

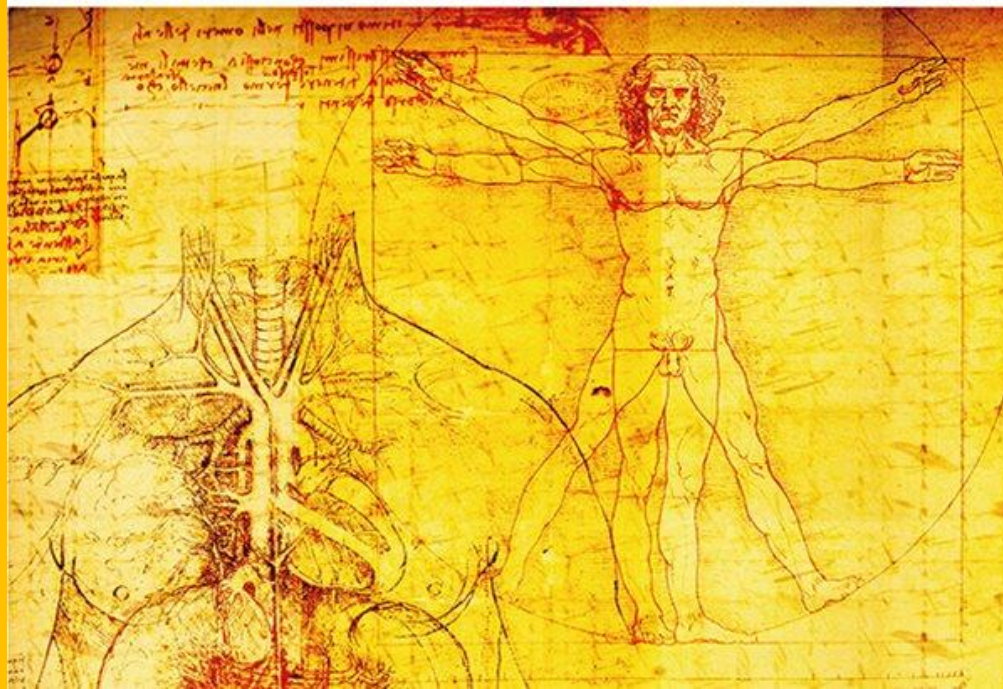
Josef Petřek

---

# 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**

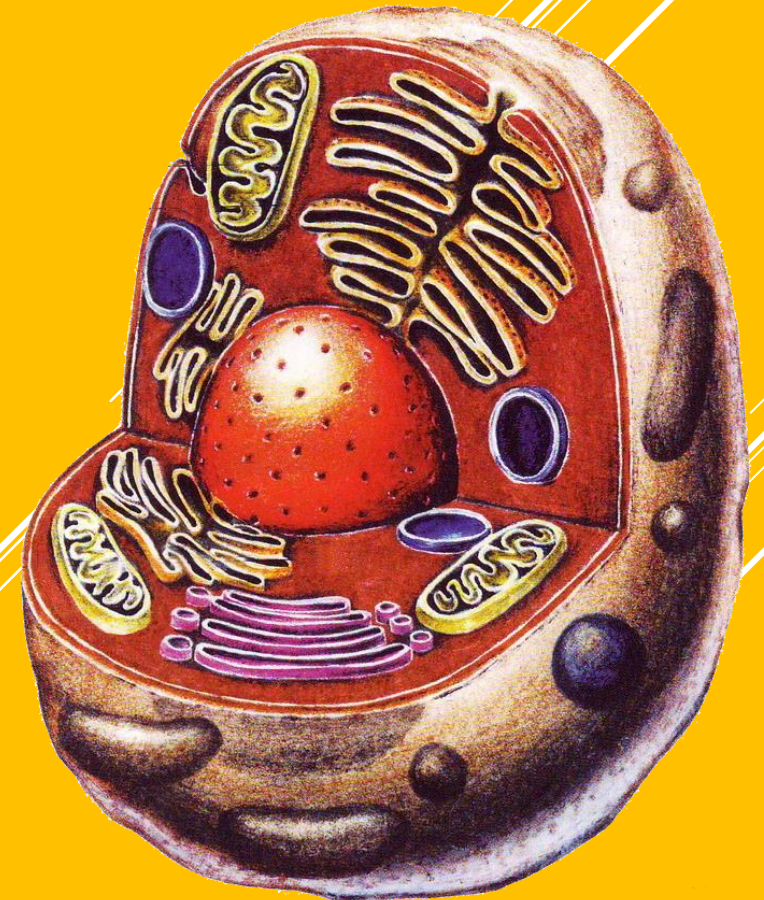
soubor tkání = **orgán**

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 + jádro + organely



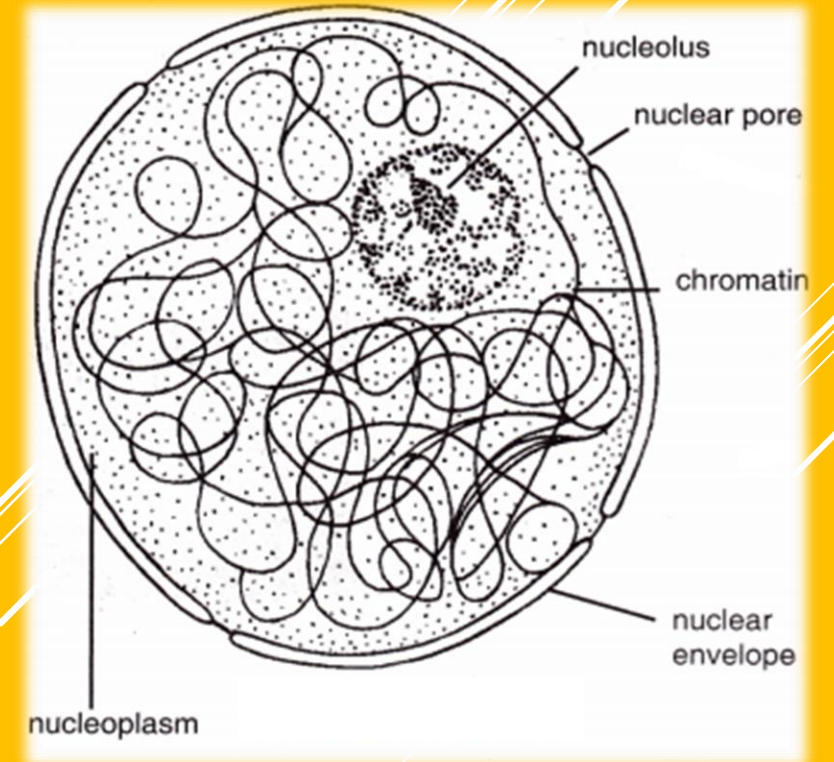


# BUNĚČNÉ JÁDRO JE NOSITELEM GENETICKÉ INFORMACE

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

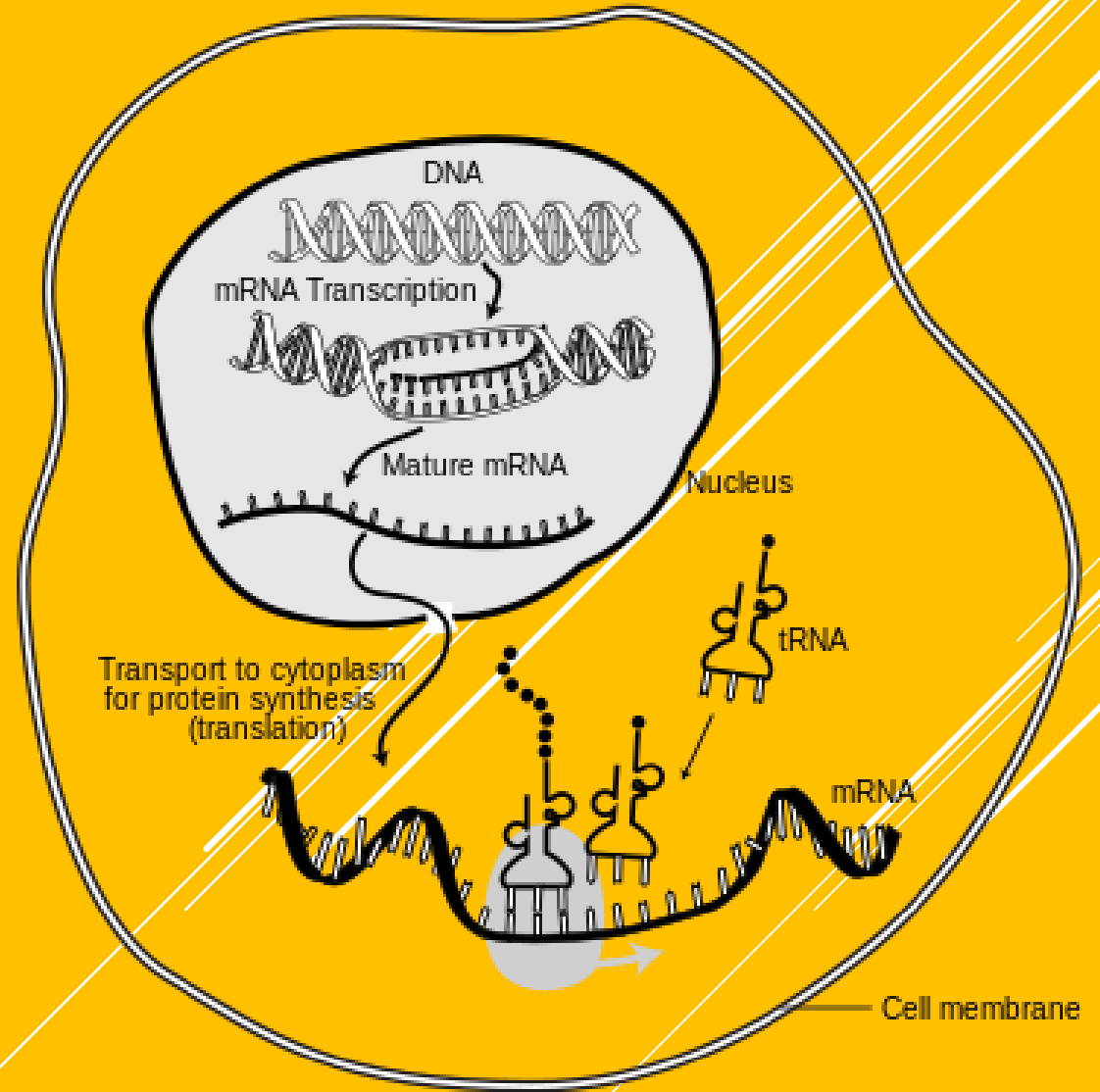
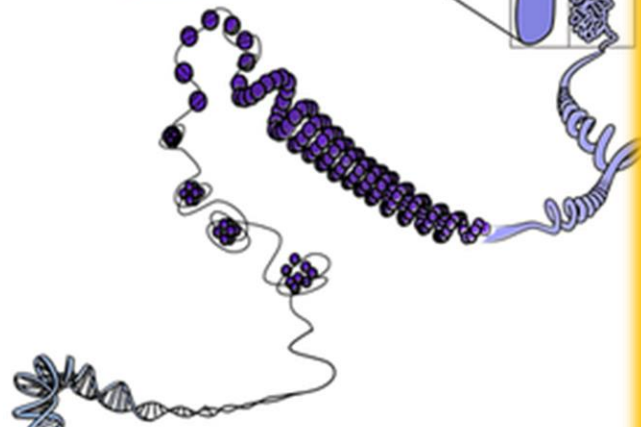
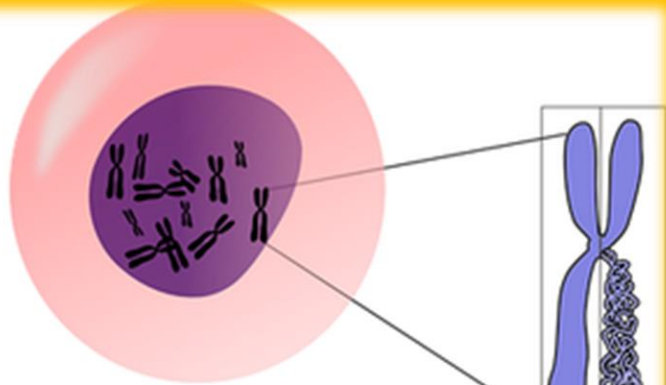
přenos **genetické informace** do nové buňky

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



# GENETICKÝ KÓD JE OBSAŽEN V CHROMOZOMECH

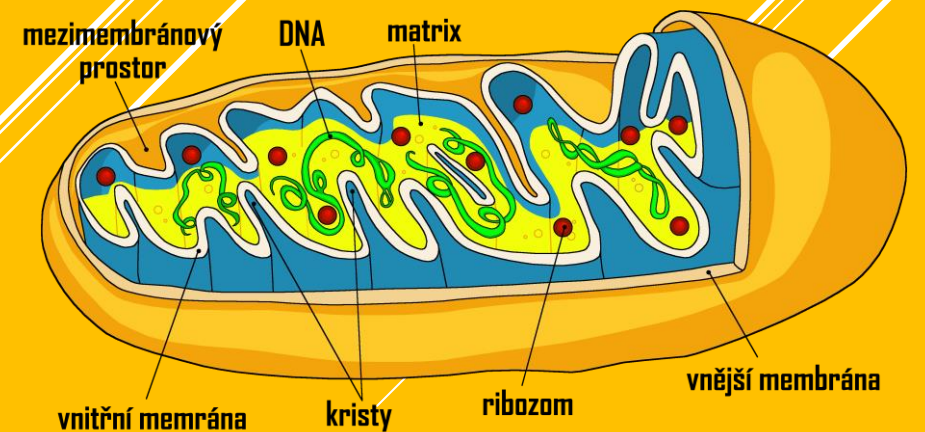
- **membrána** ze dvou listů, je porézní
- 46 molekul DNA sbalených kolem histonů = **chromatin**
- dělení buňky → **chromozomy** - 22 párů **autozomů** a 2 **gonozomy** **(23 párů celkem)**
- **gen** – základní jednotka genetické informace = úsek DNA tvořený sekvencí purinových a pyrimidových bází
-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





# MITOCHONDRIE JSOU BUNĚČNÉ ELEKTRÁRNY

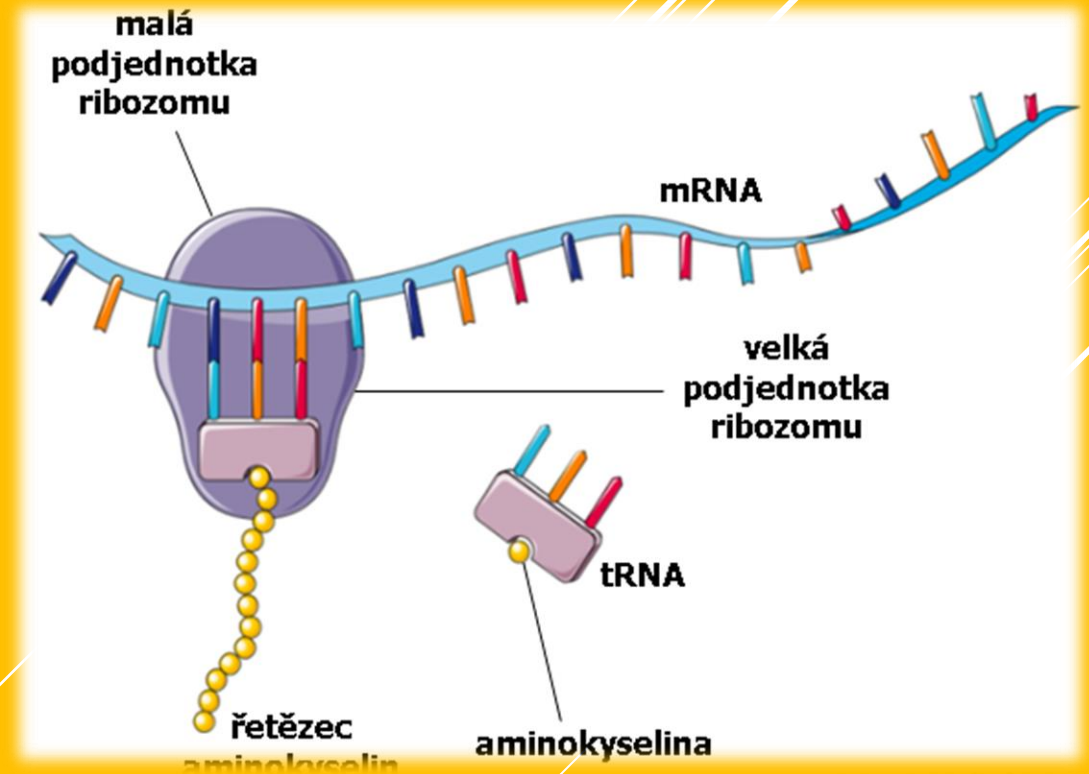
- všechny buňky **kromě erytrocytů**
- zajišťuje **90% energie** pro buňku
- vnější membrána hladká, vnitřní zřasená do krist, obsahuje **enzymy** podporující oxidaci produktů metabolismu a tvoří **ATP** (buněčné dýchání)
- **mitochondriální matrix** – mitochondriální DNA (vyvinuly se z bakterií)



# 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“

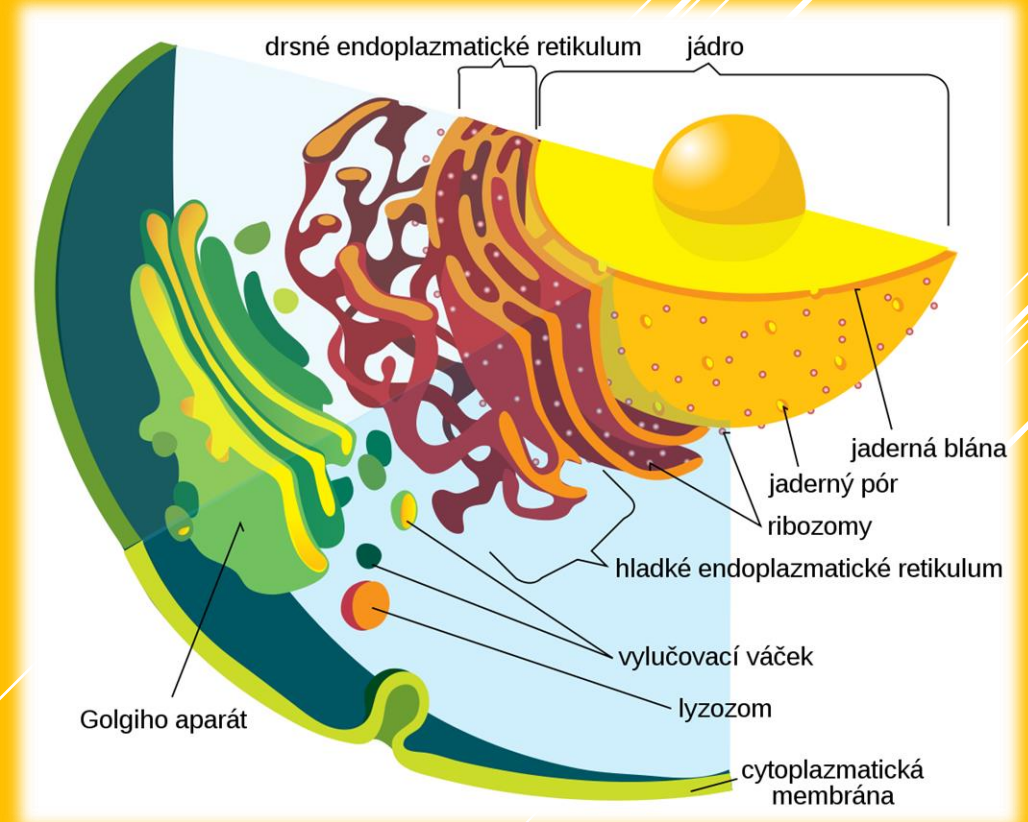


# V ENDOPLAZMATICKÉM RETIKULU PROBÍHÁ SYNTÉZA ŘADY LÁTEK

propojeno s jadernou membránou

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

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



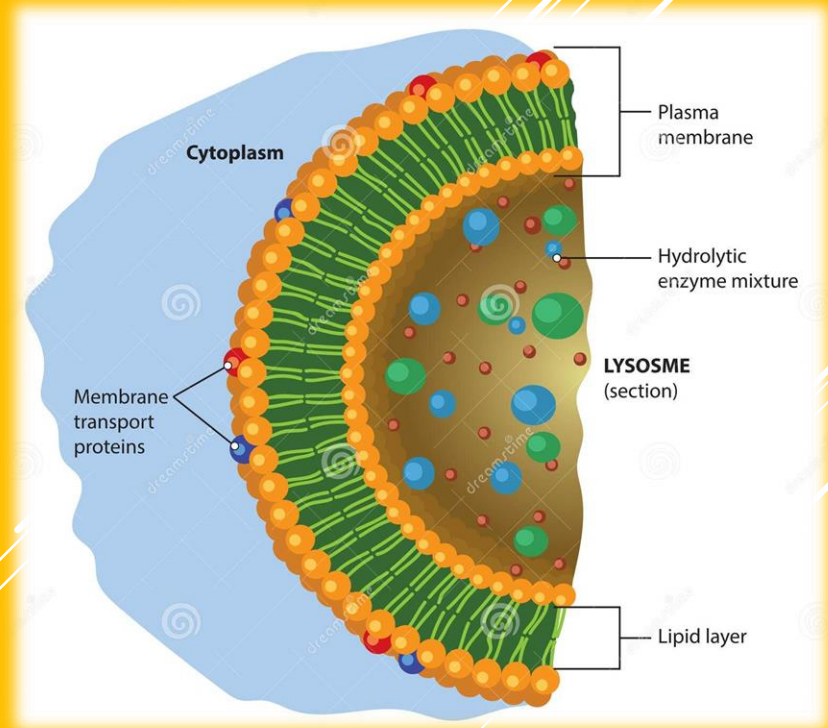
# VYTVOŘENÉ PROTEINY SE SKLADUJÍ V GOLGIHO APARÁTU

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

# 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





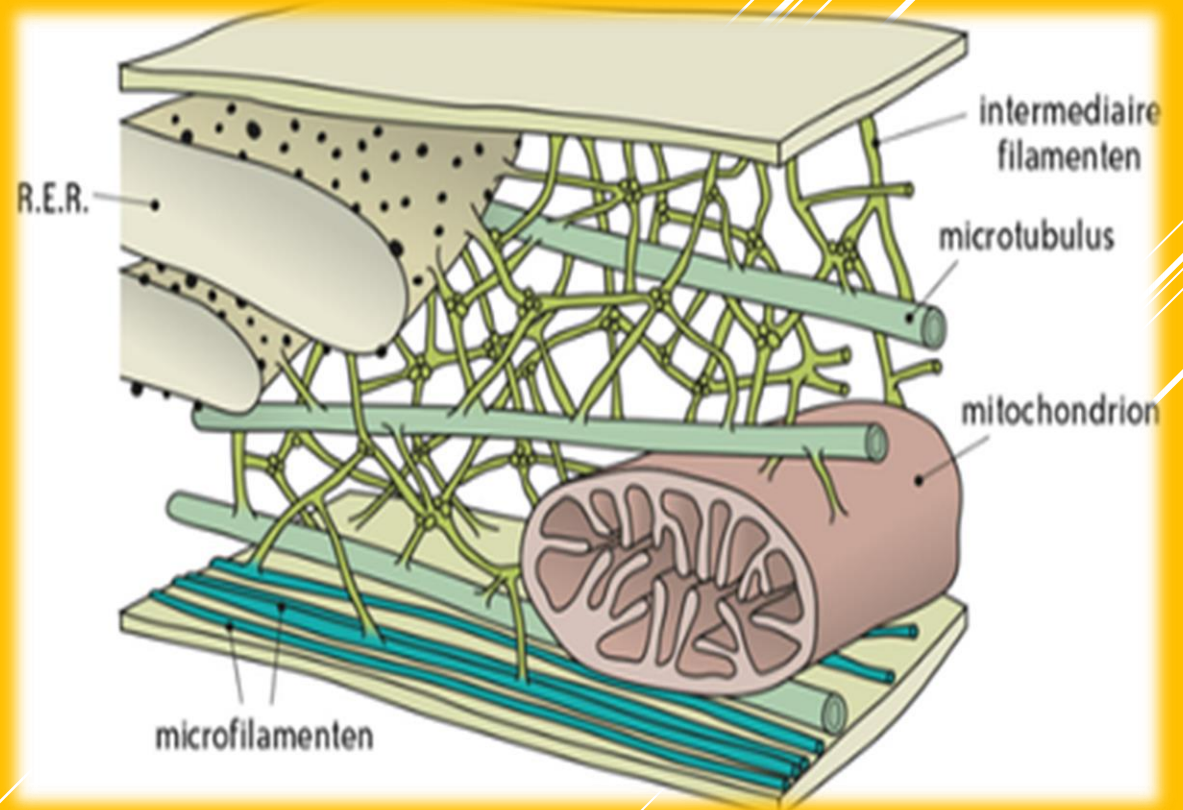
# BEZ CYTOSKELETU BY SE BUŇKA ZHROUTILA

udržuje tvar buňky, umožňuje pohyb

**mikrotubuly** – největší, transport uvnitř buňky, pohyb chromozomů

**mikrofilamenta** - aktin a myosin u svalové buňky

**intermediární filamenta** – pevnost buňky

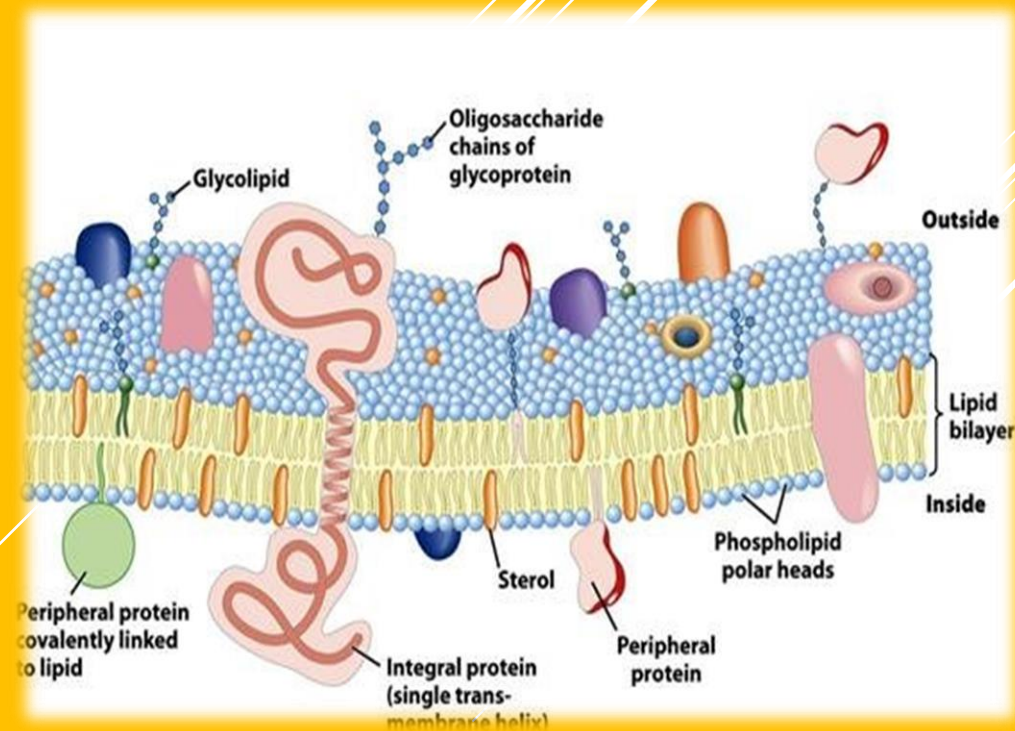
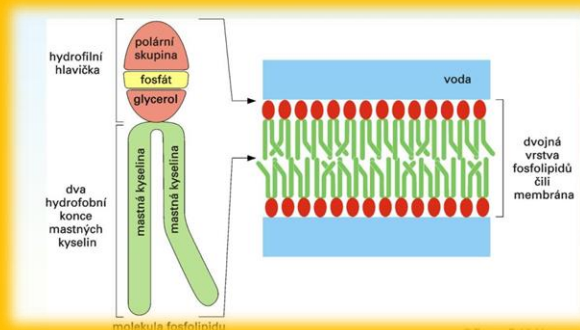


# CYTOPLAZMATICKÁ MEMBRÁNA ZAJIŠŤUJE INTEGRITU BUŇKY

- 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

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

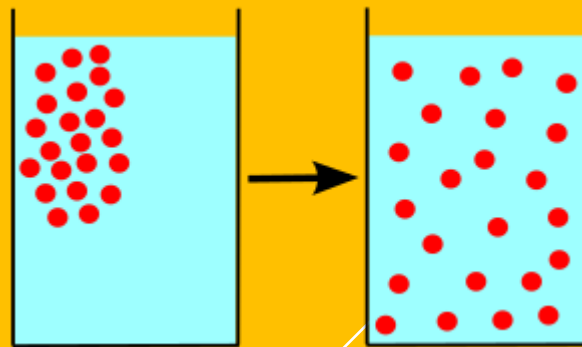
# **TRANSPORTNÍ MECHANISMY PŘES MEMBRÁNY**



# 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  $CO_2$



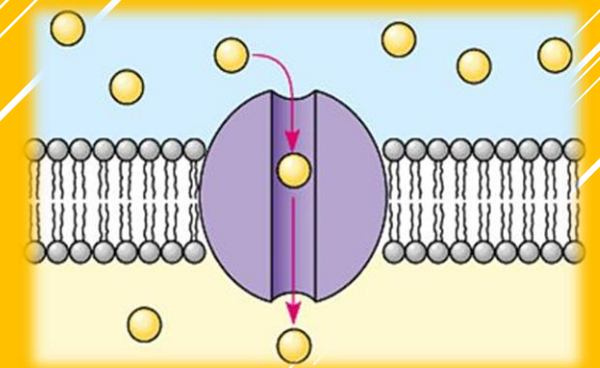


# PASIVNÍ TRANSPORT NEVYŽADUJE ENERGII

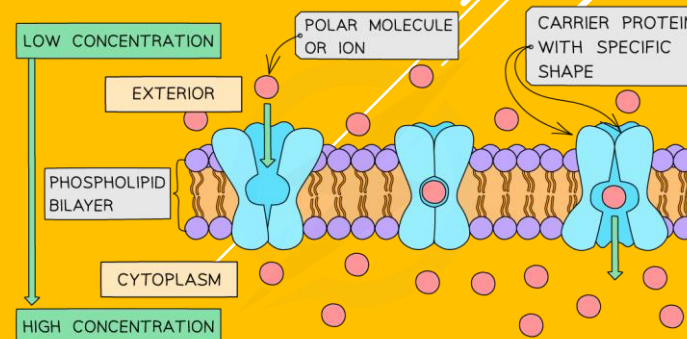
**usnadněná difúze** – difúze pomocí přenašečů, zabudovaných do membrány, rychlost difúze závisí na nasycení přenašeče

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

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



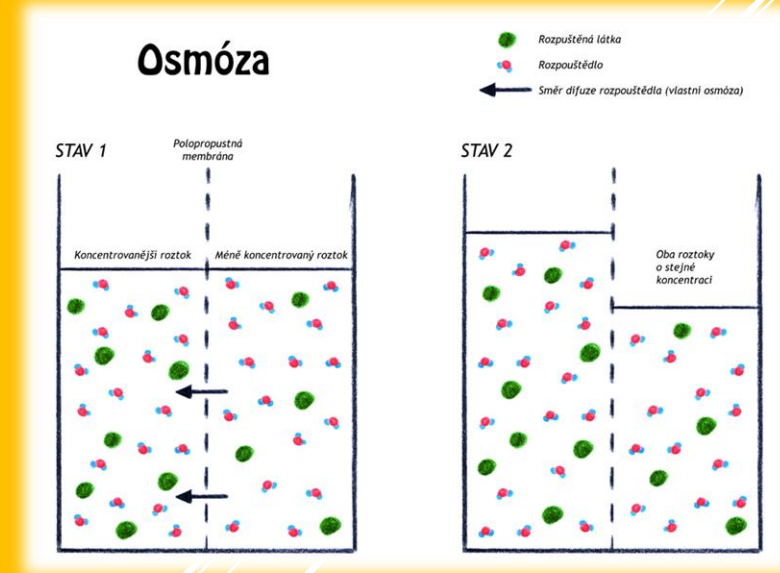
**transportní proteiny**



# 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



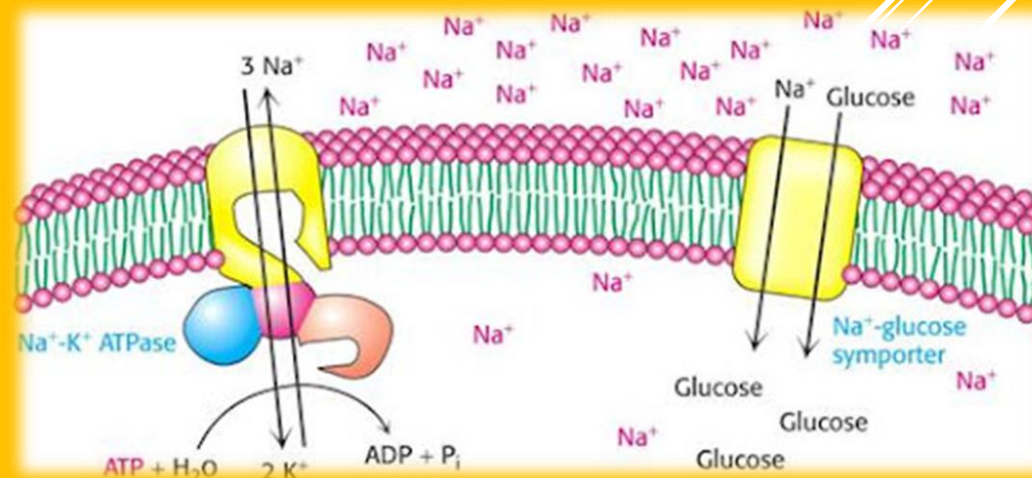
**filtrace** - rozpouštědlo (voda) je přesouváno přes membránu z  
jednoho prostoru do druhého na základě rozdílných hydrostatických  
tlaků na obou stranách membrány. Např. glomerulární filtrace,  
přestup tekutiny z cév do intersticia

# AKTIVNÍ TRANSPORT POTŘEBUJE ENERGII

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

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

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

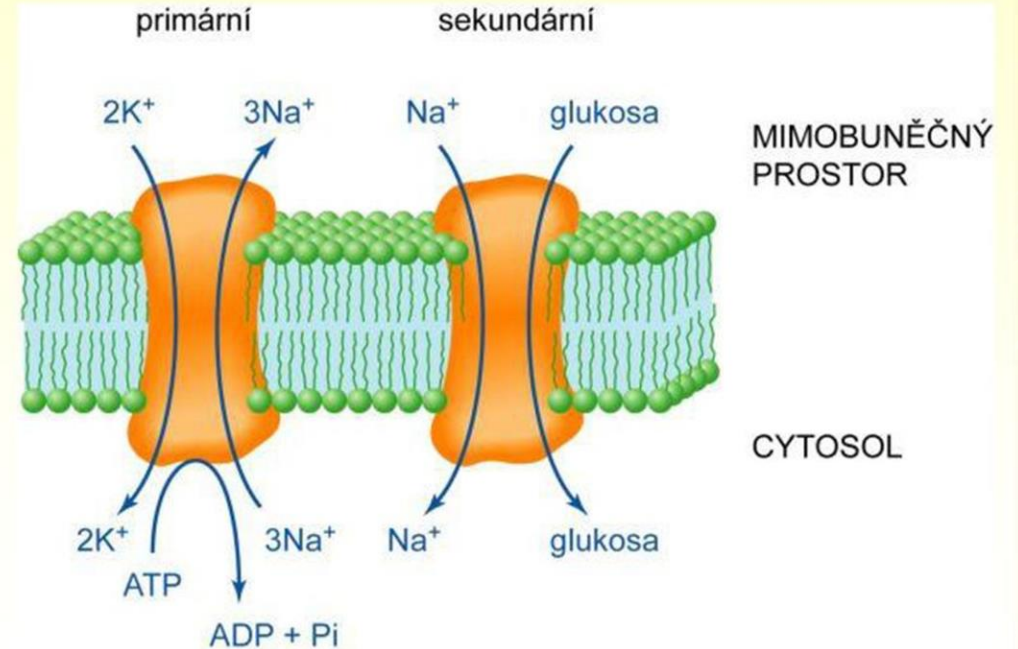


# PŘESUNY LÁTEK SKRZ MEMRÁNU UMOŽŇUJÍ BÍLKOVINY

**sekundární aktivní transport** –  
využívá  $\text{Na}^+$  koncentračního  
spádu  
membránový protein má  
2 vazebná místa

**symport** –  $\text{Na}^+$  i látka do bb

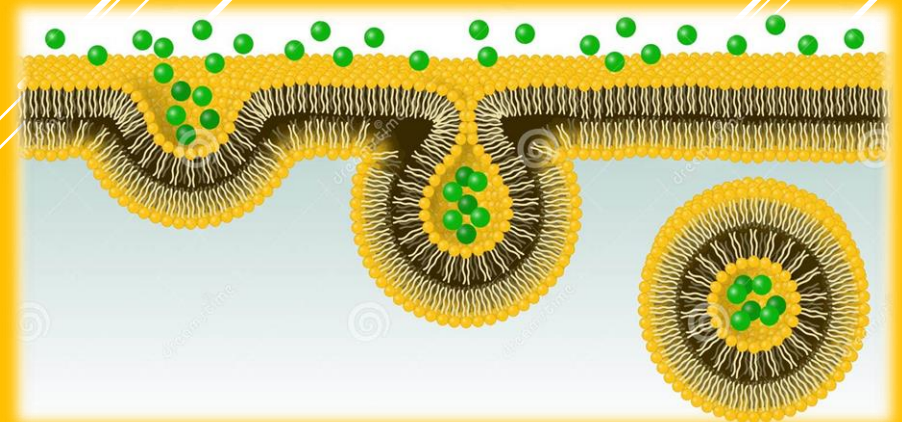
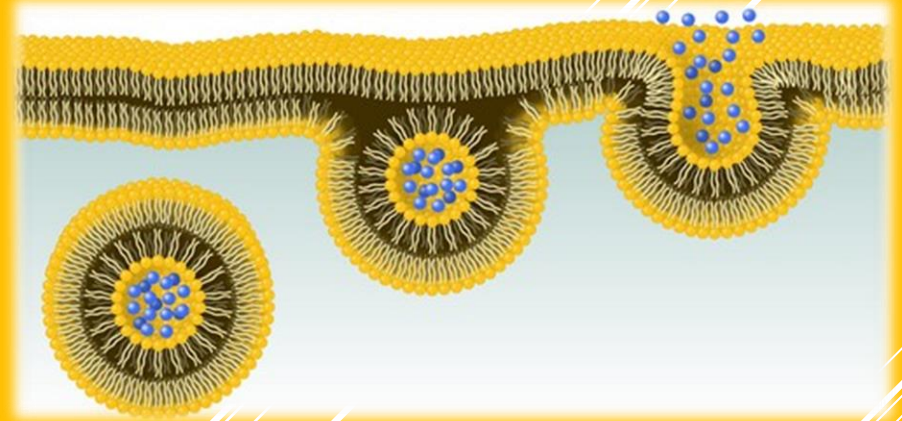
**antiport** –  $\text{Na}^+$  a látka opačný  
směr



# OBROVSKÉ MOLEKULY VYŽADUJÍ SPECIÁLNÍ PROCESY

**exocytóza** – uvolnění složitých molekul vně buňku (cholesterol, bílkoviny) vyžaduje energii,  $\text{Ca}^{2+}$  a transportního měchýřku (odchlípení ER či Golgiho aparátu)

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





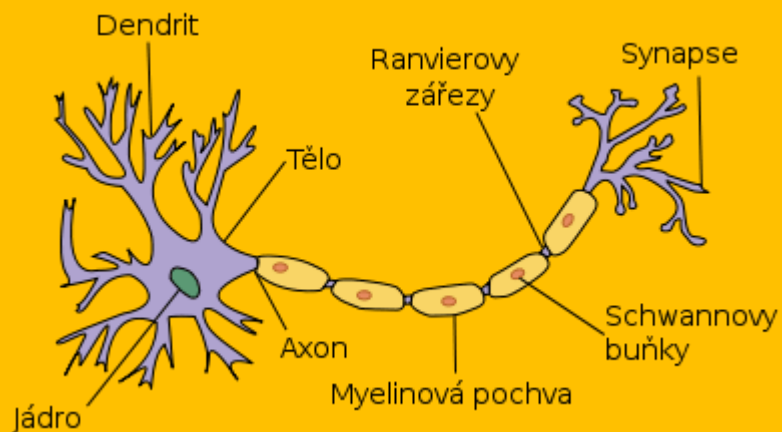
# **FYZIOLOGIE DRÁŽDIVÝCH A VZRUŠIVÝCH TKÁNÍ**



# 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

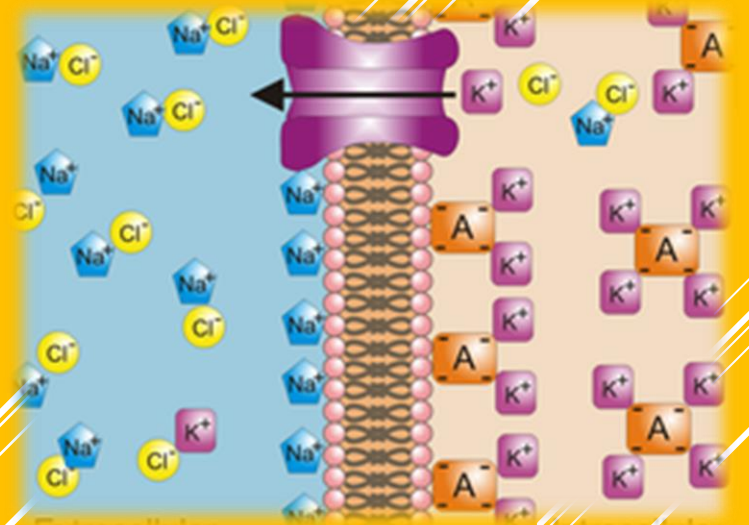
# PŘEDPOKLADEM K DRÁŽDIVOSTI JE POLARIZACE MEMBRÁNY

vnitřní strana membrány –  
povrch membrány +

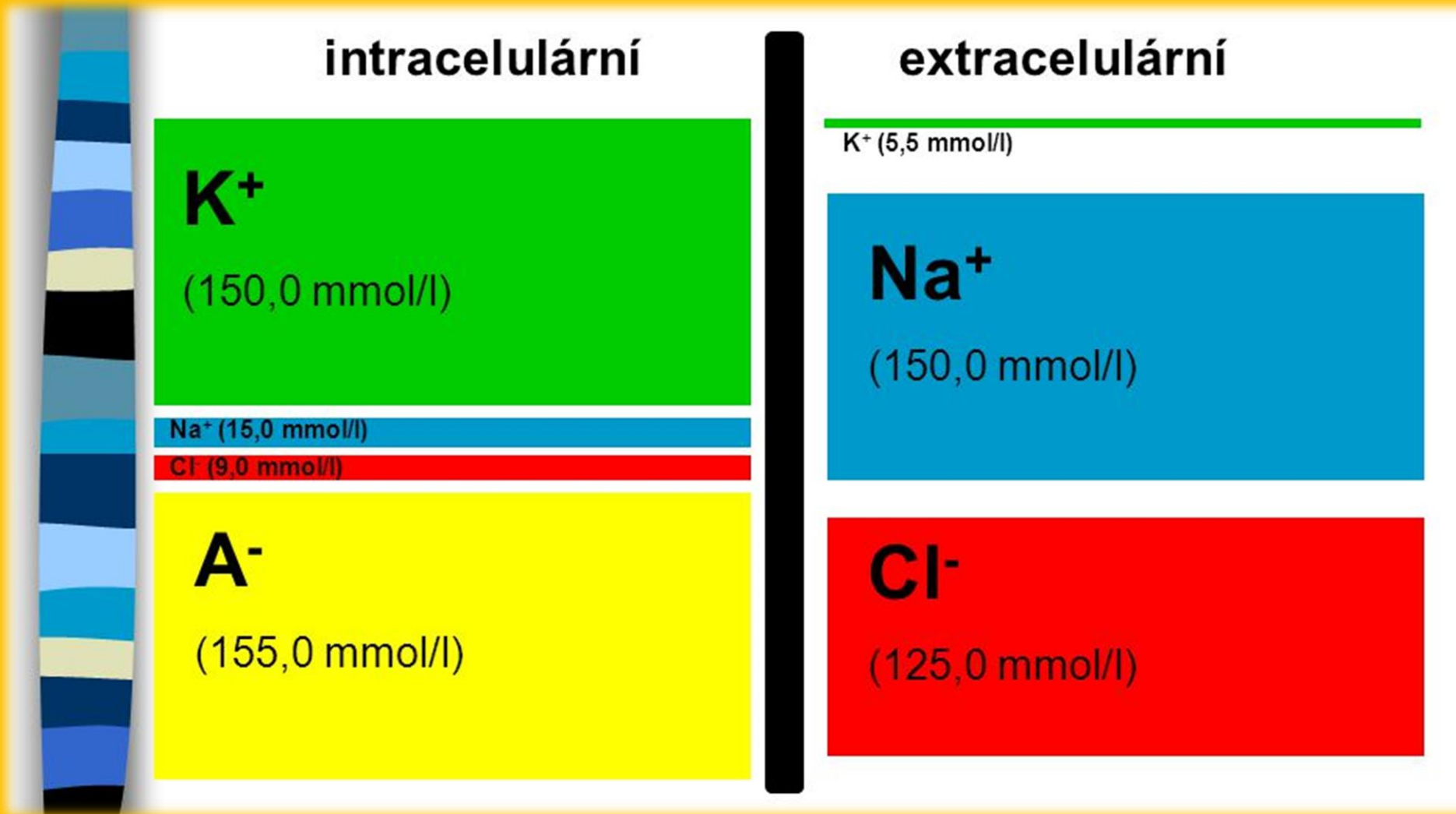
**klidový membránový potenciál** -50 -100 mV,  
u neuronu -70 mV

**příčina polarizace**

- nerovnoměrné rozmístění difuzibilních iontů (zejména  $K^+$  v ICT)
- aktivita sodíko-draslíkové pumpy
- rozdílná propustnost membrány pro různé ionty



# DROBNÁ ODBOČKA K ROZMÍSTĚNÍ IONTŮ



# VZRUCH JE ELEMENTÁRNÍ FYZIOLOGICKÝ DĚJ

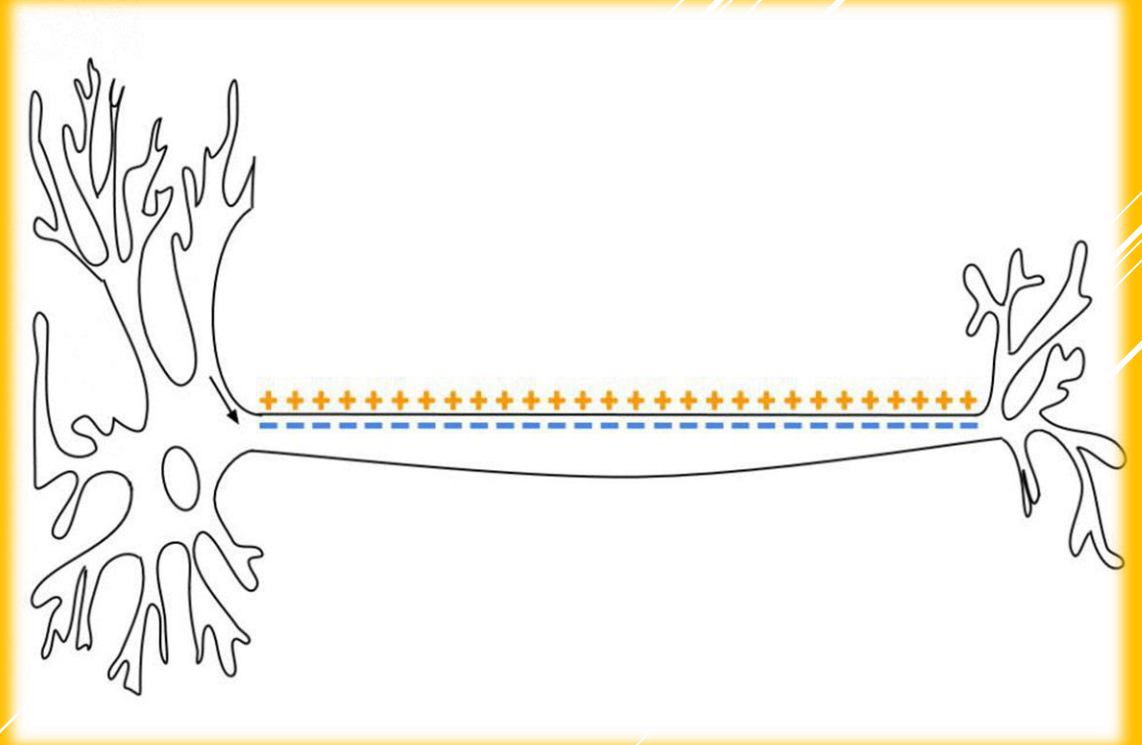
**vše nebo nic**

šíření bez **dekrementu**

**prahový podnět** – minimální  
intenzita, vyvolávající vzruch

**nadprahový p.** – nevede k  
růstu vzruchu

**podprahový p.** – vzruch  
nevzniká



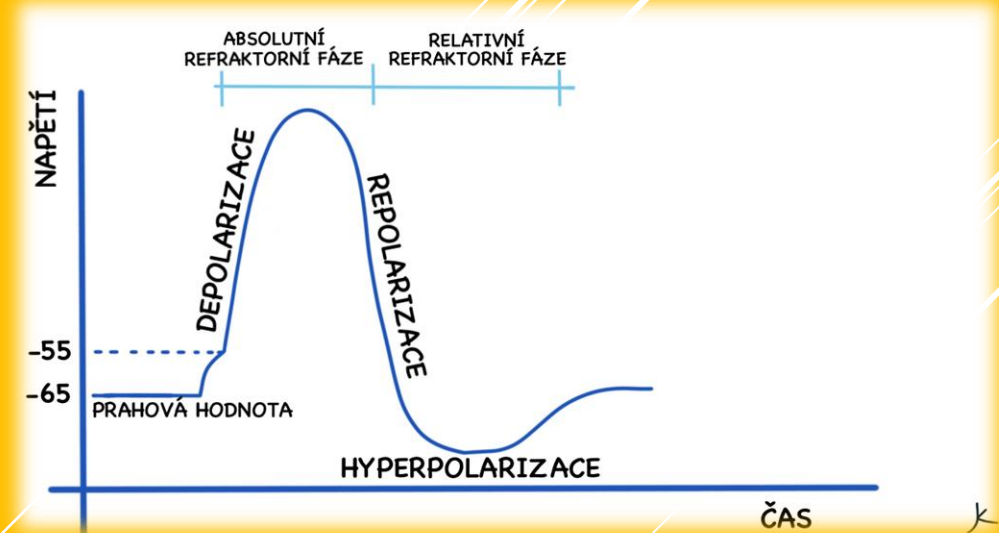


# AKČNÍ POTENCIÁL JE ELEKTRICKÝM VYJÁDŘENÍM VZRUCHU

**změna** klidového membránového potenciálu vyvolána dostatečně silným podnětem

## průběh

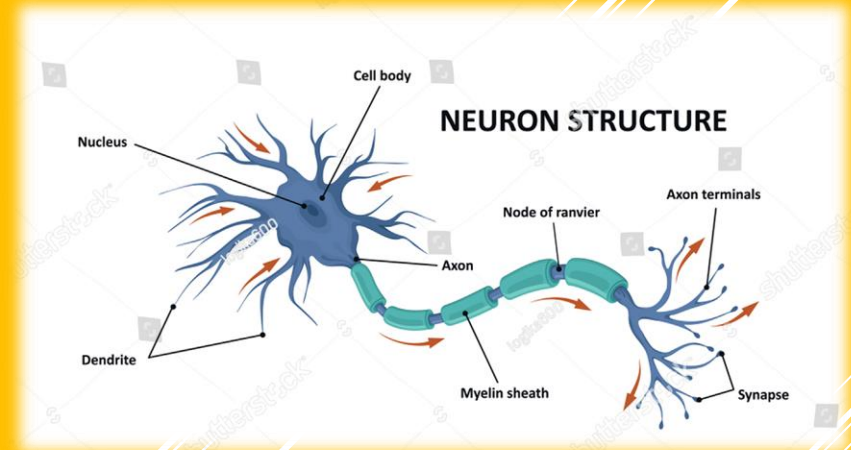
1. depolarizace – vstup  $\text{Na}^+$  do buňky
2. repolarizace – výstup  $\text{K}^+$  z buňky
3. návrat do KMP – činnost  $\text{Na}^+\text{K}^+$  pumpy



**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

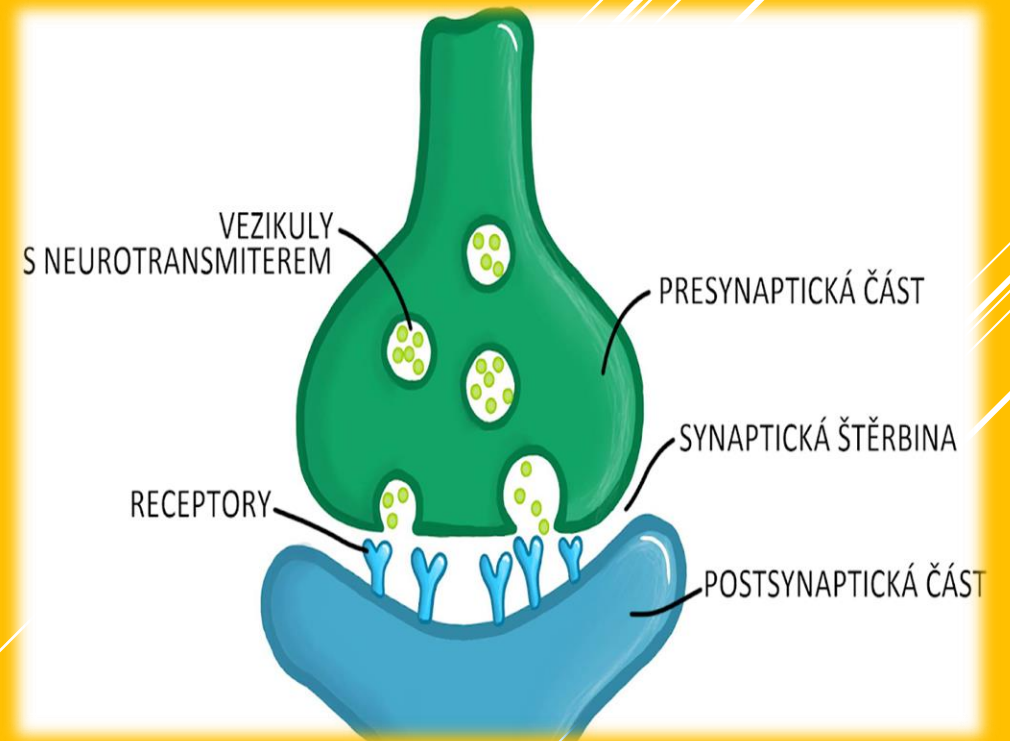


# PŘENOS VZRUCHU MEZI NEURONY JE ŘEŠEN V **SYNAPSÍCH**

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

**synaptická štěrbina** – 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

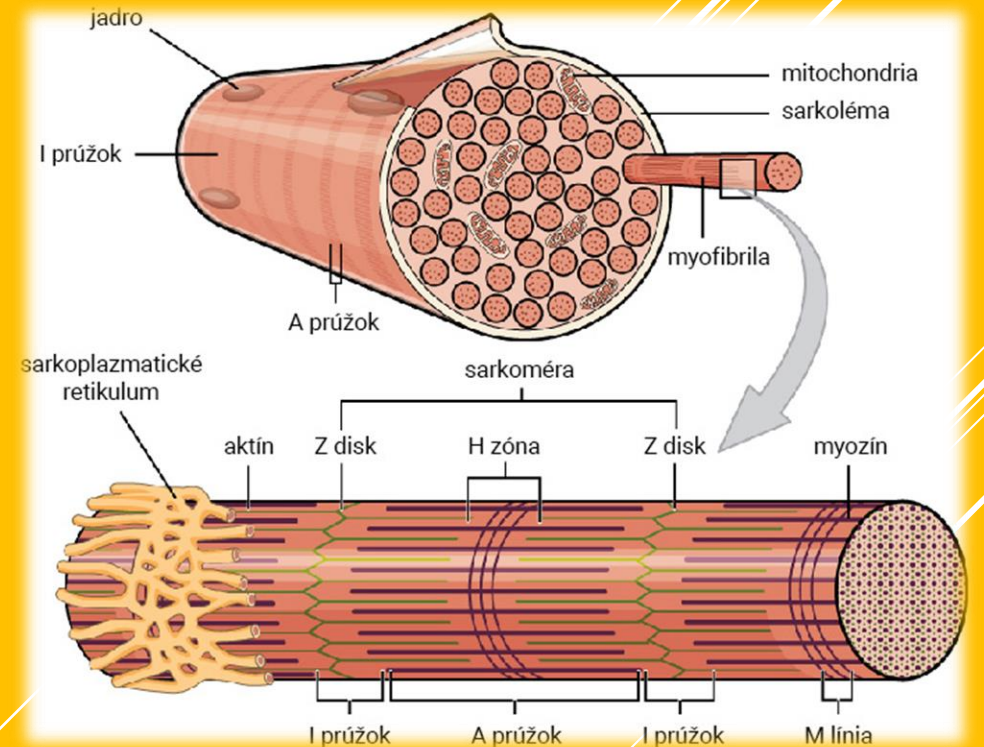
**protážitelnost** extenzibilita

**pružnost** elasticita

sval **hladký**

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

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





# Typy svalové tkáně



a



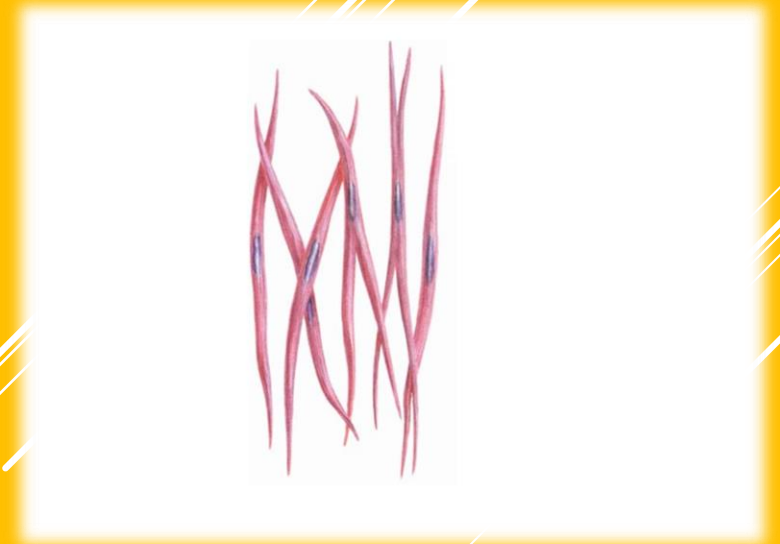
b



c

# HLADKÁ SVALOVINA NEMÁ PŘÍČNÉ PRUHOVÁNÍ

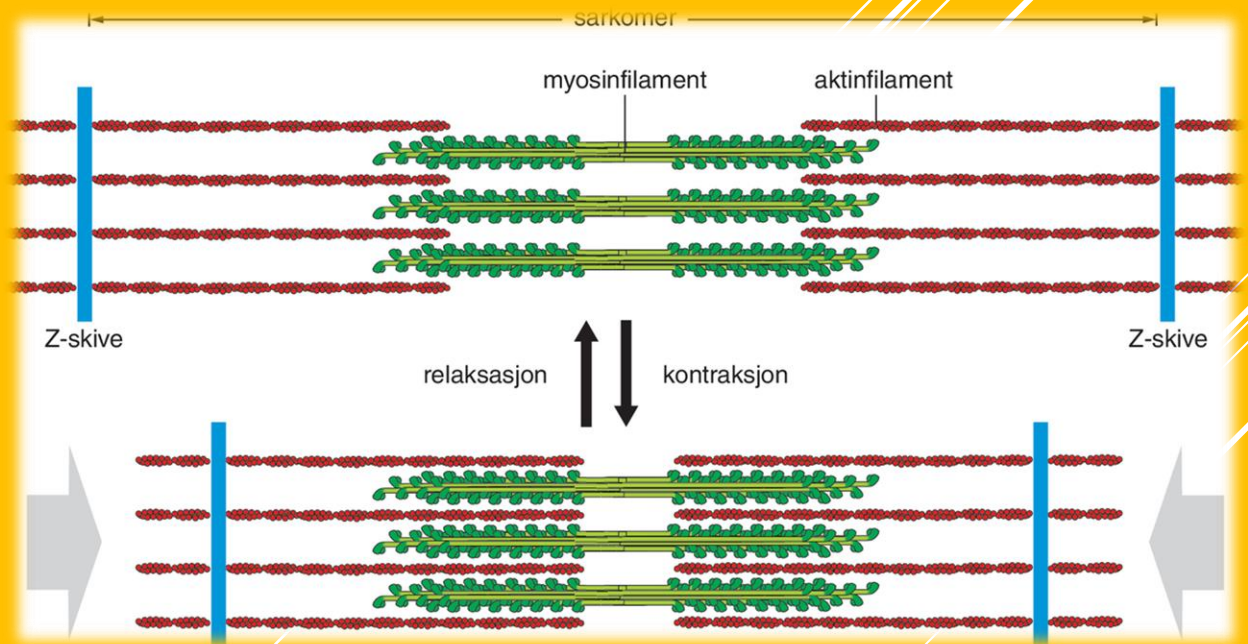
- vřetenovitý tvar
- uprostřed jádro
- podélně orientované myofibrily
- kontrakce pomalá, ale vydatná
- duté orgány, kůže, oko, pouzdro sleziny, cévy





# 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**

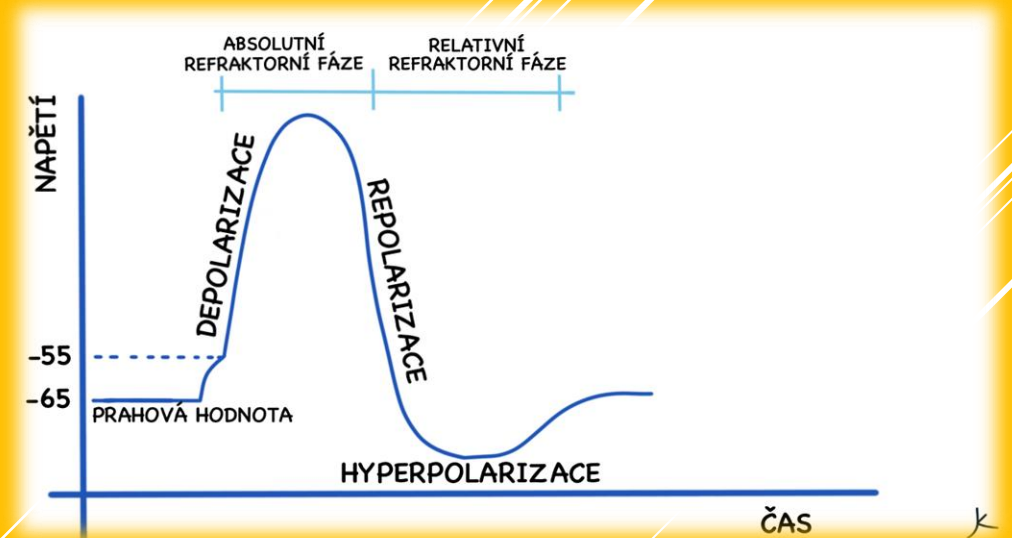


# TAKÉ KOSTERNÍ SVAL JE SCHOPEN TVORBY AKČNÍHO POTENCIÁLU

## rozdíl oproti nervovému AP

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

tvár je stejný



# KONTRAKCE SVALOVÉHO VLÁKNA JE NÁSLEDKEM **VZRUCHU**

- AP na sarkolemě → **otevření  $\text{Ca}^{2+}$  kanálů** na retikulu → vyplavení  $\text{Ca}^{2+}$  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:

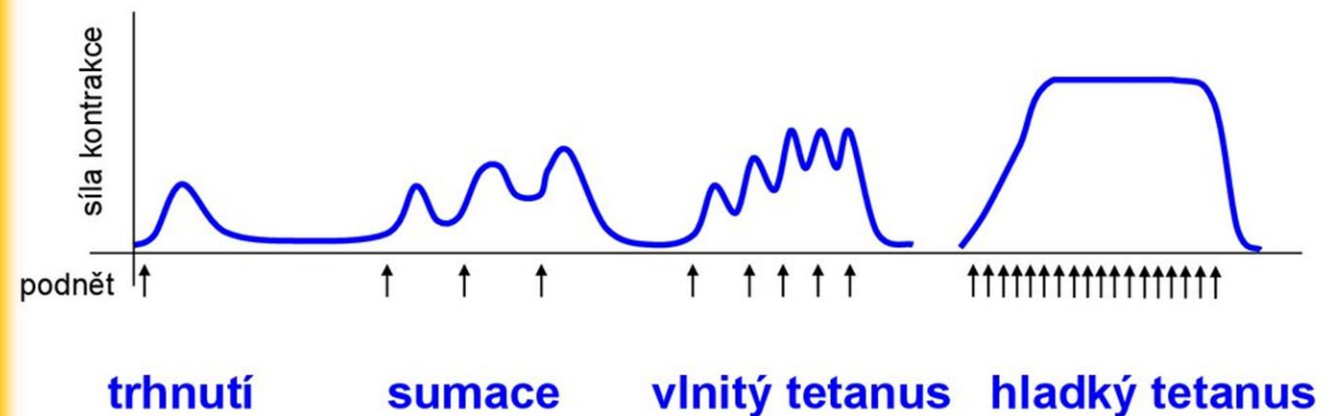
- počet **motorických jednotek**
- **frekvence AP** - svalový stah **nemá** refrakterní fázi

**izolovaný svalový záškub v praxi neexistuje**

**kontrakce** trvá **déle** než AP

→ možnost sumace

**hladký tetanus** - další impuls přichází v době stahu (sumace)



# NENÍ KONTRAKCE JAKO KONTRAKCE

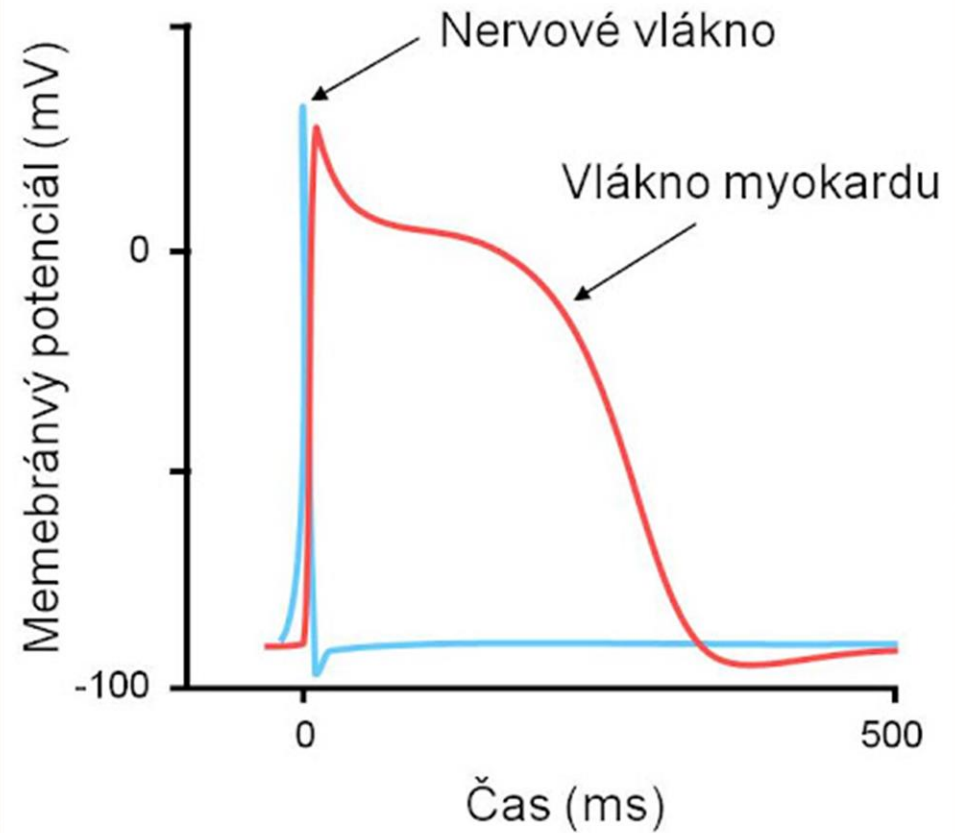
kontrakce **izometrická** – zvýšení napětí svalových vláken,  
nikoliv délky

kontrakce **izotonická** – dochází jen ke změně délky

**jsou to mezní, čistě teoretické možnosti!**

# MYOKARD MÁ SPECIFICKÝ PRŮBĚH AP

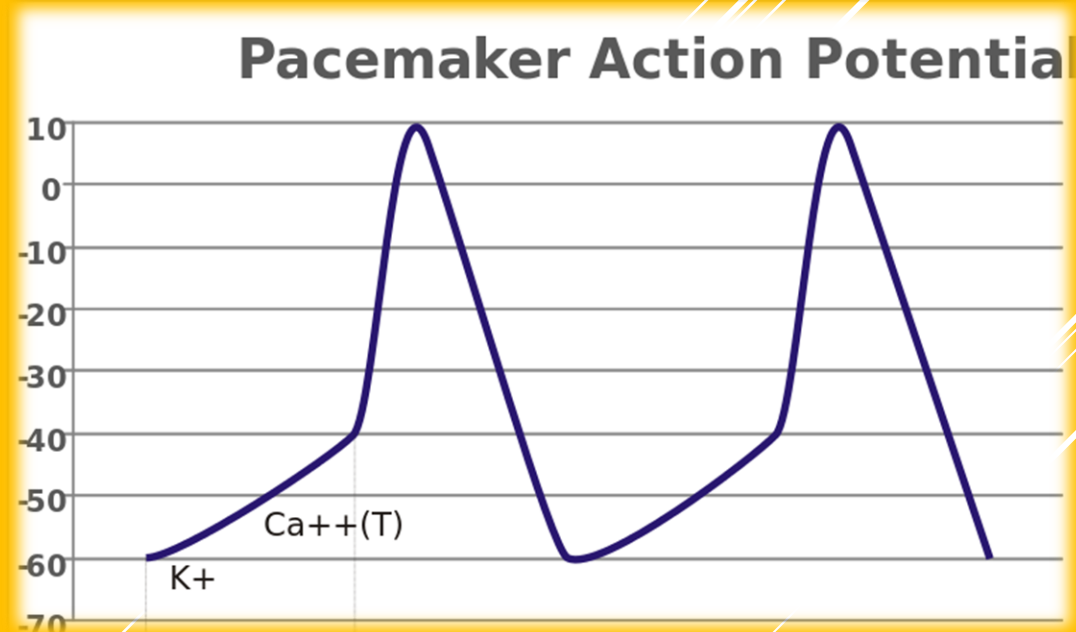
- klidový potenciál -90mV
- po klasické **depolarizaci** následuje časná **krátká repolarizace**
- dlouhá **fáze plató**
- pozdní, **konečná repolarizace**
- **dlouhá absolutní refrakterní fáze** – ochrana myokardu před vysokou frekvencí





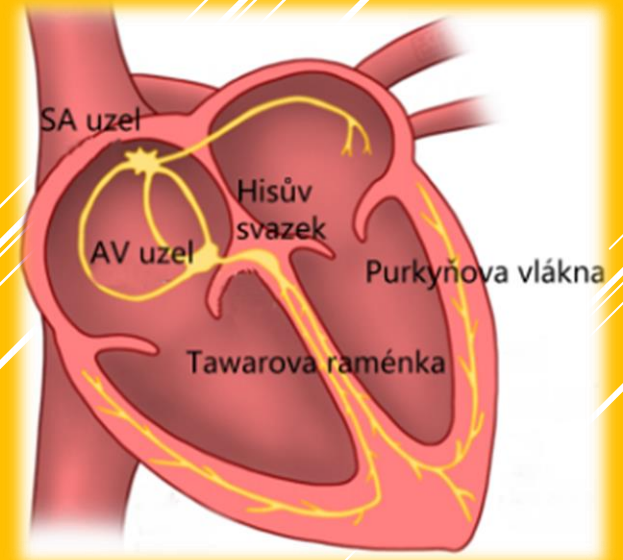
# PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDCE MÁ SCHOPNOST SPONTÁNNÍ DEPOLARIZACE

- nižší KMP
- **není klidový**, jeho hodnota se **stále snižuje**
- pomalá depolarizace přechází v konečnou repolarizaci
- chybí fáze plató a fáze časné 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 lines that run diagonally from the bottom-left towards the top-right, creating a sense of motion and depth.

# KREV SLOUŽÍ **NEJENOM** K PŘENOSU KYSLÍKU

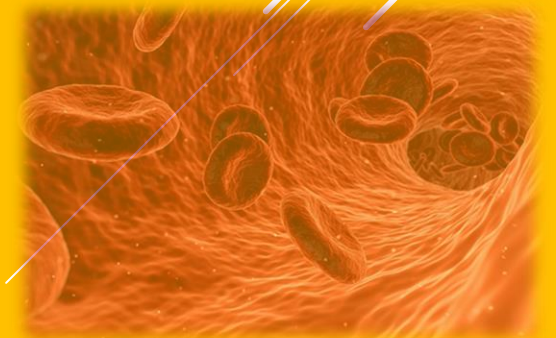
## **funkce**

**transportní** – přivádí kyslík, živiny, hormony, vitaminy, odvádí  $\text{CO}_2$  a produkty metabolismu

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

**obranná** – imunita

**zástava krvácení** – obsahuje elementy, které sráží krev



# KREV = BUŇKY + PLAZMA

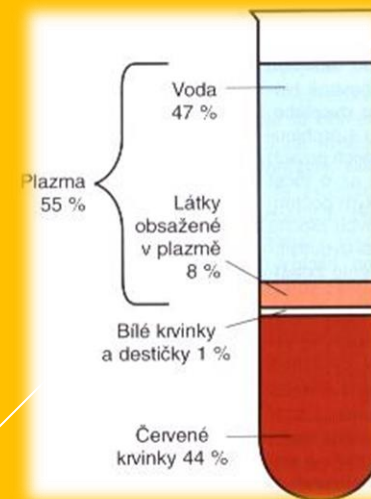
objem cirkulující krve **4,5-6 litrů**

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

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

bílé krvinky  **$4-9 \cdot 10^9/l$**

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



# ERYTROCYT TRANSPORTUJE KYSLÍK

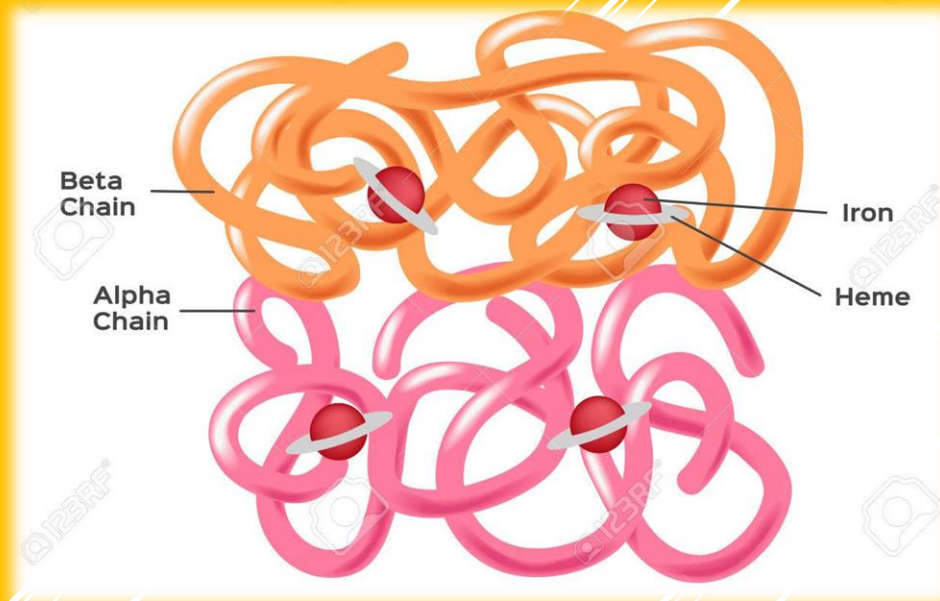
bezjaderné bikonkávní disky

žijí **120** dní

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

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

zánik krvinky → hem → biliverdin → bilirubin → do žluči



# NA HEMOGLOBIN SE VÁŽE **NEJENOM** O<sub>2</sub> A CO<sub>2</sub>

**oxyhemoglobin** – O<sub>2</sub> se váže na Fe<sup>2+</sup>

**karbaminohemoglobin** - CO<sub>2</sub> se váže na globin

**karboxyhemoglobin** – CO navázaný na globin – afinita je 200x větší než O<sub>2</sub>

**methemoglobin** – Fe<sup>2+</sup> se mění na Fe<sup>3+</sup> působením dusíkatých látek

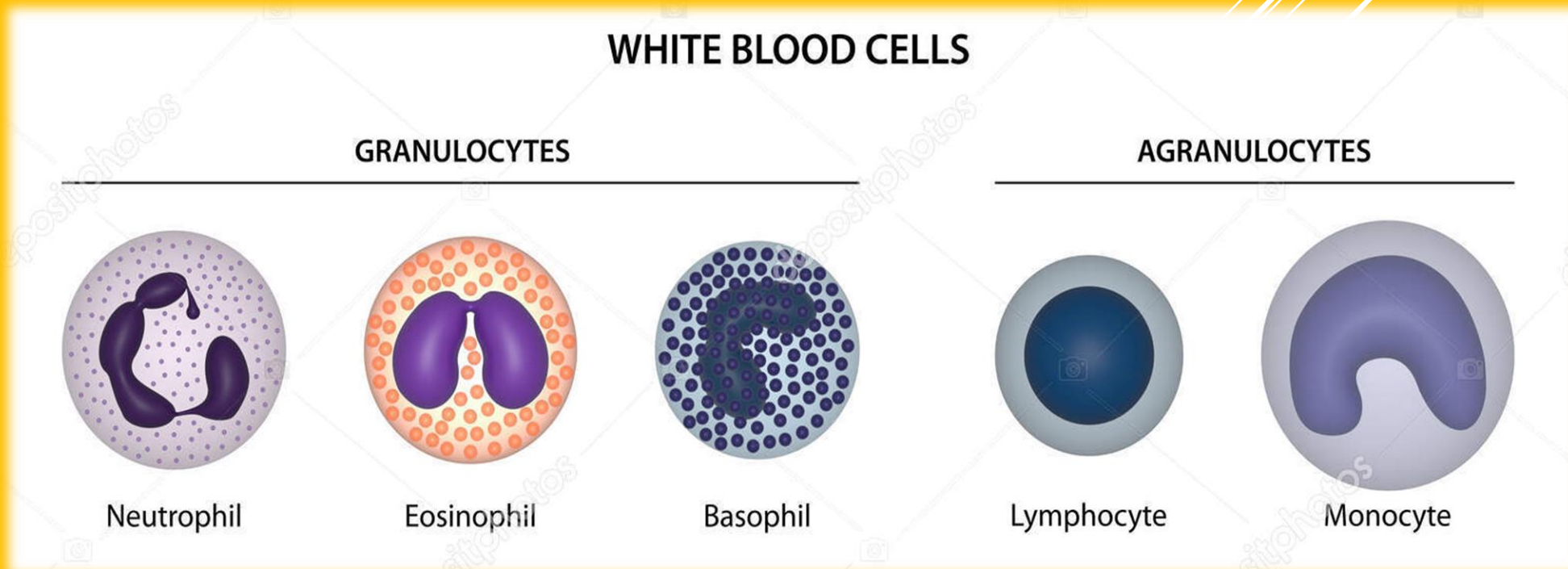


# BÍLÉ KRVINKY PLNÍ IMUNOLOGICKÉ ÚKOLY

**leukocyty**

**granulocyty (PMN)**  
**agranulocyty**

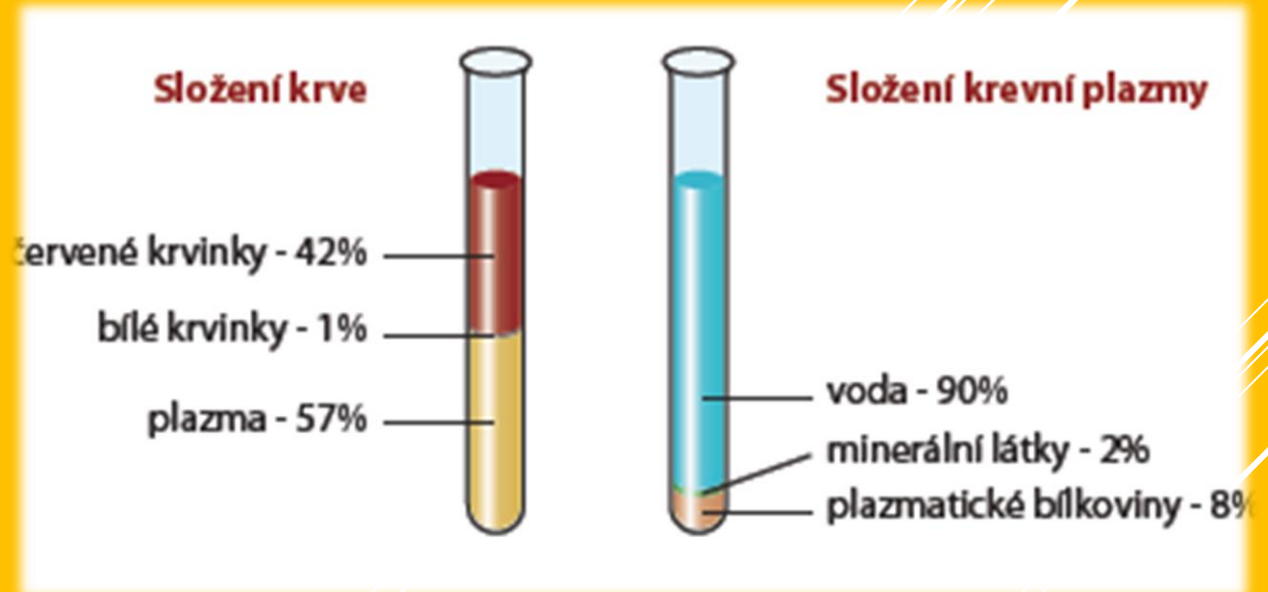
neutrofil, eozinofil, bazofil  
monocyty/makrofágy, lymfocyty





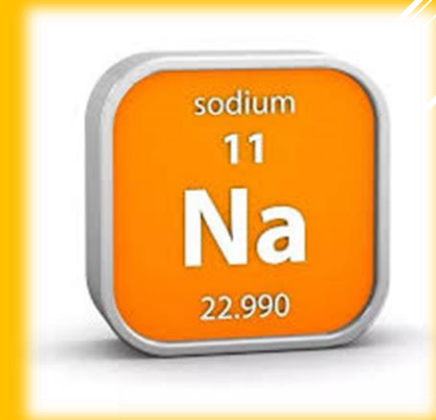
# KREVNÍ PLAZMA JE TEKUTÁ ČÁST KRVĚ

- 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

<b>sodík</b>	hlavní kationt ECT, osmotický tlak, stálost objemu krve
<b>draslík</b>	hlavní kationt ICT, dráždivost nervů a svalů, aktivace enzymů
<b>vápník</b>	srážení krve, svalová kontrakce, tvorba kosti
<b>hořčík</b>	tlumení nervového systému
<b>chloridy</b>	stejně jako sodík, žaludeční šťáva
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	transport CO <sub>2</sub> , udržování pH
<b>fosfor</b>	udržování pH, remodelace kosti



# KREVNÍ PLAZMA OBSAHUJE ORGANICKÉ I ANORGANICKÉ ELEMENTY

## **plazmatické bílkoviny – albuminy, globuliny, fibrinogen**

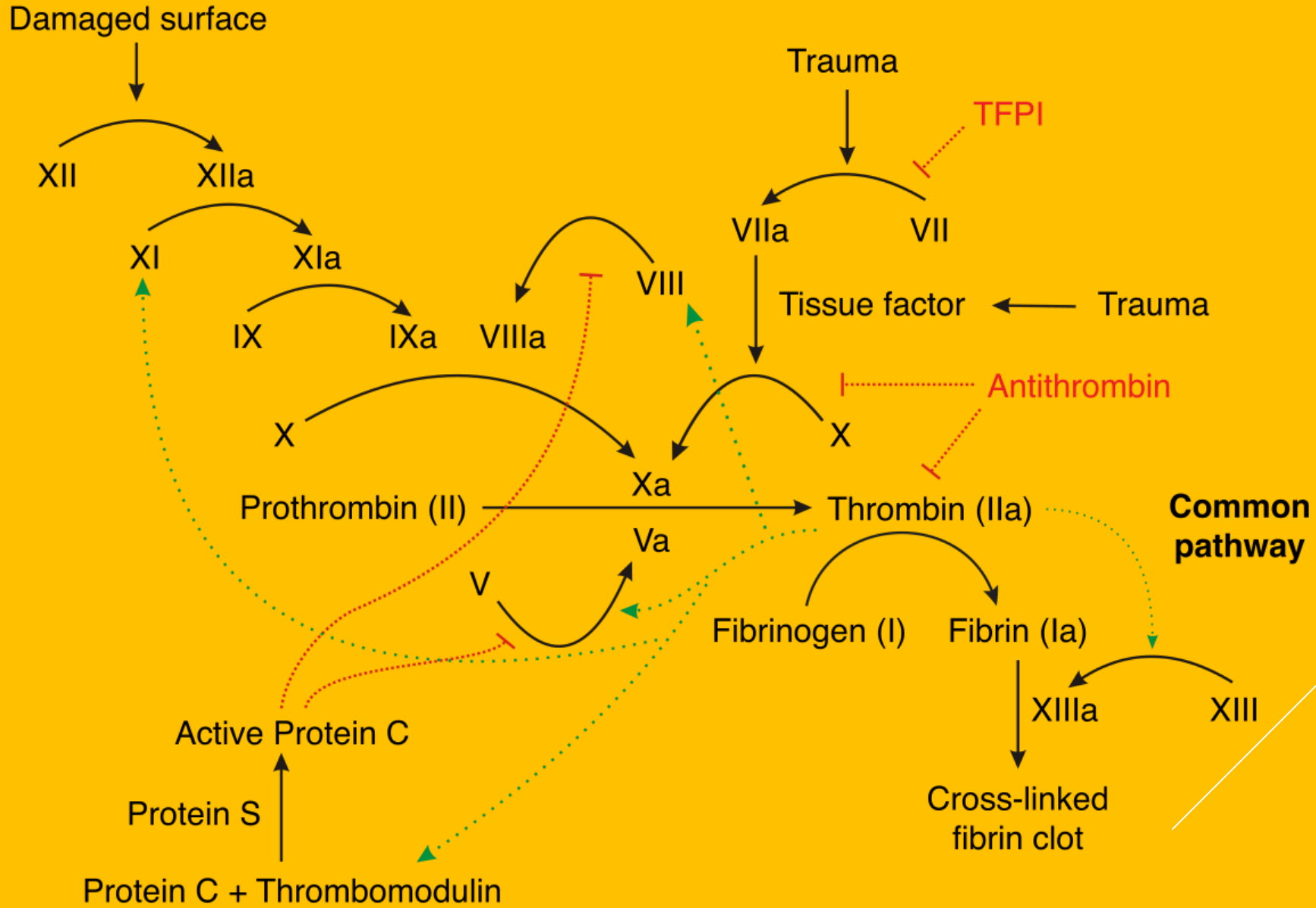
- udržování stálého objemu plazmy (onkotický tlak)
- transportní funkce – hormony, vitaminy, tuky
- nárazníkový systém k udržení pH
- srážení krve (fibrinogen)
- součást imunitního systému (globuliny)



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

### Contact activation (intrinsic) pathway

### Tissue factor (extrinsic) pathway





Aktivovaný parciální tč. čas (aPTT)

Vnitřní cesta

Zevní cesta



Heparin

Fibrinové monomery → Nerozpustný fibrin

# 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,  $\text{Ca}^{2+}$ , krevní destičky  
výsledek - přeměna fibrinogenu na nerozpustný fibrin → definitivní,  
**červený trombus**

**fibrinolýza** – enzymatický proces rozložení trombu a zprůchodnění cévy

**IMUNITA**

The image features a solid yellow background. In the center, the word "IMUNITA" 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 movement and depth.

# HOMEOSTÁZA

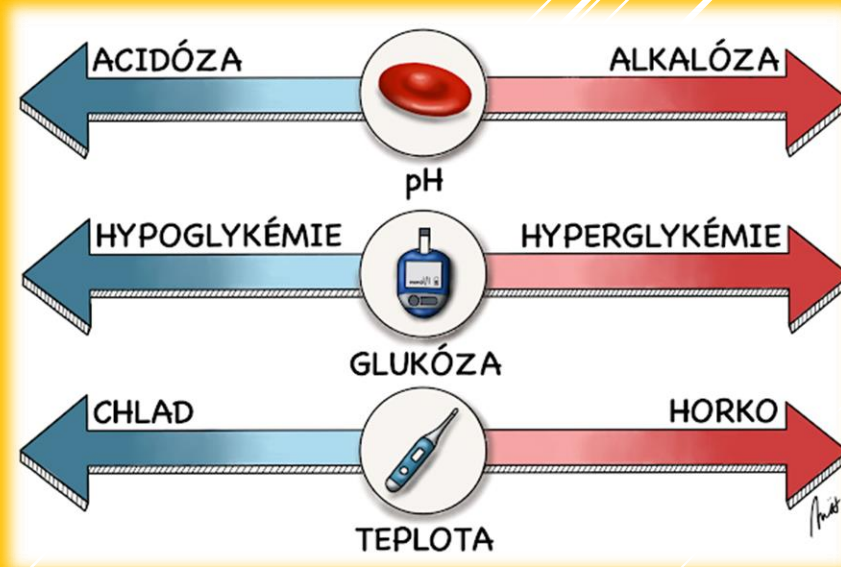
schopnost udržet stabilní vnitřní prostředí při měnících se vnějších podmínkách

## příklady

pH

teplota

glykémie



# CO UDRŽUJE A ŘÍDÍ **HOMEOSTÁZU**?

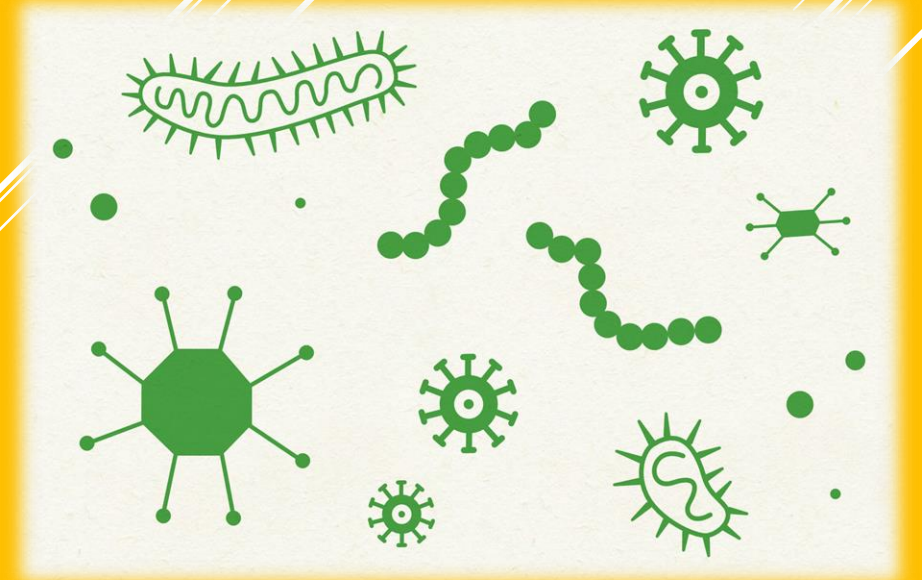
endokrinní systém

CNS

**imunitní systém**

# JAKÉ JSOU ÚKOLY IMUNITY?

- + ochrana před **vnějším**u 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

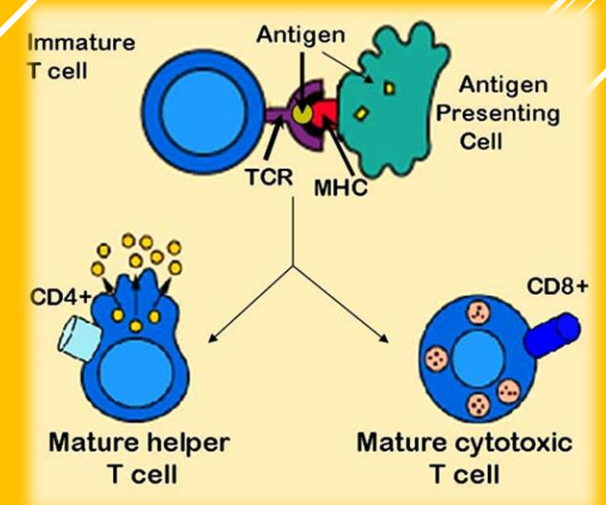
- není vrozená
- specificky rozeznává cizí antigeny
- má imunologickou paměť
- je funkcí lymfocytů (životnost týdny až roky)
- humorální a buněčná složka – navzájem se podporují

# 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<sub>C</sub> – cytotoxické bb** – přilnutí k poškozené buňce (bakterie, vlastní buňka napadená virem, nebo nádorem, transplantát), poškození membrány a zničení

**T<sub>H</sub> – pomocné bb** – regulují a řídí celou imunitu prostřednictvím cytokinů, aktivují **T<sub>C</sub> bb**, **makrofágy**, **neutrofily**, **samy sebe**, řídí vyžívání **B-lymfocytů**

**T<sub>S</sub> (T<sub>reg</sub>) – 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:

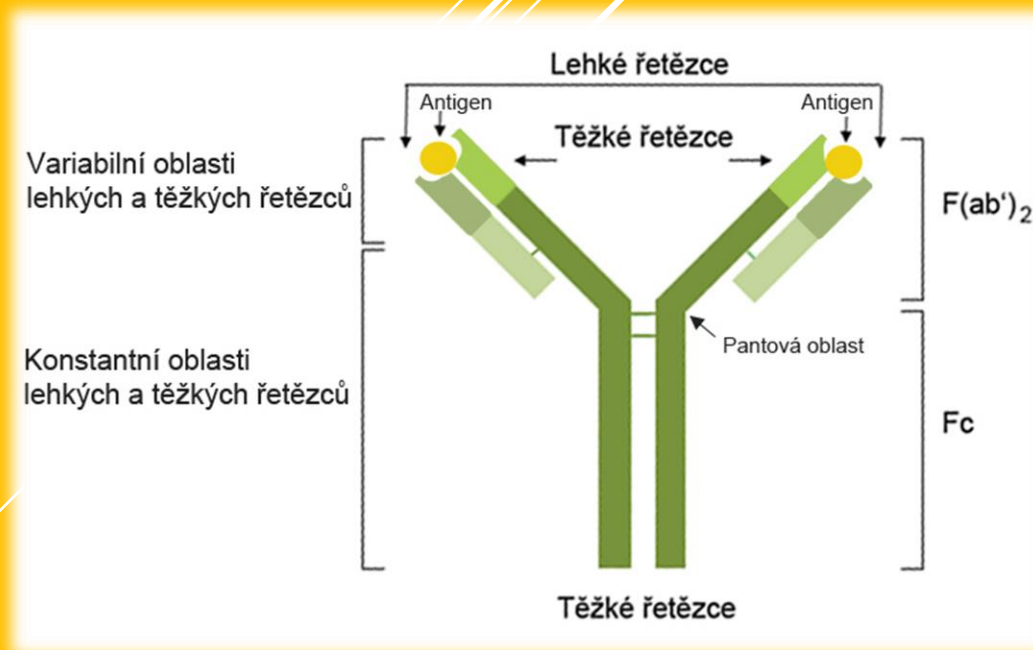
**plazmatické bb** – tvoří specifické protilátky (životnost několik dní)

**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

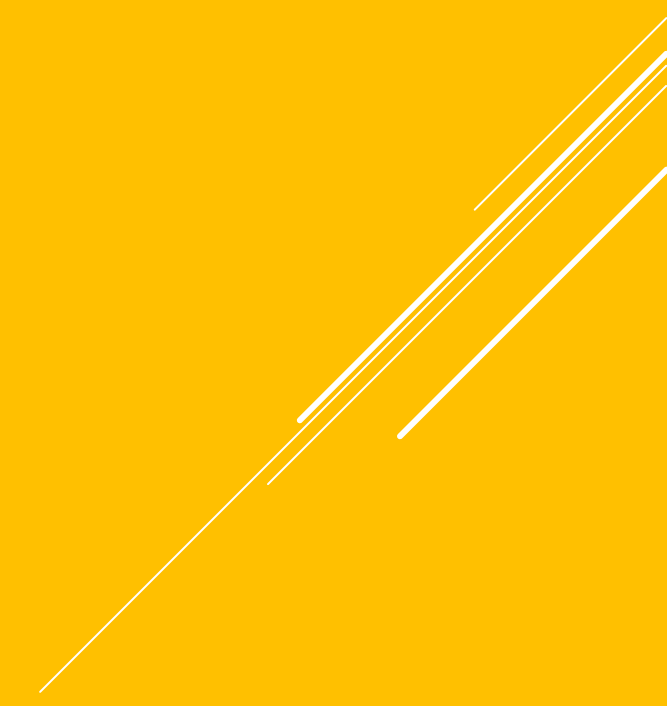
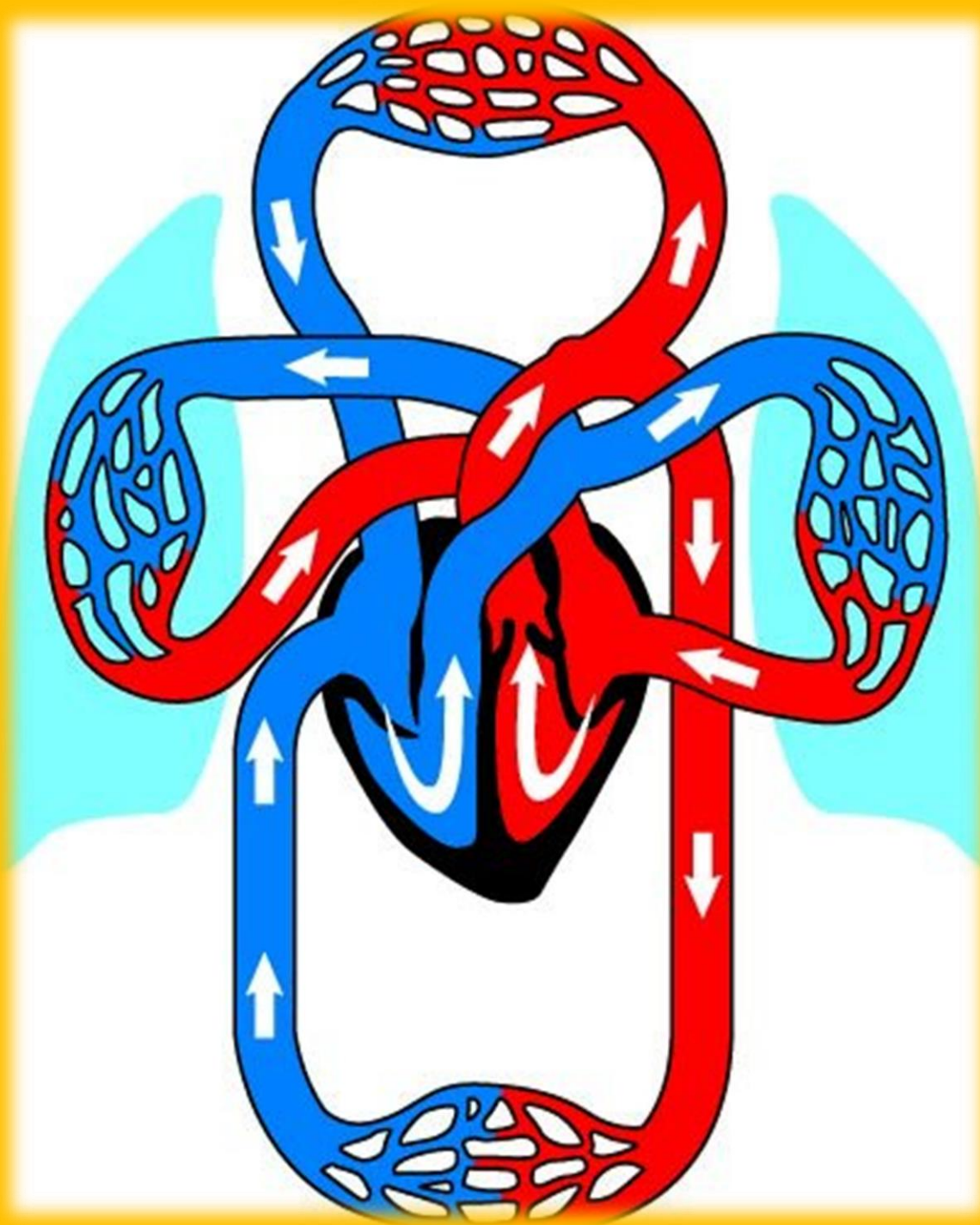
**IgM** – první protilátky po narození cca v 6 měsících, aglutinují mikroorganismy

**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 CO<sub>2</sub> do plic a metabolické produkty do ledvin

# SRDCE JE SPOLEHLIVÉ ČERPADLO

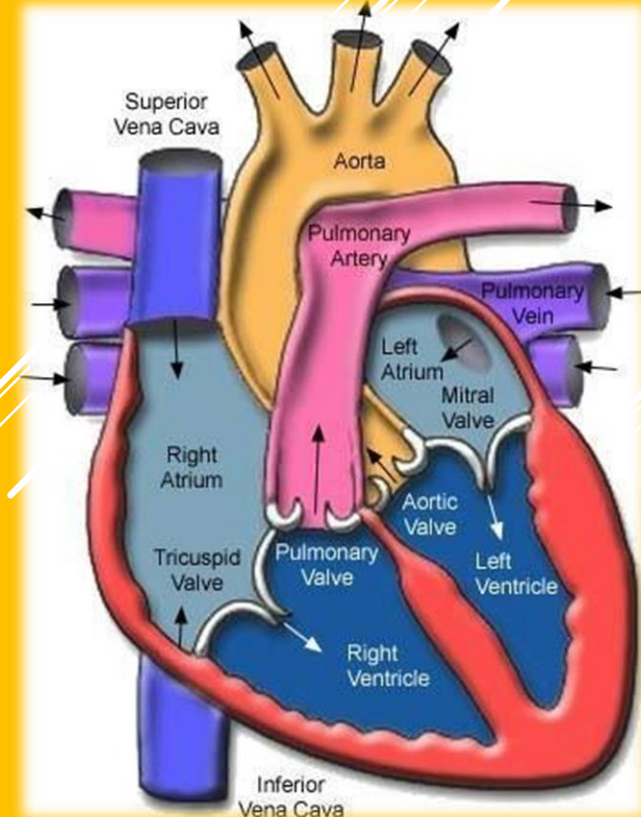
buňky **pracovního myokardu** + **převodního systému** (schopny samovolně generovat vzruch)

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

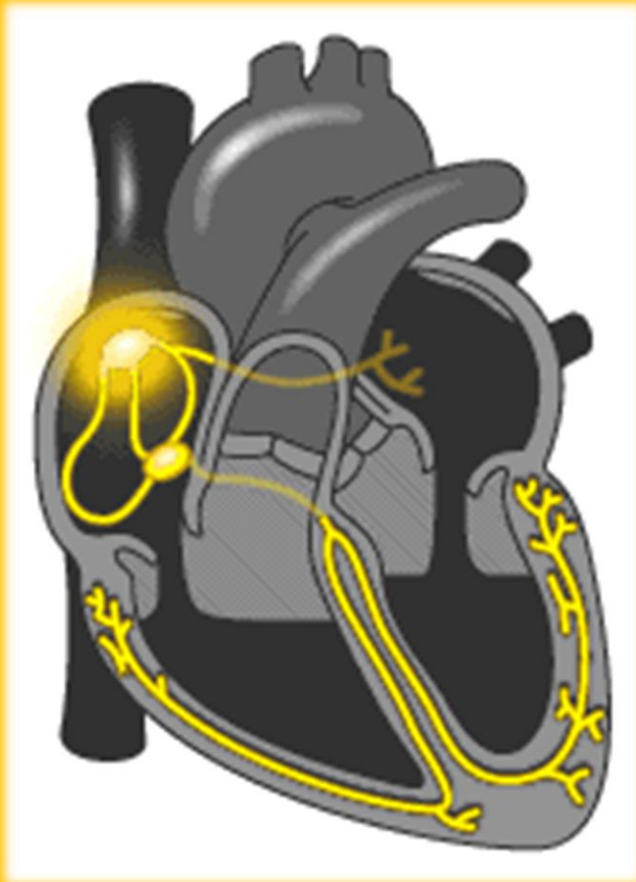
**systolický objem 70-100 ml**

**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

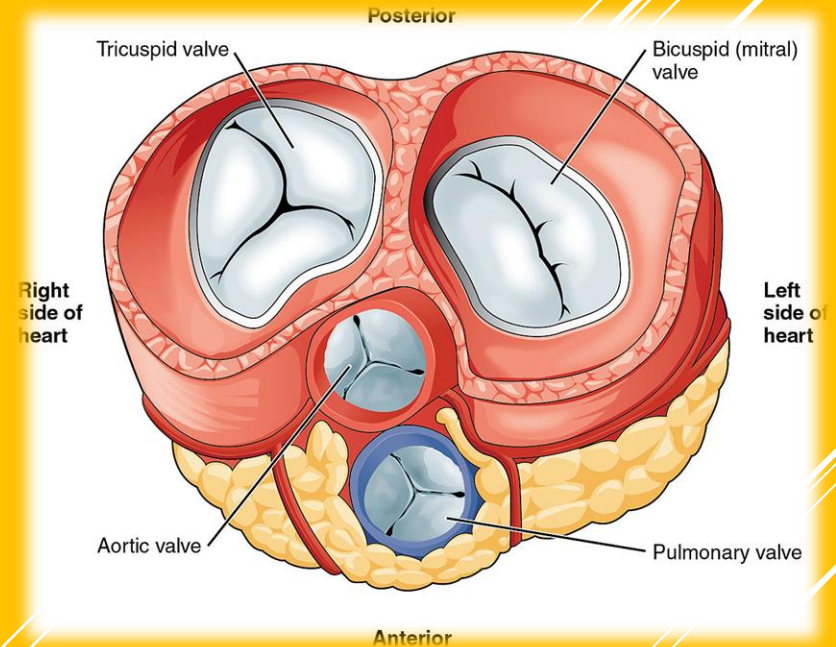
**mitrální** mezi LS a LK

**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

myokard se stahuje, tlak v K > S, cípaté chlopně se zavírají  
poloměsíčité chlopně jsou ještě zavřené → svalovina se stahuje  
kolem nestlačitelné kapaliny → **objem komor se nemění**

### 2. fáze ejekční (izotonická) 200 ms

tlak v K > ve velkých cévách, poloměsíčité chlopně se **otvírají**  
**tlak stoupá do poloviny fáze (systolický tlak)**, poté klesá až na  
minimum, **uzavírají** se poloměsíčité chlopně

# SYSTOLA I DIASTOLA MÁ 2 PODFÁZE

## diastola

### 1. fáze izovolumické relaxace 50 ms

všechny chlopně uzavřeny, myokard relaxuje, tlak v K < S,  
otevření cípatých chlopní, komory se plní

### 2. fáze plnicí (izotonická)

**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

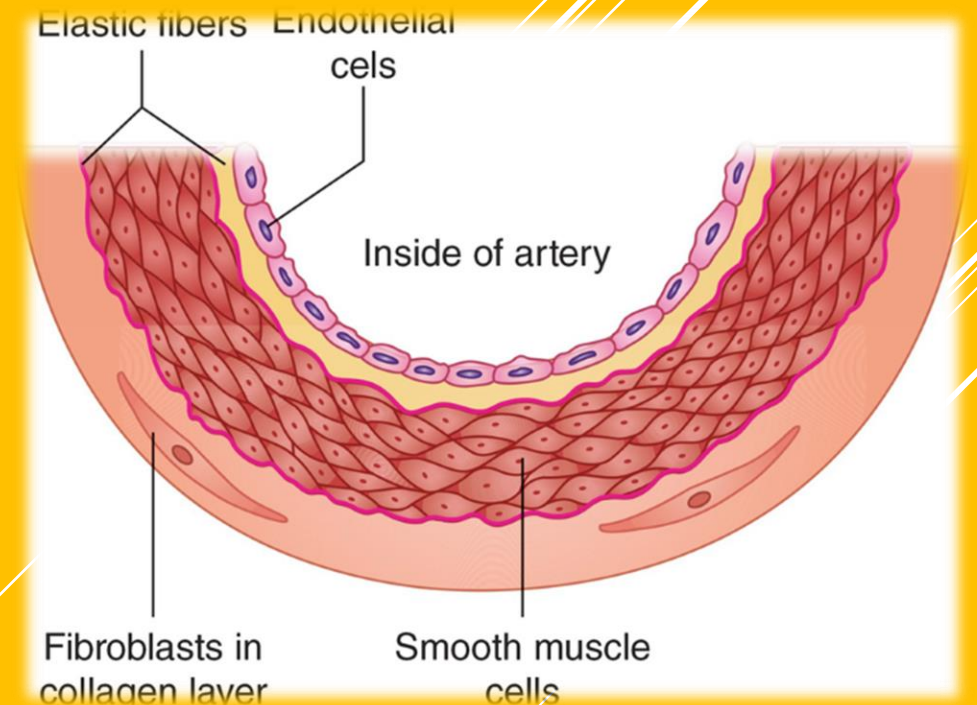
# NENÍ CÉVA JAKO CÉVA

3 základní **typy** cév

**pružňkové 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 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 sníží

# 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

# 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](http://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

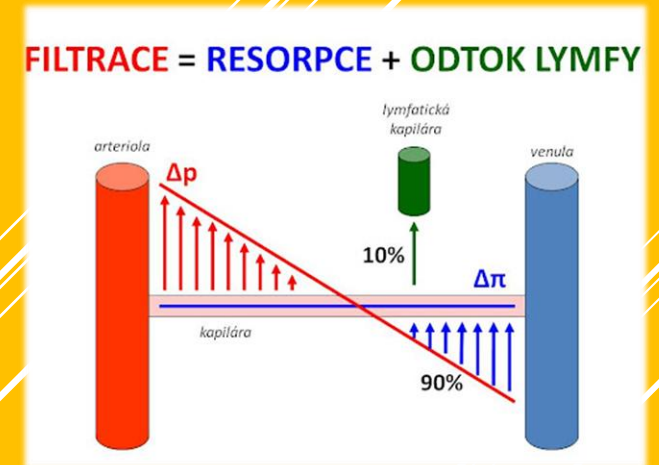
Klidné prostředí a komfortní teplota

Na 3-5 minut se posaďte a relaxujte

V průběhu měření nebo mezi měřeními nemlve

# 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 gradient je větší než onkotický** – filtrace
- **onkotický gradient 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)