

# Náplň přednášek

- Fyziologie buňky
- Fyziologie tělních tekutin, krev a imunita
- Fyziologie srdce a krevního oběhu
- Fyziologie dýchání
- Fyziologie vylučování a termoregulace
- Fyziologie svalů
- Obecná neurofyziologie + fyziologie CNS
- Endokrinní žlázy
- Senzorické systémy

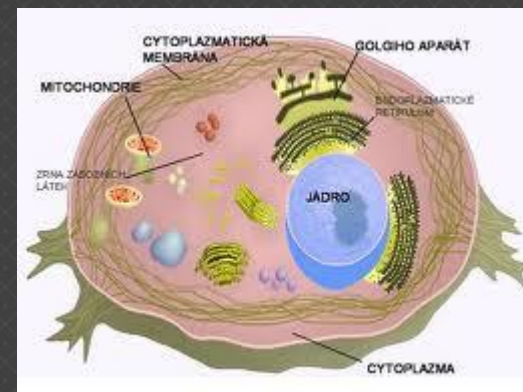
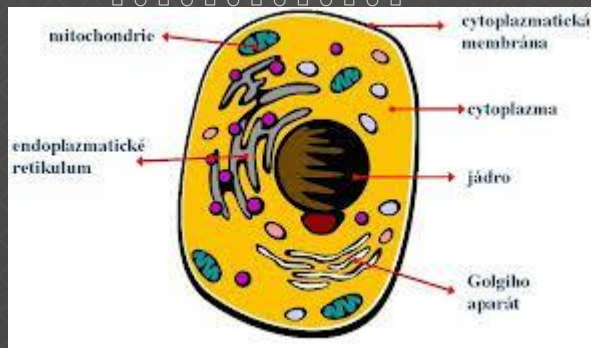
# Doporučená literatura

- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. vyd. Praha: Grada, 2004.
- Bernaciková, Martina. *Fyziologie člověka*. Brno: Masarykova univerzita, 2014. s. nestránkováno, 6 s. ISBN 978-80-210-7697-6.
- *Fyziologie :pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Edited by Richard Rokyta. 2., přeprac. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2008
- BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení :učební texty pro studenty Fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2006.
- HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2003

# Zkouška

	RVS - prezenční	RVS - kombinované
<b>splněno</b>	<b>3 písemné testy</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 16.10.2019</li><li>• 6.11.2019</li><li>• 4.12.2019</li><li>• 11.12.2019 opravné</li></ul>	<b>3 písemné testy</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1.11.2019</li><li>• 29.11.2019</li><li>• 6.12.2019</li></ul> + opravné (začátek ledna)
<b>Ústní zkouška</b>	Pouze <b>ústní zk</b> 3 otázky	Pouze <b>ústní zk</b> 3 otázky

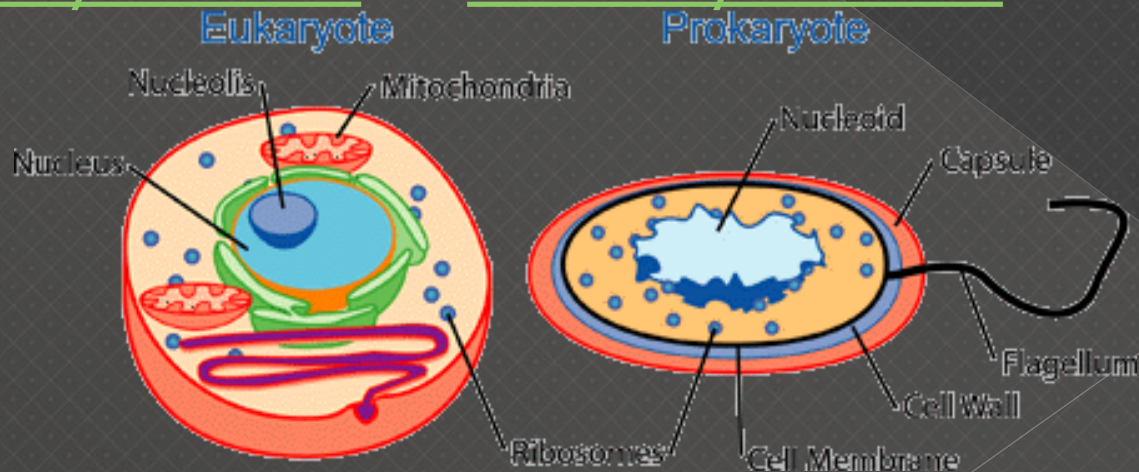
## Fyziologie buňky



MUDr. Kateřina Kapounková

# Buněčná teorie

- žádná buňka nemůže vzniknout jinak než zase z buňky
- mateřská buňka předává dceřinné buňce potřebnou děděnou informaci k reprodukci sebe sama i ke své funkci
- rozlišujeme dva základní různě fylogeneticky pokročilé typy buněk - prokaryotické a eukaryotické



# Buňka

Buňky – tkáně – orgány- organismus

- funkce a struktura jsou vzájemně propojené vlastnosti
- V průběhu evoluce – **specializace buněk** – odlišná funkce podle množství organel, charakterem cytoplazmy a vlastnostmi membrány

Př.

**Tuková buňka** – cytoplazmě tuková kapénka, jádro, membrána – neměnné napětí

**Nervová buňka** – mitochondrie, granulární endoplazmatické retikulum, ribozomy, jádro membrána-změny membránového potenciálu

**Životní cyklus buňky :**

A, zárodečné, kmenové buňky – opakování cyklů

B, specializované buňky – 1.cyklus do fáze diferenciacce

# Buněčný cyklus

G fáze = růstová ( grow – růst)

S fáze = syntetická

M fáze = mitotická ( dělení)

- ◉ je posloupnost vzájemně koordinovaných procesů
- ◉ od jednoho buněčného rozdělení k následujícímu

Lze rozdělit na

- > mitotická fáze **M fázi** (mitóza)
- > **interfáze** – 90 - 95% celého buněčného cyklu
- ◉ Interfáze se dělí na  **$G_1$ , S,  $G_2$  fázi**

# Interfáze ( 95% cyklu)

- Obecně v interfázi probíhá:
  - > tvorba buněčné stěny
  - > růst buňky na původní velikost
  - > tvorba cytoplazmy, dělí se mitochondrie, vznikají membrány atd.

**G1** (postmitotická fáze)– metabolická aktivita **zdvojení buněčné hmoty**, intenzivní syntetické procesy – RNA, proteiny. **Buňka roste**, vytváří se zásoba nukleotidů a syntetizují se enzymy pro budoucí replikaci jaderné DNA  
50%

**S – fáze** – probíhá zdvojení (replikace) DNA  
30%

**G2** (premitotická fáze)–syntéza a aktivace proteinů (ke kondenzaci chromozomů, ke **tvorbě mitotického aparátu** a destrukci jaderného obalu), končí zahájením mitózy  
15%

**BUŇKA SE NEDĚLÍ**



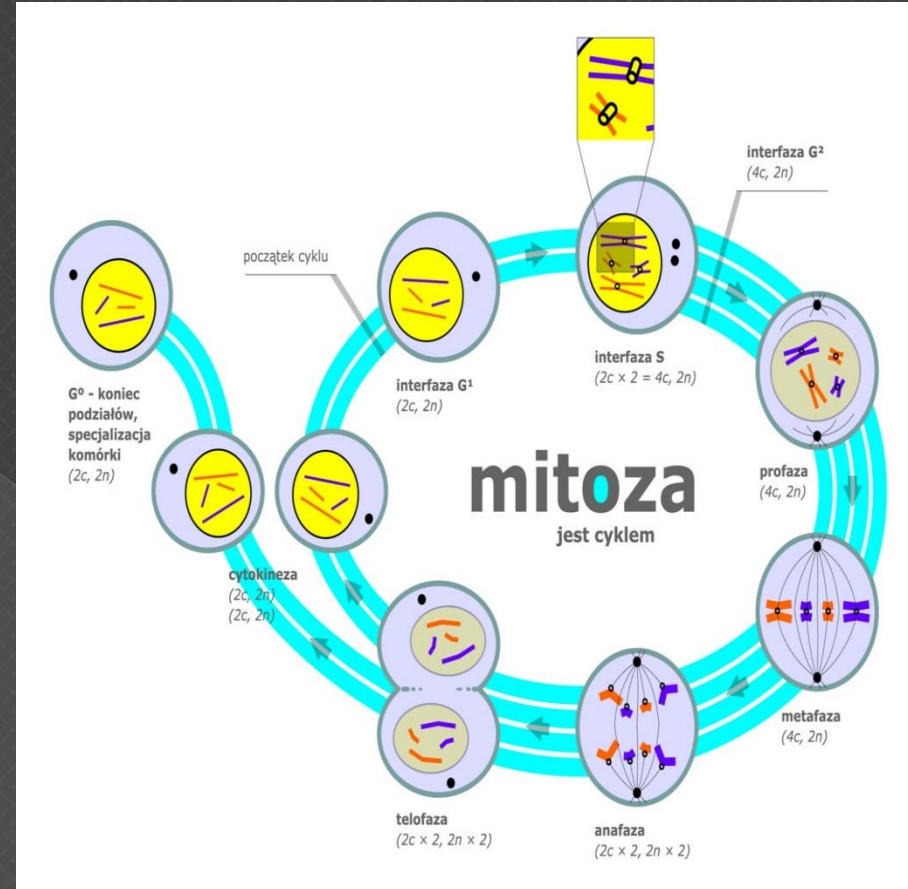
# Mitóza ( 5% cyklu)

= souvislý, kontinuální proces

- profáze
- metafáze
- anafáze

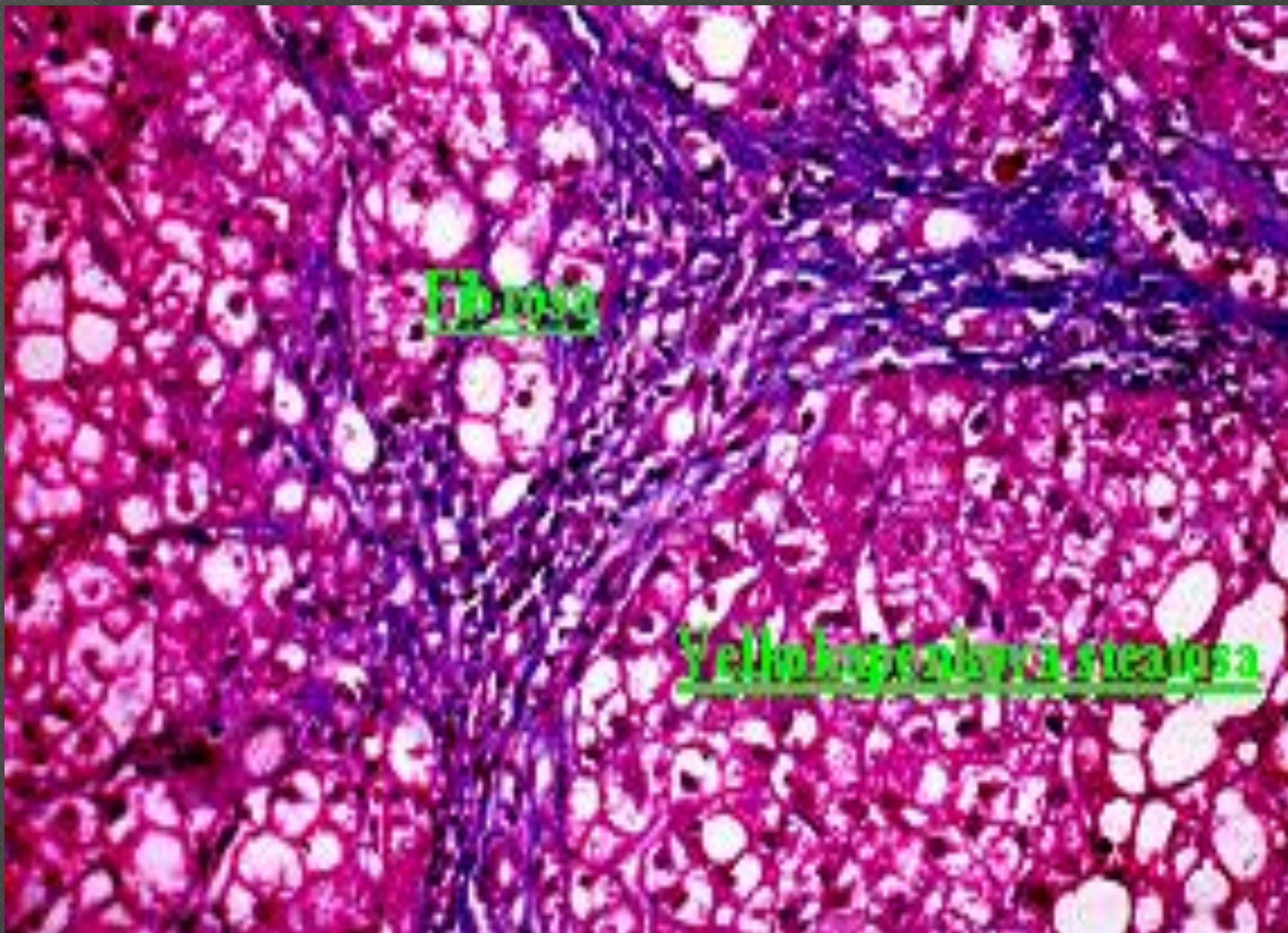
● telofáze  
**postmitotická buňka** =  
buňka, která se již nikdy  
nebude dělit

*většina velmi specializovaných buněk  
(neurony, svalové buňky) se po svém  
vzniku již nikdy nedělí a jsou tedy  
postmitotické*

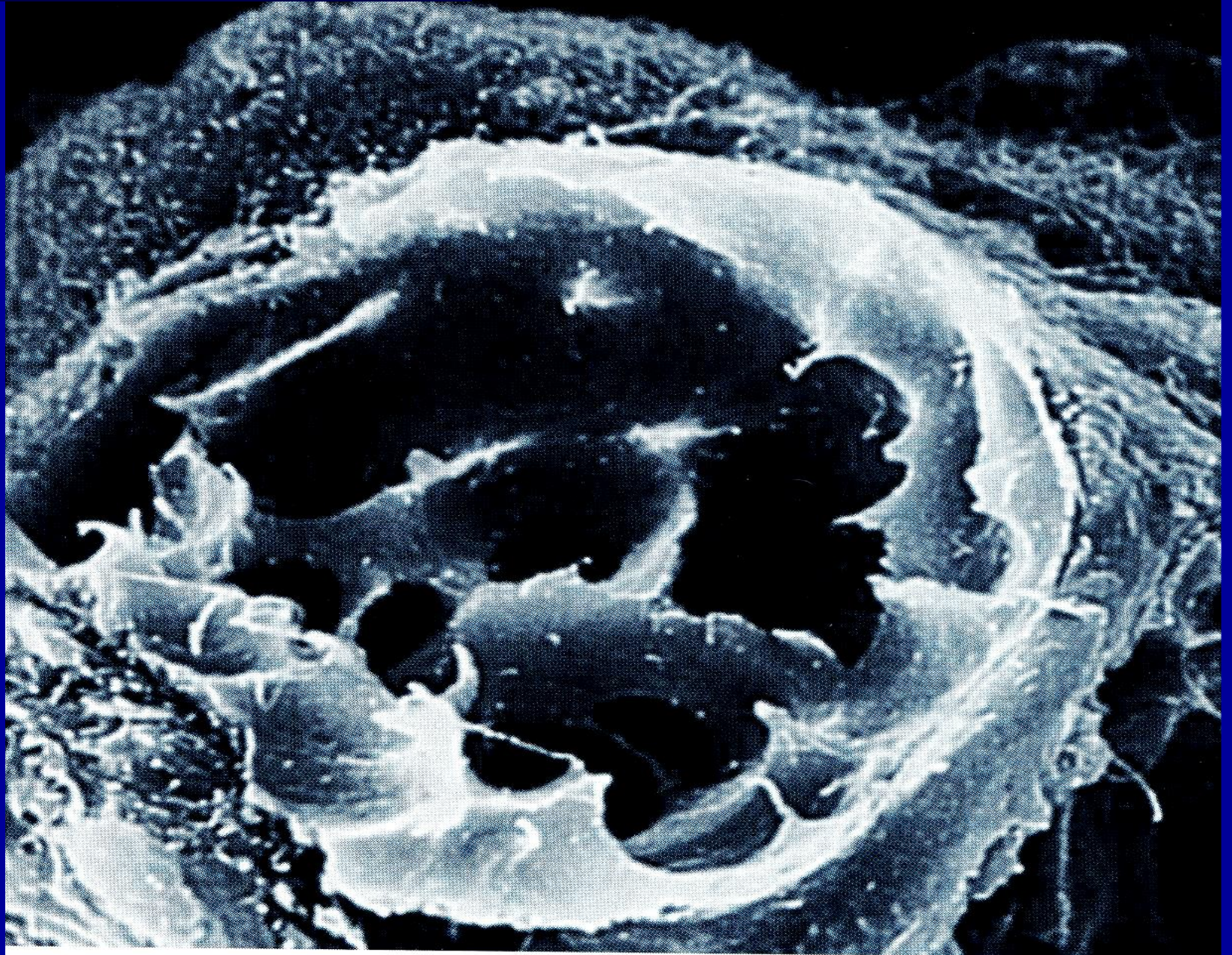


postmitotická buňka se zpět do  
buněčného cyklu již nikdy nedostane

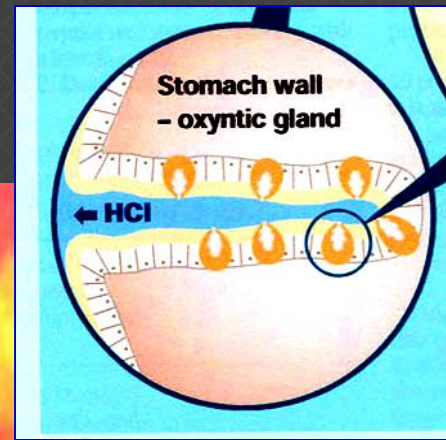
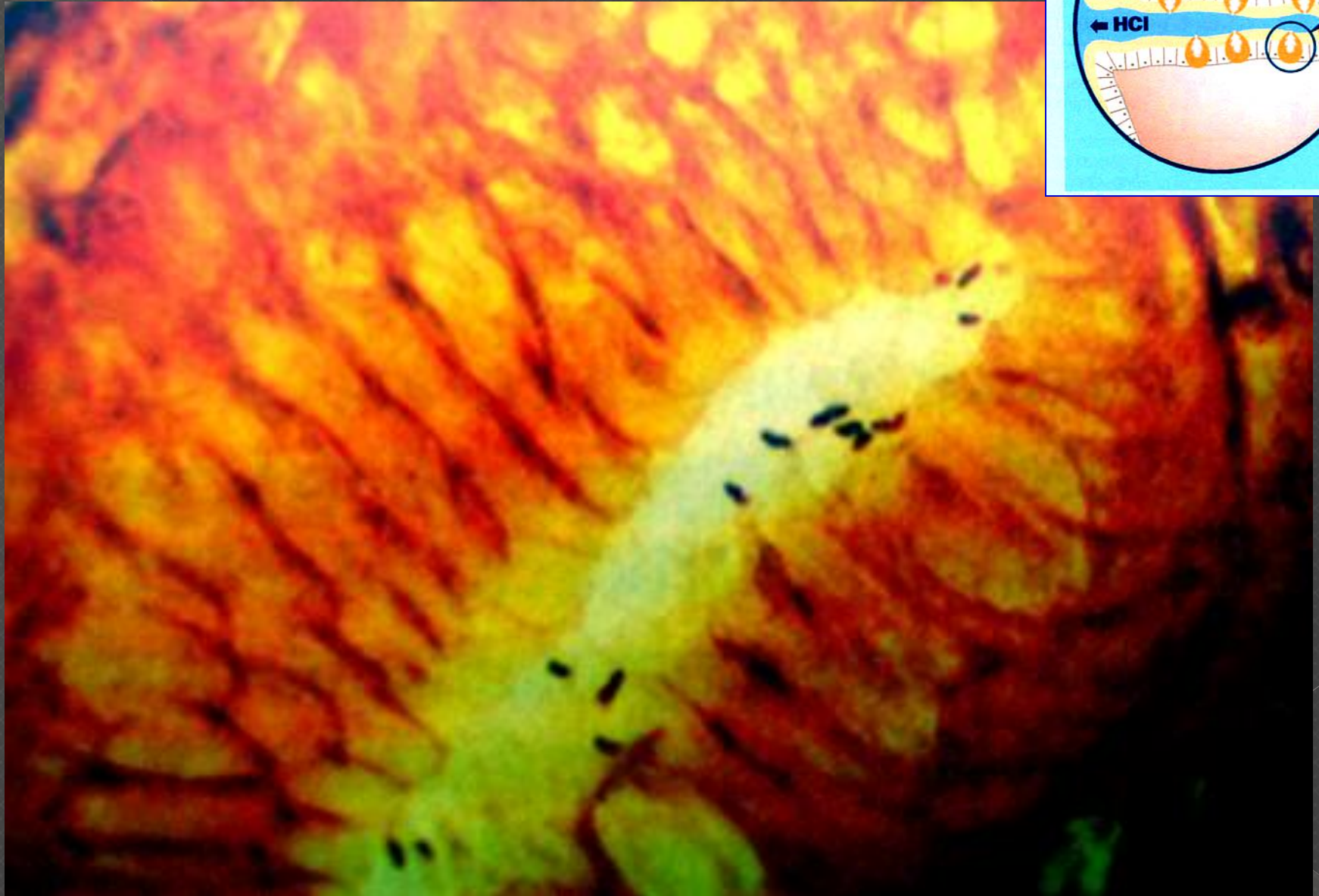
# Buňky jater



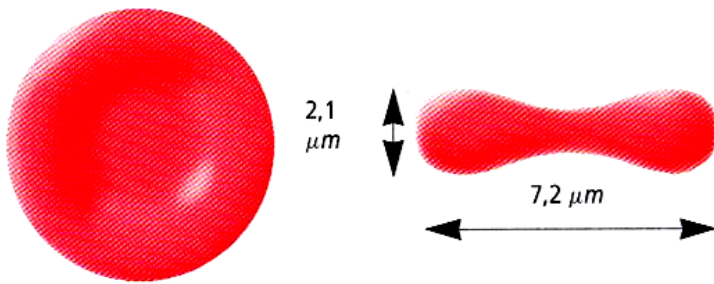
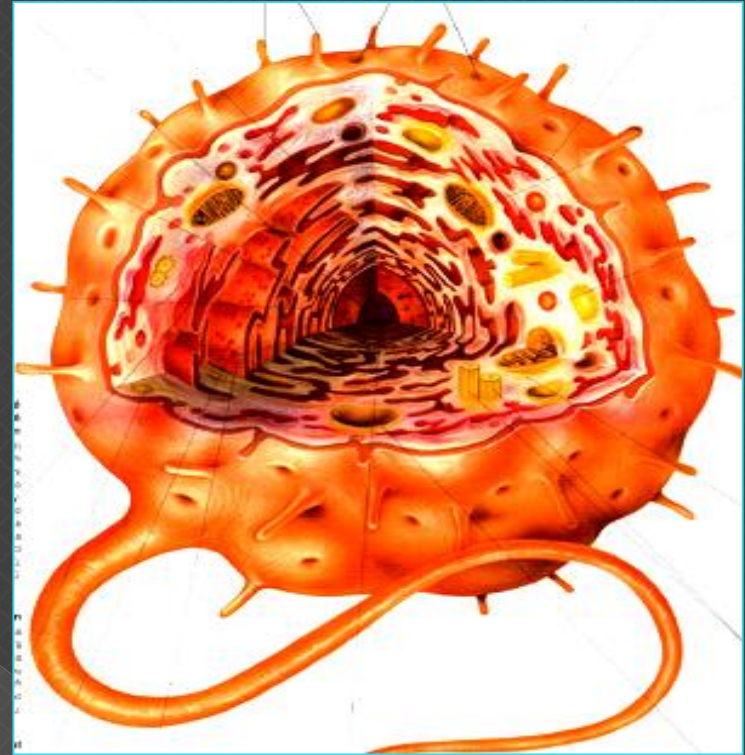
# Parietální buňka žaludku



# Buňky žlázy



# Buňky krve



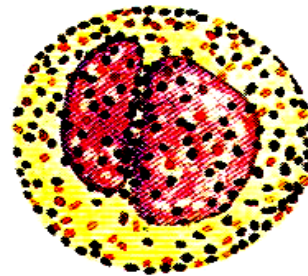
Obr. 6.7 (b) Červené krvinky (erythrocyty) jsou



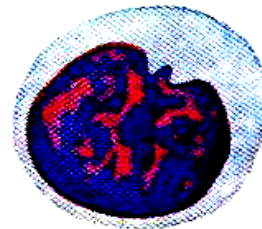
neutrofilní leukocyt



eozinofilní leukocyt



bazofilní leukocyt



lymfocyt



monocyt

# Buňka

- základní stavební a funkční jednotka těla
- je nejmenší jednotkou živého organismu  
schopnou nezávislé existence  
( metabolismus, pohyb, růst, rozmnožování,  
dědičnost= schopnost buněčného dělení)
- fyziologie orgánů a systémů je založena na  
komplexní funkci buněk
- komplexní funkce je dána strukturou na  
subcelulární úrovni
- otevřený systém ( obousměrná výměna  
látek s prostředím )

# Buňka

- Základem je **kmenová buňka**
- Životní rytmus buňky – cyklický charakter
- Schopnost obnovy :
  - epidermis : 2 týdny
  - sliznice žaludku : 2 – 3 dny
- Specializované buňky ( neurony, svalové buňky)

# Obnova tkání

Podle stupně obnovy dělíme tkáně na 2 skupiny:

## 1. Tkáně z buněk – embryonální vývoj

- Buňky beze změny po celý život
  - nikdy se nedělí
  - pokud zaniknou, nikdy se neobnoví
  - buňky oční čočky
- Buňky mohou být částečně remodelovány při změně funkčního zatížení
  - nervové buňky svá synaptická zapojení
  - hypertrofie myokardu
- Buňky pravidelně obnovující své funkčně zatížené části
  - fotoreceptory sítnice ( obnova membrány)



## 2. Tkáně z buněk které se neustále obnovují( rychlost obnovy se liší – dny až roky)

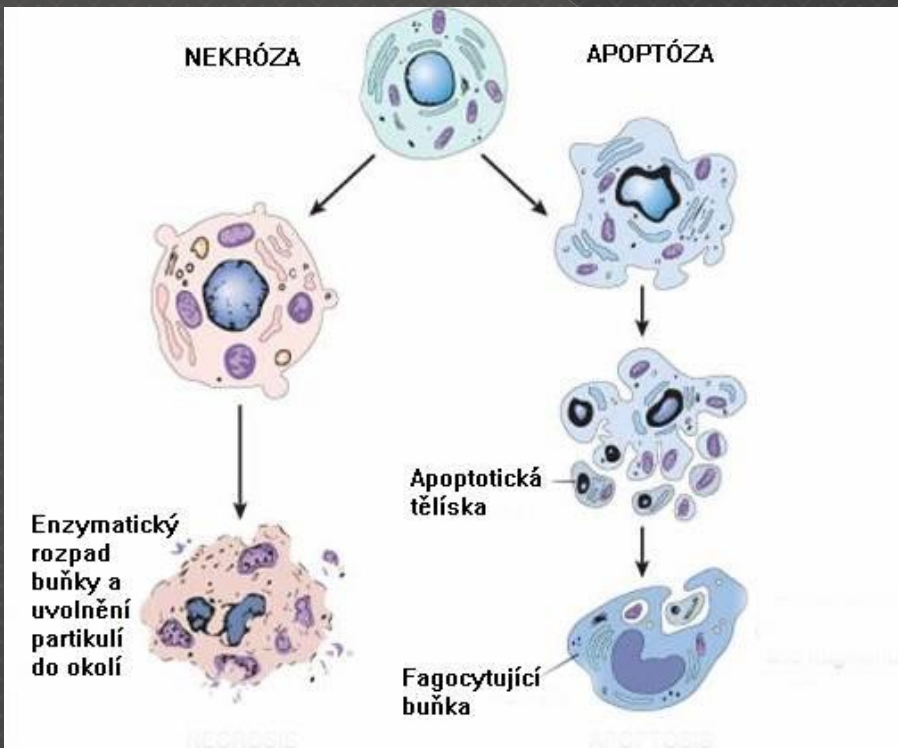
### ● Prostým dělením

- endotelové buňky krevních kapilár
- hepatocyty

### ● Proliferací nediferenciovaných kmenových buněk

- obnova buněčných populací, které se sami dělit nemohou ( epidermis, erytrocyty )

# Zánik buňky



**Apoptóza** =

programová smrt ( fyziologický děj )

A, vnitřní ( rozhodnutí buňky

B, vnější – imunitní systém

**Nekróza**=

patologický proces různými vlivy

# Apoptóza

- programovaná buněčná smrt = fyziologický děj
- indukována cíleně ( regulovaný děj)



signál : zvenčí

( lymfocyt, izolace b.)

zevnitř

( neopravitelná DNA)

- buňka je usmrcena a následně odstraněna - nedojde k poškození okolních buněk
- enzymatické regulační kaskády buňky (kaspázy- jinak v b. neaktivní)



Apoptická tělíska

fagocytovány leukocyty (makrofágy)

nitrobuněčné enzymy nepoškodí okolní buňky.

# Nekróza

- narušení integrity cytoplazmatické membrány
- narušení rovnováhy vnitřního prostředí buňky



objemové změny (edém) celé buňky i organel (mitochondrie, endoplazmatické retikulum)



enzymatické poškození buňky + rozpad

vnitřní prostředí buňky se uvolní do okolí ( enzymy takto uvolněné indukují nekrózu okolních buněk = "řetězová reakce"

rozsáhlejší poškození tkáně ( následný zánět )

# Apoptóza

Apoptóza je normální fyziologický děj, normální smrt „věkem“ event. „normální“ sebevražda.. či **naprogramovaná** buněčná smrt. (Ca-Mg endo-nukleáza – enzym zodpovědný za apoptózu)

Tím se můžou buňky:

**adaptovat**...mozoly na rukách při práci s krumpáčem

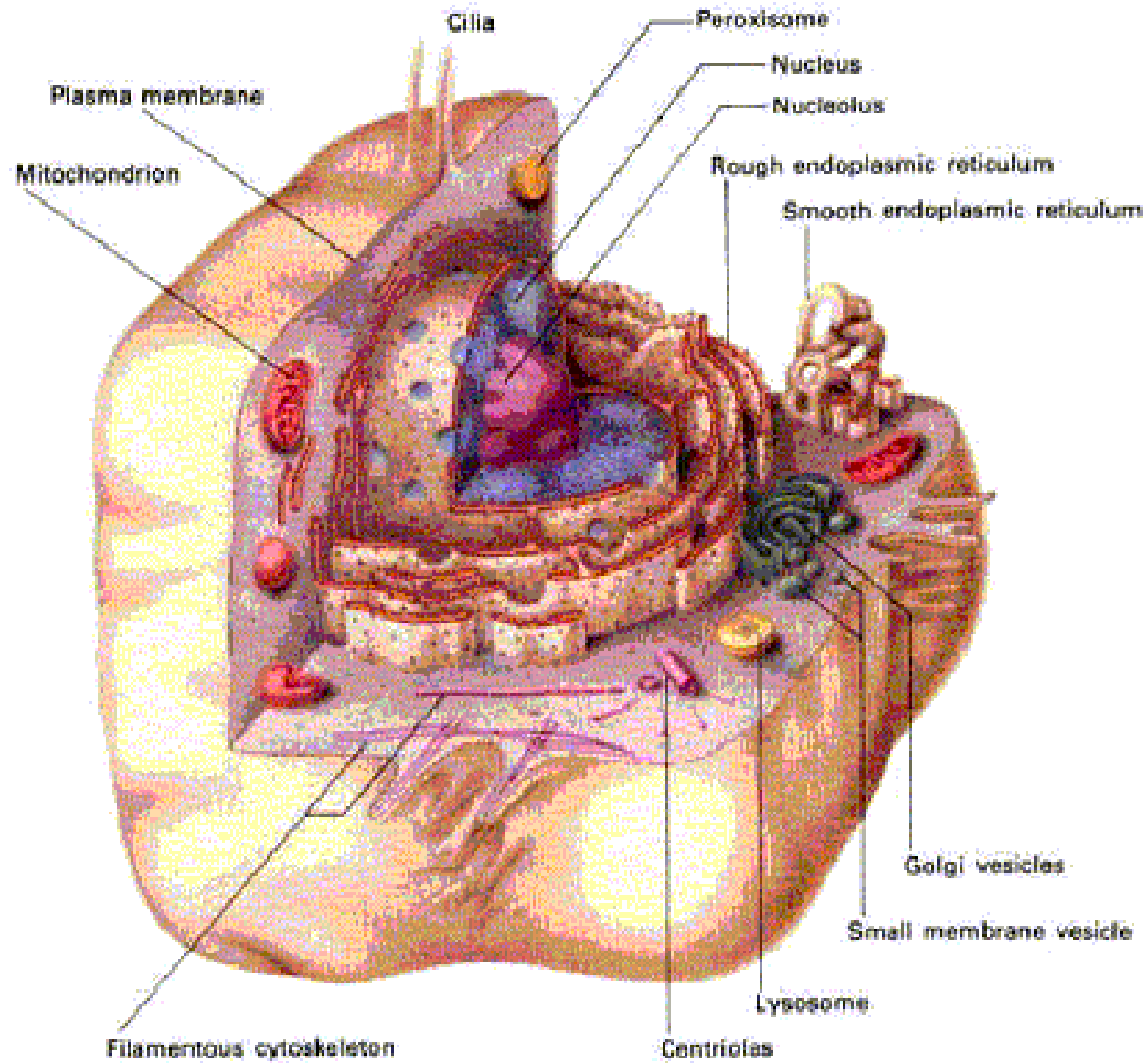
**odstraňovat** nádor.buňky, buňky napadené virem,, autoimunitní buňky a pod

...STOVKY MILIARD BUNĚK DENNĚ ZANIKÁ – jsou eliminovány a buněčným dělením znovu nahrazovány.

Buňka která zaniká, **nesmí** již přenášet genetickou informaci, ani pro dělení.. ani pro tvorbu bílkovin ... když se bílkoviny netvoří, tak chátrá **obsah** buňky...ER, GA, Ribosomy, cytoplazma, cytoskelet, membrány .. **buňka** chátrá celá, scvrkává se, zmenšuje se ... a uvnitř jsou hrudky rozpadlého nefunkčního chromatinu.

# Stavba buňky

- **Cytoplazma** – tekuté prostředí buňky
- **Organely**
- **Jádro**- genetická informace řídící činnost buňky
- **Plazmatická membrána** – selektivně permeabilní, odpovědná za tvar



buňka

plazmatická membrána

lipidová dvojvrstva

integrální a periferní

přenašeče

aktivní

pasivní

synaptické proteiny

membránové enzymy

receptory

iontové kanály

organely

Golgiho aparát

lysozomy

mitochondrie

cytoskelet

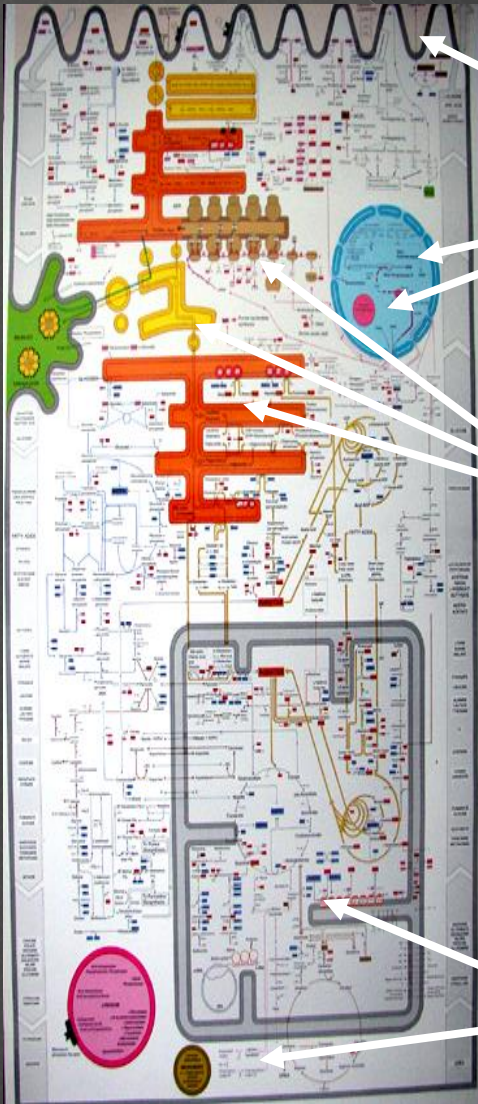
jádro

endoplazmatické retikulum

cytoplazma

ribozomy

# BUŇKA



**Membrána**-rozhraní, transport látek, receptory

**Jádro**-genetický materiál, chromatin

**Jadérko**-tvorba rRNA=kopie DNA

**Endoplazmatické retikulum granulární**-tvorba glykoproteinů

**Endoplazmatické retikulum agranulární**-žádné ribozomy, syntéza lipidů ( fosfolipidy, cholesterol), zásoba kalcia

**Ribozom**-tvorba bílkovin

**Golgiho komplex**-koncentruje a definitivně upravuje proteiny  
**transportní a sekreční vezikuly**

**Lysozomy**-rozklad biologického materiálu a transportu bílkovin

**Cytoplazma** –metabolické pochody

**Cytoskelet** – systém mikrofilament, mikrotubulů, změna tvaru buňky

**Mitochondrie**-energie, produkce ATP, utilizace O<sub>2</sub> a produkce CO<sub>2</sub>,  
enzymy Krebsova cyklu a oxidativní fosforylace

**Centriol**-dělení- magnet



# Mimobuněčná hmota

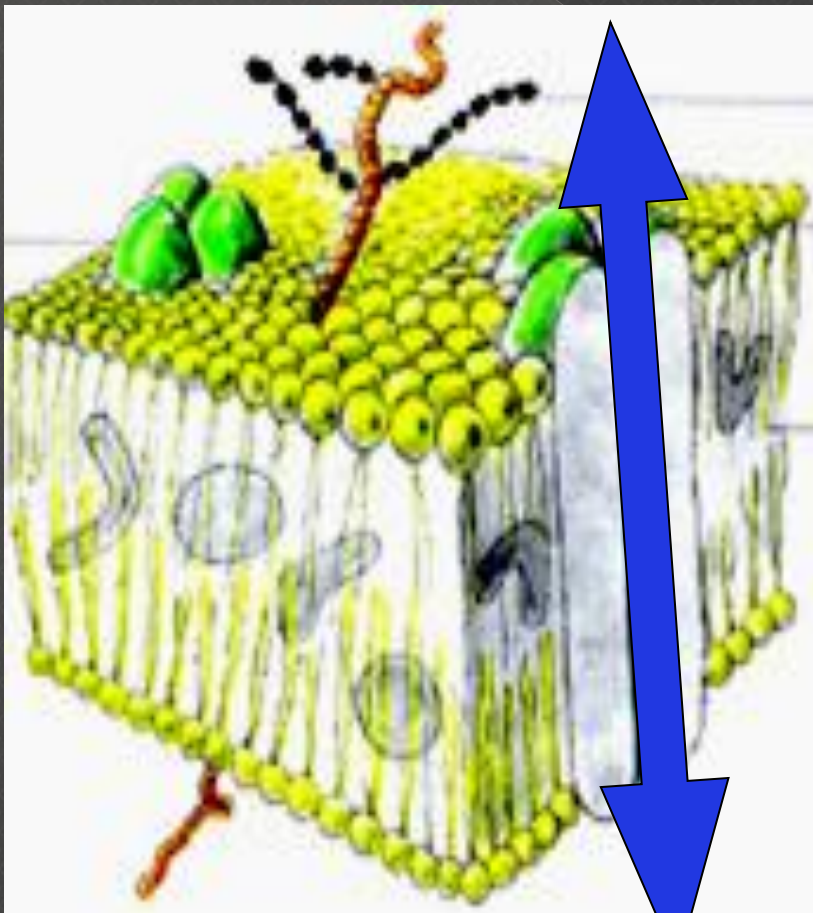
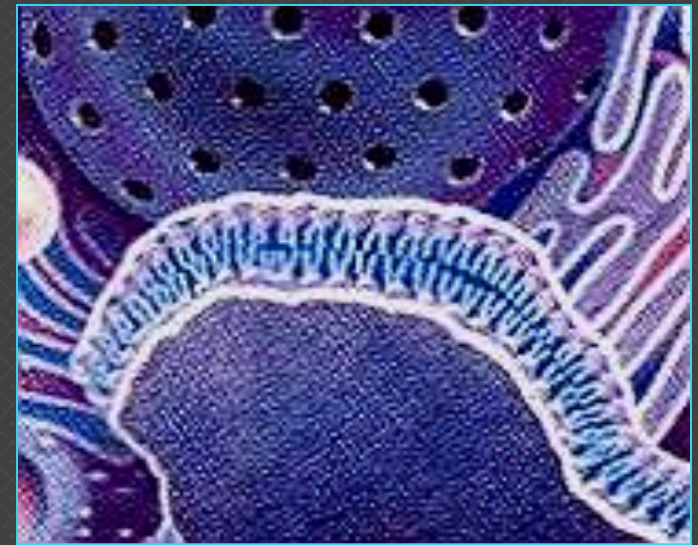
Struktura :organizovaná síť makromolekul vznikajících přímo na místě

1. Vlákenné proteiny ( kolagen - zpevnění, elastin- pružnost, laminin-propojení buněk k epitelu)
2. Proteoglykany
3. Voda

**Nejvíce:** chrupavka, kost, kůže

**Nejméně :** CNS

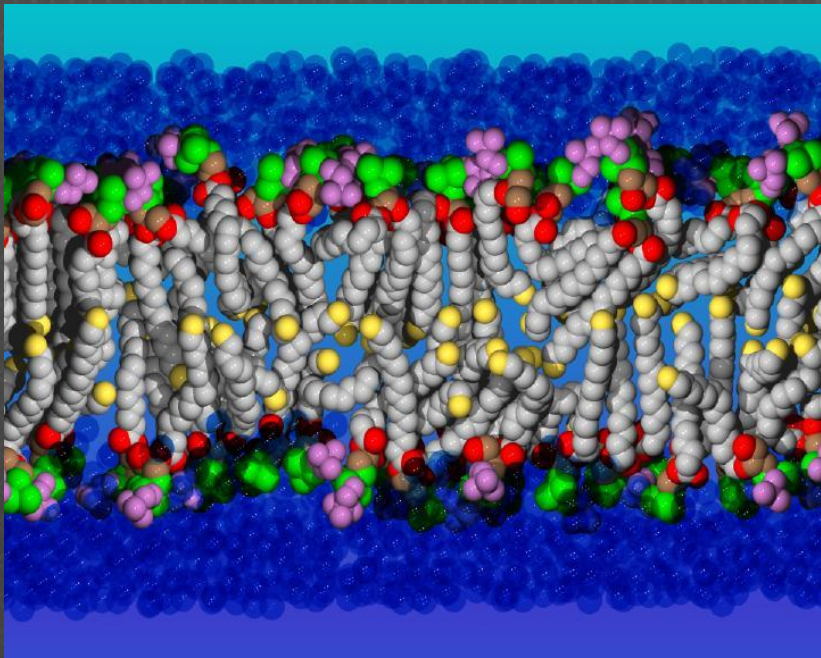
# Buněčná membrána



2 vrstvy fosfolipidů  
molekuly bílkovin  
molekuly polysacharidů  
kanály v membráně

# Cytoplazmatická membrána

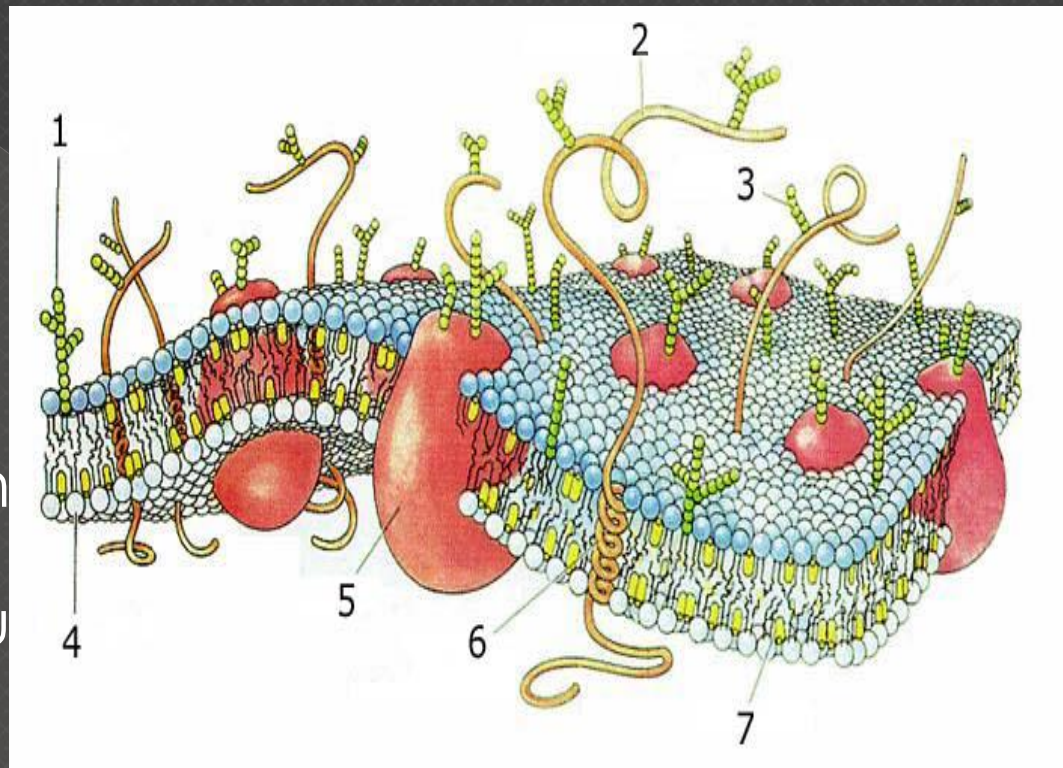
- **cytoplazmatická membrána** ( také **plazmatická membrána**) je tenký **semipermeabilní** obal ohraničující **buňku** i její výběžky
- podílí se na ochraně před zevními vlivy, udržování tvaru
- skládá se z jedné lipidové dvouvrstvy a v ní zanořených **proteinů**
- **Funkce proteinů:**



- základní složka receptorů
- základ iontových kanálů

# Cytoplazmatická membrána

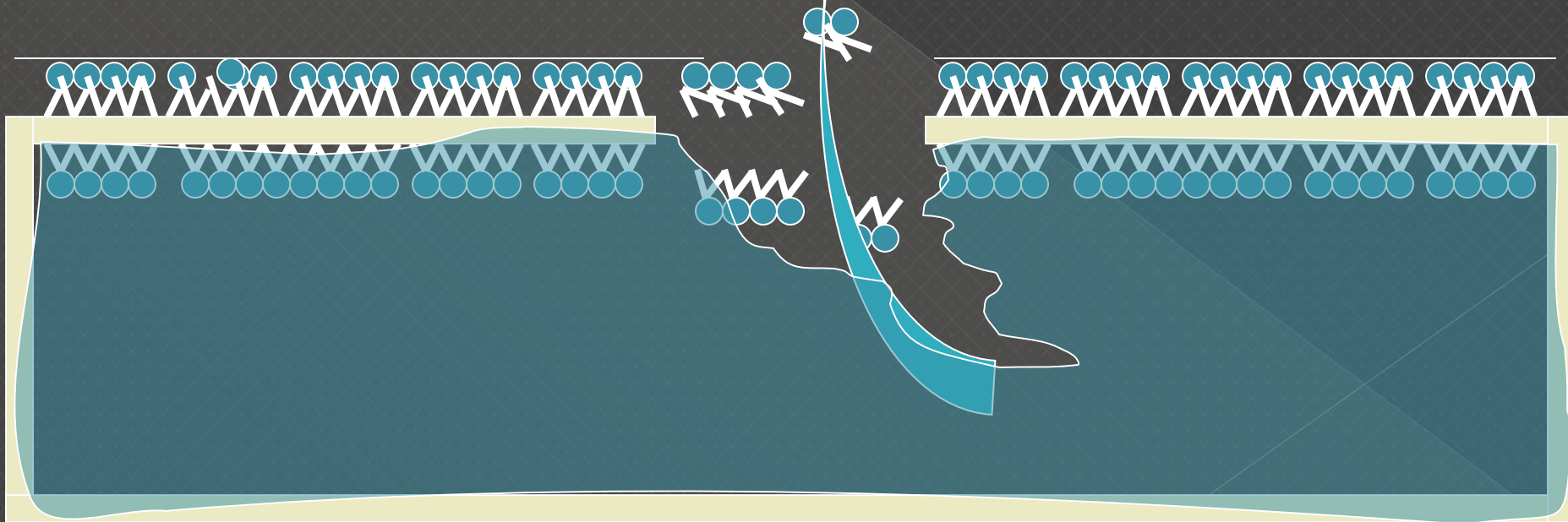
- schématický trojrozměrný řez buněčnou membránou
  1. glykolipid
  2. alfa-helix protein
  3. oligosacharidový boční řetězec
  4. fosfolipid
  5. globulární protein
  6. hydrofobní část alfa-helix proteinu
  7. cholesterol



# Poškození bun.membrány

vylití vnitřního obsahu cytoplasmy (enzymy, DNA, ribozomy...)

- **Etiologie:** toxické látky, alkohol, chemoterapie, antibiotika ...
- **Diagnostika** nemocí je postavená na poškození bun.membrány: žloutenky, alkoholické poškození jater, infarkty myokardu,



# Celulární transportní mechanismy

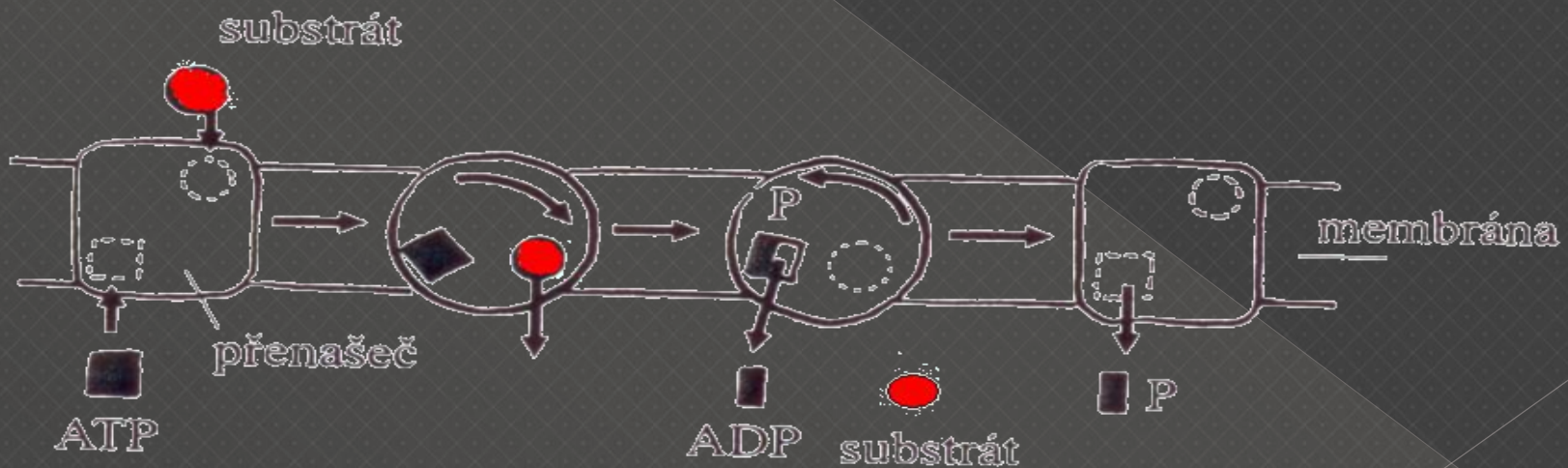
- Paracelulární transport
- Transcelulární transport

# Transcelulární transport

- Prostá difuze
  - volný přístup lipidovou membránou
  - látky rozpustné v lipidech, malé neutrální molekuly (  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  )
  - zrychluje se při zvýšené teplotě
- Iontové kanály (proteinové kanály)- póry
  - malé molekuly, ionty, voda ( difundují přes proteinové kanály)
- Sekundární aktivní transport
  - sám o sobě pasivní, spojen s jiným systémem, který spotřebovává jinou energii
- Primární aktivní transport
  - $Na^+$ -  $K^+$  pumpa, proti elektrochemickému gradientu, přísun energie
- Endocytóza a exocytóza
  - prostřednictvím váčků do a z buňky
  - řada látek které jinak neprojdou přes membránu ( proteiny a cholesterol)

# PRIMÁRNÍ AKTIVNÍ TRANSPORT

- proti koncentračnímu spádu – potřeba energie
- energie (ve formě ATP)
- Nejrozšířenější typ : NA-K pumpa ( přítomna na všech buněčných membránách)
- Transportuje **NA<sup>+</sup> mimo buňku**
- **K<sup>+</sup> do buňky**
- Vlastní přenos je prostřednictvím membránového proteinu





# Iontové kanály

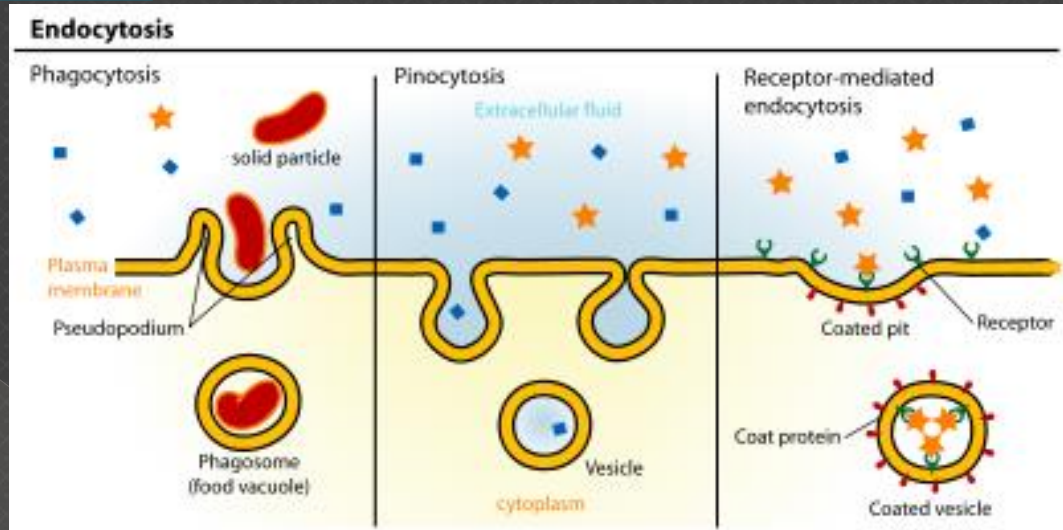
- Ionty procházejí otevřeným kanálem

= proteinové kanály – proteiny mají tendenci měnit svou konformaci

- podle toho jaká energie je nutná, aby protein změnil svoji konformaci, dělí se kanály na:

1. **stále otevřené** (po koncentračním gradientu, ionty)
2. **řízené napětím** ( změna konfigurace proteinu)
3. **řízené chemicky** ( reakce mezi receptorem a iontovým kanálem)
4. **řízené mechanicky** ( citlivé na napnutí cytoskeletu)

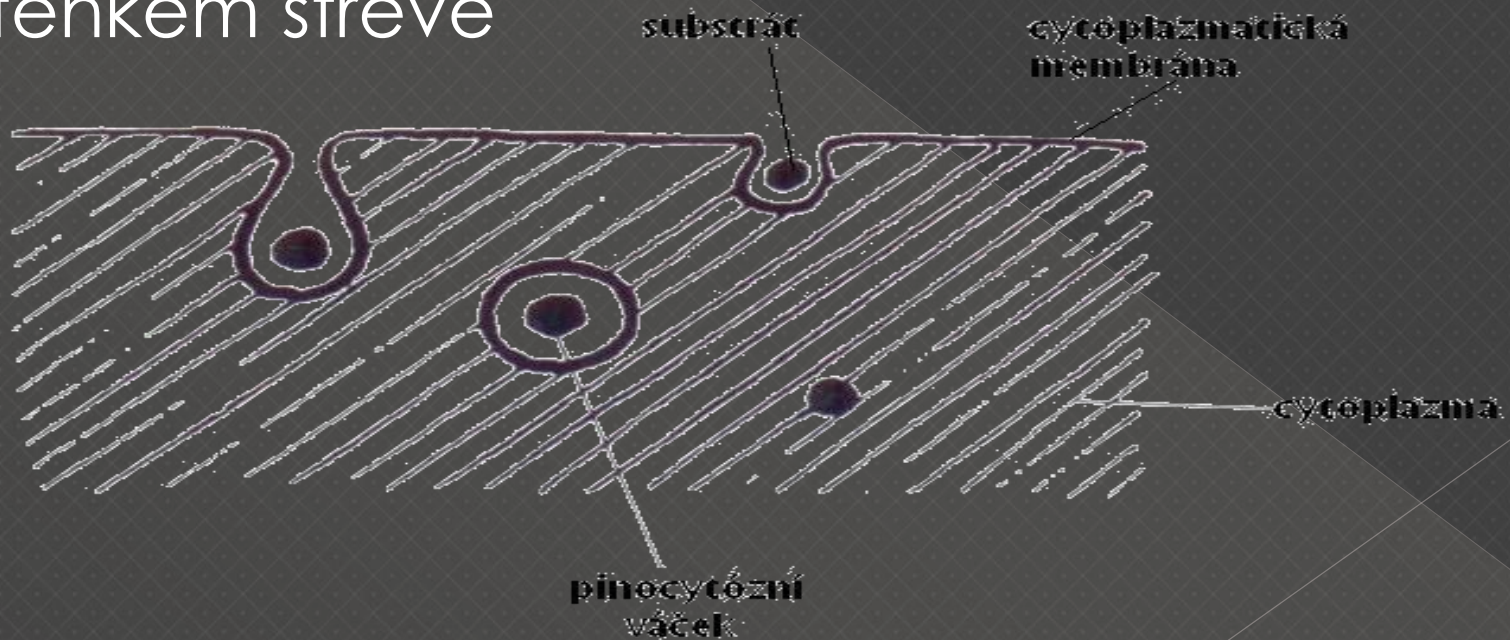
# ENDOCYTÓZA



- aktivní proces
- pohlcování látek z okolí
- dochází k přestavbě plazmatické membrány
- 2 formy: a) pinocytóza  
b) fagocytóza

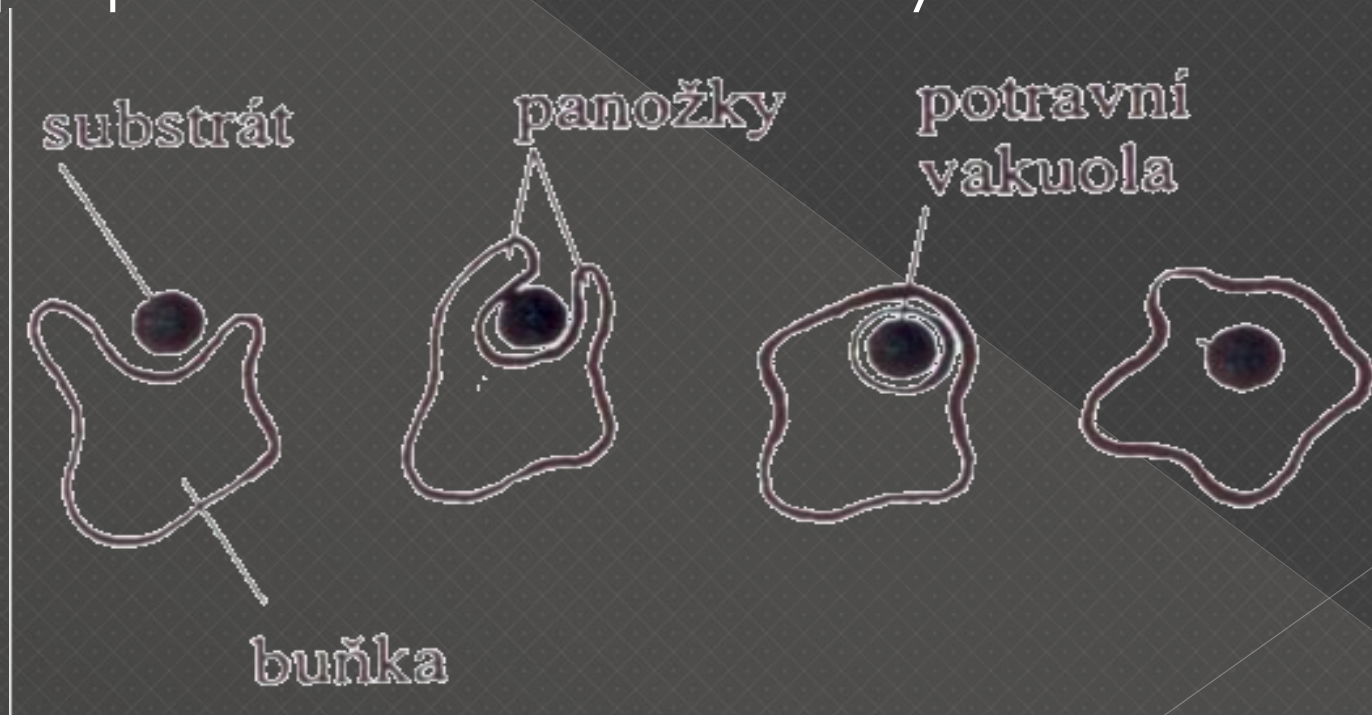
# PINOCYTÓZA

- látky přijímané ve formě roztoků
- buňka pohlcuje částice vchlípením části plazmatické membrány
- např. vstřebávání tukových kapiček v tenkém střevě



# FAGOCYTÓZA

- příjem větších částice
- panožky (plazmatické výběžky)
- např. pohlcování bakterií bílými krvinkami



# EXOCYTÓZA

- opakem endocytózy
- výdej větších molekul
- měchýřky odškrcené z Golgiho aparátu

# Buněčná komunikace

1. Přímé spojení mezi buňkami
2. Prostřednictvím lokálních chemických působků
  - parakrinní ( pankreas)
  - autokrinní ( ovárium)
3. Komunikace umožňující rychlé spojení mezi jednotlivými částmi těla a v rámci jednotlivých oddílů těla
  - prostřednictvím akčních potenciálů ( v ms)
  - specializovaný kontakt = synapse
  - Specializované působky- neurotransmitery
4. Prostřednictvím hormonů
  - uvolněné na určitý podnět – endokrinní systém
  - Zprostředkovaná pomocí oběhového systému
  - Odpověď velmi lokalizovaná ( ADH) nebo ovlivňuje všechny buňky ( T3,4)
  - Zásadní řízení růstu, metabolismu, reprodukce

# Buňka- tkáň- orgán- organizmus

**TKÁŇ** je soubor buněk, podobného tvaru i funkce

**Orgán** je soubor tkání (od okolí ohraničený),  
např. céva-sliznice, podslizniční tkáň, sval,  
sval složený z tkání- sval, vazivo, cévy, nervy

**Systemy** – soubor několika orgánů,  
(trávicí, močový, dýchací systém...)

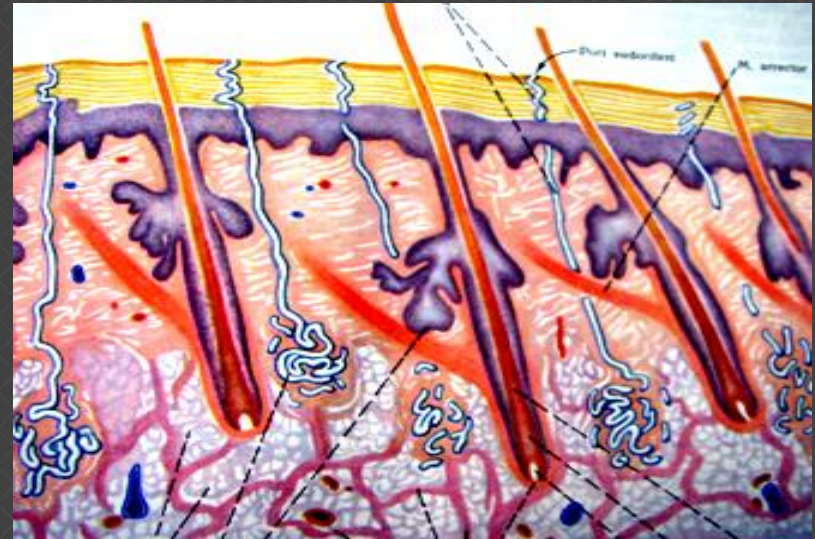
# Druhy tkáně

**epitelové  
pojivové  
svalové  
nervové  
krev**

**... různé typy mezibuněčných spojů ...**  
**... různé typy komunikace ...**  
**... různé funkce ...**



# Epitelové tkáně



kryjí povrchy- **kůže, sliznice**

tkáň z buněk naskládaných na sebe

- **tvar** buněk: plochý , kubický, cylindrický
- **počet** buněk: jednovrstevný, vícevrstevný
- **funkce**: krycí, výstelkový, žlázočný, resorpční (střeva), smyslový (citlivost na fyzikální a chemické podněty)

# Pojivové tkáně

Pojivové tkáně jsou : **vazivo, chrupavka, kost**

**Složené z buněk + vláken + mezibuněčné hmoty + ...**

**opora těla (kostra), pohyb, tlumení nárazů,  
„klouzáni šlach“, „tření“ kloubů,**

# Pojivo - vazivové tkáně

Vazivo: **buňky** vaziva (fibrocyty, tukové buňky)  
**vlákny** (kolagen, elastin, retikulární) a  
mezibuněčná **hmota**

Tuhé vazivo: vazy, šlachy  
Řídké vazivo: mezitkáňové prostory  
Elastické vazivo: vazy páteře, žeber  
Tukové vazivo: podkoží  
Lymfoidní vazivo: mízní uzliny

# Pojivo - chrupavka

Chrupavka: **buňky**- chondrocyty  
**vlákna** (kolagen, elastin  
mezibuněčná **hmota**)

**hyalinní** — tvrdá, porcelánově bílá, křehká,  
obs.chondrocyty+beztvarou hmotu+jemné maskované kolagenní vlákna.  
- na povrchu kloubů a v dýchacích cestách

**elastická** — pružná, ohebná, žlutavá, převládají elastická vlákna  
- nos, boltec

**vazivová** — mechanicky odolná na tlak a tah, matně bílá,  
- převládají silná kolagenní vlákna — meziobratlové ploténky, meniskus

# Pojivo - kost

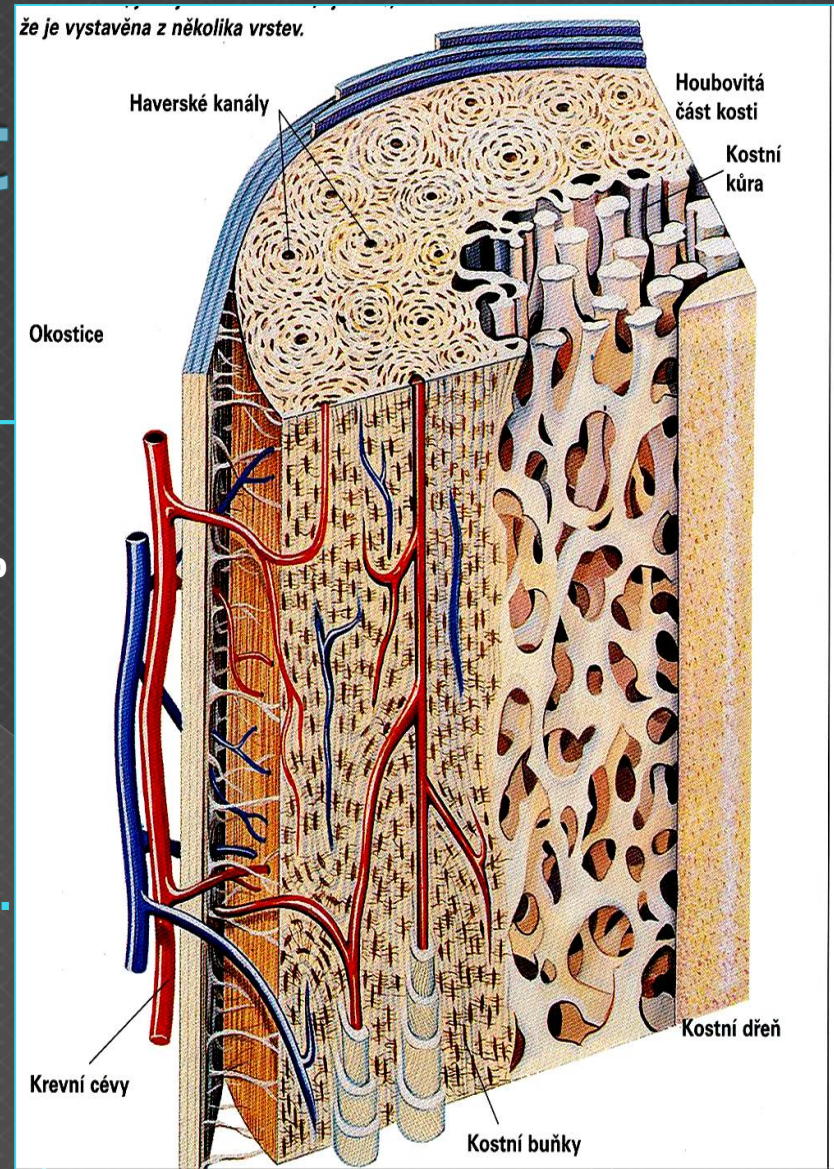
Pevná pojivová tkáň, s mineralizovanou základní hmotou – minerální látky činí až 65% objemu kosti !!!

**buňky** - Osteocyty

**vlákna** - kolagenní jako pletivo či lamely kolem vyživovací cévy = vzniká **osteon** = zákl. funkční jednotka kosti  
- elastická ...

**minerály** (Ca, P, Mg, Na, F..)

Kostní dřev – erythropoetická tkáň



# SVAL

Svalová tkáň má schopnost kontrakce ... mechanický pohyb

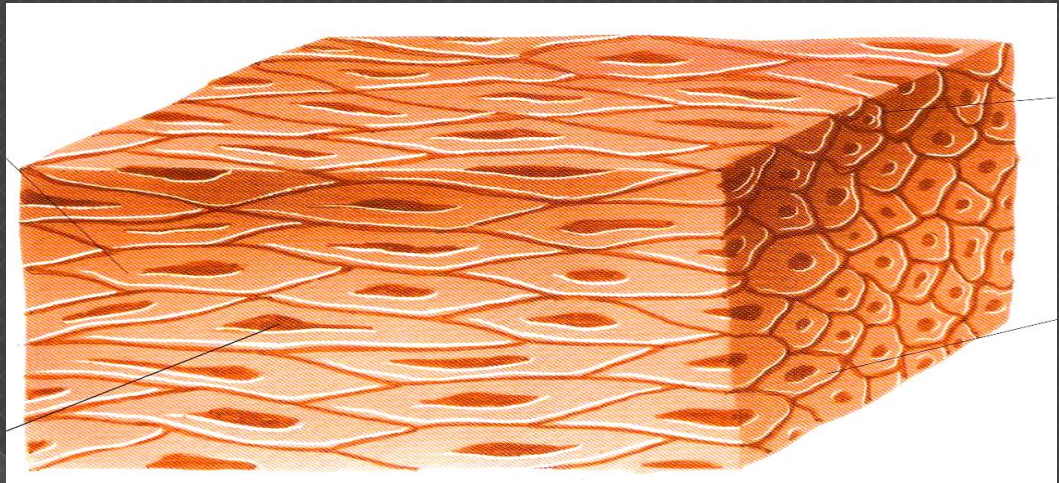
- **hladký** sval – kontrahuje se svalová **buňka** (střevo, průdušky, cévy..) v cytoplasmě buněk jsou smrštění schopná vlákna – **myofibrily**
- **příčně pruhovaný** sval – kontrahuje se **svalové vlákno** - myofibrily
  - **kosterní** sval - biceps, záda...
  - **srdeční** sval

U svalů je název plazmy **sarkoplazma**, bun.membrány **sarkolema**

**Sval.vlákno**=myofibrily+sarkoplazma+jádro+mitochondrie+glykogen  
.... Vše obalené membránou sarkolemou.

**Myofibrily** jsou to 2 bílkoviny schopné kontrakce, **aktin a myosin**, které se při kontrakci do sebe zasouvají...

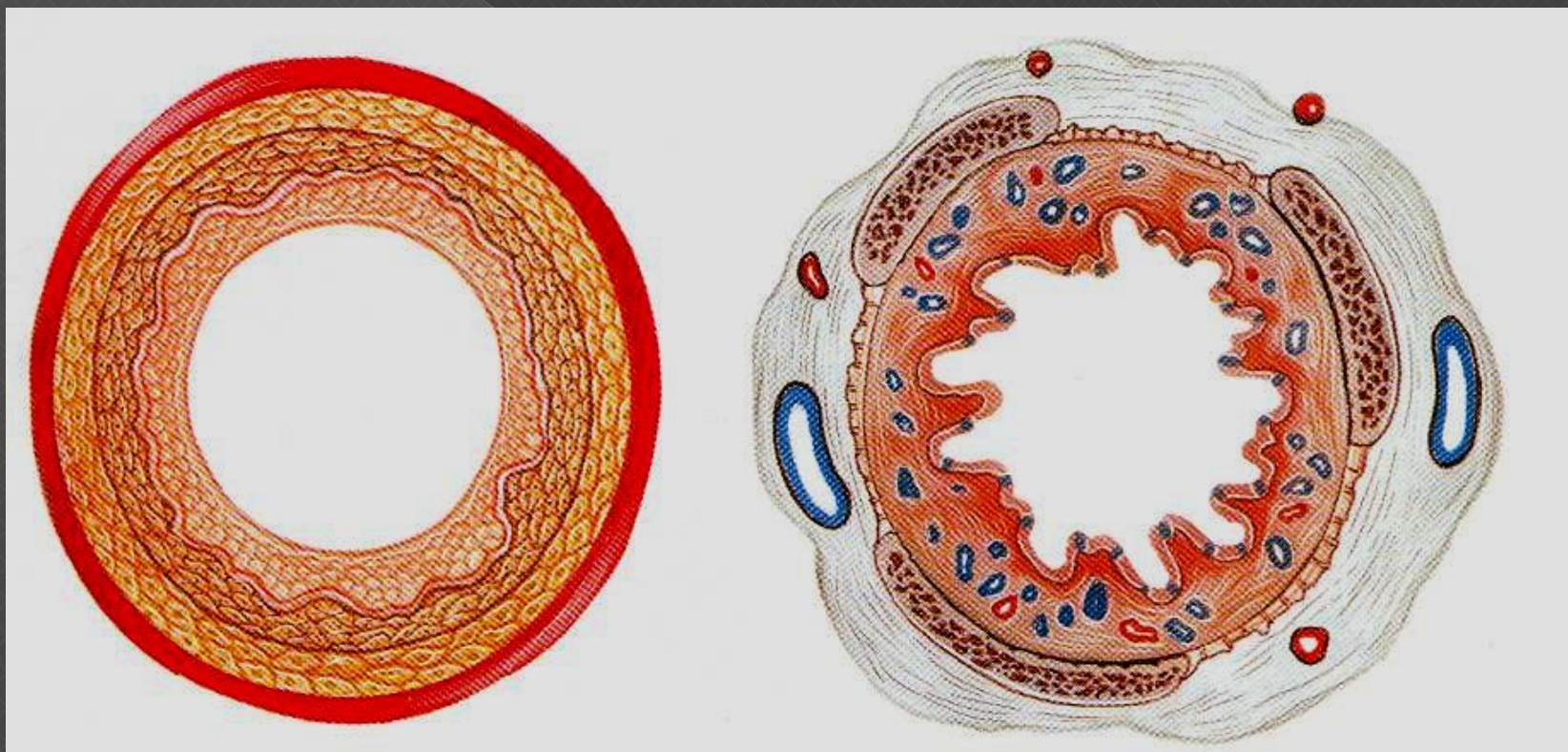
# HLADKÝ SVAL



- střevo, průdušky, cévy, děloha ...

- vřetenovité buňky, spojené jemným vazivem
- kontrakcí **myofibril** se kontrahuje celá **buňka** hladkého svalu
- inervace vegetativní- vůli neovladatelná
- při podráždění buněk hl.svalů dojde ke zúžení a zkrácení trubice,cévy..  
kontrakce bývají pomalé, často rytmické

# HLADKÝ SVAL



tepna

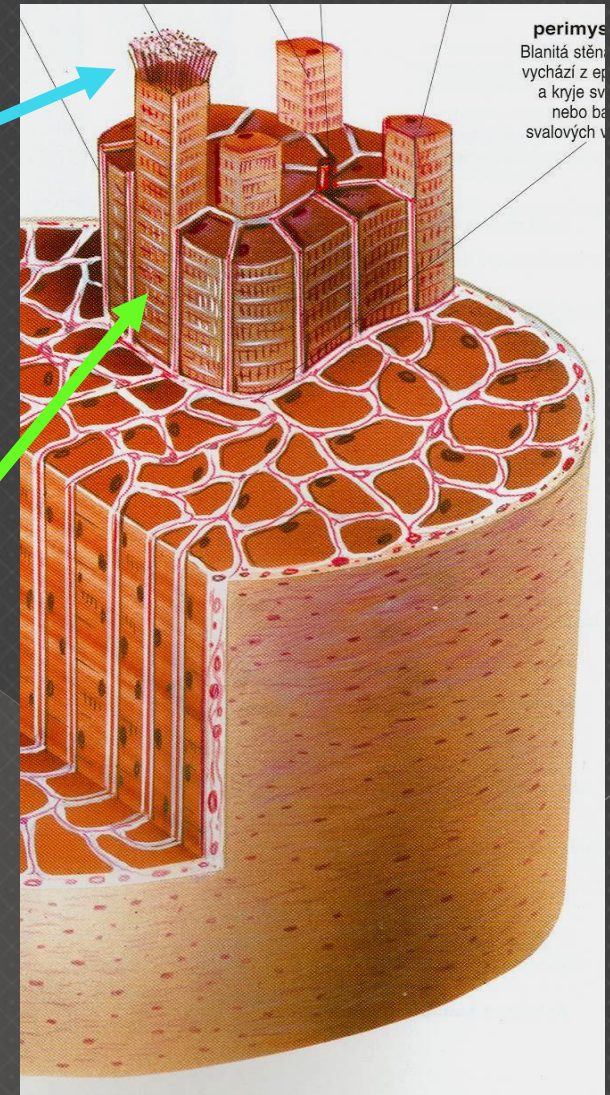
průduška



# Příčně pruhovaný sval

**Myofibrily** 1-2  $\mu\text{m}$ , tisíce v každém sval.vlákně jsou složeny z **aktinu** a **myosinu** – v elektronovém mikroskopu dávají pruhovaný vzhled.

Základní jednotkou svalu je **svalové vlákno** dlouhé několik **cm**



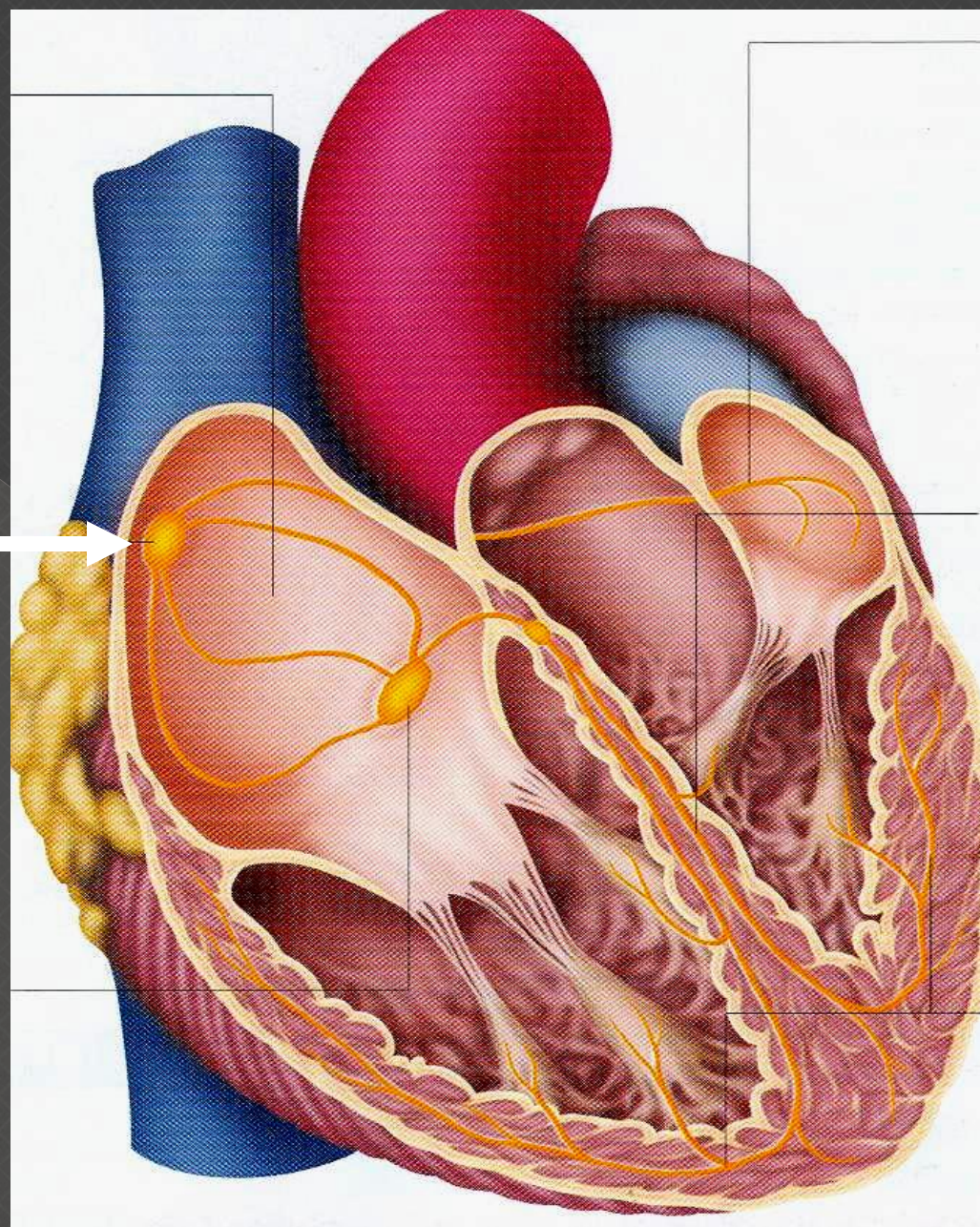
# Srdeční svalovina

V srdečním svalu jsou vlákna tvořená z buněk, které tvoří pleteň či trámčinu, aby se srdečný stah šířil plynule po celém svalu ... rytmické smršťování srdečního svalu.

Navíc má **vodivý systém** svalových buněk – přenesení vzruchu (EKG) po celém srdci

inervace autonomní – vegetativní

**SA uzel**  
**Schopen spontánní**  
**depolarizace tj.**  
**spontánní výroby proudu**  
**perpetum mobile !!!**



# Nervová tkáň

**Tvoří, přijímá a vede vzruchy...tj. specializovaná tkáň na přenos neuro-elektrických impulzů**

**Nervovou tkáň tvoří: mozek, mozeček, mícha, všechny nervy**

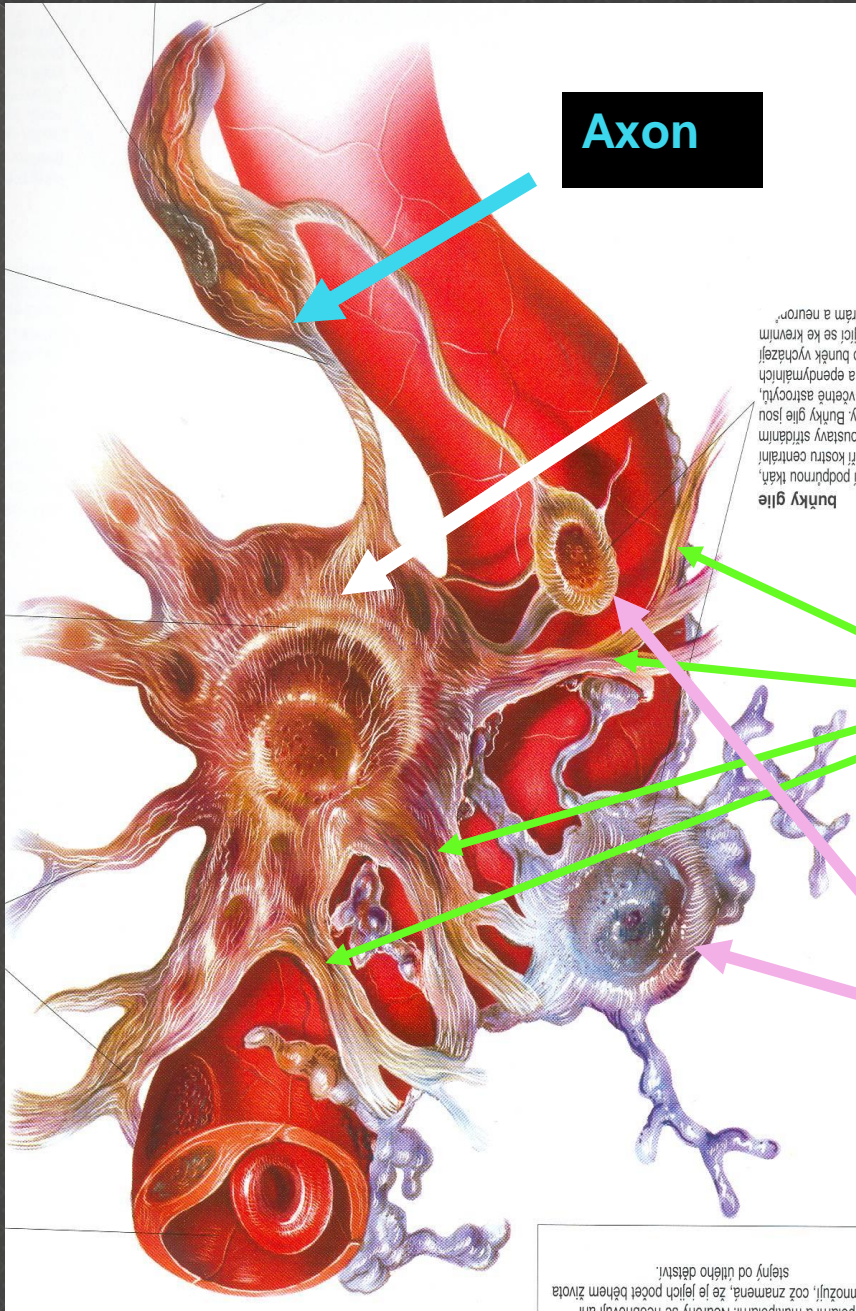
**Základní stavební jednotkou nervové tkáně je NEURON- přijímá a zpracovává informace a vysílá a přenáší odpověď. Neurony se nerozmnožují ani neobnovují, tj. stejný počet od narození.**

**V okolí nervových buněk jsou gliové buňky**

- základní struktura neuronu je podobná každé jiné „žlázové“ buňce..  
tj. jádro, mitochondrie, Golgiho aparát, .....
- metabolismus je vydatný, tvorba bílkovin na ribozomech je mohutná  
(žlázové buňky slinivky ... 1,5l šťáv / mozek 1,5kg myšlenek za 24 hod...)

**Na povrchu neuronů a výběžků je typická membrána, ale na některých vláknech je myelinová pochva – čím silnější je vlákno a silnější myelinová pochva, tím rychlejší je vedení vzruchů. Základem pochvy je lipoprotein.**

# Neuron



**Axon** – vlákno, vede odstředivě tj. pryč od buňky, ne některých dlouhých axonech- vláknech je **myelinová pochva**

**Dentrity** – krátké vlákna, vedou dostředivě, tj. do buňky

**Gliové buňky**  
Zajišťují výživu nerv.buněk,  
Úprava prostředí pro –“-  
Fagocytoza cizorodých látek  
Tvorba obalů kolem nerv.buněk

# Krev

**Krevní elementy - červené krvinky 5mil/1mm<sup>2</sup>**  
- krevní deštičky 200.000/1mm<sup>2</sup>  
- bílé krvinky 10000/1mm<sup>2</sup>  
(neurofil, lymfocyt, bazofil, monocyt, eosinofil)

**Krevní plazma (žlutavá tekutina: obsahuje bílkoviny, enzymy minerály, vitamíny, cukry, protilátky ...)**

