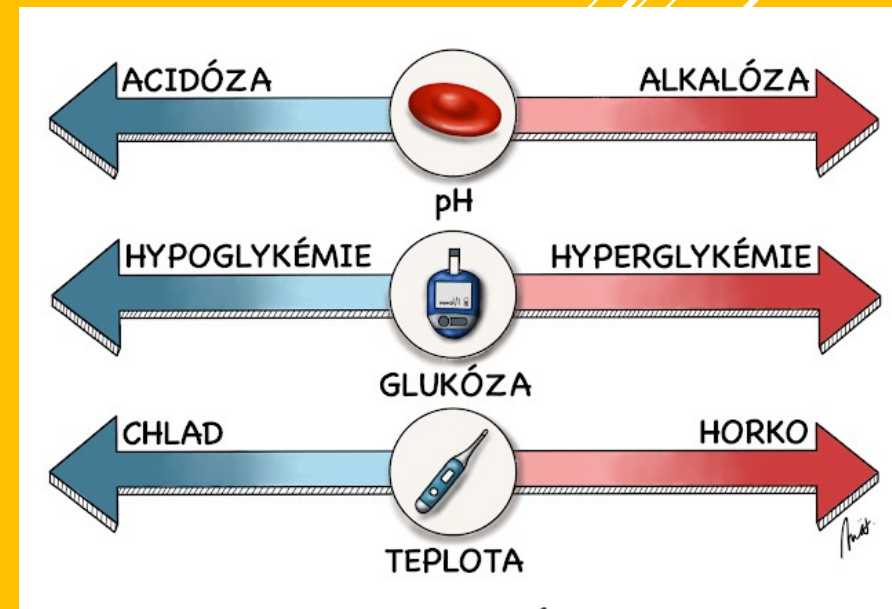
schopnost udržet stabilní vnitřní prostředí při měnících se vnějších podmínkách

příklady

pH

teplota

glykémie



CO UDRŽUJE A ŘÍDÍ **HOMEOSTÁZU**?

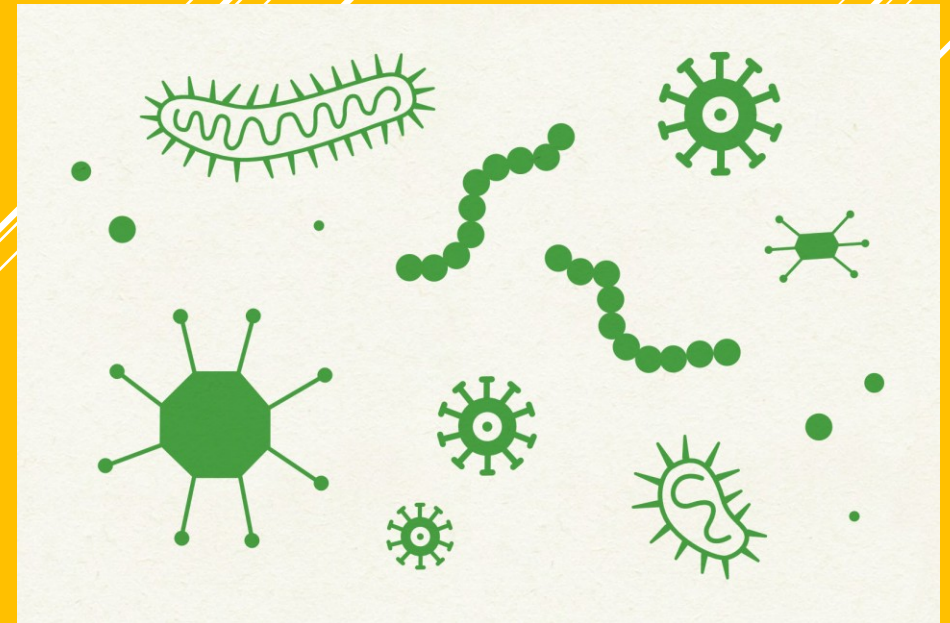
endokrinní systém

CNS

imunitní systém

JAKÉ JSOU ÚKOLY IMUNITY?

- + ochrana před **vnějším** nebezpečím (mikrobi – viry, bakterie)
- + ochrana proti **vnitřnímu** nebezpečím (nádory)
- odmítání transplantovaných orgánů



JAKÉ JSOU ZÁKLADNÍ SOUČÁSTI IMUNITY?

specializované buňky (imunocyty) a jejich **produkty** (protilátky, cytokiny)

bariérové orgány (kůže a sliznice)

fyziologické funkce (peristaltika, řasinkový epitel, kašel)

SCHEMATICKÉ DĚLENÍ IMUNITY

vrozená (nespecifická)

získaná (specifická)

látková (humorální)

buněčná (celulární)

S NESPECIFICKOU IMUNITOU SE RODÍME

1. buňky schopné fagocytózy

monocytomakrofágový systém

(monocyty v krvi a makrofágy v tkáních)

neutrofily (polymorfonukleáry)

2. NK buňky (řadí se mezi lymfocyty) - rychle zabíjí viry a nádorové buňky

3. komplement – soubor 30 bílkovin, kaskádovitě se aktivují, způsobí proděravění membrány a lýzu buňky

FAGOCYTÓZA JE ZÁKLADNÍ SOUČÁST NESPECIFICKÉ IMUNITY

chemotaxe lákání fagocytů k místu průniku bakterií chemotaxiny
(produkují bakterie, tkáně, samotné makrofágy)

prostup přes stěnu cévy

přilnutí k antigenu, zpevnění tzv. opsoniny – „ochucovavadla“
(protilátky, komplement)

pohlčení částice, vzniká fagozom

usmrcení – splynutí fagozomu a lysozomu obsah granul +
respirační vzplanutí - H_2O_2 , kyslíkové radikály

ZÁNĚT JE DŮSLEDKEM PŮSOBENÍ NESPECIFICKÉ IMUNITY

lokální příznaky

calor – zvýšené prokrvení oblasti zánětu

dolor – dráždění nervových zakončení mediátory zánětu

tumor – přestup tekutiny a bílkovin z propustných cév

rubor – dilatace cév

functio laesa – porucha funkce

ZÁNĚT JE DŮSLEDKEM PŮSOBENÍ NESPECIFICKÉ IMUNITY

celkové příznaky

horečka - svalový třes x pocení

spavost

nechutenství

leukocytóza – vyplavení neaktivních leukocytů

sedimentace erytrocytů – zvýšené množství bílkovin

bílkoviny akutní fáze – CRP (opsonizační efekt)

OBRANA PROBÍHÁ VE VLNÁCH

- 1.fáze** aktivace neutrofilů (hodiny, životnost několik hodin)
- 2.fáze** aktivace monocyto-makrofágového systému, životnost dny)
- 3.fáze** aktivace specifické imunity

SPECIFICKÁ IMUNITA JE VÝRAZNĚ ÚČINNĚJŠÍ

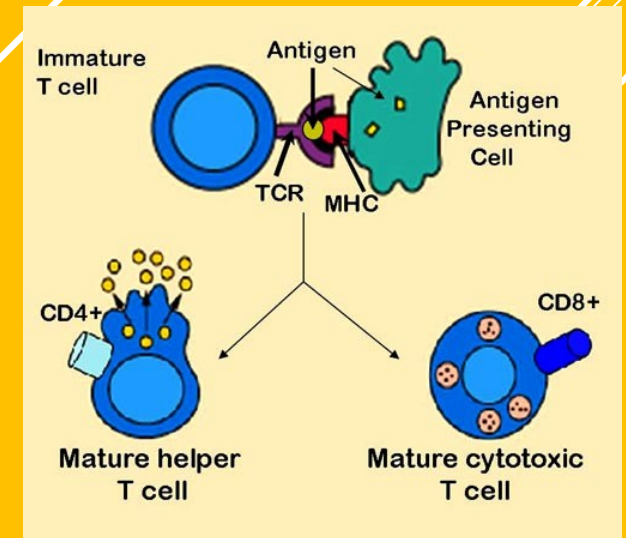
- není vrozená
- specificky rozeznává cizí antigeny
- má imunologickou paměť
- je funkcí lymfocytů (životnost týdny až roky)
- humorální a buněčná složka – navzájem se podporují

SPECIFICKÁ IMUNITA JE ZÁVISLÁ NA IMUNITĚ NESPECIFICKÉ

T-lymfocyty se aktivují až po setkání s **APC**

APC – antigen prezentující buňky – makrofágy, monocyty, dendritické buňky, B-lymfocyty

antigen se po fagocytóze **vystaví na povrchu**



BUNĚČNOU SPECIFICKOU IMUNITU TVOŘÍ T-LYMFOCYTY

dozrávají v **thymu**

prochází školením, jak rozpoznat vlastní,
bezpečné antigeny(peptidy) –
95% neprojde a jsou **zničeny (apoptóza)**



T-LYMFOCYTY SE DĚLÍ DO 3 HLAVNÍCH SKUPIN

T_C – cytotoxické bb – přilnutí k poškozené buňce (bakterie, vlastní buňka napadená virem, nebo nádorem, transplantát), poškození membrány a zničení

T_H – pomocné bb – regulují a řídí celou imunitu prostřednictvím cytokinů, aktivují **T_C bb**, **makrofágy**, **neutrofily**, **samy sebe**, řídí vyžívání **B-lymfocytů**

T_S (T_{reg}) – supresorické (regulační) bb – ukončují imunitní odpověď po eliminaci patogenu

IMUNOCYTY SE NACHÁZEJÍ **VŠUDE**

- v **primárních lymfatických orgánech** (kostní dřeň, thymus)
- **sekundárních lymfatických orgánech** (LU, slezina, tonsily, MALT)
- **krvi**
- v **tkáních**

HUMORÁLNÍ SPECIFICKOU IMUNITU ZPROSTŘEDKOVÁVAJÍ **B-LYMFOCYTY**

B-lymfocyty vznikají a dozrávají v **kostní dřeni** (u ptáků bursa Fabricii)
po stimulaci antigenem se mění v:

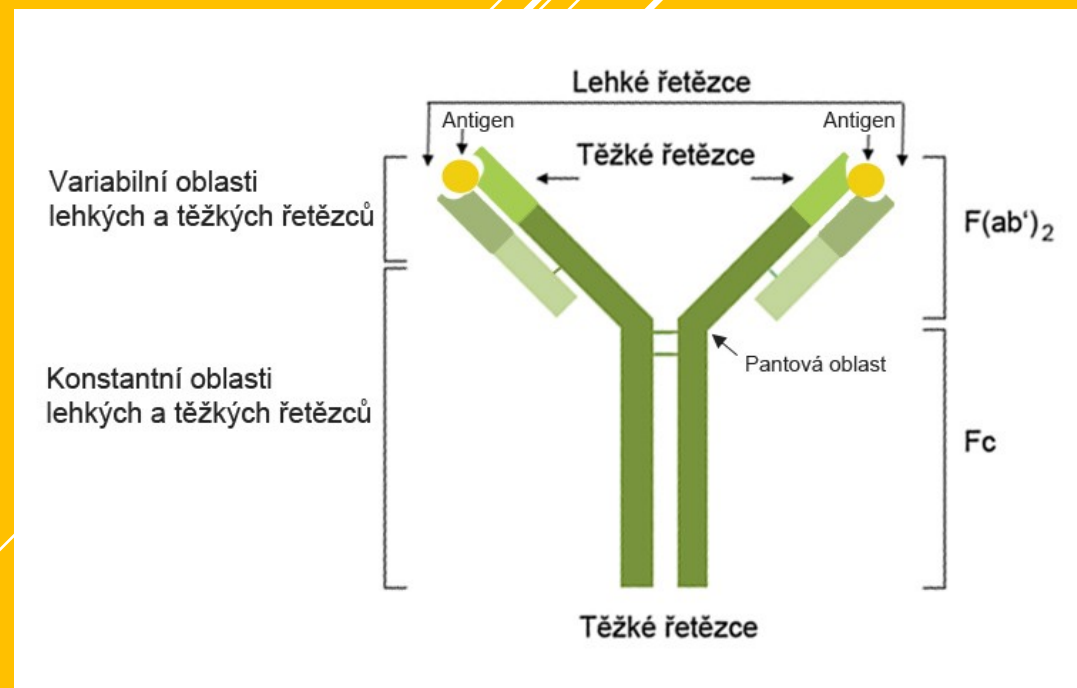
plazmatické bb – tvoří specifické protilátky (životnost několik dní)

B-paměťové bb – rychlá aktivace při opětovném setkání s antigenem

PROTILÁTKY PŮSOBÍ PROTI EXTRACELULÁRNÍM PARAZITŮM

účinek přímý – neutralizace, zablokování antigenu (toxin se nemůže navázat na cílovou tkáň)

**účinek nepřímý – opsonizace,
aktivace komplementu**



PROTILÁTKY SE DĚLÍ DO 5 TŘÍD

IgG – 80% všech protilátek – aktivace komplementu, inaktivace toxinů, opsonizace

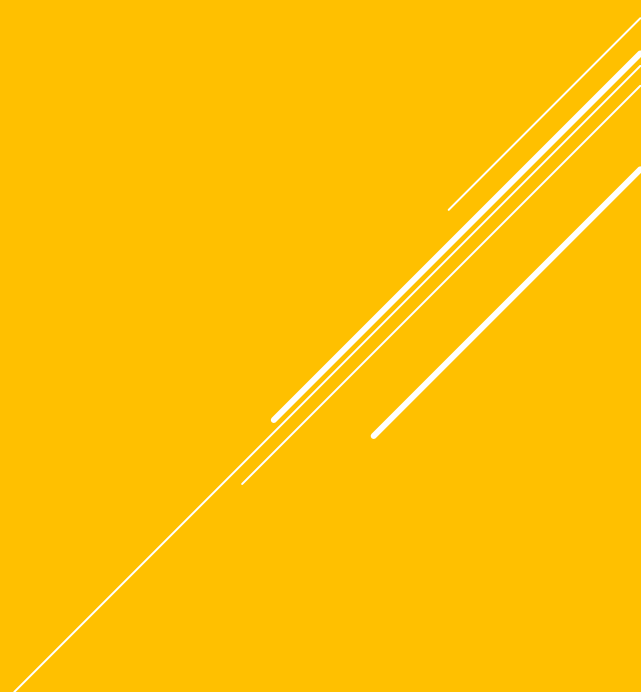
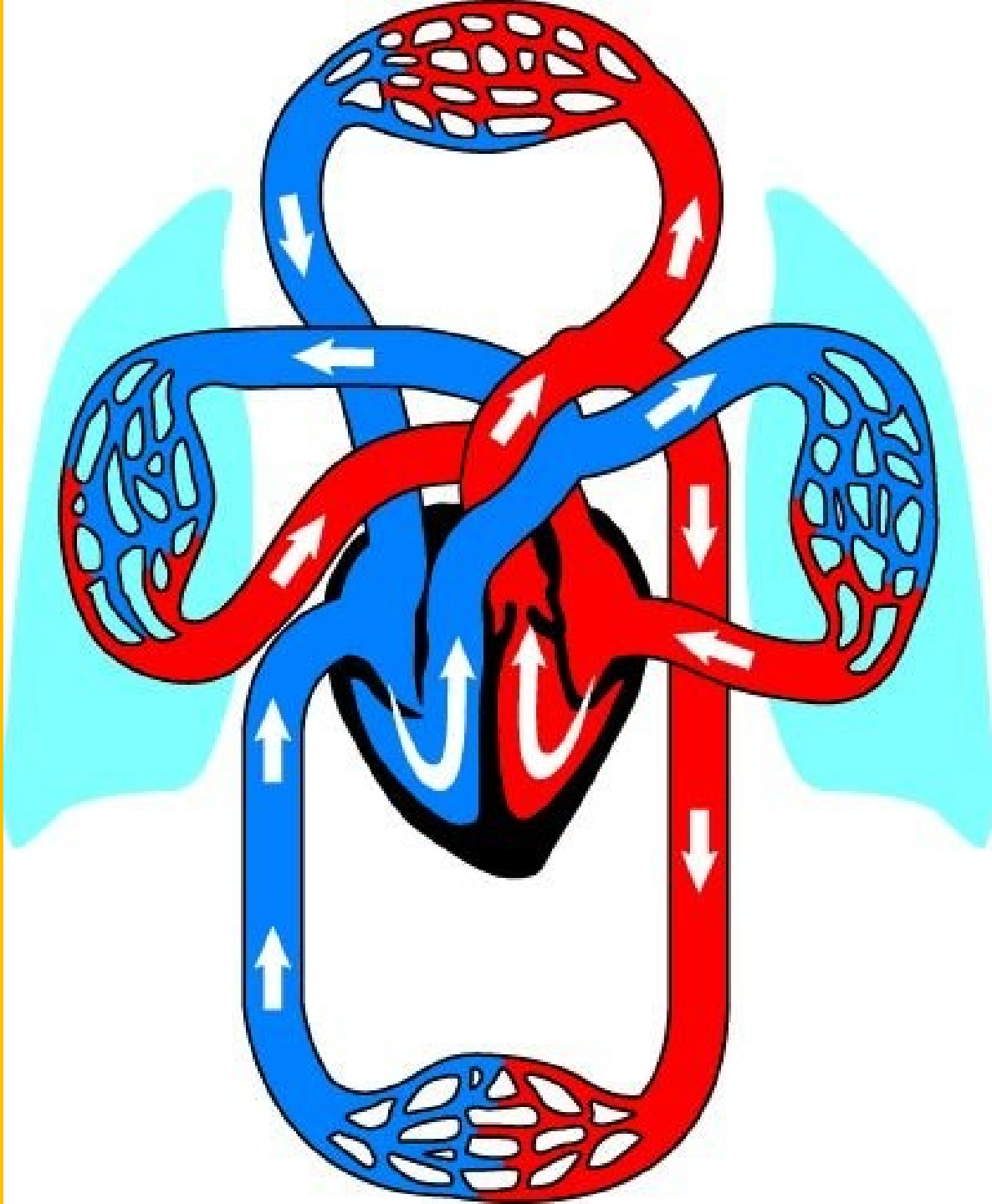
IgM – první protilátky po narození cca v 6 měsících, aglutinují mikroorganismy

IgA – sekreční protilátky – slzy, sliny, sliznice, mléčná žláza

IgD – fce málo známa

IgE – u alergických reakcí

KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM



DIFÚZE K ZÁSOBOVÁNÍ TKÁNÍ **NESTAČÍ**

čerpadlo (**srdce**) vhání krev do dvou oběhových systémů, **sériově** zapojených

velký oběh (systémový, vysokotlaký) – levá komora, aorta, tepny, vlásečnice, žíly, horní a dolní dutá žíla, pravá síň

paralelně **mízní systém** – mízní vlásečnice, cévy, uzliny, mízní kmeny

malý oběh (plicní, nízkotlaký) – pravá komora, plicní kmen, plicní tepny, plíce, plicní žíly, levá síň

hlavní funkce – přívod tkáním kyslík a výživu z GIT, odvod CO₂ do plic a metabolické produkty do ledvin

SRDCE JE SPOLEHLIVÉ ČERPADLO

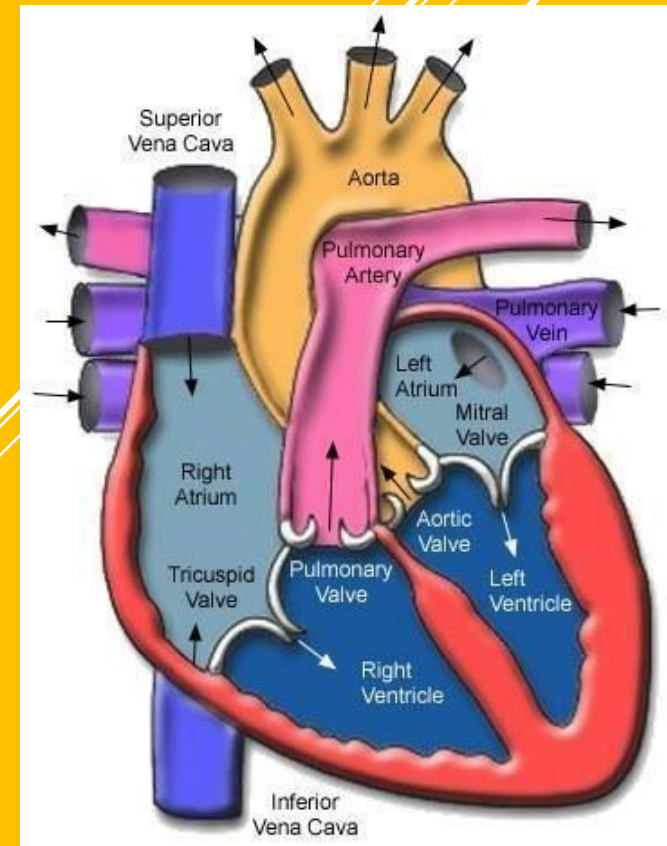
buňky **pracovního myokardu** + **převodního systému** (schopny samovolně generovat vzruch)

4 oddíly (**2 síně** + **2 komory**) se rytmicky stahují (**systola**) a ochabují (**diastola**)

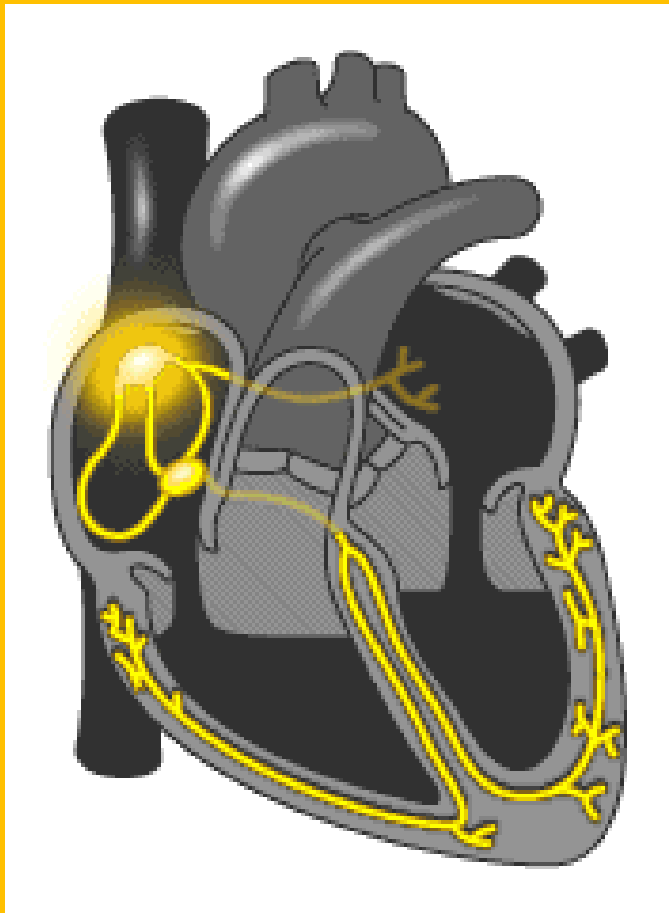
systolický objem 70-100 ml

frekvence 72/min

minutový srdeční výdej 4-6 l



PŘEVODNÍ SYSTÉM UDÁVÁ SRDEČNÍMU CYKLU PEVNÝ ŘÁD



SA uzel generuje vzruchy – cca 70/min

pracovní myokard reaguje **stahem** (systola –
vypuzení krve)

a poté **ochabnutím** (diastola – **plnění**)

celý cyklus má 4 fáze

MALÁ ODBOČKA K SRDEČNÍM CHLOPNÍM

cípaté chlopně

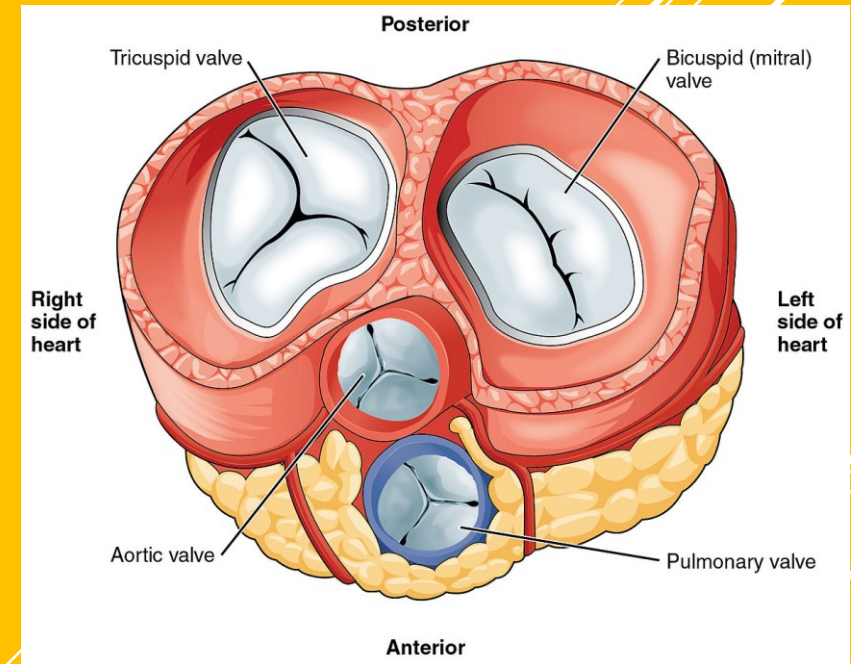
mitrální mezi LS a LK

trikuspidální mezi PS a PK

poloměsíčité chlopně

aortální mezi LK a aortou

plicní mezi PK a plicnicí



uzavírání a otevírání je **pasivní**, dle **tlakového gradientu** proudící krve

SYSTOLA I DIASTOLA MÁ 2 PODFÁZE

systola

1. fáze izovolumické kontrakce 60 ms

všechny chlopně zavřené → svalovina se stahuje ka
nestlačitelné kapaliny → **objem komor se nemění**

2. fáze ejekční (izotonická) 200 ms

tlak v K > ve velkých cévách, poloměsíčné chlopně se **otvírají**
(1. ozva)

tlak stoupá do poloviny fáze (systolický tlak), poté klesá až na
minimum, **uzavírají** se poloměsíčné chlopně (**2. ozva**)



SYSTOLA I DIASTOLA MÁ 2 PODFÁZE

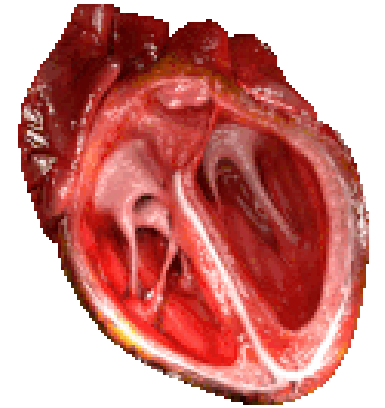
diastola

1. fáze izovolumické relaxace 50 ms

všechny chlopně uzavřeny, myokard relaxuje, tlak v K klesá, v důsledku otevření cípatých chlopní, komory se plní

2. fáze plnění (izotonická) 450 ms

tlak v K téměř **0**, **objem rychle roste**, nejdříve rychle, pak pomalu a nakonec opět rychle v důsledku systoly síní



MINUTOVÝ SRDEČNÍ OBJEM JE PARAMETREM SRDEČNÍHO VÝKONU

$$MSV = SF \times SO = 70 \times 80 \text{ ml} = 5\,600 \text{ ml}$$

při námaze se zvětší až 4x

velikost MSV ovlivňuje **srdeční frekvence a systolický objem**

SYSTOLICKÝ OBJEM OVLIVŇUJÍ 3 FAKTORY

1. komorové předtížení (preload) – velikost náplně komory
čím je **víc komora naplněná**, tím **větší je kontrakce** (Frank – Starlingův z.)

závisí na **velikosti žilního návratu**

- množství krve v oběhu
- velikost konstrikce žil
- účinnost venózní pumpy kosterních svalů
- tlak v dutině hrudní – při nádechu se žilní návrat zvyšuje

SYSTOLICKÝ OBJEM OVLIVŇUJÍ 3 FAKTORY

2. komorové dotížení (afterload)

odpor, proti němuž komora krev vypuzuje (tlak v tepnách)
při zvýšení afterloadu se **zvyšuje** potřeba kyslíku v myokardu

3. kontraktilita – schopnost měnit sílu stahu nezávisle na velikosti náplně komory

k. zvyšuje **aktivita sympatiku** – noradrenalin, dále kofein, glukagon...
pozitivně **inotropní** efekt

PŘI ZVÝŠENÍ SF ROSTE MSV

musí být splněny **2 podmínky**

- dostatečný žilní návrat
- SF nesmí přesáhnout tzv. **kritickou frekvenci** – zkracuje se trvání diastoly

NENÍ CÉVA JAKO CÉVA

3 základní **typy** cév

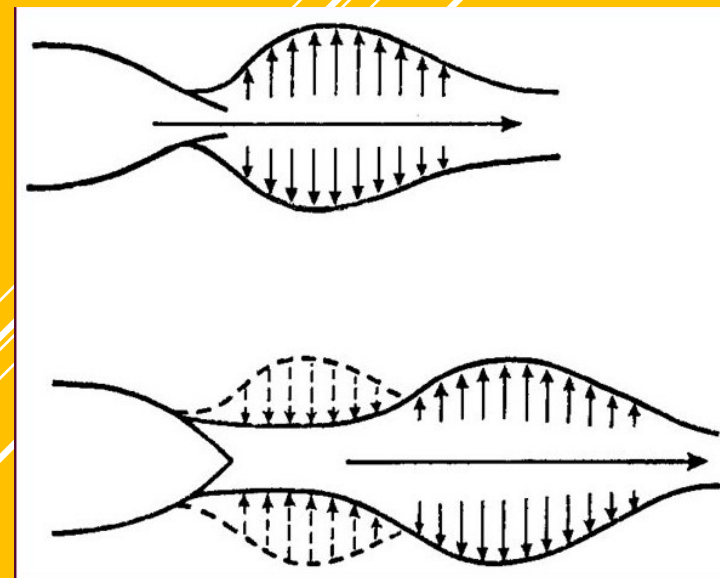
pružníkové cévy – aorta a velké tepny – i v diastole plynulý tok

rezistenční cévy - schopny měnit svůj průsvit (výrazná svalová vrstva)

kapacitní cévy – žíly a cévy malého oběhu, „uskladnění“ krve

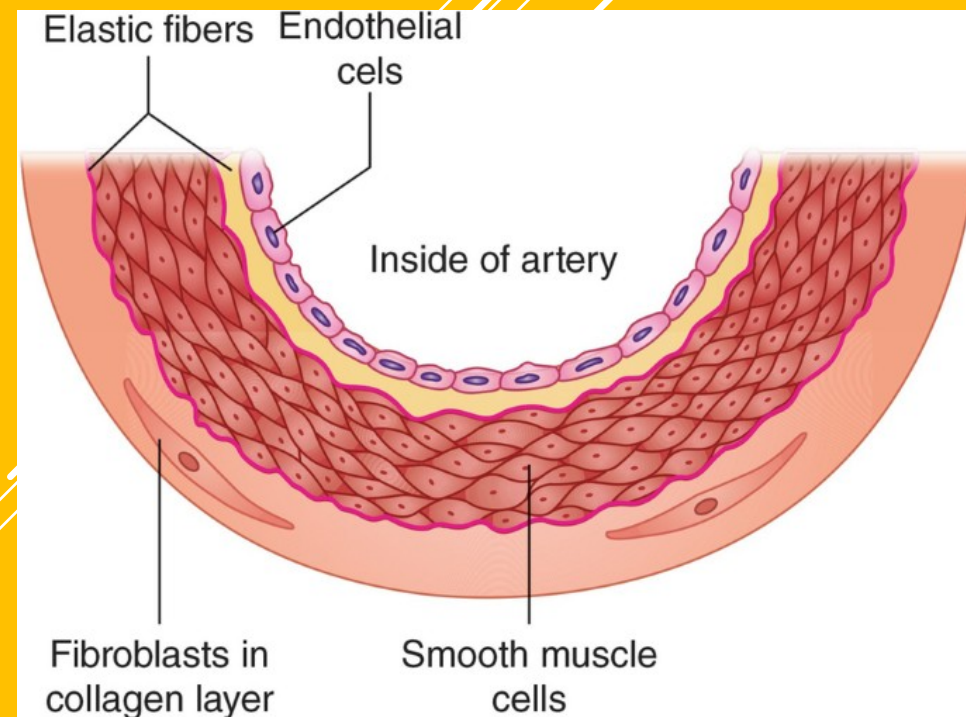
AORTA A VELKÉ TEPNY JSOU TZV. PRUŽNÍKY

- úkolem pružníku je **přeměna** pulzního proudu krve na **plynulý tok**
- po otevření aortální chlopně se aorta **roztáhne a zpomalí** tok
- po uzavření se opět **zúží a zrychlí** se tok krve
- rychlost proudění – aorta 20cm/s, kapiláry 0,03 cm/s, velké žíly 15 cm/s



STŘEDNĚ VELKÉ TEPNY REGULUJÍ TOK KRVE ORGÁNY

- množství krve, proudící do orgánu závisí na **důležitosti** orgánu a jeho momentální spotřebě, dané okolnostmi
- přednostně mozek (13%MSV), srdce, ledviny (20% MSV)
- **průtok** je efektivně **regulován**
- **rezistenční** funkce cév – hladká svalovina způsobí vazokonstrikci → průtok krve orgánem se sníž



CELKOVÝ OBJEM KRVE NENÍ VE VŠECH ČÁSTECH ŘEČIŠTĚ STEJNÝ

- systémový oběh 84%, plicní oběh 9%, srdce 7%
- v nízkotlakém systému 70% → tvoří **rezervoár krve**, ze kterého se může **doplnit objem** v případě potřeby

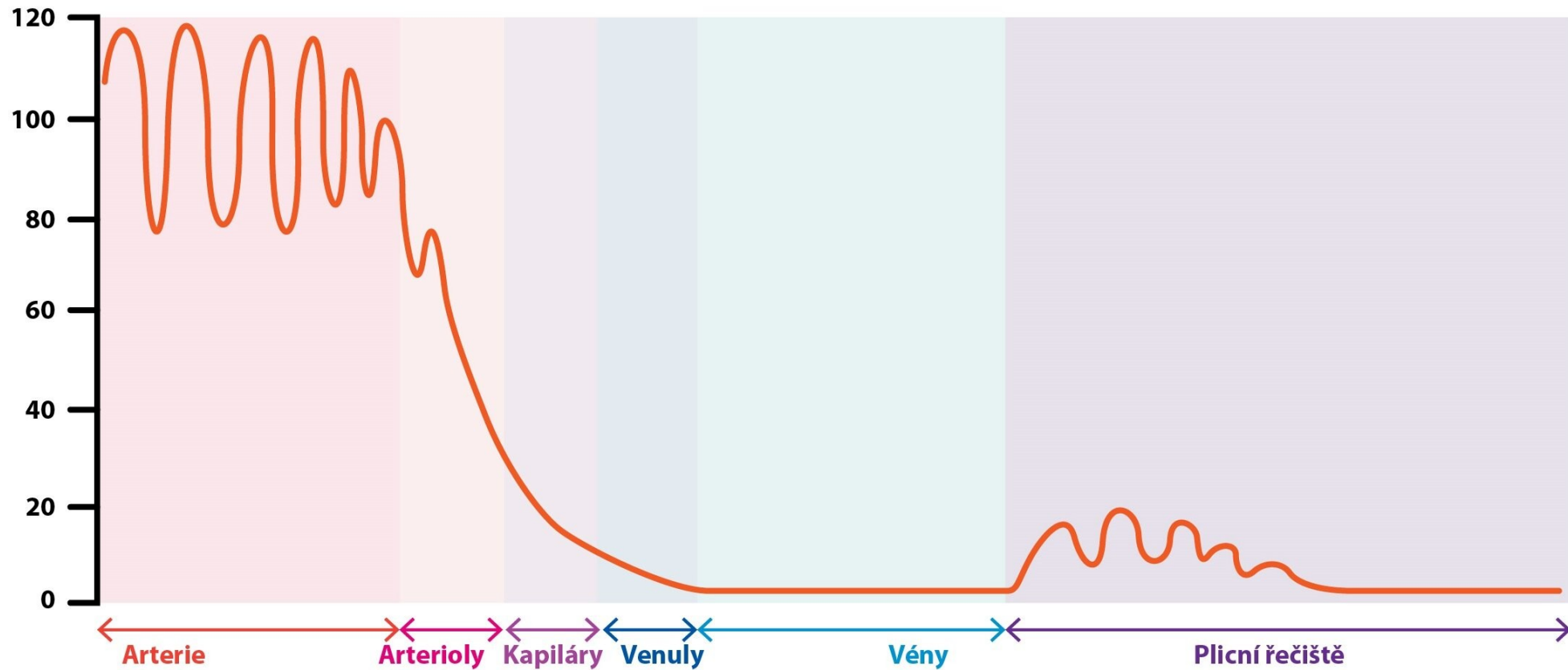
pozn. nízkotlaký systém - malý oběh, pravé srdce, žilní systém

TLAK V KRVE V TEPNÁCH KOLÍSÁ

- **nejvyšší tlak** je ve **vypuzovací fázi systoly**
TK **systolický**, cca **120 mmHg** - závisí na velikosti systolického objemu
- **nejnižší** je v **izovolumické fázi systoly** (aortální chlopeň je zavřena)
TK **diastolický**, cca **80 mmHg** - závisí na periferní rezistenci
- **střední tlak** – průměrný tlak v průběhu cyklu – diastolický + 1/3 amplitudy... cca 93 mmHg
- TK klesá až v malých tepénkách na cca 30 mm Hg a méně

TLAK V KRVE V TEPNÁCH KOLÍŠÁ

tlak (mm Hg)



NORMÁLNÍ KREVNÍ TLAK ZÁVISÍ I NA VĚKU

do středního věku je norma **90-140/60-90 mmHg**
v seniorském věku až **160-90 mmHg**

správné měření TK – **na paži v úrovni srdce**

Manžeta odpovídá velikosti paže podle pokynů přístroje

Validovaný elektrický přístroj s manžetou na paži (www.stridebp.org)

Paže je obnažená a v klidu, střed paže na úrovni srdce

Podepřená záda

Nepřekřížená chodidla

Proveďte dvě měření krevního tlaku v jednodominutových intervalech ráno a večer

30 minut před měřením nekuřte, nejzte, nepijte kávu a necvičte

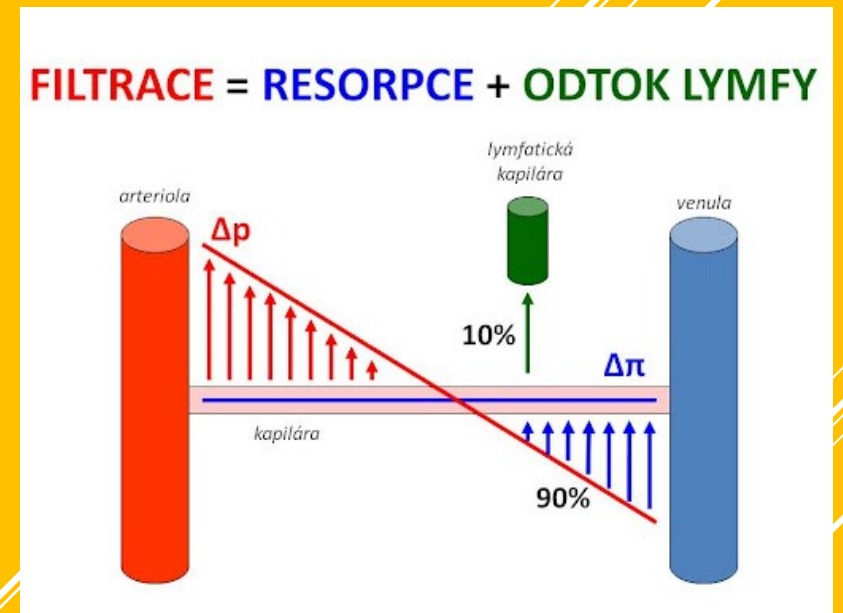
Klidné prostředí a komfortní teplota

Na 3-5 minut se posaďte a relaxujte

V průběhu měření nebo mezi měřeními nemluvte

CO SE DĚJE V KAPILÁRÁCH

- v kapilárách je **6% objemu** krve
- kapiláry jsou porézní – jejich **endotel** je permeabilní
- **voda a ionty procházejí volně**, bílkoviny a makromolekuly ne
- **filtrace** – transport látek do tkáně (intersticia)
- **resorbce** – transport látek z tkáně do kapiláry
- závisí na rozdílu gradientů **hydrostatického tlaku** (generovaný srdcem) a **tlaku onkotického** (generován bílkovinami v plazmě)
- **hydrostatický tlak je větší než onkotický** – filtrace
- **onkotický tlak je větší než hydrostatický** - resorbce



REGULACE KV SYSTÉMU JE KOMPLEXNÍ A SLOŽITÁ

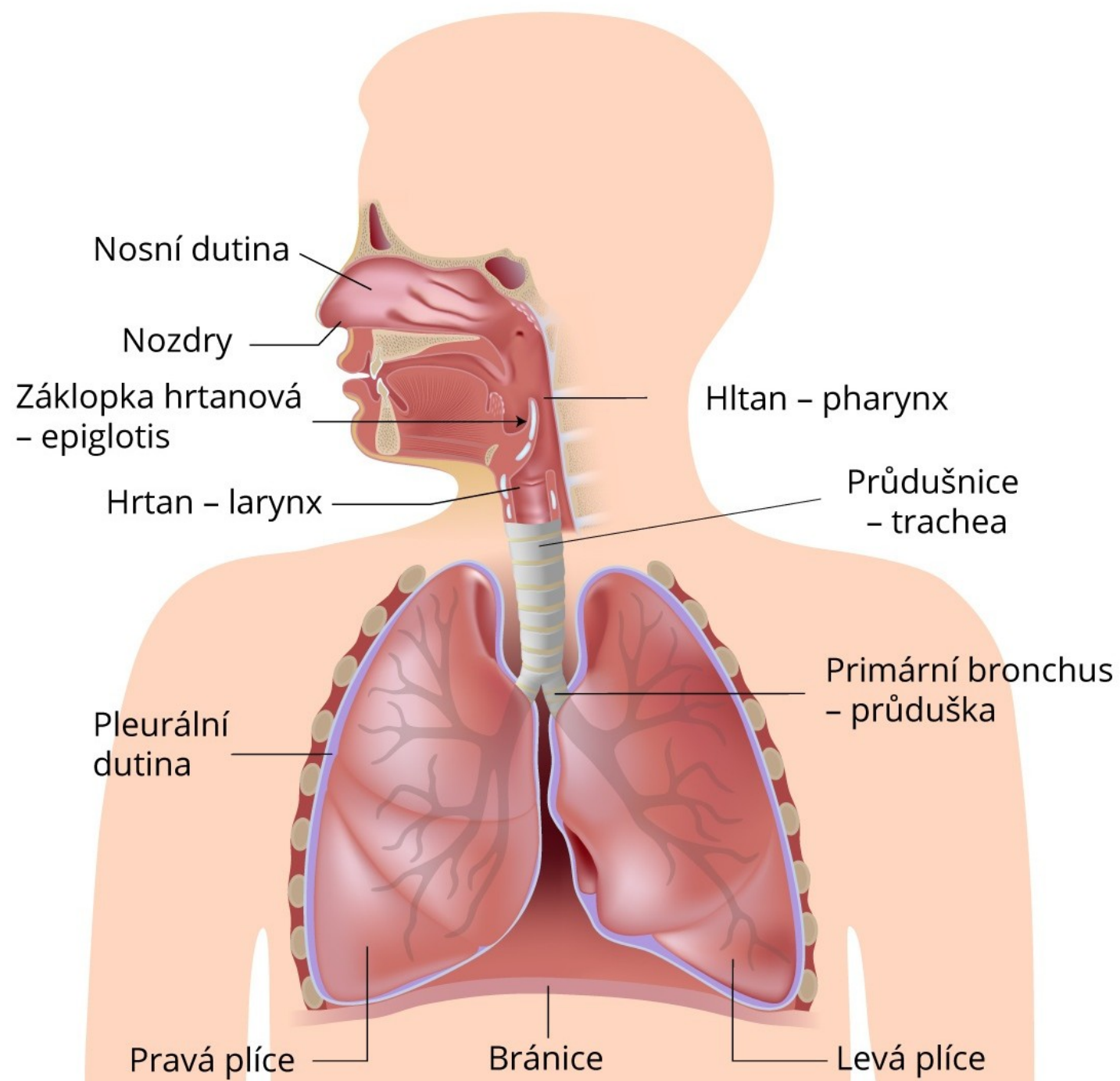
- změna srdečního výdeje
- změna průměru odporových cév
- změna množství krve v kapacitním systému

regulace **lokální** (autoregulace – hladina O_2 , CO_2 , metabolitů, produktů endotelu) a **systémová** (navzájem spolupracují)

systémová regulace – **vazomotorické ústředí** v mozkovém kmeni získává informace z **baroreceptorů** (vysokotlakých a nízkotlakých) a **chemoreceptorů** → **regulace cestou vegetativního systému** (sy, pasy) a **humorálního systému** (RAA systém, ANP, dřeň nadledvin)

DÝCHACÍ SYSTÉM

The image features a solid yellow background. In the center, the text "DÝCHACÍ SYSTÉM" is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white diagonal lines that extend from the top right towards the bottom left, creating a sense of motion or a modern design element.



ŽIVÝ ORGANISMUS POTŘEBUJE ENERGIÍ

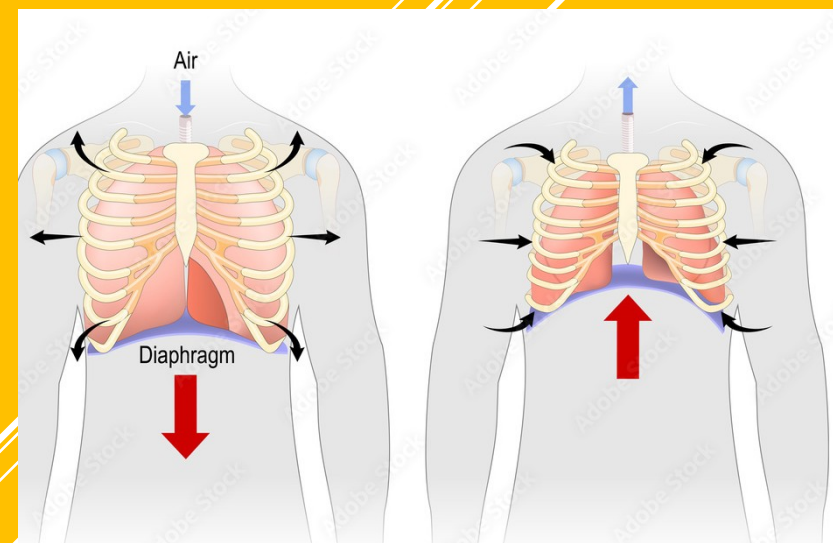
- energie vzniká **oxidací živin** - spotřeba **kyslíku** a tvorba **CO₂**
- v klidu je spotřeba 250 ml O₂ a tvorba 200 ml CO₂/min
- plyny se mění:
 - v **plicních sklípcích** mezi atmosférou a krví – **zevní dýchání (ventilace)**
 - v **tkáních** mezi bb a krví – **vnitřní dýchání (respirace)**

ZEVNÍ DÝCHÁNÍ UMOŽŇUJE VENTILACE

cyklické opakování **vdechu** a **výdechu**

vdech – nasávání vzduchu, plíce zvětšují objem

výdech – vypuzování vzduchu, plíce zmenšují objem



důležitá je **elasticita** plic a hrudního koše a jejich **souhlasný pohyb**

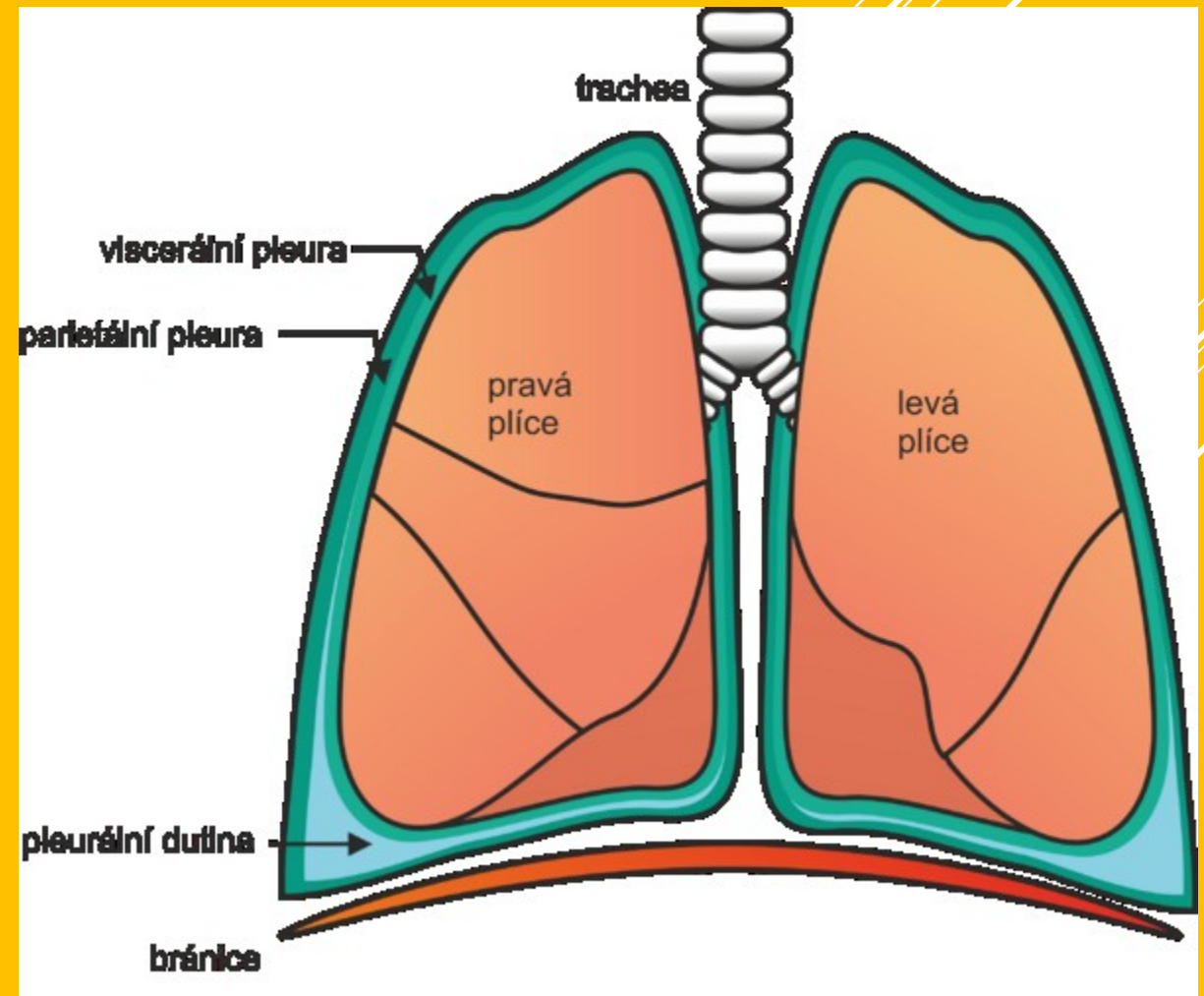
POHRUDNICE ZAJISTÍ POHYB PLIC S HRUDNÍKEM

2 listy - **viscerální** srostlý s plícemi
parietální se dotýká hrudní stěny

pleurální tlak - tlak mezi 2 listy pleury

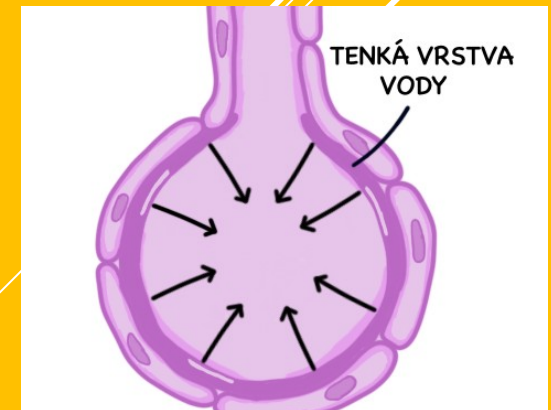
trvale negativní $-2-8 \text{ cmH}_2\text{O}$, při nádechu se negativita zvětšuje

díky němu plíce sledují pohyby hrudníku



PLÍCE JSOU PRUŽNÝ ORGÁN

- **elasticita** je dána přítomností elastických vláken v plicní tkáni
fyzikálním vyjádřením je **poddajnost - compliance**
- čím **větší elasticita**, tím snadněji **zvětší objem** při změně tlaku
- elasticitu **zmenšuje** povrchové napětí v alveolech → **podporuje smršťivost**
- **proti vlivu** povrchového napětí působí **surfaktant**

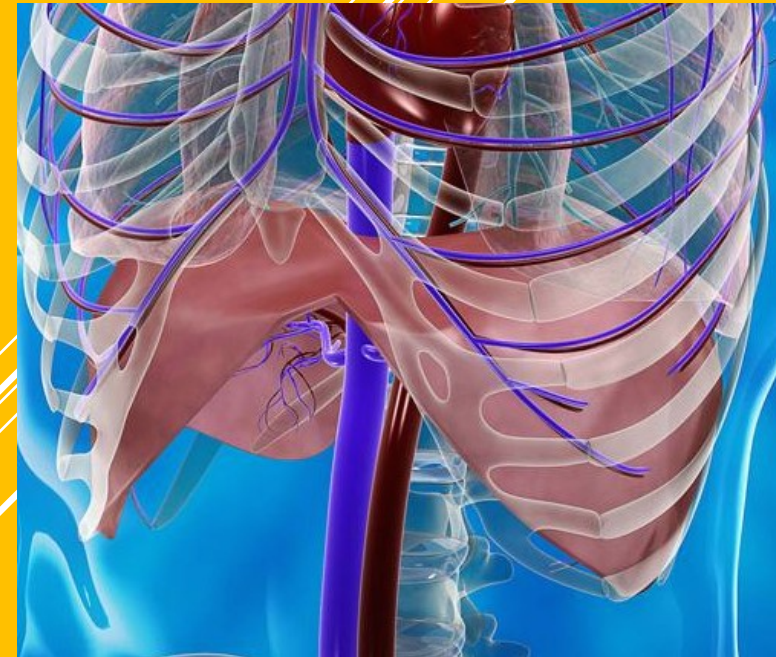


VDECH A VÝDECH TVOŘÍ DECHOVÝ CYKLUS

12-16x/min

vdech (inspirium)

- při klidném dýchání aktivní děj
- hlavní inspirační svaly – bránice, mezižeberní svaly
- pomocné – prsní, podklíčkové a zvedače hlavy
- rozpínání hrudníku – vytváření prostoru pro plíce
- interpleurální tlak a alveolární tlak klesá → vzduch se žene do plic
- objem plic roste



VDECH A VÝDECH TVOŘÍ DECHOVÝ CYKLUS

výdech (expirium)

- při klidném dýchání **pasivní** děj
- svalově minimálně náročný pohyb
- napětí inspiračních svalů **klesá**, bránice se **elevuje**
- hrudník **se zmenšuje**
- pleurální tlak a alveolární tlak stoupá → vzduch se žene z plic
- **objem** plic **klesá**

SLOVNÍČEK POJMŮ

eupnoe – klidové dýchání

tachypnoe – zrychlené dýchání

hyperpnoe – prohloubené dýchání

apnoe – zástava dýchání

dyspnoe – dušnost, namáhavé dýchání s pocitem nedostatku vzduchu

ortopnoe – dušnost vázaná na polohu vleže, ve vzpřímené poloze se dýchá lépe

PLICNÍ OBJEMY A KAPACITY

VT – **dechový objem** **0,5-0,8l**

IRV – **inspirační rezervní objem** – vdechnutí po maximální možném nádechu – 3l

ERV – **expirační rezervní objem** - to samé po výdechu – 1l

RV – **reziduální objem** – množství vzduchu v plicích po maximálním výdechu – 1,5l

VC – **vitální kapacita plic** – VT+IRV+ERV – **5l**

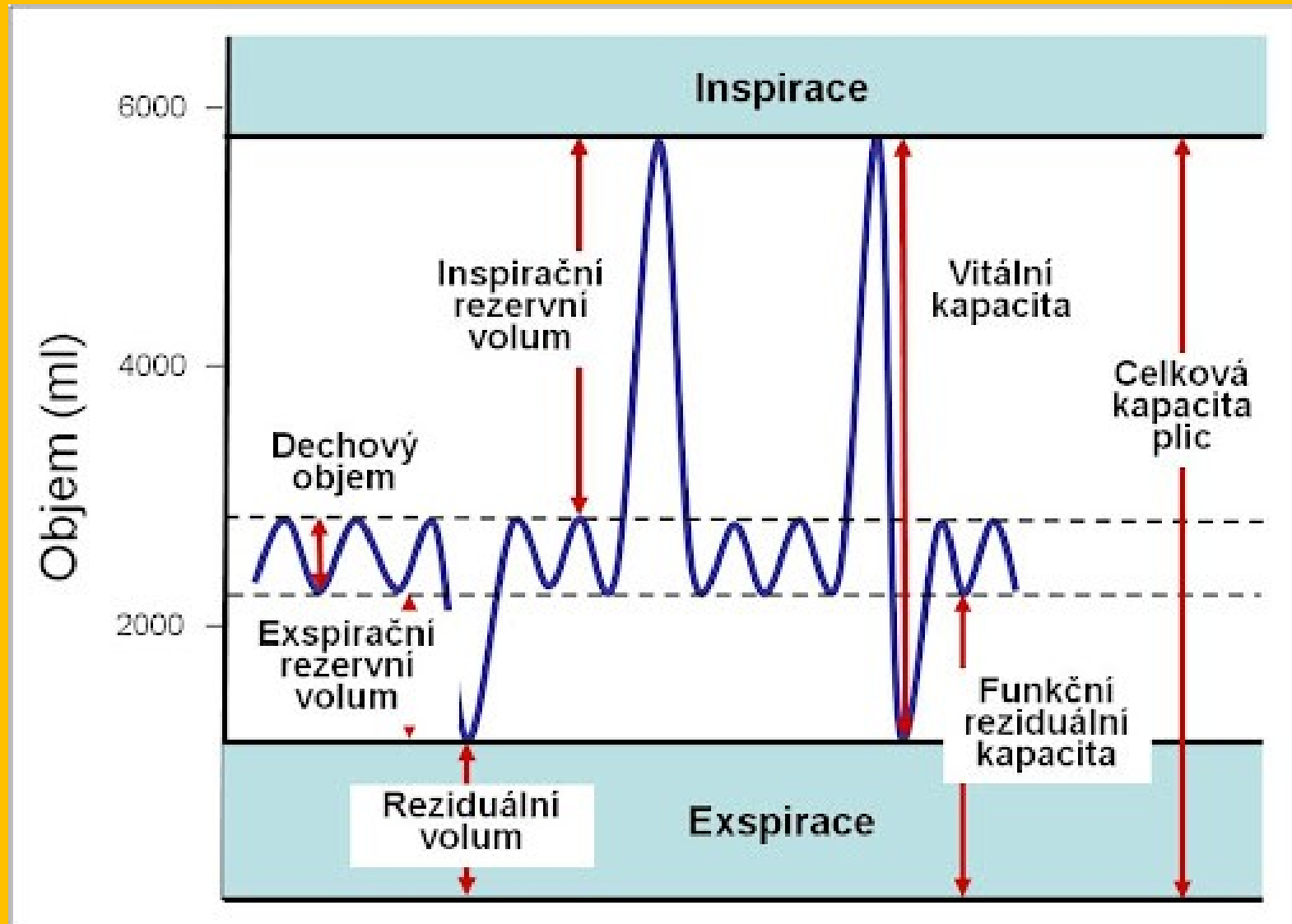
TLC – **celková kapacita plic** – VC+RV – 6,5l

D_f – **dechová frekvence** – 12-16/min

VE – **minutová ventilace** – $D_f \times VT$ – 7l

MMV – **maximální minutová ventilace** – 125-170l/min

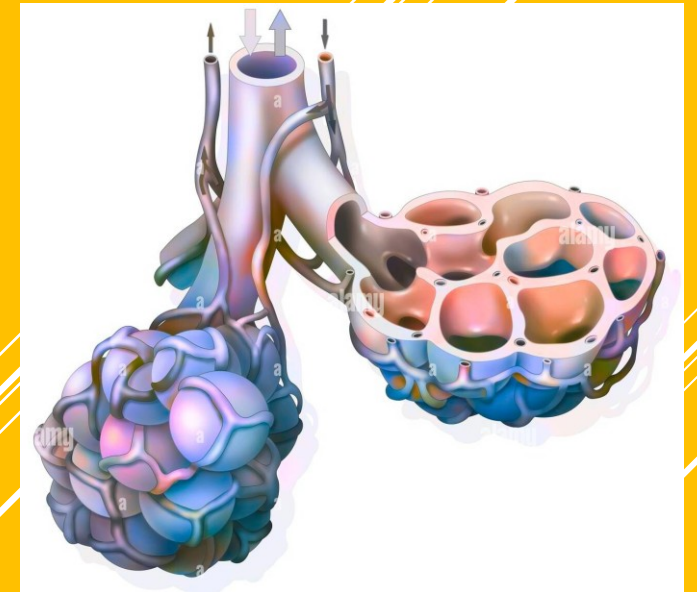
PLICNÍ OBJEMY A KAPACITY



ALVEOLÁRNÍ VZDUCH MÁ JINÉ SLOŽENÍ NEŽ ATMOSFERICKÝ

méně O_2 a více CO_2 a H_2O

- vliv mrtvého prostoru
- neustálá výměna O_2 a CO_2 v plicních sklípcích
- zvlhčování vzduchu v dýchacích cestách před vstupem do plic



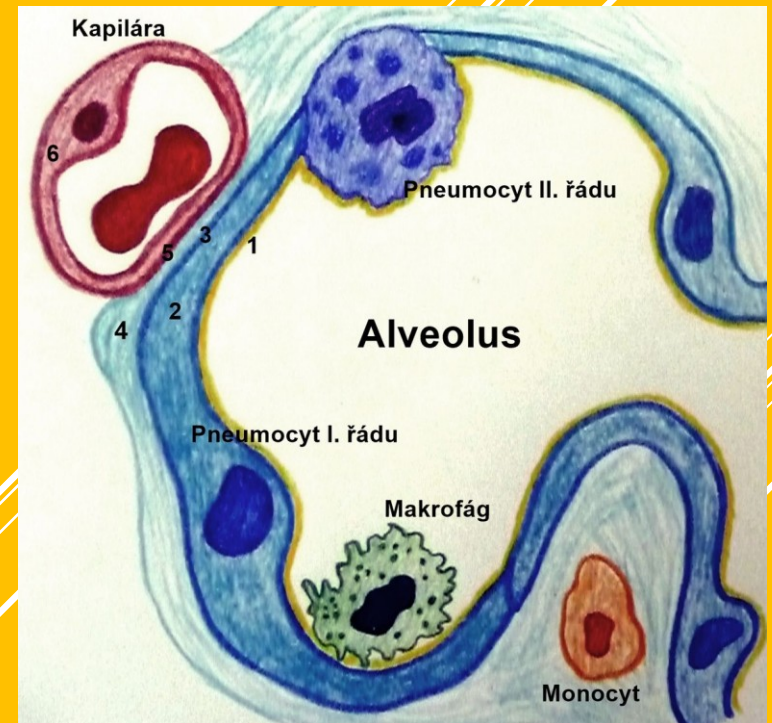
složení je velmi stabilní – na konci výdechu zůstává v plicích 2,5l „starého vzduchu“

VÝMĚNA PLYNŮ PROBÍHÁ PŘES ALVEOLOKAPILÁRNÍ MEMBRÁNU

tloušťka 0,6 mikrometru

složení:

- surfaktant
- alveolární epitel
- 2 bazální membrány oddělené intersticiálním prostorem
- endotel kapiláry
- stěna krvinky

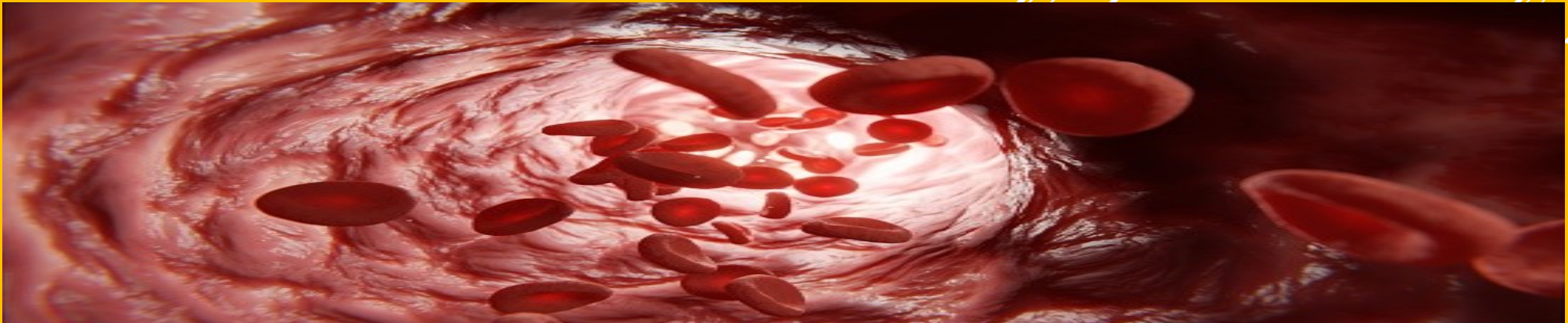


difúzní kapacita přímo úměrná velikosti difúzní plochy (100m^2), tlakovému gradientu a nepřímo úměrná tloušťce membrány

KYSLÍK SE V KRVI PŘENÁŠÍ VE DVOU FORMÁCH

fyzikálně rozpuštěný v plazmě – 3ml O₂/l krve

chemicky vázaný na hemoglobin – 201ml O₂/l krve → kyslíková kapacita krve – cca 1l O₂ za minutu



HEMOGLOBIN JE TRANSPORTNÍ PROTEIN

- **4 podjednotky**, každá obsahuje **hem** (porfyrin + Fe^{2+}) + **globin**
- **Fe^{2+}** reverzibilně váže **1 molekulu O_2** procesem **oxygenace**
- vazba 1.molekuly O_2 zvyšuje afinitu hemoglobinu k dalšímu atd.

další faktory ovlivňující afinitu kyslíku k hemoglobinu

zvyšují - \uparrow pH, \downarrow teplota, \downarrow p CO_2 , \downarrow difosfoglycerát

snižují - \downarrow pH, \uparrow teplota, \uparrow p CO_2 , \uparrow difosfoglycerát

arteriovenózní difference O_2

- 1 litr krve je schopen vázat **200 ml O_2**
- z každého litru odeberou tkáně cca **46 ml O_2**

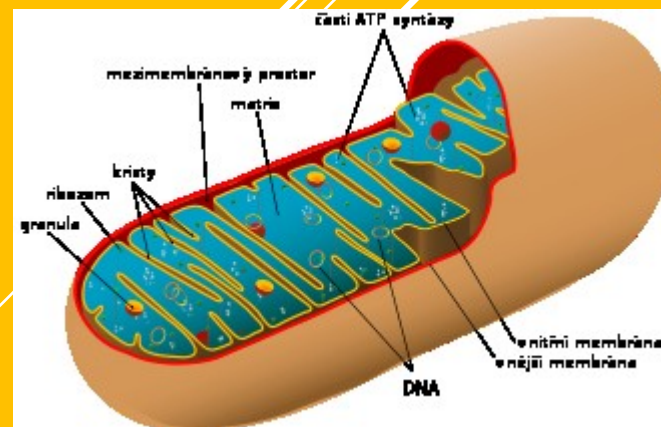
K ČEMU NÁM TEN KYSLÍK VLASTNĚ JE?

vnitřní dýchání (respirace) – výměna dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi

O_2 se v mitochondriích užívá k **oxidaci živin** za vzniku H_2O a CO_2 + energie

energie se spotřebovává přímo **buňkou**, nebo se ukládá **do makroergních fosfátových vazeb (ATP)**

CO_2 zpět do krve



OXID UHLIČITÝ MÁ VÍCE VARIANT PŘENOSU

- organismus vyprodukuje 200 ml CO₂/min
- z bb do kapilár a do plic → atmosféra

10% se fyzikálně rozpouští v plazmě

10% se naváže na hemoglobin za vzniku karbaminohemoglobinu

80% se mění v erytrocytech na H₂CO₃, která disociuje na H⁺ a HCO₃⁻

30% zůstává v erytrocytech

50% se uvolňuje do plazmy

HNACÍ SILOU DIFUZE PLYNŮ JE ROZDÍL PARCIÁLNÍCH TLAKŮ PLYNŮ

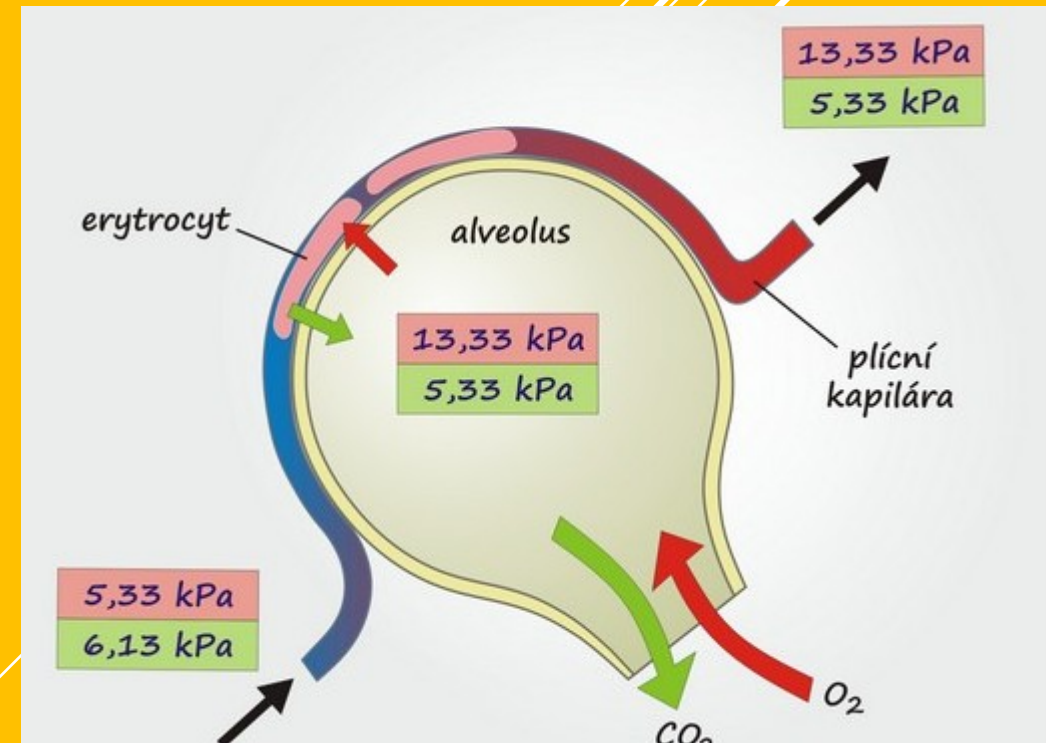
pO_2 v alevolu a tepenné krvi **13 kPa**

pO_2 v žilní krvi **5 kPa**

pCO_2 v alevolu a tepenné krvi **5 kPa**

pCO_2 v žilní krvi **6 kPa**

pozn. 1 mmHg = 1 torr = 0,13kPa



REGULACE DÝCHÁNÍ JE NERVOVÁ A CHEMICKÁ

nervová – volní a automatická

volní – řízeno z mozkové kůry – zadržet dech, měnit frekvenci, hloubku

automatické – dechové centrum v prodloužené míše a mostu

chemická – závisí na koncentraci O_2 , CO_2 a H^+ , je registrována chemoreceptory

centrální – pod povrchem prodloužené míchy – reakce na $\uparrow H^+$ → stoupne ventilace

periferní – karotická a aortální tělíska – reagují na koncentraci $\uparrow CO_2$ a $\downarrow O_2$

TRÁVICÍ SYSTÉM

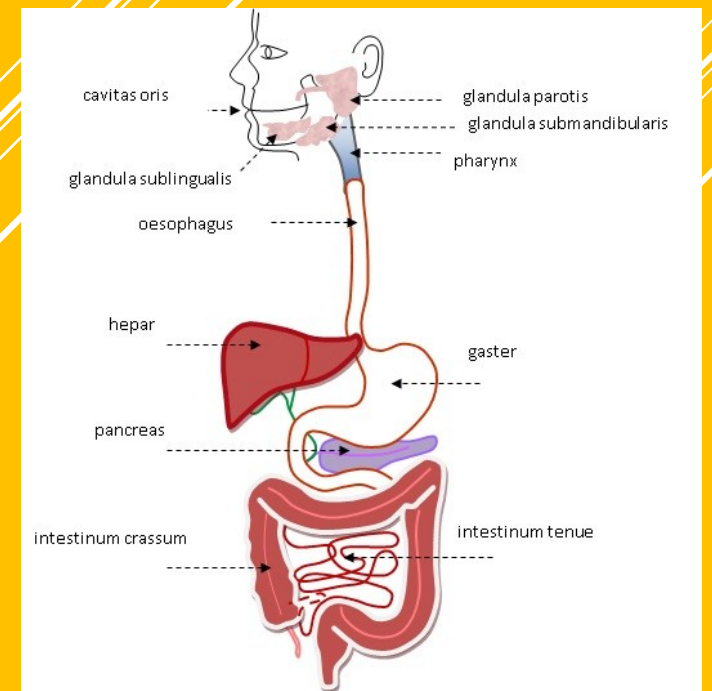
The image features a solid yellow background. On the right side, there are several parallel white diagonal lines that extend from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion and modern design.

TRÁVICÍ SYSTÉM, NEBOLI GIT

soustava **trubicových orgánů** (ústa až konečník) + **přídatných orgánů** (zuby, jazyk, slinné žlázy, slinivka břišní, žlučník, játra)

funkce:

- příjem potravy a její zpracování (trávení)
- vstřebávání (resorbce)
- skladovací funkce
- imunitní funkce
- endokrinní funkce



K TRÁVENÍ A VSTŘEBÁVÁNÍ POTRAVY JE NEZBYTNÁ **SEKRECE**

sekrece **exokrinní** – trávicí šťávy – ochrana sliznice, štěpení makromolekul a příprava k vstřebávání

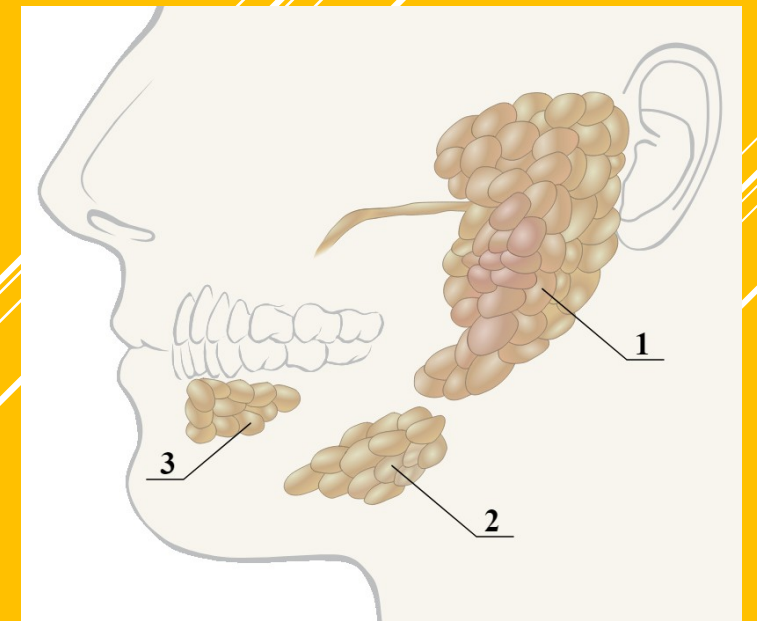
sekrece **parakrinní a endokrinní** (hormony) – regulace činnosti GIT

SLINY PRODUKUJÍ 3 PÁRY VELKÝCH ŽLÁZ

příušní, podčelistní a podjazyková + drobné žlázy ve sliznici DÚ
sekrece **0,8 - 2 l/den**

význam

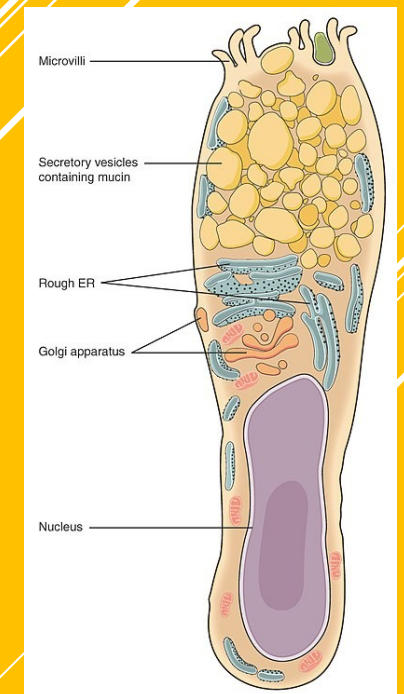
- ochrana sliznice DÚ, protektivní vliv proti zubnímu kazu, antibakteriální a antivirový účinek (IgA, lysozym)
- usnadňují tvorbu sousta (mucin)
- rozpouštědlo pro látky v potravě
- počátek trávení polysacharidů (amyláza)



regulace – vegetativní systém – **parasympatikus** ↑ **sympatikus** ↓

ŽALUDEČNÍ HCl NAPOMÁHÁ TRÁVENÍ BÍLKOVIN

- **mucinózní buňky** – mucin – hlen chrání sliznici žaludku před HCl
- **krycí buňky – HCl a vnitřní faktor** (vstřebávání B₁₂)
 - aktivace pepsinogenu na pepsin
 - udržení kyselého pH
 - koagulace bílkovin
 - redukce Fe, umožňující vstřebání



ŽALUDEČNÍ **PEPSINY** ŠTĚPÍ BÍLKOVINY

- **hlavní bb - pepsinogen**

HCl je **aktivuje** na pepsiny

štěpí vazby mezi aromatickou AMK a sousední AMK

optimální pH je 1,3-3,2

lipáza – štěpí tuky, není moc významná

histamin – stimulace sekrece HCl

gastrin – z G buněk distální části žaludku, dvanáctníku a slinivky
stimulace tvorby žal. šťávy, motility žaludku, střeva a žlučníku

ŽALUDEČNÍ SEKRECE JE SPUŠTĚNA DŘÍVE, NEŽ JE POTRAVA V ŽALUDKU

časové rozdělení řízení žaludeční sekrece

fáze nervová (reflexní) – začíná ještě před vstupem do žaludku (chci se najíst) – zvýšení produkce HCl - 20%

fáze žaludeční – mechanoreceptory zaregistrují roztažení stěny – podráždění nerv. pletení a produkce gastrinu a histaminu - 70%

fáze střevní – trávenina je ve dvanáctníku - tlumící hormony – sekretin a CCK – 10%



EXOKRINNÍ SEKRET Z PANKRETU POMÁHÁ ŠTĚPIT BÍLKOVINY A TUKY

- sekrece **1-2 l/den** (exokrinní sekrece)
- je **alkalická** (vysoký obsah bikarbonátu)
- způsobuje zvýšení pH tráveniny (spolu se žlučí a střevní šťávou)

hlavní enzymy:

trypsin (hydrolýza bílkovin na AMK)

lipázy (tuky na glycerol a MK)

pankreatická amyláza (sacharidy na glukózu)



EXOKRINNÍ SEKRECE JE ŘÍZENÁ ZEJMÉNA Z DUODENA

sekretin - silně alkalická šťáva + stimulace sekrece žluči a útlum HCl

cholecystokinin - menší množství šťávy bohaté na enzymy

produkci posiluje **nízké pH** tráveniny a **vysoký obsah tuků a bílkovin**

nervová regulace – parasymptikus zvyšuje, sympatikus snižuje

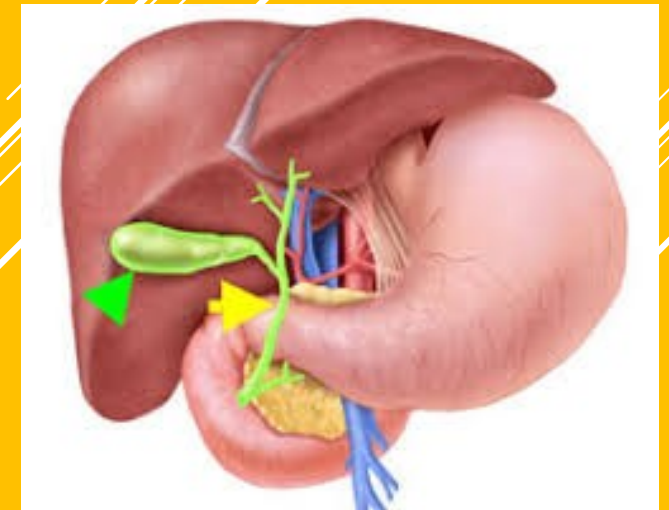
ŽLUČ SE TVOŘÍ V JÁTRECH

sekrece **0,6-1 l/den**

- žlučovod ústí do duodena
- mezi jídly se shromažďuje ve žlučníku, zde se zahušťuje

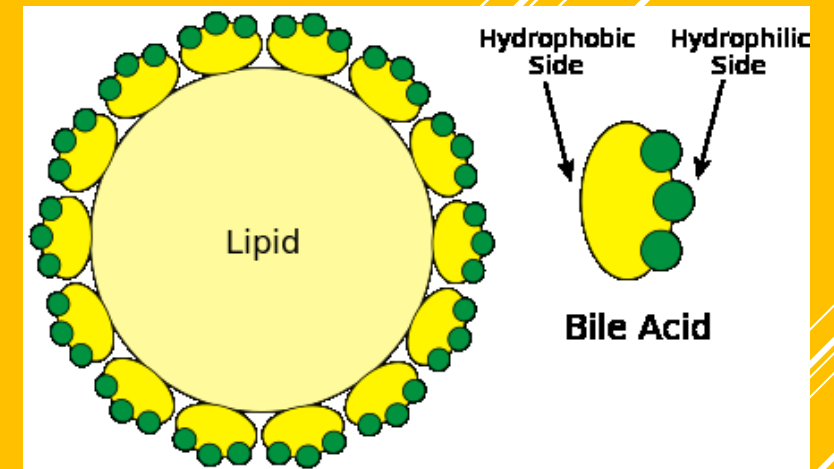
složení

- rozpadové produkty hemoglobinu – **bilirubin**, biliverdin
- **cholesterol**
- hodně **bikarbonátu** – neutralizace HCl
- primární žlučové kyseliny – **kys.cholová**, **chenodeoxycholová**



ŽLUČOVÉ KYSELINY JSOU ZCELA ZÁSADNÍ PRO TRÁVENÍ TUKŮ

- **emulgují tuky** (zvětšení trávicí plochy tuků)
- napomáhají tvorbě **micel**, které transportují tuky k enterocytům



většina žlučových kyselin se vstřebává z GIT zpět do jater (**enterohepatální oběh**)

regulace

sekretin (zvýšení obsahu vody a bikarbonátu)

cholecystokinin – stah a vyprázdnění žlučníku (i parasymptikus)

SEKRECE Z TENKÉHO STŘEVA JE EXOKRINNÍ I ENDOKRINNÍ

sekrece **1,8-2 l/den**

- **čirá tekutina** – hustý alkalický sekret
- **enzymy** obsahuje **jen z odloupaných slizničních bb**
- snižuje pH, tvoří **ochrannou vrstvu na sliznici**, imunitní funkce
- sekreci řídí lokální reflexy z pletení ve stěně střeva, z menší části i z CNS

ENDOKRINNÍ SEKRECE TENKÉHO STŘEVA JE VELMI BOHATÁ

cholecystokinin

- kontrakce žlučníku
- stimulace produkce pankr.šťávy
- tlumí vyprazdňování žaludku, zesiluje kontrakci pyloru
- zvyšuje motilitu tenkého a tlustého střeva

sekretin

tlumí motilitu žaludku a produkci gastrinu → utlumení sekrece HCl
zvyšuje vylučování pepsinu
podporuje tvorbu silně alkalické pankr.šťávy

motilin – zvyšuje motilitu žaludku mimo trávení



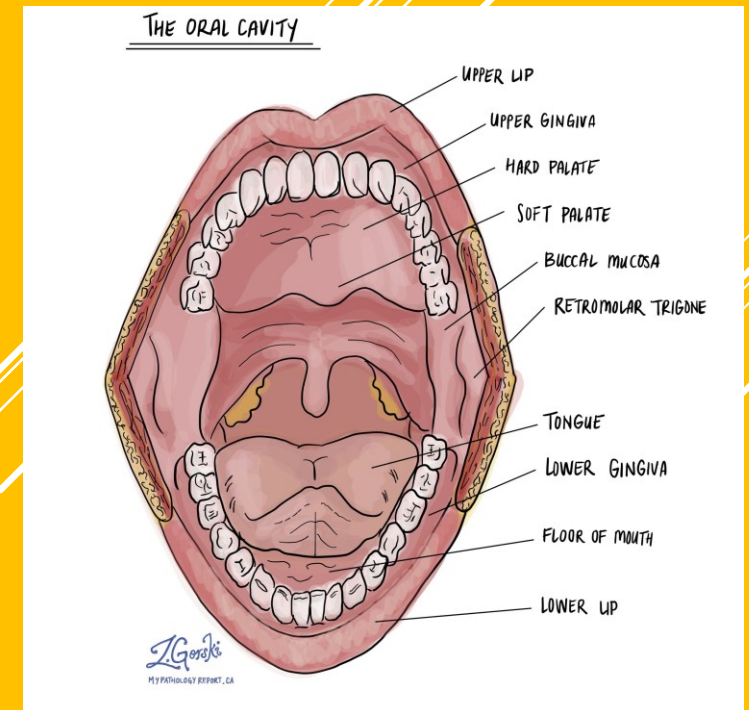
SEKREČNÍ ČINNOST TLUSTÉHO STŘEVA

- pouze **exokrinní**
- hustý hlen
- **ochrana sliznice** před enzymy, toxiny z hnilobných bakterií a mechanickým poškozením
- **regulace** je převážně **lokální**,
parasymptikus zvyšuje sekreci



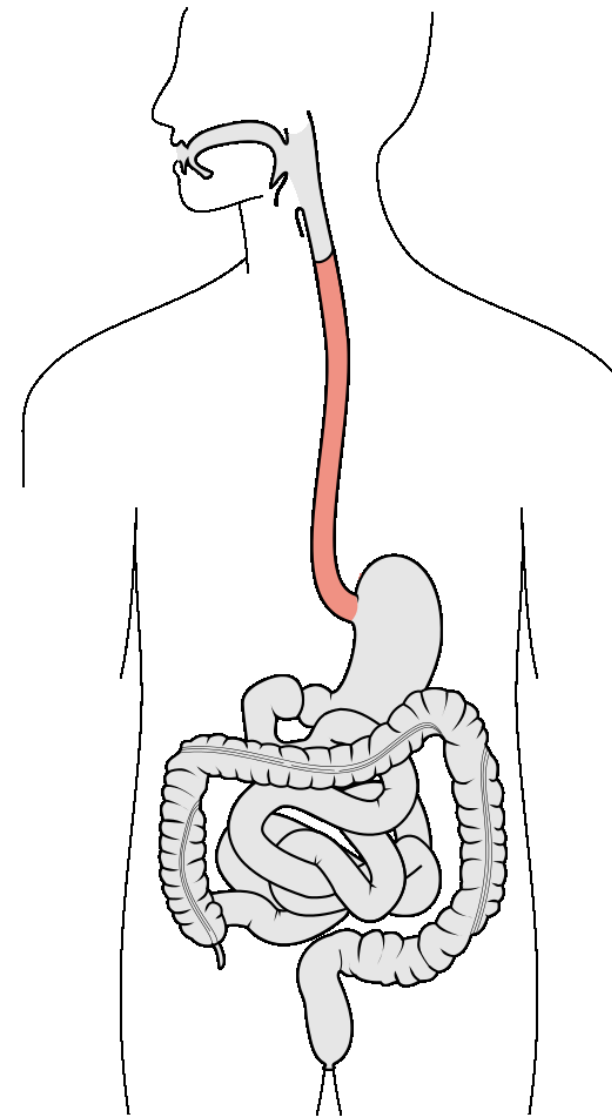
V DUTINĚ ÚSTNÍ SE POTRAVA NEVSTŘEBÁVÁ

- počátek trávení cukrů **slinnou amylázou**
- jazyková **lipáza** je aktivní až v žaludku - až 30% lipidů
- zvlhčení potravy, usnadnění polykání



HLTAN A JÍCEN SLOUŽÍ HLAVNĚ TRANSPORTU POTRAVY

- horní třetina jícnu - **příčně pruhovaná** svalovina
- dolní 2/3 jícnu **hladká** svalovina
- **horní a dolní jícnový svěrač** – brání návratu potravy zpět



POLYKÁNÍ JE SLOŽITÝ REFLEXNÍ DĚJ

- **ústní fáze** – formování potravy jazykem a posun dozadu do hltanu, elevace měkkého patra – jediná fáze ovládaná vůlí
- **hltanová fáze** – stahy svalstva hltanu, směr do jícnu, útlum dýchání, uzávěr hlasové štěrbinou přiklopkou hrtanovou
- **jícnová fáze** – oslabení horního jícnového svěrače, poté opět uzávěr, za soustem peristaltická vlna, která tlačí sousto dále



ŽALUDEK DOKÁŽE ZVĚTŠIT SVŮJ OBJEM AŽ 30X

- objem žaludku v klidu je 50 ml, při naplnění až 1500 ml
- **žaludeční peristola** = cca hodina po příjmu klidové období
- poté **peristaltické vlny** 3-4/min → promíchávání potravy a šťávy, vznik **chymu**

VYPRAZDŇOVÁNÍ ŽALUDKU JE PŘESNĚ ŘÍZENÝ PROCES

- probíhá po částech
- **dle náplně v dudodenu**
- **zpomalení** – velké množství tráveniny v dudodenu, vysoké pH, velké množství tuků, AMK, bílkovin
- **hormony** – gastrin, motilin podporují motilitu
CCK, sekretin snižují
- **druh požití potravy** – sacharidy nejrychleji, bílkoviny, tuky nejpomaleji

TRÁVENÍ ŽIVIN ZAČÍNÁ V ŽALUDKU

- **polysacharidy** slinnou amylázou
- **bílkoviny pepsiny** – cca 25% všech bílkovin
- **tuky** – jazyková lipáza je aktivnější než žaludeční lipáza
malé množství

resorbce minimální (20% alkoholu)

POHYBY STŘEVA JSOU **MÍSTNÍ** A **CELKOVÉ**

místní - promíchání tráveniny a udržení kontaktu se střešní stěnou

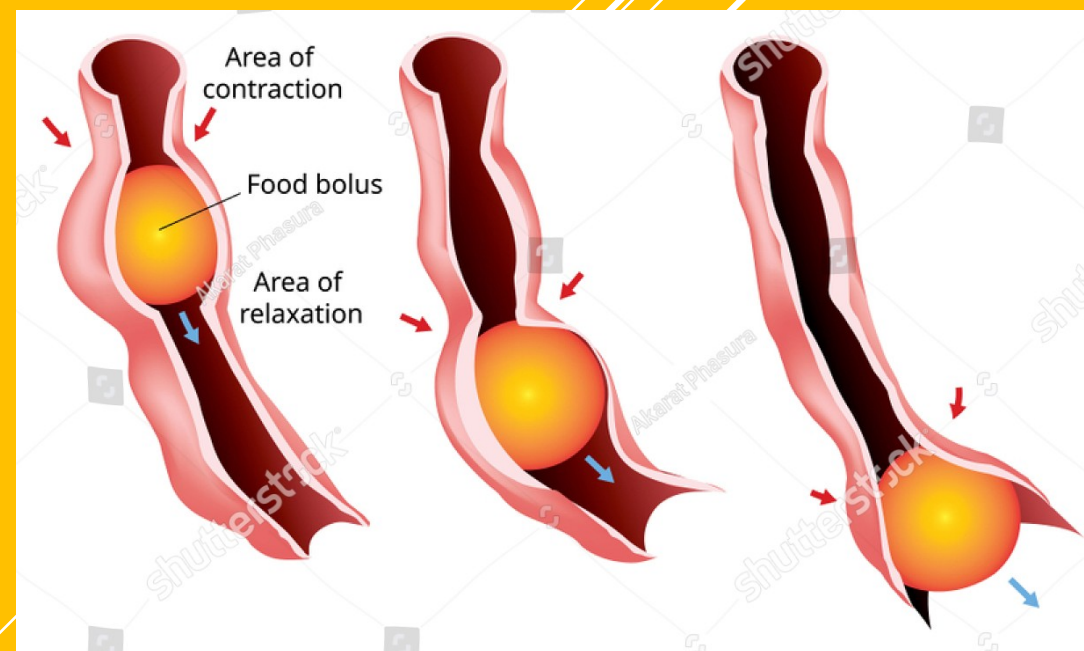
pohyby segmentační –

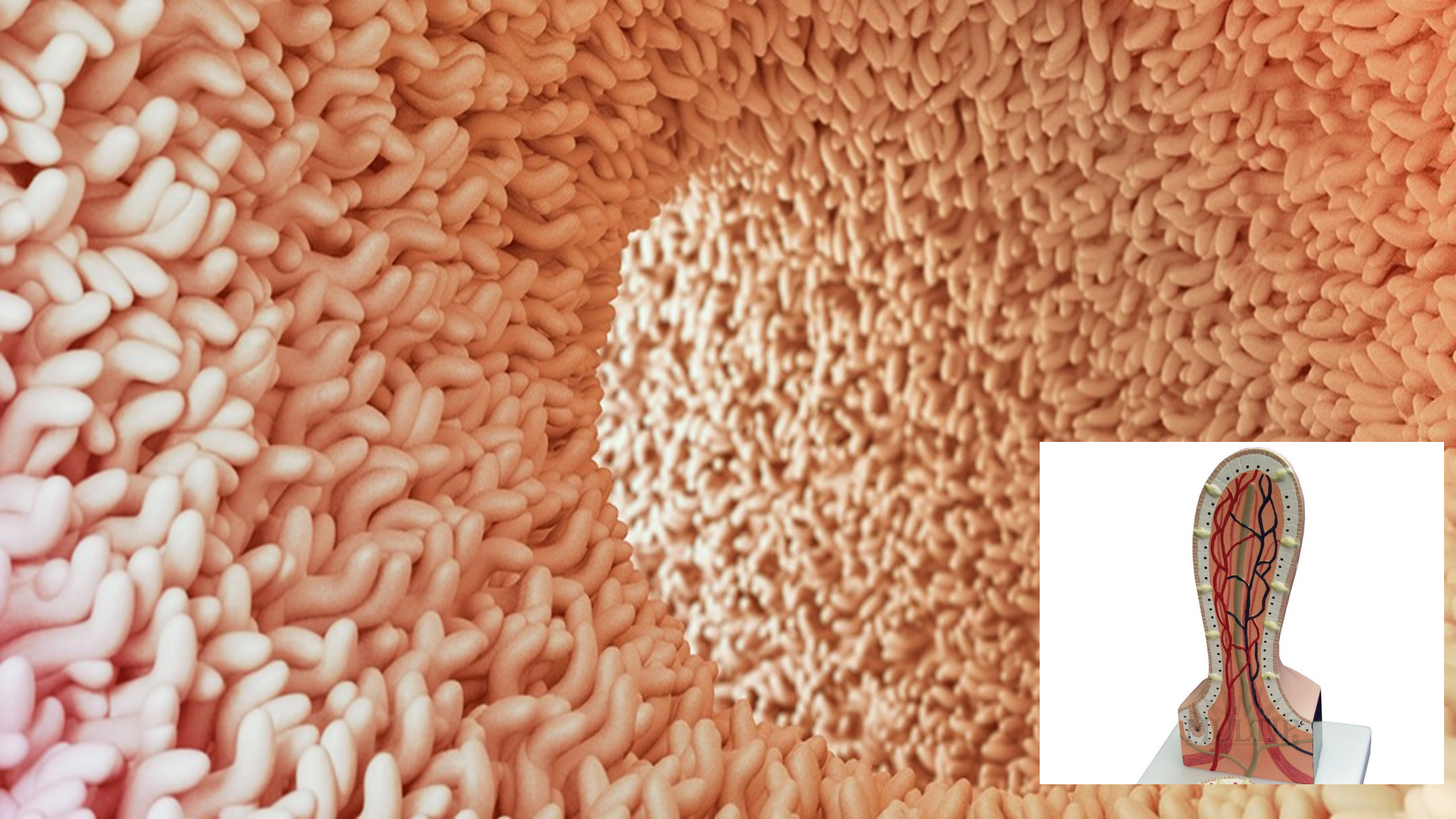
stahy cirkulární svaloviny

pohyby kývavé – podélná

svaloviny

celkové, peristaltické – posunují obsah distálním směrem





MAXIMUM TRÁVENÍ SE DĚJE V TENKÉM STŘEVĚ

tuky – pankreatická lipáza (TAG)
pankreatická fosfolipáza – fosfolipidy
cholesterolesterhydroláza – cholesterylestery

sacharidy – slinná a pankreatická amyláza na **oligosacharidy**
enzymy kartáčového lemu – štěpení na **monosacharidy**

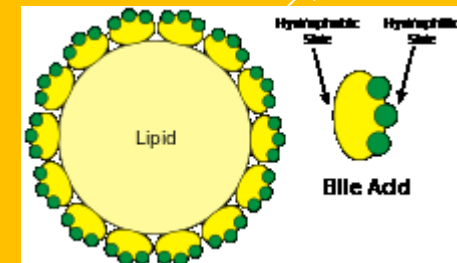
bílkoviny – peptidázy (trypsiny) štěpí až na AMK v dutině, v kartáčovém lemu mikroklků a v cytoplazmě enterocytů

K RESORBCI TUKŮ JE TŘEBA ŽLUČOVÝCH KYSELIN

tuky tvoří s **žluč.kyselinami micely**, jejich obsah vstupuje do enterocytů

mastné kyseliny s krátkým řetězcem vstupují přímo do portální krve

mastné kyseliny s dlouhým řetězcem tvoří **chylomikrony** – směs lipidů, proteinů, cholesterolu a fosfolipidů, přes lymfatické cévy do oběhu



CUKRY A BÍLKOVINY SE VSTŘEBÁVAJÍ POMĚRNĚ RYCHLE

glukóza a galaktóza – symport s Na^+

fruktóza – usnadněná difúze

poté do portálního oběhu

AMK – symport s Na^+

dipeptidy a tripeptidy - symport s H^+ → intracelulární hydrolýza na AMK

poté do portálního oběhu

vstřebává se malé množství intaktních bílkovin – přes M-buňky, které je předkládají jako antigeny imunitnímu střevnímu systému

STŘEVO SI MUSÍ PORADIT S **9 LITRY** **TEKUTIN DENNĚ**

2 l vypité vody + 7 litrů šťáv

98% se vstřebá, hlavně v proximální části, 200 ml odchází stolicí

dle osmotického gradientu

V TLUSTÉM STŘEVĚ SE TRÁVENINA ZAHUŠŤUJE

cca 2 l tráveniny, do konečníku se dostává cca 200 ml stolice

vstřebávání vody, Na^+ , Cl^- , vylučování bikarbonátu a K^+

motilita – **segmentační** kontrakce – promíchávání tráveniny
peristaltické kontrakce – posun distálním směrem
propulzivní kontrakce – 3x denně

JAK SE ČESKY ŘEKNE DEFEKACE?

- roztažení stěny konečníku → reflexní kontrakce → zvýšení tlaku
- nucení na stolicí při 18 mmHg, povolení svěračů a vypuzení při 55 mmHg
- vůlí kontrolovaná defekace i při nižším tlaku – volní relaxace svěrače + břišní lis

stolice – nestravitelné zbytky potravy, střevní bb, střevní bakterie, voda
norma – 0,5x-2x denně



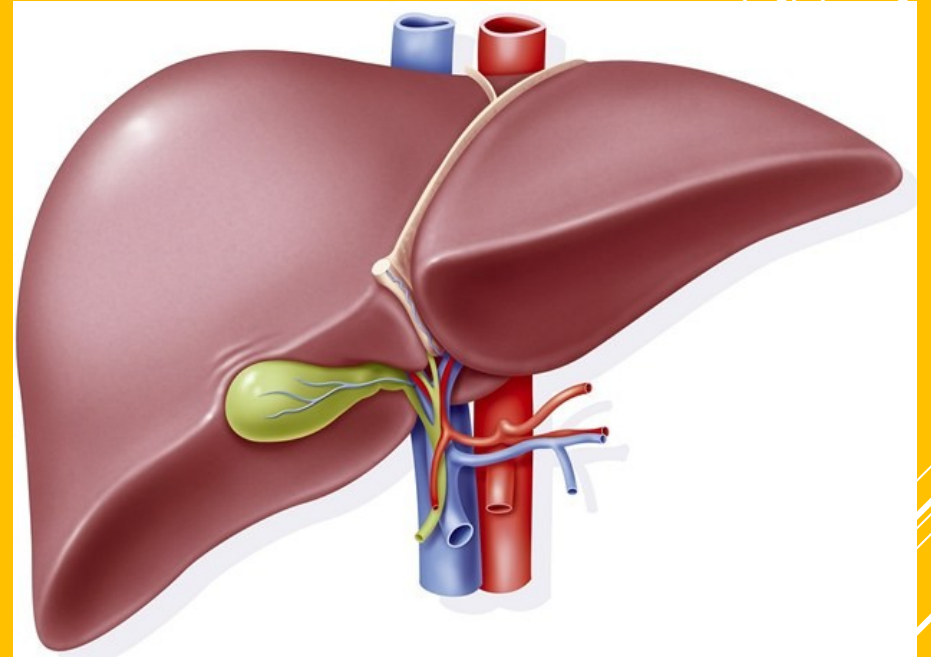
BEZ JATER SE ŽÍT NEDÁ

- průtok 1,5 l/min
- všechny vstřebané látky z GIT

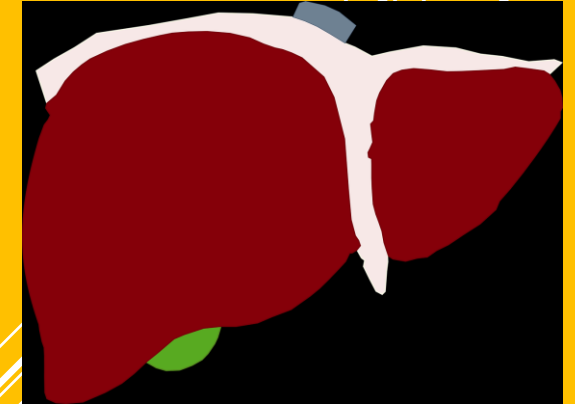
funkce

metabolismus sacharidů

- syntetizují, skladují a uvolňují glykogen
- glukoneogeneze – tvorba glukózy z necukerných látek – AMK a kys.mléčné
- udržují hladinu glukózy



BEZ JATER SE ŽÍT NEDÁ II



metabolismus tuků

- přestavba MK, syntéza TAG
- oxidace MK, tvorba ketoláttek
- cholesterol přeměňuje na žlučové kyseliny, tvorba žluči
- produkce lipoproteinů VLDL a HDL

metabolismus bílkovin

- deaminace AMK, tvorba močoviny → moč
- tvorba plazmatických bílkovin, včetně podílejících se na koagulaci

BEZ JATER SE ŽÍT NEDÁ III

detoxikační funkce

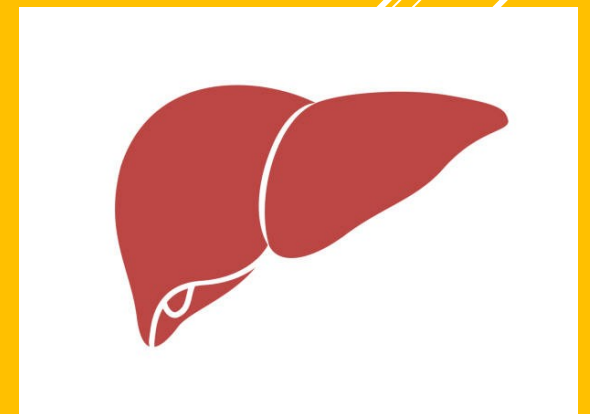
navázání toxické látky na kyselinu sírovou či glukuronovou a jsou vyloučeny do žluče

tvorba tepla metabolickou aktivitou – tepelné jádro organismu

rezervoár krve – až 1l krve

odbourávání hemoglobinu z rozpadlých červených krvinek

imunitní funkce – tkáňové makrofágy (Kupferovy buňky)
fagocytují bakterie z portální krve



METABOLISMUS A VÝŽIVA



METABOLISMUS JE ZÁKLADNÍ ŽIVOTNÍ FUNKCÍ

katabolismus – rozklad složitých látek na menší za uvolnění energie

anabolismus – tvorba složitých látek z jednoduchých potřebných k růstu nebo zásobě energie

energie se získává z potravy **oxidací** základních živin za vzniku **vody, CO₂ a energie**

3 využití energie – **1. teplo**

2. přímá spotřeba v buňce

3. uložení na pozdější spotřebu ve formě **makroergních vazeb** (ATP, CP)

SLOVNÍČEK ZÁKLADNÍCH POJMŮ

spalné teplo (energetická hodnota) – množství energie, které je schopno předat organismu 1g substrátu (sacharidy 17 kJ, tuky 38 kJ, bílkoviny 17 kJ)

bazální metabolismus - množství energie, pokrývající základní životní funkce organismu -105 kJ/kg/den (1kcal =4,2 kJ)

klidová energetická přeměna je méně přesná hodnota bazálního metabolismu – ležení, relaxace svalstva, zavřené oči

činnostní energetická přeměna – energetická spotřeba při činnosti organismu

ENERGII TĚLU DODÁME POTRAVOU

kvantitativní aspekt výživy – vyvážená **energetická** bilance
příjem = výdej (mimo těhotenství a růst)

negativní energetická bilance – malnutrice, podvýživa, hladovění
pozitivní energetická bilance – nadváha a obezita

energetický výdej – BM + energetický výdej spojený s trávením + činnostní energetická přeměna

kvalitativní aspekt výživy – vyvážená skladba potravy
sacharidy 50%, tuky 30%, bílkoviny 20% - vliv chuti, ekonomických faktorů

PŘÍKLADY ENERGETICKÉHO VÝDEJE U RŮZNÝCH ČINNOSTÍ

spánek	300 kJ/hod
sezení	380 kJ/hod
stání	460 kJ/hod
chůze	1000 kJ/hod
kolo pomalé	1000 kJ/hod
kolo rychlé	2500 kJ/hod
běh pomalý	2500 kJ/hod
běh rychlý	4500 kJ/hod
plavání	3000 kJ/hod

SACHARIDY TVOŘÍ NEJVĚTŠÍ DÍL V POTRAVĚ

nejdostupnější zdroj energie
nestačí sám o sobě, neobsahují dusík

monosacharidy – pentózy, hexózy (glukóza, fruktóza, galaktóza)

oligosacharidy – 2-10 monosacharidů (sacharóza, laktóza, maltóza)

polysacharidy – škrob, inulin, glykogen, vláknina

hlavním produktem trávení je **glukóza** – **glykémie nalačno 3,9-5,6 mmol/l**

NEJZDRAVĚJŠÍ JSOU POLYSACHARIDY

polysacharidy v potravě zdravější než glukóza – pomalá degradace, postupné uvolnění do oběhu

vláknina

- pocit sytosti
- ovlivňuje složení lipidů
- snižuje hladinu glukózy
- zvyšuje pohybovou aktivitu střeva
- působí proti vzniku zácpy a karcinomu



TUKY JSOU PRO ORGANISMUS ZCELA ZÁŠADNÍ

v potravě jsou obsaženy:

neutrální tuky (**triacylglyceroly**) – glycerol + 3 mastné kyseliny

fosfolipidy

cholesterol ve vazbě s mastnými kyselinami

- energeticky nejvýznamnější složka potravy
- tvoří zásobu energie – tuková tkáň
- součástí buněčných membrán
- zdroj vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E, K)
- podíl na termoregulaci



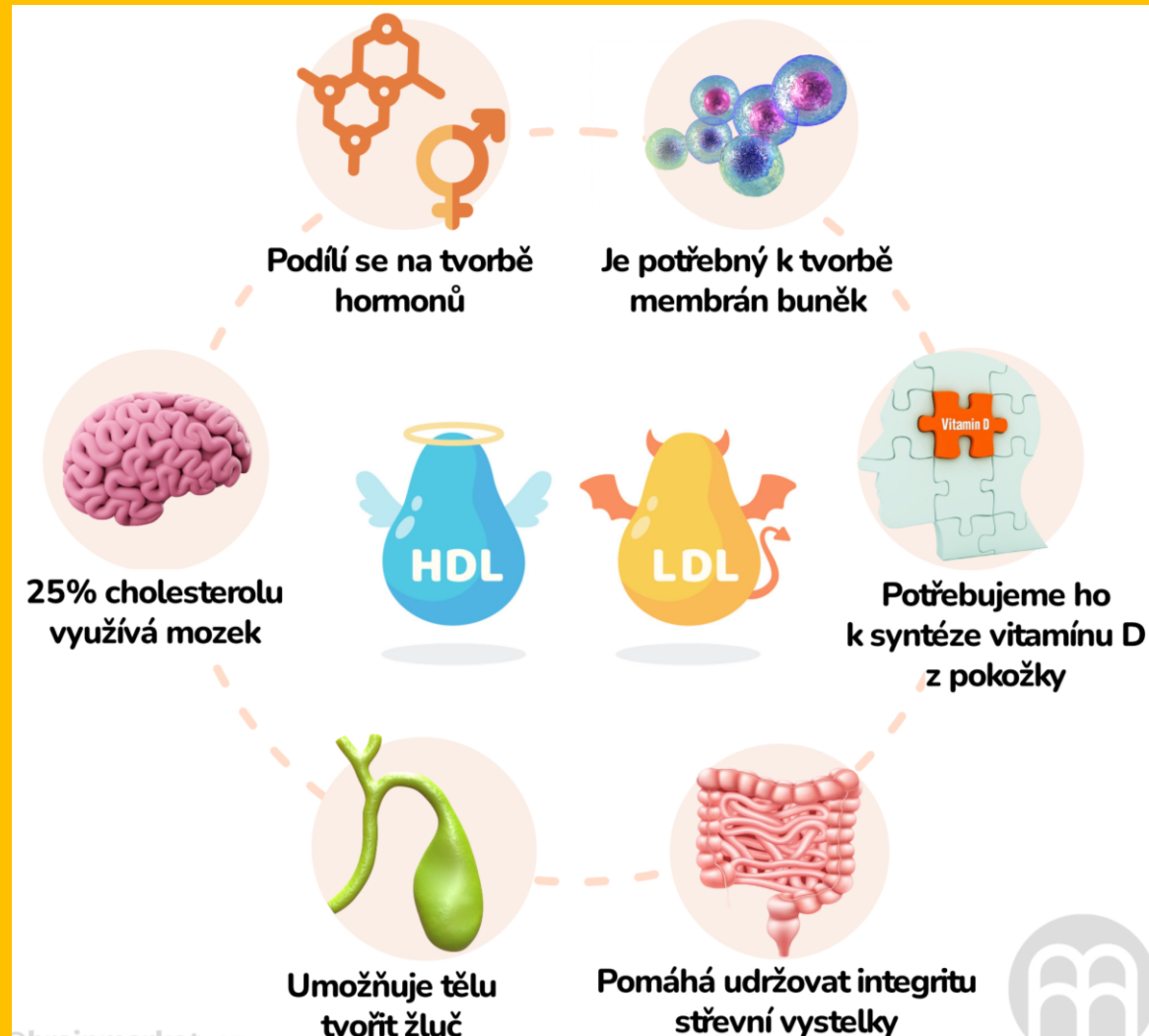
NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY JSOU ZDRAVĚJŠÍ

živočišné tuky – hlavně **nasycené** mastné kyseliny, **cholesterol**

rostlinné a rybí tuky – nenasycené mastné kyseliny - vč. **esenciálních mastných kyselin** – kys. alfa-linolenová (omega-3) a linolová (omega-6)

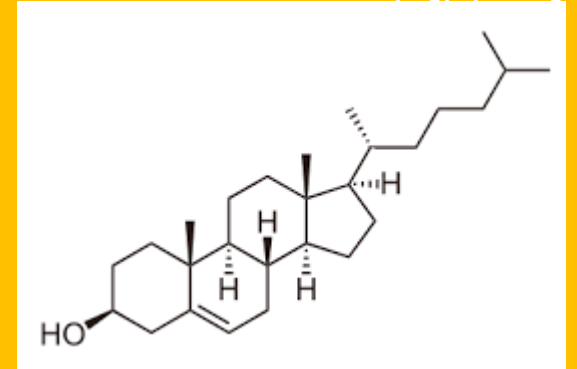
- hypolipidemický efekt, snižují hladinu cholesterolu, TAG
- ovlivňují glykémii, předchází DM II. typu
- působí proti příčinám aterosklerózy

K ČEMU JE DOBRÝ CHOLESTEROL?



CHOLESTEROL MŮŽE BÝT DOBRÝ I ŠPATNÝ

- **cholesterol** si může tvořit organismus sám
- v potravě ho přijímáme **většinou v nadbytku**
- zejména v živočišných tucích a žloutcích
- vstřebává se v **chylomikronech** → míza → do oběhu, pokud se nevstřebá v tkáních, tak do **jater**
- v játrech do **VLDL**, které se mění na **LDL**
- **LDL nabízí cholesterol** tkáním
- cholesterol opouštějící bb je součástí **HDL** → játra → žluč
- **LDL špatný cholesterol**, hlavní rizikový faktor **aterosklerózy**
- **HDL hodný cholesterol**, snižuje hladinu cholesterolu v krvi



BÍLKOVINY JSOU NENAHRADITELNÉ

- **bílkoviny** jsou základní stavební složkou **všech tkání i tekutin**
- potenciální zdroj energie
- jsou složeny z **AMK**, některé jsou jen v potravě (leu, isoleu, val)
- minimální příjem **1g/kg/den**
- **živočišné bílkoviny** mají úplnější spektrum AMK, vč. esenciálních



ČLOVĚK JE TEPLOKREVNÝ ŽIVOČICH

- teplota **tělesného jádra** se udržuje na stálé teplotě cca 37 °C
- teplota **končetin** je více závislá na teplotě okolí
- **cirkadiánní** rytmus – nejnižší časně ráno, nevyšší odpoledne
- závislost na menstruačním cyklu – **vyšší při ovulaci**
- u **dětí vyšší**, u seniorů nižší

ODKUD SE TEPLO BERE?

- v klidu většinu tepla tvoří vnitřní orgány
- při tělesné námaze svaly – až 90%

teplo vytváří:

- **bazální metabolismus** všech buněk
- termogenní efekt **potravy**
- zvýšený metabolismus podmíněný **svalovou námahou**, chladovým třesem
- účinek **kalorigenních hormonů** – adrenalin, noradrenalin, tyroxin
- termogeneze **v hnědém tuku**

JAK SE TEPLLO ZTRÁCÍ?

- **radiace** – teplo se vyzařuje ve formě elektromagnetického záření – 60% ztrát
- **kondukce** – předávání tepla předmětům v kontaktu s tělem
- **konvekce** – ohřátá vrstvička vzduchu z kůže se předává okolí
- **evaporace** – vypařování vody při respiraci a pocení – 25% ztrát

STÁLÁ TEPLOTA JE PODMÍNKOU PRO STABILITU ORGANISMU

- termoregulační centrum v hypotalamu
- v předním hypotalamu jsou termoreceptory
- zadní hypotalamus vyhodnocuje signály z předního hypotalamu a z periferních termoreceptorů

pokles teploty jádra

činnosti zvyšující produkci tepla – svalový třes, volní aktivita, sekrece tyroxinu, katecholaminů

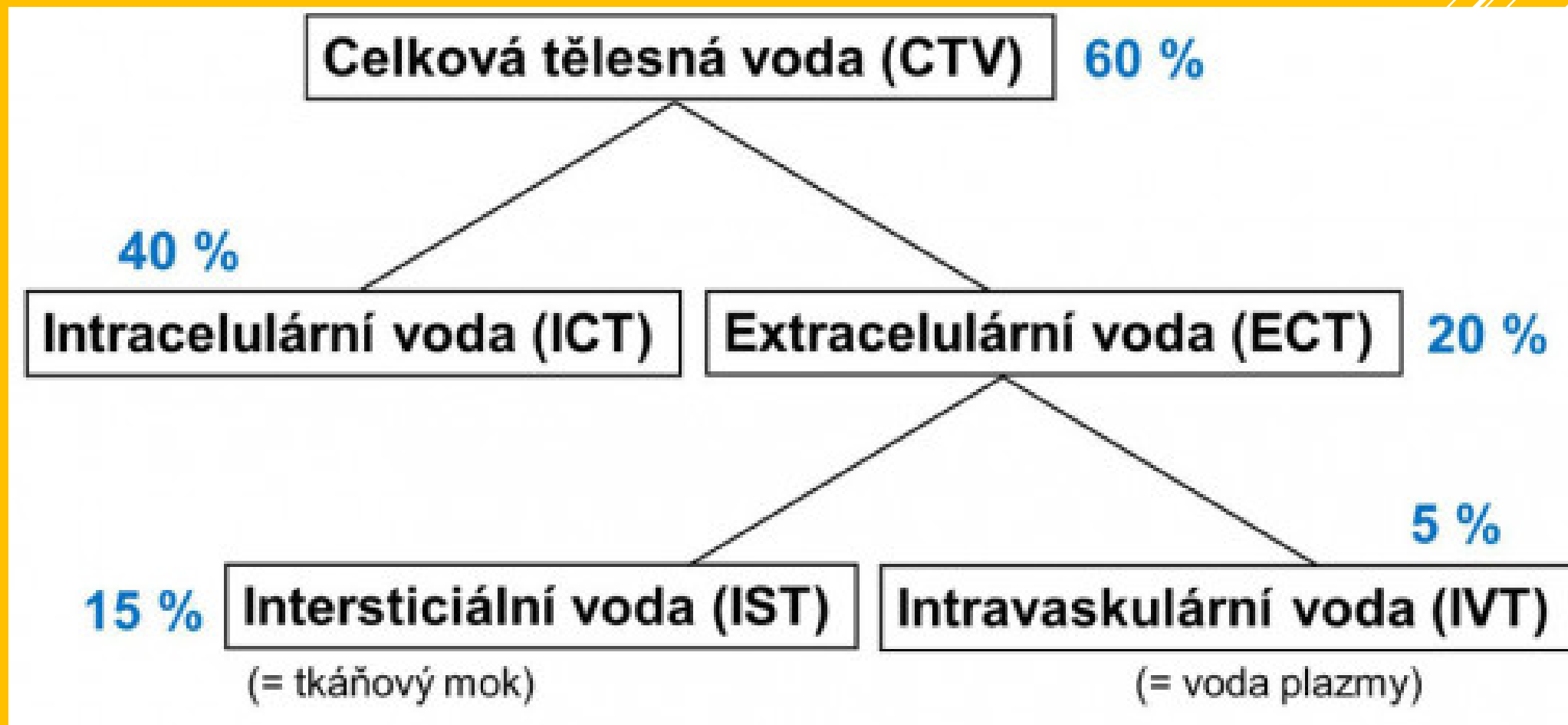
činnosti omezující ztráty tepla – kožní vazokonstrikce, zmenšení povrchu těla – stočení do klubíčka

zvýšení teploty jádra

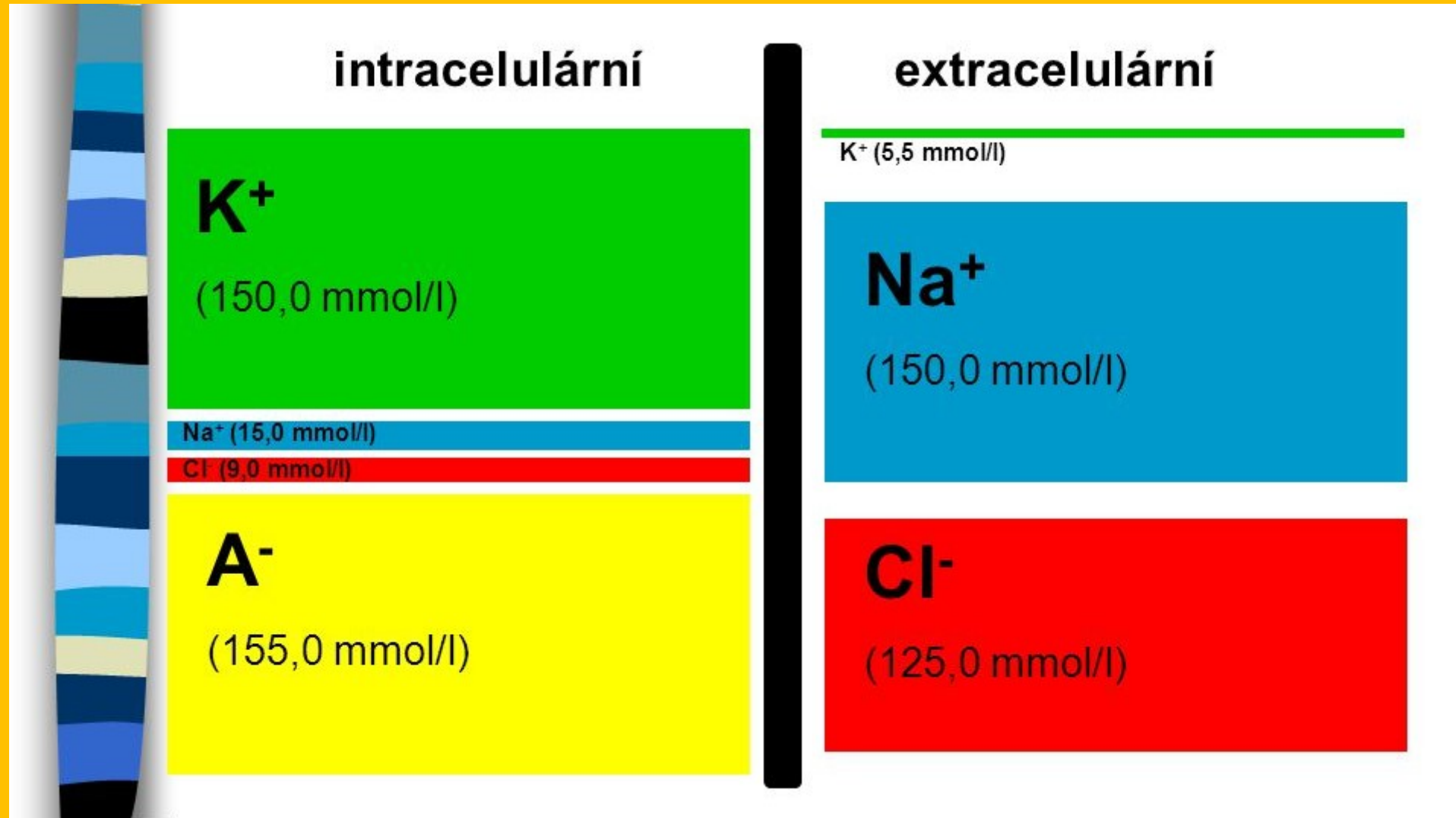
vasodilatace kožních cév, pocení, omezení produkce tepla

TĚLNÍ TEKUTINY A JEJICH REGULACE

ROZDĚLENÍ VODY V ORGANISMU – PRAVIDLO 60:40:20



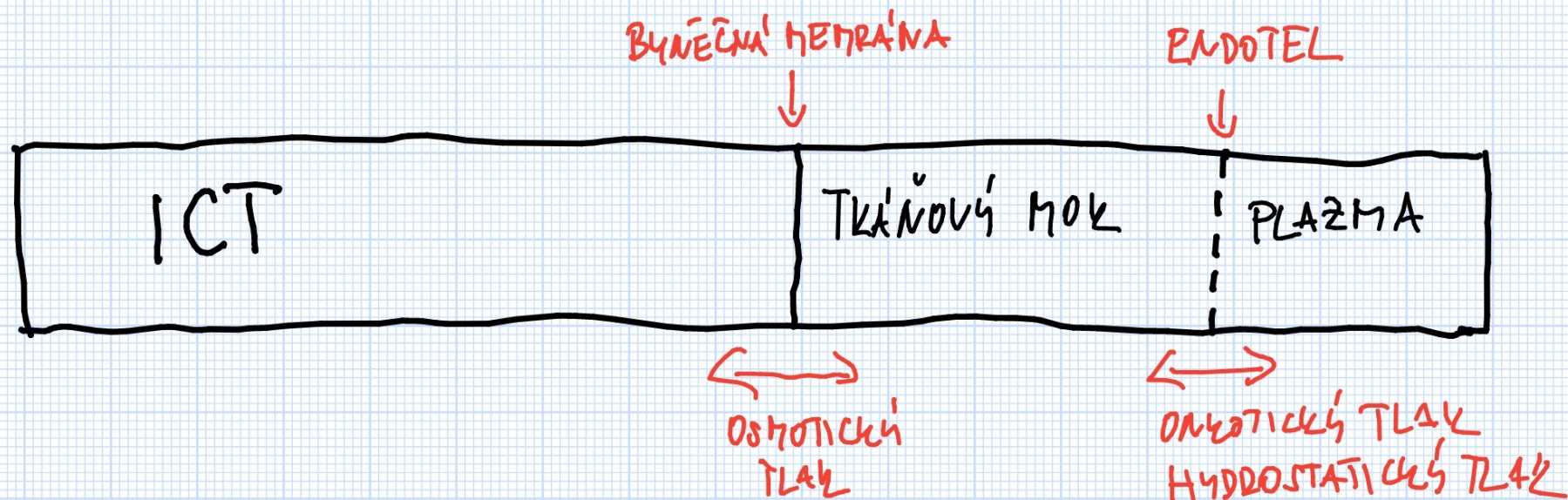
ZASTOUPENÍ IONTŮ V TĚLNÍCH TEKUTINÁCH



SLOVNÍČEK POJMŮ

- **osmolarita - koncentrace osmoticky aktivních částic** – hlavní ionty + glukóza, močovina, proteiny (cca 270 mosmol/l)
- **osmotický tlak** – tlak generovaný osmoticky aktivními částicemi
- **osmotický gradient** – rozdíl osmotických tlaků na obou stranách bariéry
- **onkotický tlak** – osmotický tlak, generovaný bílkovinami
- **hydrostatický tlak** – tlak generovaný činností srdce

MECHANISMY PŘESUNU VODY MEZI ODDÍLY JSOU ROZDÍLNÉ



VODA SE POHYBUJE MEZI KOMPARTMENTY VOLNĚ, IONTY ÚPLNĚ NE

pohyb **vody** je určen **hydrostatickým tlakem** (generovaným činností srdce)
a **osmotickým tlakem**

- mezi buňkou a tkání **osmotickým tlakem**
- mezi cévou a tkání **onkotickým tlakem** a hydrostatickým **tlakem**

ionty přes **kapilární** stěnu probíhají **volně**

přes **buněčnou** membránu pouze **speciálními transportními mechanismy**

REGULACE OSMOLARITY PROBÍHÁ PŘES OVLIVNĚNÍ VÝDEJE VODY

denní vodní bilance

příjem – nápoje 1200ml + potrava 1000ml + metabolismus 300 ml

výdej – moč 1500 ml + odpařování 800 ml + stolice 200 ml

regulace přes ledviny a výdej moči – od 500 ml do 20000 ml

osmoreceptory v hypotalamu - ↑osmolarity → ↑produkce ADH → zvýšení

resorbce vody ve sběracím kanálku

↑osmolarity → ↑pocitu žízně

REGULACE OBJEMU ECT PROBÍHÁ OVLIVNĚNÍM VÝDEJE Na^+

objem ECT je monitorován **volumoreceptory** (vysokotlaké, nízkotlaké)

regulace probíhá **pomaleji** než přes osmoreceptory

míru resorbce Na^+ **ovlivňuje**:

- **aldosteron** – zvýšená resorbce Na v distálním kanálku
- **sympatikus** – zvýšení jeho tonu – zvýšená resorbce Na^+
- **ANP** (atriální natriuretický peptid) – snížení resorbce Na^+ , zvýšení GF

při větší ztrátě objemu se snižuje uvolňování **ADH** v hypofýze

REGULACE **OBJEMU ECT** PROBÍHÁ
OVLIVNĚNÍM **VÝDEJE Na⁺**

REGULACE **OSMOLARITY** PROBÍHÁ PŘES
OVLIVNĚNÍ **VÝDEJE VODY**

LEDVINY A VYLUČOVÁNÍ

LEDVINY POMÁHAJÍ UDRŽET STABILITU VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

vylučovací funkce

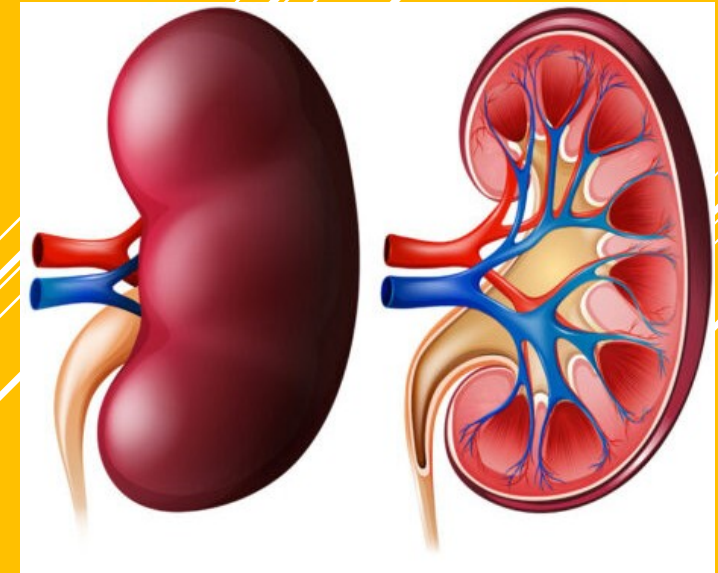
vyloučení konečných produktů metabolismu
vyloučení cizorodých látek

regulační funkce

regulace množství **vody** a **minerálů**
regulace **pH**
regulace **osmolarity**
regulace **krevního tlaku** – renin-angiotenzin

sekreční funkce

erythropoetin, renin, glukóza, kalcitriol



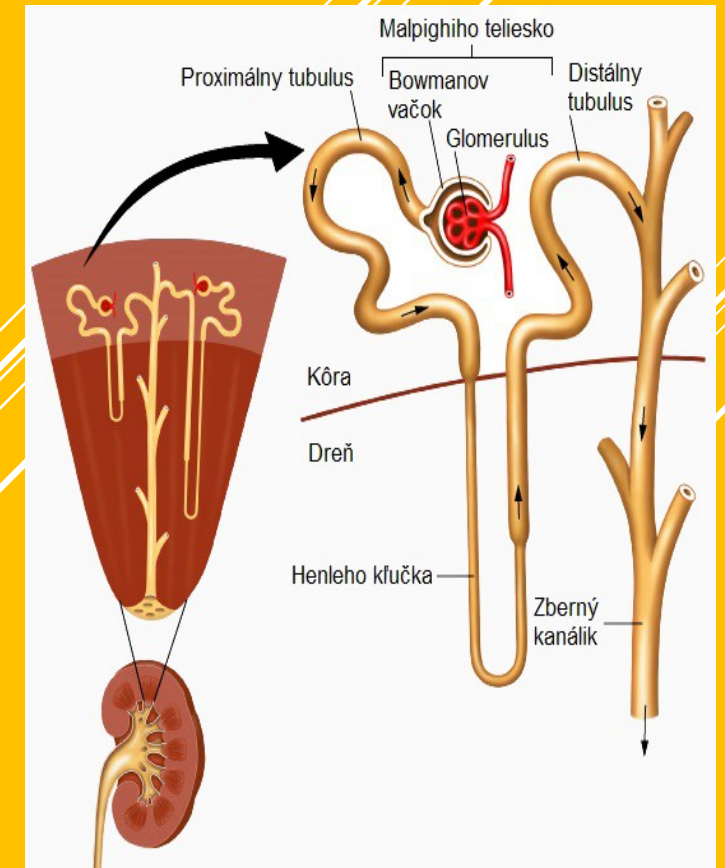
ZÁKLADNÍ FUNKČNÍ JEDNOTKOU LEDVIN JE NEFRON

glomerulus – trs kapilár vtlačený do **proximálního tubulu** → tenké sestupné raménko **Henleovy kličky** → tenké vzestupné raménko H.k. → tlusté vzestupné raménko H.k. → **distální tubulus** → **sběrací kanálek**

délka cca **5 cm**

funkce glomerulu – tvorba primární moči

funkce tubulů – změna množství a složení moči



GLOMERULÁRNÍ FILTRACÍ SE TVOŘÍ PRIMÁRNÍ MOČ

přes glomerulus se filtruje krev – vzniká **primární moč**
složení stejné jako plazma, **bez bílkovin a krvinek**
180 l/den, 125 ml/min
velikost GF se může měnit změnou **filtračního tlaku**

filtrační tlak **závisí na:**

- krevním tlaku
- dilataci či konstrikcí přívodní a odvodní cévy klubička
- změnou koncentrace bílkovin v plazmě



V TUBULECH SE MĚNÍ **MNOŽSTVÍ** A **SLOŽENÍ MOČI**

dva děje – tubulární **resorbce** a tubulární **sekrece**

definitivní moč = glomerulární filtrace – tubulární reabsorpce + tubulární sekrece

PROXIMÁLNÍ TUBULUS ZAJIŠŤUJE HLAVNĚ VSTŘEBÁVÁNÍ VODY

resorbce vody – cca **65%** vody z primární moči – probíhá za každých okolností (**obligatorní resorbce**)
+ **ionty a organické látky** (glukóza, AMK)

sekrece organických kyselin, léků, steroidy, histamin... - v plazmě jsou vázány na bílkoviny, proto nemohou být vyloučeny GF

HENLEOVA KLIČKA VÝRAZNĚ OVLIVŇUJE OSMOLARITU MOČI

do H.k. vstupuje tekutina **stejně osmolární**, s **přibližně stejným složením** jako plazma

H.k. je uložena ve výrazně hypertonické dřeni → **sestupné raménko** je **propustné pro vodu** → až do ohbí H.k. (20% vody se vstřebá)

vzestupná část H.k. je pro **vodu nepropustná**

je **propustná pro ionty** (Na^+ , Cl^- , močovina) – aktivní transport → hypertonická dřeň



V DISTÁLNÍM TUBULU A SBĚRACÍM KANÁLKU JE **RESORBCE FAKULTATIVNÍ**

do distálního tubulu se dostává **hypotonická** tekutina

sekrece je řízena hormonálně

antidiuretický hormon (ADH) – vyplavuje se z hypofýzy jako reakce na
↑ osmolaritu plazmy a podporuje otevření akvaporinů v d.t.a s.k. → **zvýšení
resorbce vody**

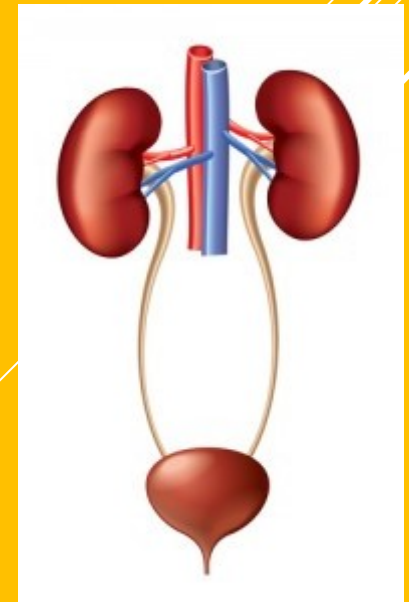
aldosteron – hormon kůry nadledvin – při ↓ objemu plazmy **stimuluje resorbci
Na⁺ a tím i vody**

CELKOVÉ DENNÍ MNOŽSTVÍ DEFINITIVNÍ MOČI JE CCA **1200 ML**

sběrací kanálek → kalich → ledvinová pánvička → močovod → močový měchýř

kapacita močového měchýře – 250 ml, poté nucení k močení

močení – míšní reflexní děj, který **lze ovlivnit vůlí** (do určité míry)



ACIDOBAZICKÁ ROVNOVÁHA

○ pH ROZHODUJE ZEJMÉNA KONCENTRACE H⁺ IONTŮ

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

- střední **pH 7,4**
- fyziologické rozmezí **7,37 – 7,42**
- poruchy metabolismu, propustnost membrán, poruchy rozložení elektrolytů
- pod 7 a nad 7,7 – **smrt**
- **rovnováha mezi tvorbou a vylučováním kyselých a zásaditých látek**

3 MECHANISMY UDRŽUJÍ OPTIMÁLNÍ pH

- **pufry** (nárazníky v tělních tekutinách) – reagují okamžitě
- **plíce** – reaguje do 1 dne
- **ledviny** – reaguje do týdne

CO JE TO PUFER?

- látka, která má schopnost vázat či uvolňovat H^+
- slabá kyselina + sůl této kyseliny
- nejvýznamnější je **bikarbonátový pufr** (60% pufrovací kapacity)
- **silná kyselina uvolňuje** velké množství H^+
- **H^+ reaguje s HCO_3^- za vzniku slabé kyseliny H_2CO_3**
- **silná kyselina se mění na slabou kyselinu** a koncentrace H^+ neroste moc silně
- **platí i naopak:** OH^- reaguje se slabou kyselinou H_2CO_3 a zvyšuje se koncentrace slabší zásady HCO_3^-

PUFROVÝCH SYSTÉMU JE VÍCE

- **hemoglobin** - pufruje H^+ během přenosu CO_2 do plic (35% pufrovací kapacity)
- **fosfátový pufr** – významná role uvnitř bb a v ledvinách
- **bílkovinný pufr** – i bílkoviny mohou vázat volné H^+ ionty, málo významný

výhoda pufrů – nastupují rychle

nevýhoda – při velkých odchylkách mají nedostatečnou kapacitu

POKUD NESTAČÍ **PUFRY**, NASTUPUJÍ **PLÍCE**

acidóza → zvýšení ventilace → ↓ pCO₂ → ↑pH

alkalóza → snížení ventilace → ↑ pCO₂ → ↓pH

POKUD ZKLAMOU PLÍCE, ZAPOJÍ SE LEDVINY

při acidóze

- zpětná **resorbce bikarbonátu**
- **vyloučení** nadbytku vodíkových iontů
- doplnění spotřebovaného **bikarbonátu** v pufru jeho **novotvorbou**

ZÁVĚREM MŮŽEME ŘÍCI:

metabolické poruchy se **kompensují dýcháním**
respirační poruchy se **kompensují metabolickými** mechanismy

respirační kompenzace nastupuje do 1 dne
renální do týdne

SENZORICKÉ SYSTÉMY

The image features a solid yellow background. In the center, the text "SENZORICKÉ SYSTÉMY" is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white diagonal lines that extend from the top right towards the bottom left, creating a sense of motion and modernity.

SOMATICKÝ SYSTÉM PRACUJE S INFORMACEMI Z **KŮŽE**, ŠLACH A SVALŮ

system povrchové kožní citlivosti – kůže, podkoží, sliznice

mechanický systém – mechanoreceptory – dotyk, tlak, lechtání, vibrace

percepce tepla a chladu – termoreceptory – teplota okolí i jádra,
registruje relativní změnu teploty

percepce bolesti – nociceptory, algoreceptory

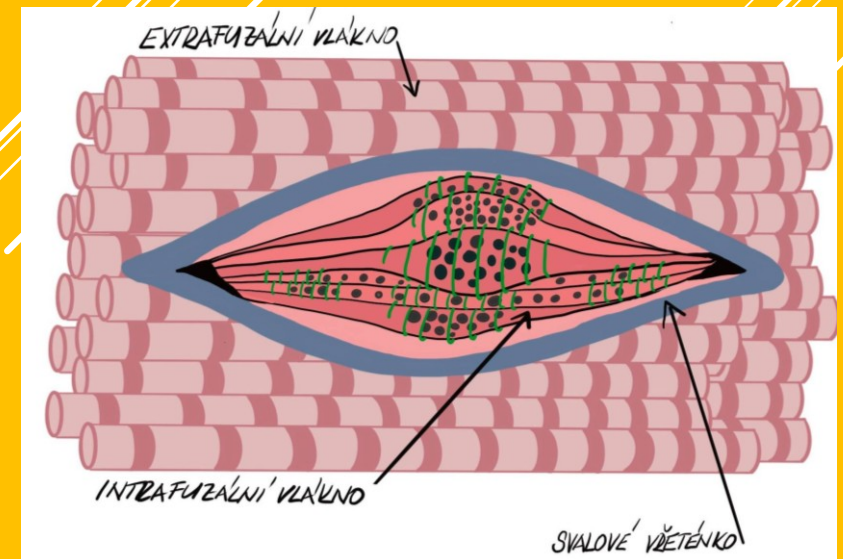
**bolest je nepříjemný senzorický a emoční zážitek, spojený s hrozícím či
skutečným poškozením tkáně**

SOMATICKÝ SYSTÉM PRACUJE S INFORMACI Z KŮŽE, ŠLACH A SVALŮ

system hlubokého čití – svalová, šlachová a kloubní komponenta informuje o momentálním stavu pohybového aparátu

receptorem je svalové vřetenko – zjišťuje napětí svalu, měří asi 2mm, tvořeno modifikovanými svalovými vlákny, tkáňovým mokem a vlastní motorickou inervací

šlachové vřetenko má podobnou stavbu



VISCERÁLNÍ SYSTÉM JE VYBAVEN 4 TYPY RECEPTORŮ

viscerální neboli interoceptivní systém – **interoreceptory**

mechanoreceptory – změny tlaku v dutých orgánech a napětí stěn

chemoreceptory – přítomnost chemických látek v dutinách, tkáních, cévách

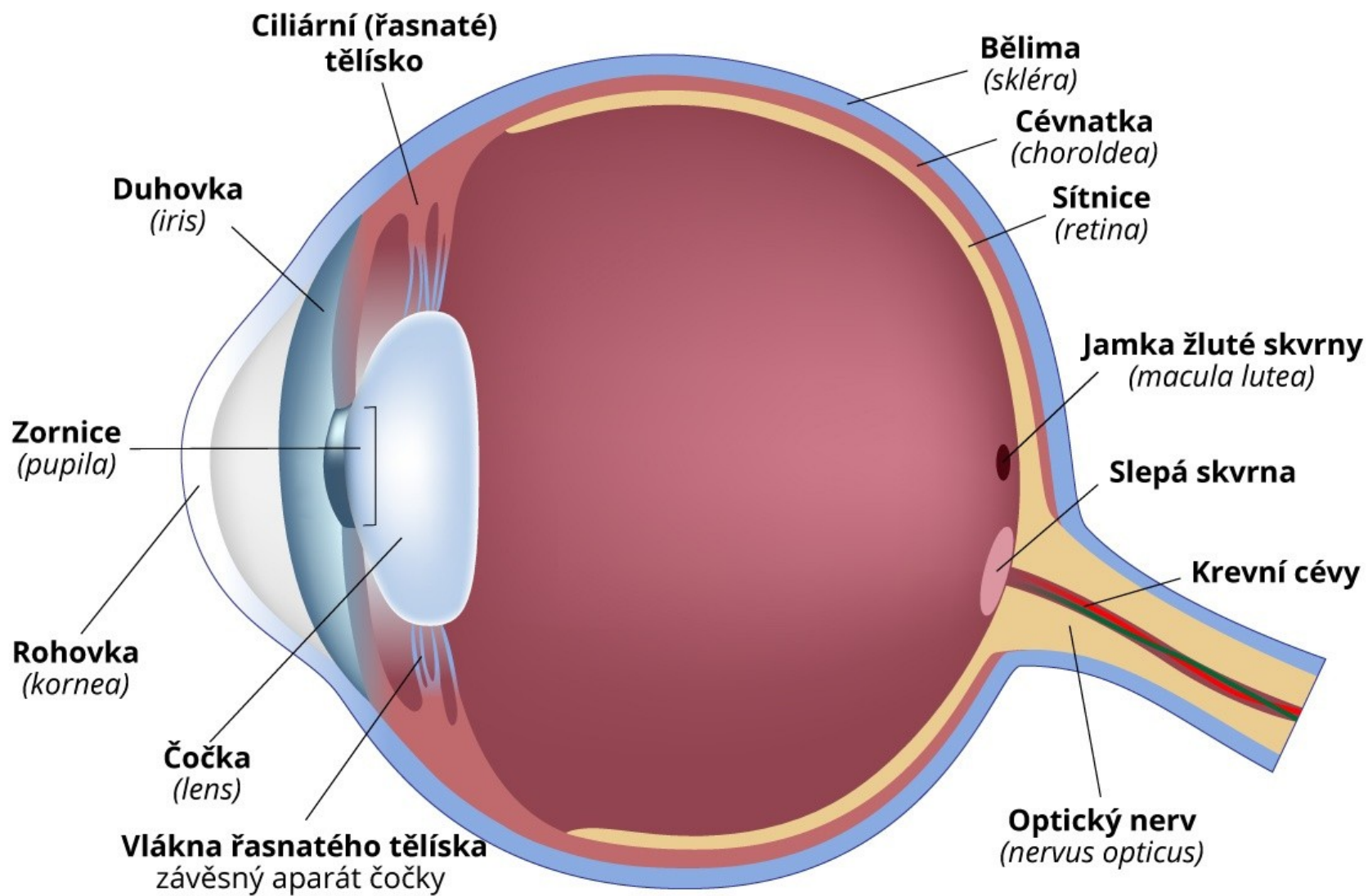
termoreceptory – udržování stálé tělesné teploty

osmoreceptory – změny osmotického tlaku tělních tekutin

ZRAKOVÝ SYSTÉM

The image features a solid yellow background. In the center, the text 'ZRAKOVÝ SYSTÉM' is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white diagonal lines that extend from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion or a modern, technical aesthetic.

Stavba oka



RECEPTIVNÍ ELEMENTY JSOU UMÍSTĚNY V SÍTNICI

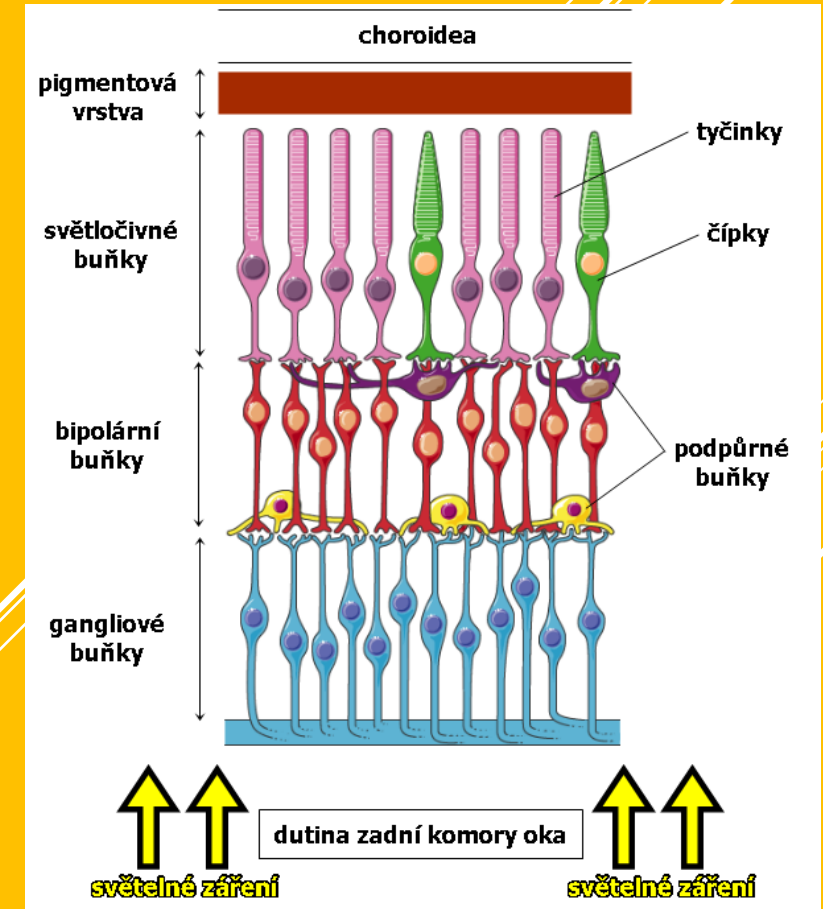
3 vrstvy

spodní – štíhlé tyčinky a tlusté čípky

střední – bipolární buňky

vrchní – gangliové bb

horizontálně vše propojují podpůrné buňky



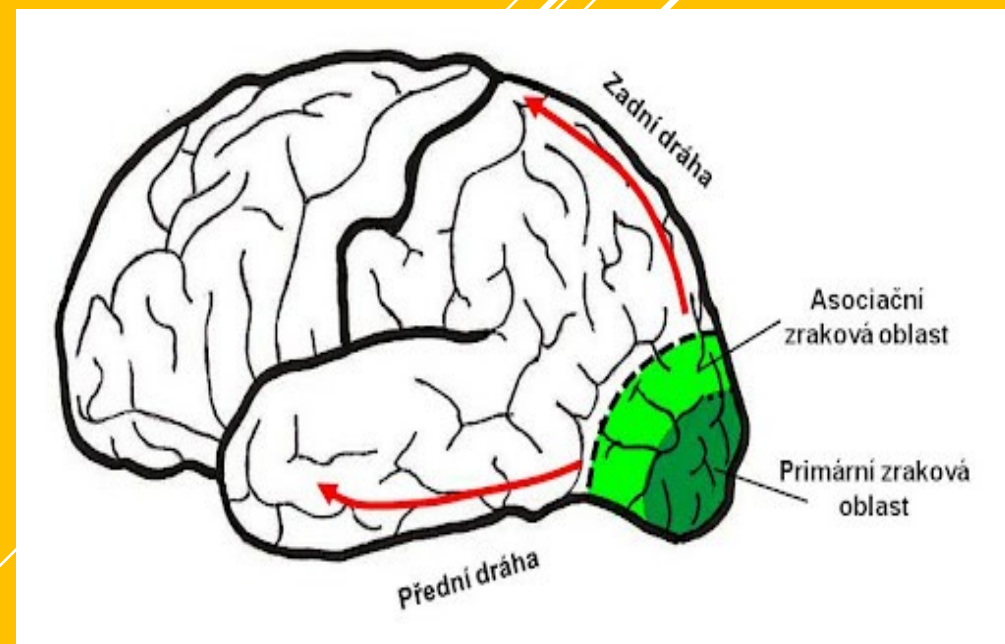
TYČINEK JE O MNOHO VÍCE NEŽ ČÍPKŮ

čípky – percepce barev a tvarů
předmětů, maximum ve žluté skvrně

tyčinky – percepce intenzity světla, 20x
více než čípků (120 milionů)

zrakový nerv má cca 1 milion vláken →
zhuštění zrakové informace

vede informaci do **týlního laloku**



SVĚTELNÁ ENERGIE SE MĚNÍ V CHEMICKOU

fotopigmenty jsou stabilní ve tmě

při absorpci světla mění strukturu a způsobí vzruch

v **tyčinkách** je rodopsin – **skotopické vidění** za šera

v **čípcích** jsou 3 fotopigmenty pro různé vlnové délky – **fotopické vidění** za světla

ZRAKOVÝ ORGÁN MÁ VYSOKOU ADAPTABILITU

při **silném osvětlení** se snižuje výrazně citlivost během **pár vteřin**
při **slabém** se citlivost zvyšuje, maximum **až po 40 minutách**

citlivost se mění **až o 6 řádů!**

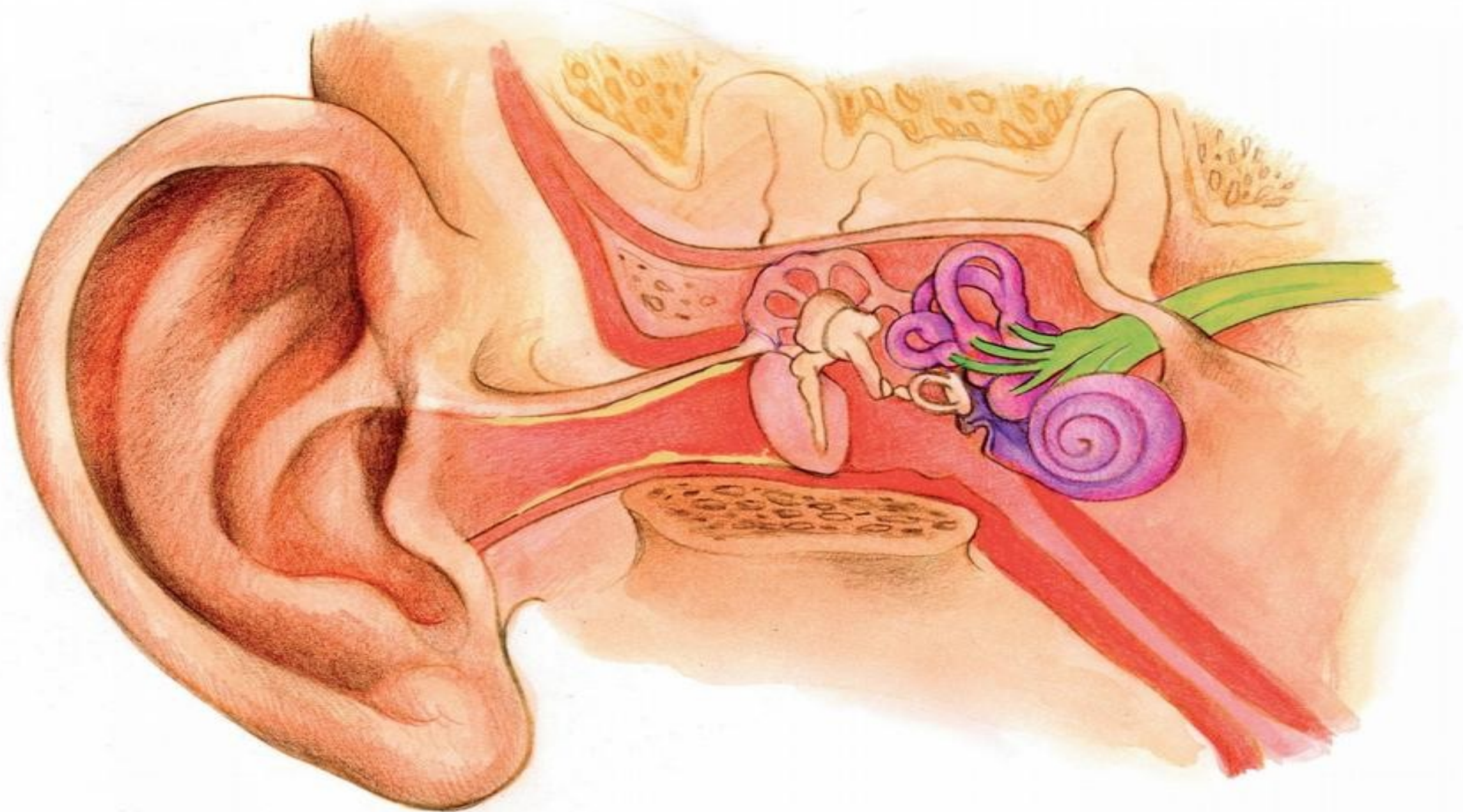
AKOMODACE JE SCHOPNOST OKA ZOBRAZIT BLÍZKÉ PŘEDMĚTY

na sítnici se ostře zobrazí předměty cca 5 m vzdálené, pro bližší se musí změnit **optická mohutnost** oka

ciliární sval - při pohledu do dálky je ochablý a čočka **oploštělá**
při pohledu do blízka se reflexně stáhne a čočka **vyklene**

SLUCH A ROVNOVÁHA

The image features a solid yellow background. In the center, the text "SLUCH A ROVNOVÁHA" is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white diagonal lines that extend from the bottom right towards the top right, creating a sense of motion or a modern design element.

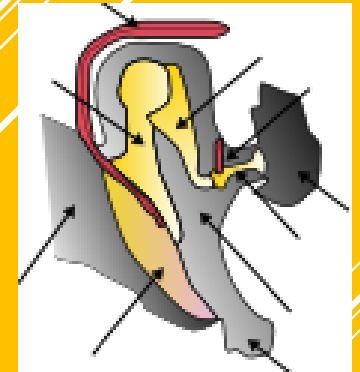


ZEVNÍ UCHO TVOŘÍ **BOLTEC A ZVUKOVOD**

- zachycení a usměrnění zvukových vln k bubínku
- u **zvířat** je boltec **pohyblivý**
- u **člověka** jsou svaly boltce **zakrnělé**

STŘEDNÍ UCHO PŘENÁŠÍ VLNĚNÍ ZE VZDUŠNÉHO PROSTŘEDÍ DO KAPALNÉHO

- středoušní kůstky **kladívko, kovádlínka, třmínek**
- pohyblivé, přenos **energie beze ztráty**
- při odstranění kůstek poklesne vzdušné vedení o 40 dB
- i **funkce ochranná** – absorpce přebytečné energie
- stejná **funkce středoušních svalů**, zvyšují napětí blány bubínku a oválného okénka



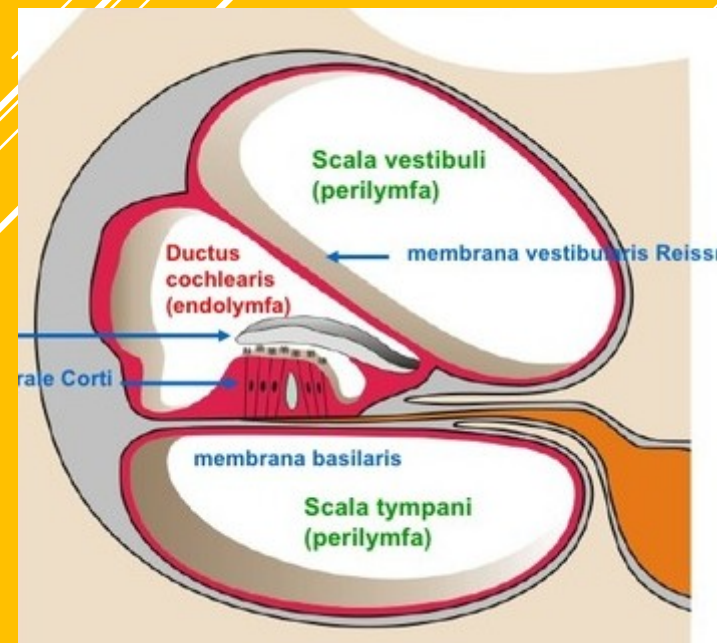
RECEPTOROVÉ BUŇKY JSOU UMÍSTĚNY V HLEMÝŽDI

vibrace třmínku rozechvívají membránu oválného okénka → šíření do perilymfy → vibrace bazální ploténky → dráždění smyslových buněk

vzdušné vedení - zvuk se šíří přes střední ucho

kostní vedení – přes kosti lebky – méně efektivní

sluchový nerv vede vzruchy do horní části
spánkového laloku



DÍKY PÁRU UŠÍ UMÍME ZDROJ ZVUKU LOKALIZOVAT

rozdíl v intenzitě sluchového vjemu mezi pravým a levým uchem
časový posun mezi dopadem zvukové vlny na pravé a levé ucho

lehčí je určit odchylku od střední roviny než v rovině sagitální

VESTIBULÁRNÍ SYSTÉM DÁVÁ MOZKU INFORMACI O PŮSOBNÍ GRAVITACE

3 části - **utríkulus**, **sakulus**, 3 **polokruhové kanálky**

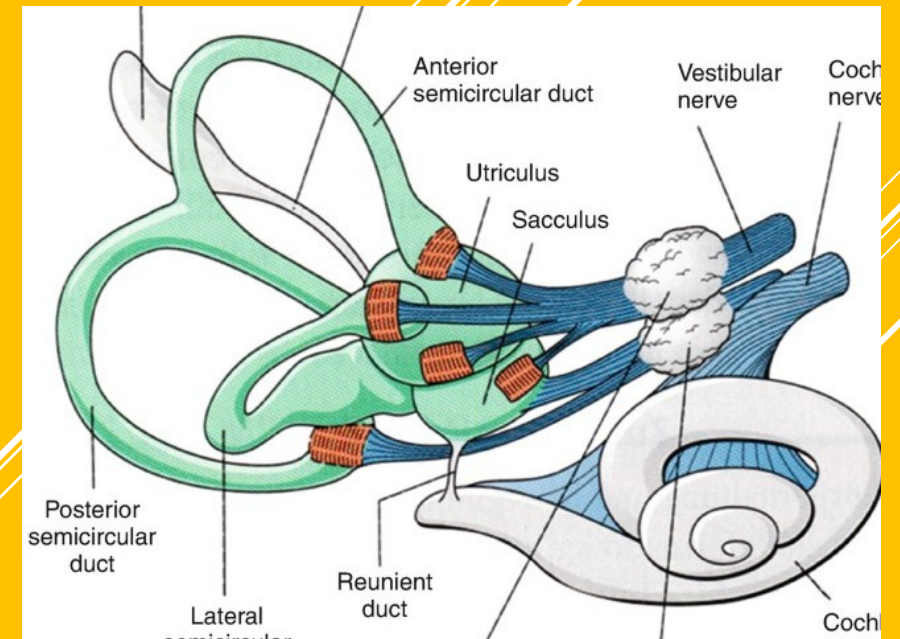
utríkulus a sakulus – registrace **lineárního zrychlení**

vertikální (výtah – sakulus)

horizontální (auto, běh – utríkulus)

polokruhové kanálky – registrace **rotačního zrychlení**

nejvíce je drážděný ten kanálek, který je nejbližší k rovině rotace



VESTIBULÁRNÍ SYSTÉM JE ÚZCE SPOJEN S DALŠÍMI SENZORICKÝMI SYSTÉMY

vlákna ze statokinetického čidla se **bohatě přepojují** v prodloužené míše, retikulární formaci, v jádrech okohybných nervů, mozečku, thalamu **přesná korová projekce není známa**

somatický senzorický systém + zrakový systém + vestibulární systém
podává ucelenou informaci a poloze těla

CHUŤ A ČICH

The image features a solid yellow background. On the right side, there are several parallel white diagonal lines that extend from the top right towards the bottom left, creating a sense of movement and depth.

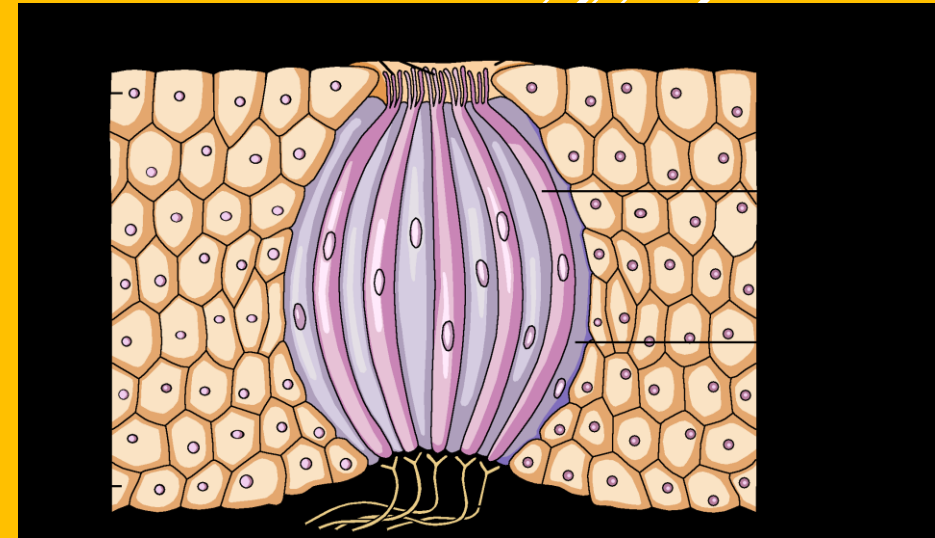
RECEPTOREM CHUTI JSOU **CHUŤOVÉ** **POHÁRKY** V JAZYKU

jsou drážděny jen látkami, **rozpustnými**
v tekutinách (slinách)
nerozpustné látky jsou bez chuti

4 základní chuťové kvality + jejich kombinace
každá chuť má svůj speciální receptor

detekční práh – koncentrace, při které vzniká nespecifická senzace

identifikační práh – koncentrace při které identifikujeme chuťovou kvalitu



CHUŤ NEJENOM ZPŘÍJEMŇUJE PŘÍJEM POTRAVY

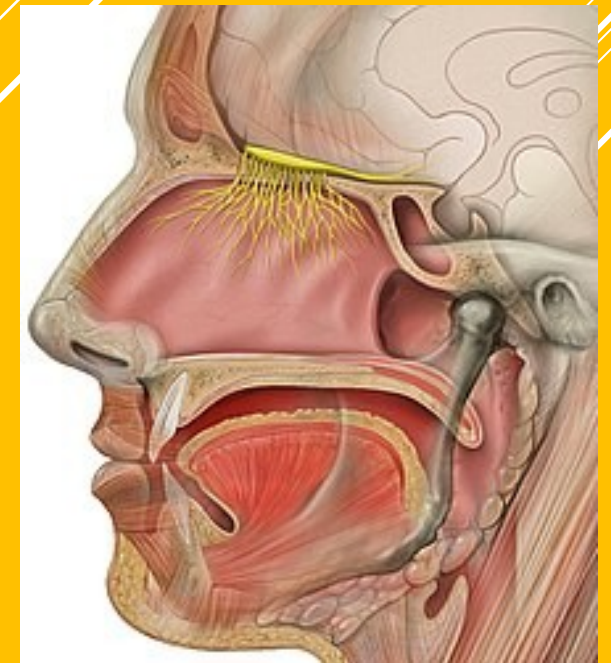
- rozhodnutí o tom, **zda potravu přijmout** (zejména u zvířat)
- nepodmíněné reflexy – **produkce a složení trávicích šťav**
- **další metabolické jevy** - zvýšení glykémie po stimulaci sladkým jídlem, pocení při příjmu tekutiny v teplé místnosti, zvýšení respiračního kvocientu ihned po požití cukrů

RECEPTORY ČICHU JSOU UMÍSTĚNY V HORNÍ ČÁSTI NOSNÍ DUTINY

dráždění **plynnými látkami rozpuštěnými** v hlenu → suchá sliznice špatně podněty přenáší

identifikační čichový práh – koncentrace plynné látky, při které subjekt pozná druh pachu

významná je **adaptace** - postupná snížení citlivosti při déletrvajícím podnětu



FUNKCE ČICHU JE LEHCE OPŘEDENA TAJEMSTVÍM

u živočichu důležitá úloha u **získávání potravy a partnera**

u člověka **výběr potravy, sekrece slin, trávicích šťáv**

silný emoční náboj - pach → **vůně** nebo **zápach**

NEUROEFEKTORY

The image features a solid yellow background. In the center, the word "NEUROEFEKTORY" is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white diagonal lines that extend from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion and modernity.

EFEKTORY JSOU ORGÁNY, KTERÉ REAGUJÍ NA ZMĚNY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

efektory – svaly a žlázy

neuroefektory – neurony, které přivádějí vzruchy z **CNS k efektoru**

system **exteromotorický** – chování organismu vůči vnějšímu prostředí
(ovládání kosterního svalstva)

system **interomotorický** (vegetativní, autonomní)– udržení homeostázy
(ovládání hladkého svalstva, žláz)

EXTEROMOTORICKÝ SYSTÉM OVLÁDÁ KOSTERNÍ SVALSTVO

míšní motoneuron nebo motoneuron hlavového nervu → nervosvalová ploténka (synapse) → sval

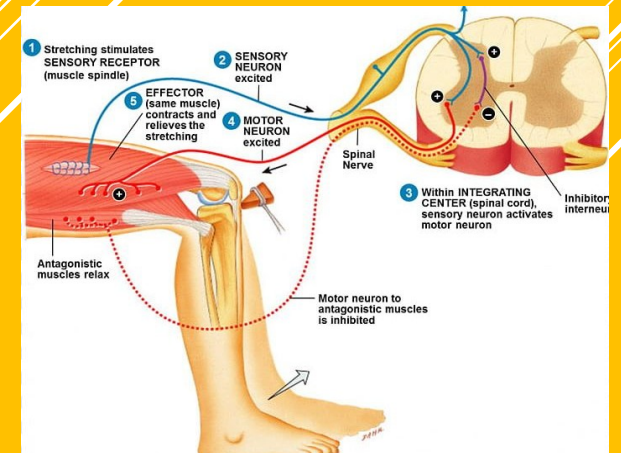
motorická jednotka = skupina svalových vláken stejného typu, ovládaná jedním motoneuronem

čím **jemnější** pohyb, tím **menší** motorická jednotka

REFLEX JE ZÁKLADNÍ JEDNOTKA ČINNOSTI NEUROEFEKTORU

receptor → aferentní vlákna do CNS → spojení mezi vlákny → eferentní vlákna spojující CNS a efektor
monosynaptické, polysynaptické

proprioceptivní reflex – spojení svalu s míchou
svalové vřetenko → dostředivé vlákno → míšní
alfamotoneuron → jeho axon končí v nervosvalové
ploténce
uplatňuje se **nejvíce u svalů působící proti gravitaci**
(posturální svaly)



VOLNÍ MOTORIKA VYCHÁZÍ Z MOTORICKÉ KOROVÉ OBLASTI

podstatná část jakéhokoliv úmyslného pohybu je mimovolní!!

korová oblast v prececentrální oblasti → pyramidový a extrapyramidový systém

pyramidový systém – přesné, cílené pohyby, fylogeneticky mladší

extrapyramidový systém – řízení svalového tonu a vzpřímeného postojení
složitý systém, napojený na bazální ganglia, útvary v mozkovém kmeni, mostu a prodloužené míše

INTEROMOTORICKÝ SYSTÉM OVLÁDÁ HLADKÝ A SRDEČNÍ SVAL A ŽLÁZY

základní vlastností hladkého svalu je **automacie** – schopnost se rytmicky stahovat i bez působení zevního podnětu

CNS je přesto řídí – zesiluje či zeslabuje autonomní aktivitu prostřednictvím **vegetativního nervového systému**

nejsou přítomny nervosvalové ploténky (synapse v průběhu)

parasympatikus – mediátor **acetylcholin** (cholinergní typ přenosu)

sympatikus – mediátor **adrenalin** (adrenergní typ přenosu)

VEGETATIVNÍ SYSTÉM ÚZCE SPOLUPRACUJE SE **SOMATICKÝM A ENDOKRINNÍM SYSTÉMEM**

sympatikus – udržuje napětí, stres, pohotovost k útoku, obraně
parasympatikus - uvolnění, relaxace, trávení

pomáhá udržovat **homeostázu** (dynamickou rovnováhu vnitřního prostředí)

hypotalamus koordinuje činnost všech tří soustav – cestou přímou – nervovou, nebo humorální (přes žlázy s vnitřní sekrecí)

PŘÍKLADY PŮSOBENÍ VEGETATIVNÍHO SYSTÉMU NA EFEKTORY

GIT PASY ↑ motility a sekrece SY ↓ motility a sekrece

plíce PASY zúžení bronchů SY relaxace bronchů

tepny SY dilatace svaly PASY dilatace GIT, kůže

srdce PASY ↓ frekvence a kontraktility SY ↑ frekvence, kontraktility

HORMONÁLNÍ SYSTÉM

The image features a solid yellow background. In the center, the text "HORMONÁLNÍ SYSTÉM" is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white diagonal lines that extend from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion and modern design.

HORMONY JSOU CHEMIČTÍ POSLOVÉ

regulátory fyziologických pochodů v organismu

hormony

endokrinní – šíří se krví

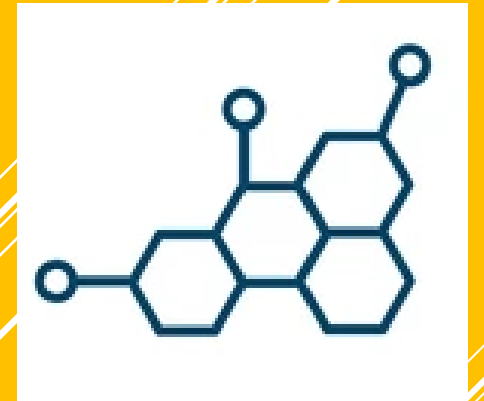
parakrinní – difúzí

autokrinní – hormon působí na buňku, která ho vytvořila

deriváty tyrosinu – hormony štítné žlázy a dřeně nadledvin

steroidy – kůra nadledvin, vaječníky, varlata

proteiny - hypofýza, slinivka břišní, přštítná tělíska, hypotalamus



FORMA TRANSPORTU V KRVI ZÁVISÍ NA SLOŽENÍ HORMONU

steroidní hormony a **hormony štítné žlázy** nerozpustné ve vodě →
musí být navázané na bílkovinné nosiče
snadno však přechází přes buněčné membrány

ostatní hormony **nepotřebují** nosič, ale v membráně nutný receptor

hormony působí **cíleně** a **specificky** - na jednoznačně vymezené struktury a jejich účinek nelze nahradit jinou endogenní látkou

vysoká účinnost – koncentrace v řádech **nmol**

SEKRECE HORMONU MUSÍ BÝT **PŘÍSNĚ** **REGULOVÁNA**

jednoduchá zpětná vazba – regulovaná veličina je sama regulátorem sekrece hormonů (glykémie – inzulin/glukagon)

složitá zpětná vazba – koncentrace samotného hormonu je regulovanou veličinou (tyroxin – tyreotropin – tyreoliberin)

zpětná vazba **pozitivní** (produkce hormonu se zvyšuje)
 negativní (produkce hormonu se snižuje)

HYPOTALAMO-HYPOFYZÁRNÍ SYSTÉM JE KOORDINÁTOREM HUMORÁLNÍ REGULACE

hormony hypotalamu ovlivňující přední lalok hypofýzy (hypofyzotropní hormony)

adrenokortikotropin stimulující hormon

prolaktin inhibující hormon

tyreotropin stimulující hormon

gonadotropiny stimulující hormon

somatotropin stimulující hormon, somatotropin inhibující hormon



hormony hypotalamu ovlivňující zadní lalok hypofýzy

oxytocin a **antidiuretický hormon** – přesun přes nervová vlákna do hypofýzy → uvolnění do krve dle potřeby

HORMONY PŘEDNÍHO LALOKU HYPOFÝZY JSOU TROPINY

tyreotropin – stimuluje syntézu hormonů štítné žlázy

adrenokortikotropní hormon – stimulace hormonů kůry nadledvin

somatotropin – stimulace proteosyntézy a zrychlování růstu

hormon stimulující folikuly – spermatogeneze a růst ovariálních folikulů

luteinizační hormon – produkce testosteronu, stimulace ovulace, estrogenů a progesteronu

prolaktin – syntéza mléka v mléčné žláze

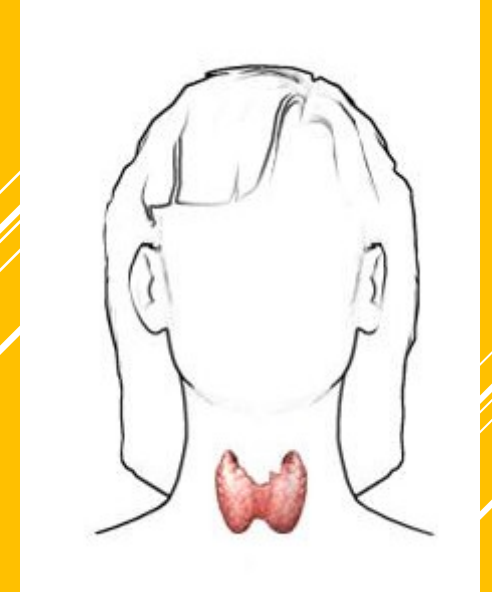
zadní lalok – jen „přeprodává“ hormony z hypotalamu

ADH – zvyšuje reabsorpci vody v ledvinách, vazokonstrikce, ↑ TK

oxytocin – ejekce mléka a kontrakce dělohy na konci těhotenství

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA UDRŽUJE METABOLISMUS „VE SPRÁVNÝCH OTÁČKÁCH“

- **tyroxin** T4 a **trijodtyronin** T3
- účinek stejný, ale T3 je 4x účinnější, T4 má delší účinek
- T4 93%, T3 7%
- potřebují **jód** k syntéze
- regulace systémem složité zpětné vazby přes tyreotropin a tyreotropin stimulující hormon



ŠTÍTNÁ ŽLÁZA UDRŽUJE METABOLISMUS „VE SPRÁVNÝCH OTÁČKÁCH“

- **kalorigenní účinek** – zvyšují potřebu O_2 v tkáních
- **stimulace resorbce sacharidů**, stimulace glukoneogeneze
- **podpora lipolýzy**, zmenšují zásoby tuku, **snížení hladiny cholesterolu** v krvi
- **podpora motility střev**
- **zvyšuje dráždivost** nervových struktur
- **zvýšení srdeční frekvence, zvýšení kontraktility**
- **potenciace účinků inzulínu, adrenalinu, glukokortikoidů**

kalcitonin – snížení zpětné resorbce vápníku v ledvinách a podporuje ukládání v kostech → snížení kalcémie

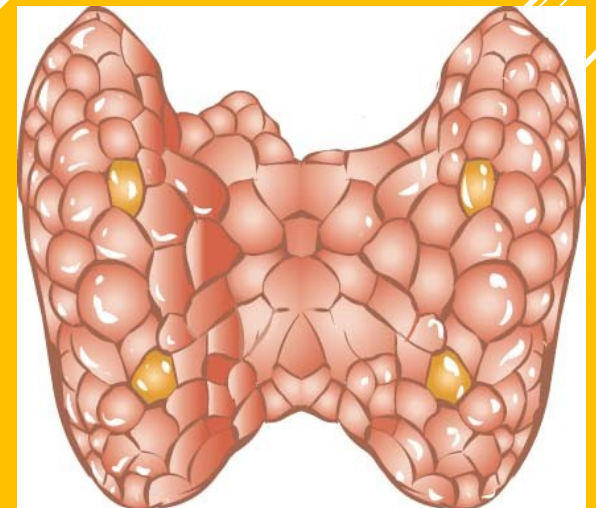
PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA VYLUČUJÍ PARATHORMON

hormon bílkovinné povahy – **zvýšuje hladinu kalcémie** (2,25-2,75 mmol/l)

1. zvýšenou resorpcí z **kostí**
2. zvýšení resorpce v **ledvinách**
3. zvýšená resorpce ve **střevě** cestou přes kalcitriol – vitamín D

opačný účinek než kalcitonin

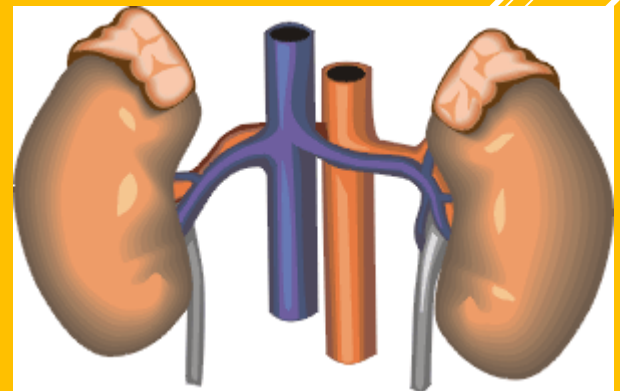
regulace – jednoduchá zpětná vazba



NADLEDVINA MÁ **KŮRU** A **DŘEŇ**

hormony **kůry nadledvin** jsou nezbytné pro život – mineralokortikoidy, glukokortikoidy, androgeny

hormony **dřeně nadledvin** usnadňují řešení stresových situací – adrenalin, noradrenalin, dopamin



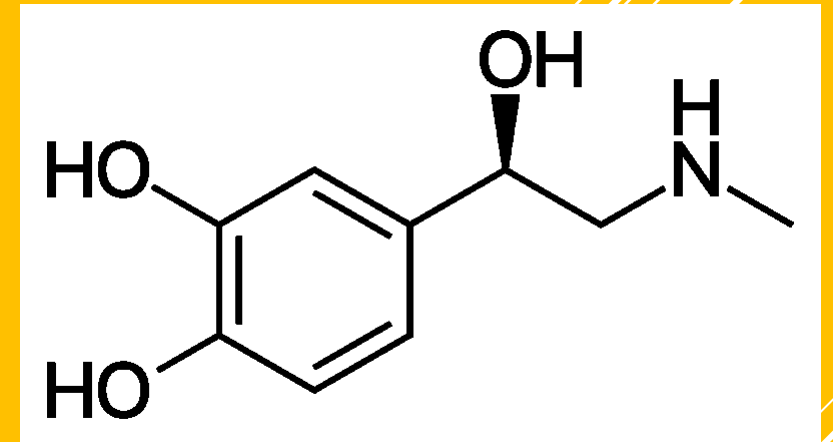
DŘEŇ NADLEDVIN PRODUKUJE KATECHOLAMINY

sekrece je **výhradně řízena nervovým systémem**
nedostatek se klinicky neprojevív
stejný účinek jako dráždění **sympatiku**

adrenalin

- ↑ SF, kontraktility, SV, TK (systolické složka)
- vasodilatace v kosterních svalech a játrech, vasokonstrikce kůže, střevo
- celková rezistence poklesne
- brání poklesu glykémie - glykogenolýza ve svalech a játrech – zdroj energie, tlumí produkci inzulínu
- lipolýza v tukové tkáni – zdroj energie

noradrenalin – vasokonstrikce, ↑periferní rezistence, TK (diastolická složka)



KŮRA NADLEDVIN PRODUKUJE **STEROIDNÍ HORMONY**

mineralokortikoidy, glukokortikoidy, androgeny

aldosteron (mineralokortikoid) – hospodaření se sodíkem a draslíkem → **stabilita objemu tělních tekutin**

působí na **distální tubulus a sběrací kanálky** ↑resorbci Na^+ (a tím i vody osmózou) a sekreci K^+

NEJÚČINNĚJŠÍ GLUKOKORTIKOID JE **KORTIZOL**

kortizol – ovlivnění intermediárního metabolismu všech živin **pod kontrolou ACTH** z hypofýzy a adrenokortikotropin stimulujícího hormonu z hypotalamu

- ↑ **hladinu glukózy** v krvi (snížení sekrece inzulínu, ↓ využití glukózy ve svalech, stimuluje tvorbu glukózy a glykogenu v játrech)
- ↑ **lipolýzu**
- ↓ **tvorba bílkovin** a urychlení jejich rozpadu
- tlumí imunitní funkce
- výrazně **potlačuje projevy zánětu** a alergie – neřeší příčinu!
- pomáhá organismu se vyrovnat se **stresovou situací**

K ČEMU JE DOBRÝ **STRES**?

stres je běžnou součástí života

stresor – faktor, který vyvolává stres

poplachová reakce – příprava na boj, vyplavení katecholaminů z dřene nadledvin + aktivace kůry nadledvin a sekrece kortizolu

adaptační fáze – navyšování produkce kortizolu – maximální odolnost

fáze vyčerpání – vyčerpání energetických zdrojů, narušení homeostázy, poruchy imunitního systému, somatická onemocnění

stres je fyziologická reakce s potenciálně patologickými následky

NEJDŮLEŽITĚJŠÍM HORMONEM SLINIVKY JE INZULIN

inzulin 70%, glukagon 20%

inzulin

- produkován B bb pankreatu
- sekrece startuje při glykémii nad 5,5 mmol/l
- jediný hormon snižující hladinu glukózy a nabízí ji tkáním
- cílové tkáně – svaly, játra, tuková tkáň
- **rychlý účinek** - ↑ transportu glukózy, AMK a draslíku do bb
- **středně rychlý** – stimulace proteosyntézy a syntézy glykogenu v játrech
- **zpožděný** – stimulace lipogeneze
- „**hormon nadbytku**“

GLUKAGON MÁ OPAČNÉ ÚČINKY NEŽ INZULIN

sekrece při **hypoglykémii**

vyvolává **glykogenolýzu** – rozpad glykogenu v játrech a uvolnění glukózy do oběhu

aktivace **glukoneogenze** – tvorba glukózy z AMK, kys.mléčné a glycerolu

tuková tkáň – **lipolýza** – štěpení tuků na glycerol a mastné kyseliny

REPRODUKCE

The image features a solid yellow background. In the center, the word "REPRODUKCE" is written in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text, there are several parallel white lines of varying lengths and positions, all slanted diagonally from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion or a modern graphic design.

POHLAVÍ JE DÁNO GENETICKY

přítomnost pohlavních chromozomů **XX** (žena), **XY** (muž)



období dospívání → období pohlavní zralosti → menopauza, andropauza

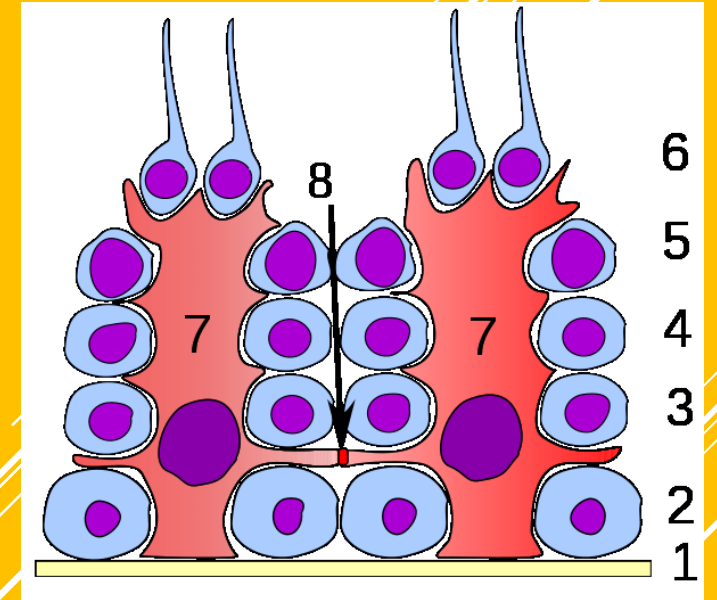
menopauza – hormonální změny, **ukončena** reprodukční schopnost

andropauza – hormonální změny, reprodukční schopnost **zachována**

SPERMIE SE TVOŘÍ CELÝ ŽIVOT

funkce mužského reprodukčního systému

- produkce pohlavních buněk
- vylučování pohlavních hormonů
- pohlavní spojení



spermatogeneze – varlata (Sertoliho buňky), dozrávají v nadvarleti

spermatogonie → spermatocyty → spermatidy → spermatozoa (spermie)

TESTOSTERON JE HLAVNÍ MUŽSKÝ POHLAVNÍ HORMON

testosteron se tvoří v Leydigových bb ve varlatech

- vývoj mužského genitálu a sestup varlat
- v dospívání růst zevního genitálu, sekundární pohlavní znaky
- anabolické účinky
- zvětšuje objem kostní hmoty
- stimuluje sekreci erytropoetinu
- vznik akné

ŽENSKÝ POHLAVNÍ SYSTÉM TOHO MUSÍ ZVLÁDNOUT VÍCE

produkce pohlavních bb, pohlavních hormonů, zajišťuje pohlavní spojení, zajišťuje vývoj nového jedince

menstruační cyklus – 3 fáze

1.fáze – menstruační (deskvamační) – povrch nekrotické sliznice je odstraněna spolu s menstruační krví (1-5 dní)

2. fáze – proliferační (preovulační) – obnova sliznice, vliv estrogenů, končí ovulací

3.fáze – sekreční (luteální) – příprava na implantaci vajíčka, sliznice se vybavuje žlázkami, glykogenem (progesteron)

NOVOROZENEK JIŽ MÁ VŠECHNY POHLAVNÍ BB VYTVOŘENÉ

7 milionů primordiálních folikulů, do puberty se redukují na 300 000,
v pubertě se tvoří **primární folikuly**
v období zralosti žena vyprodukuje **500** zralých **oocytů**

na začátku cyklu vyžívá **6-12** primárních folikulů, 7.den jediný **Graafův folikul**, **14.den praská** a vajíčko se uvolňuje do dutiny břišní (**ovulace**) → vejcovod → děloha

Graafův folikul se mění na **žluté tělísko**, produkuje **progesteron** → příprava dělohy na těhotenství
4. měsíc je funkčně **nahrazeno placentou**

ESTROGEN A PROGESTERON JSOU NEJDŮLEŽITĚJŠÍ POHLAVNÍ HORMONY

estrogen

- podporují růst vnitřních i zevních pohlavních orgánů, růst prsou (mlékovody), rozvoj sekundárních pohlavních znaků
- iniciují proliferační fázi menstruačního cyklu, působí na zání vajíčka
- snižují hladinu cholesterolu v krvi, snižují aterogenezi

gestageny (progesteron)

- příprava a udržení těhotenství
- snižuje dráždivost dělohy
- podporuje sekreční aktivitu mléčné žlázy

TĚHOTENSTVÍ TRVÁ 9 KALENDÁŘNÍCH MĚSÍCŮ

oplodnění ve střední části vejcovodu

3 dny poté do dělohy, **nidace**

16.den se začíná tvořit **placenta** (oddělení krevního oběhu matka/plod)

hormony placenty

hCG – podporuje činnost žlutého tělíska

placentární progesteron, placentární estrogeny

hCS – choriový somatomamotropin – růst mléčné žlázy a laktace

BĚHEM TĚHOTENSTVÍ SE TĚLO MATKY MĚNÍ

- **zvětšení dělohy** z 60g na 1 kg
- **vymizení menstruace**
- překrvení pohlavních orgánů
- **zvětšení prsů**, pigmentace dvorců
- **zvětšení objemů krve**, ↑ SF
- změna aktivity **GIT**, **změny psychiky**

TĚHOTENSTVÍ UKONČUJE POROD

- vypuzení plodu s plodovými obaly a placentou z dělohy
- trvání několik hodin
- stahy dělohy + vědomá aktivace břišního lisu

laktace - tvorba a vylučování mateřského mléka mléčnou žlázou prsu

kolostrum - mlezivo, po 2 dnech **mléko**, denní produkce 1,5-2 l

optimální složení mateřského mléka do **6. měsíce** věku

během kojení je **zastaven menstruační cyklus**