

# ZÁKLADY HISTOLOGIE

**doc. RNDr. Alena Žáková, Ph.D.**

**Mgr. Monika Dušková, Ph.D.**

**RNDr. Helena Nejezchlebová, Ph.D.**



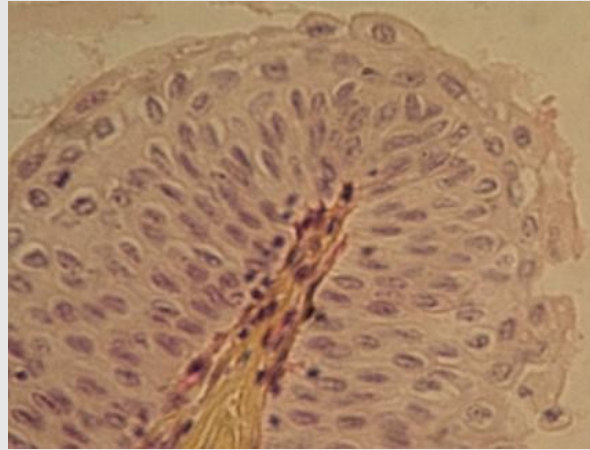


# Histologie – nauka o tkáních

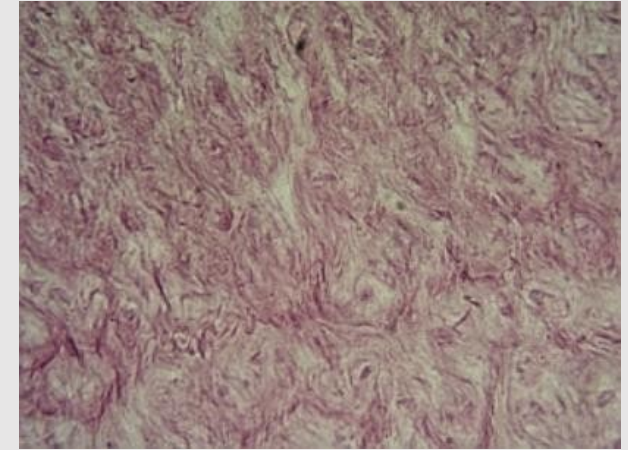
Podle množství buněk a mezibuněčné hmoty se rozlišují:

## 4 základní typy tkání :

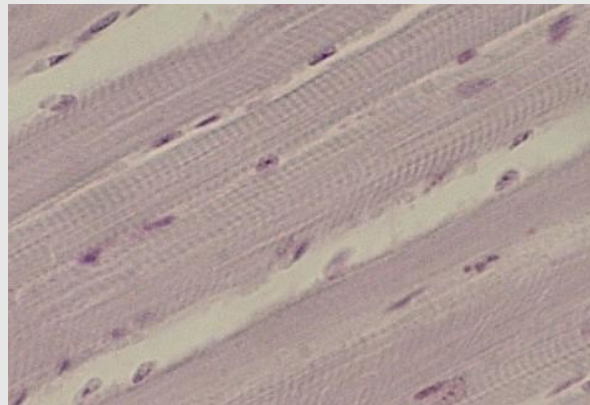
- epitelová
- pojivová
- svalová
- nervová



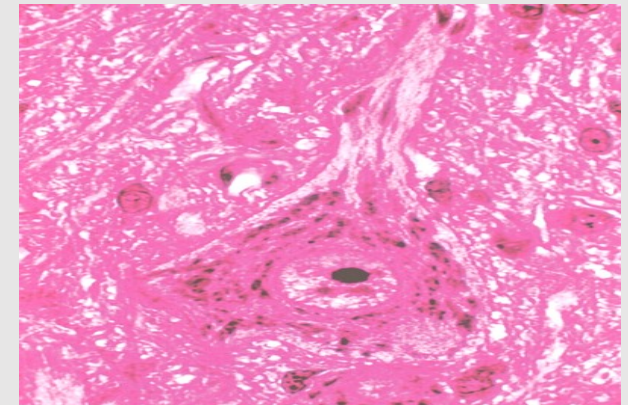
epitel



pojivo



svalová tkáň



nervová tkáň

Tkáň – orgán – orgánová soustava

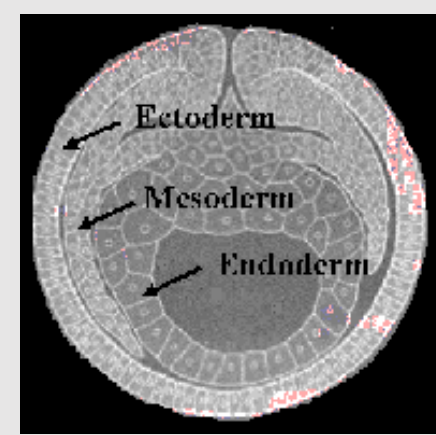
# Epitelová tkáň

**Původ v embryogenezi ze všech tří zárodečných listů:**

**Ektoderm:** pokožka, potní žlázy, výstelka dutin komunikujících s povrchem

**Endoderm:** výstelka trávicího traktu, dýchacího systému, játra, slinivka

**Mezoderm:** výstelka cév (endotel) a tělních dutin (mezotel), pohlavního a močového ústrojí



**Funkce:** krycí, výstelková, absorpční, sekreční, transportní

**Vlastnosti:**

Buňky těsně u sebe, minimum mezibuněčné hmoty, buněčné kontakty

Polarita buněk

– **apikální** - na zevním, vnitřním povrchu, rozhraní dvou prostředí (řasinky, bičíky, mikrokilky, kartáčový lem...), fce: sekrece, absorpce, pohyb obsahu lumina

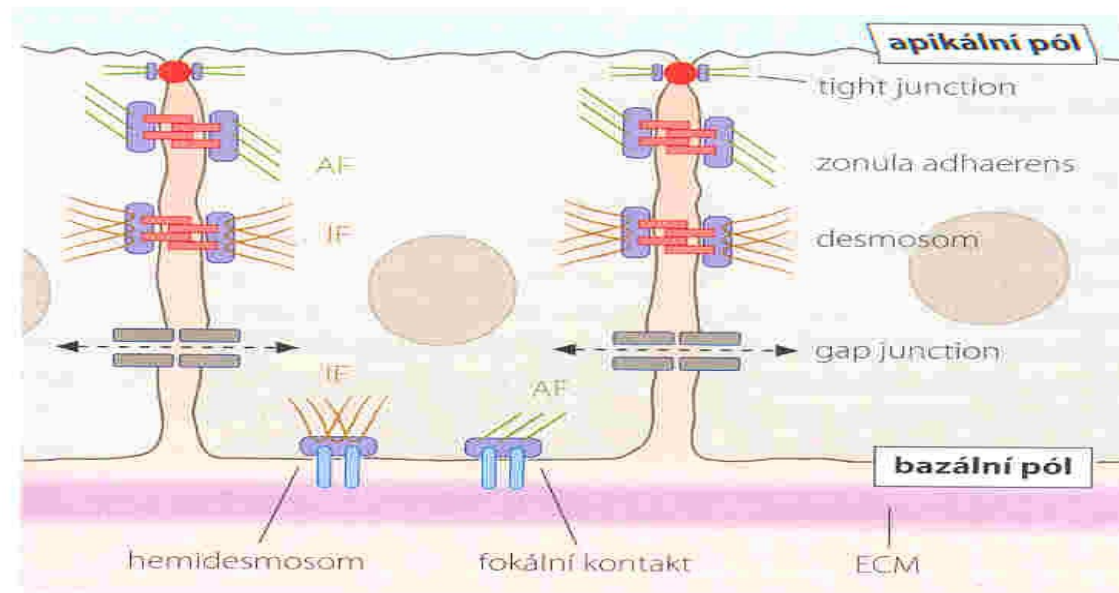
– **bazální** - kontakt s bazální laminou, nejbliž krev. zásobení

– **laterální strana** – vzájemné spojení pomocí spojů

Avaskularizace – epitely jsou bezcévné, výživa z pojiva

# Buněčné kontakty, mezib. komunikace

- **Těsná spojení** (tight junction - zonula occludens) pásek obkružující celou buňku, opakovaná místní splynutí zevních vrstev, tvorba zatmělení
- **Adhezní spojení** (a) zonula adhaerens - pásový desmosom, b) desmosom, c) hemidesmosom)
  - a) podoba pásu, elektrodenzní ploténky z každé buňky, kde se upínají aktinové filamenty, mezi ploténkami cadheriny (transmemb. proteiny) b) bodové spojení, zrnité ploténky, intermediální filamenta c) na bazální straně
- **Komunikační spojení** (nexus - gap junction) – cirkulární políčka, transmembránové proteiny probíhají napříč membránami. Vznik pórů mezi buňkami, přenos iontů



Obr. 4.1 **Přehled nejdůležitějších mezibuněčných kontaktů a kontaktů buněk s mezibuněčnou hmotou.** AF, aktinová filamenta. IF, intermediální filamenta (v epithelových buňkách: cytokeratinová filamenta). ECM, extracelulární matrix.

# Bazální strana buněk

## Bazální lamina x bazální membrána

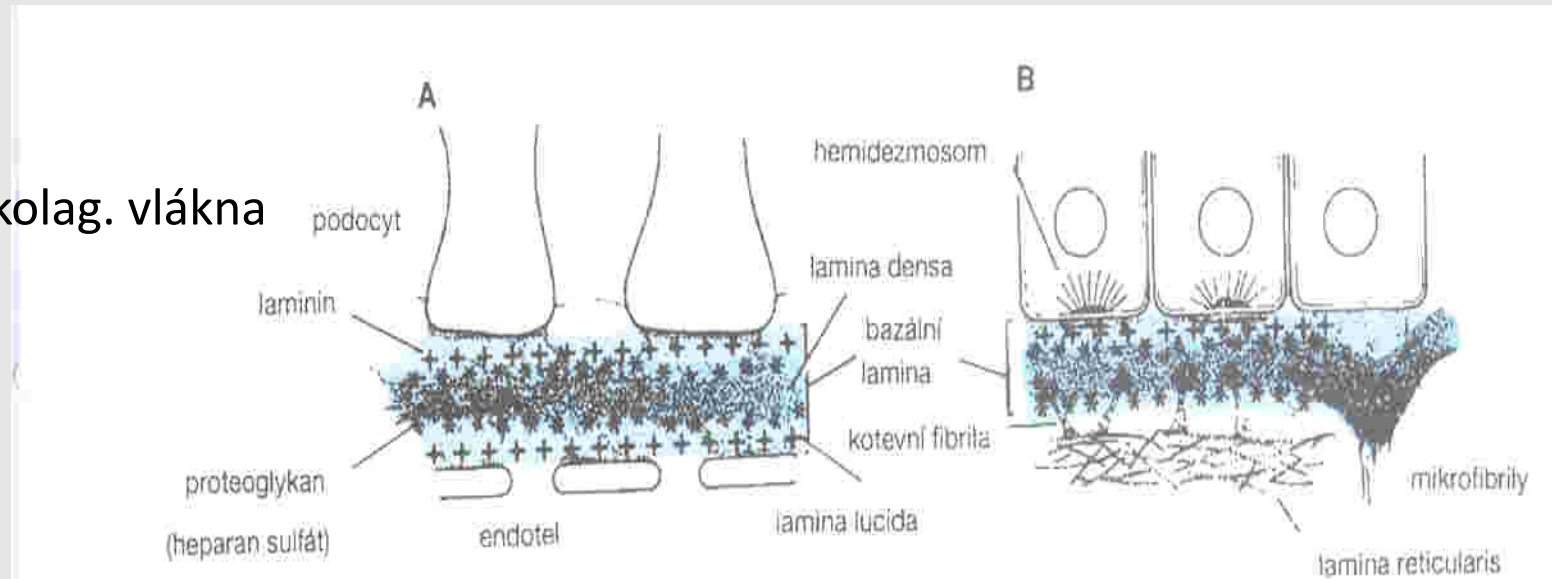
BL: lamina densa a lamina lucida (obě z epitelu) a lamina reticularis (z pojiva)

BM: zdvojená bazální lamina

Složení: Glykosaminoglykany, retik a kolag. vlákna

## Funkce:

- regulace výměny látek
- regulace dělení a migrace buněk
- mezibuněčné komunikace
- mechanická opora buněk



Obr. 4-3. Dva typy bazálních membrán. A: Tento typ bazální membrány je tlustý, neboť vznikl splynutím dvou bazálních lamin, vytvořených činností epitelových a endotelových buněk, např. v glomerulech ledvin (jak je zde zobrazeno) či v plicních alveolech. Sestává ze silné, centrálně uložené lamina densa (tmavěji zbarvená zóna), kterou po obou stranách obklopuje lamina lucida (lamina rara; světleji zbarvená zóna). B: Častěji se vyskytující typ bazální membrány, která odděluje a zároveň upevňuje epitelovou vrstvu k vazivu, představuje pak vzájemné spojení bazální a retikulární laminy. Věnujme pozornost kotevním fibrilám, tvořeným kolagenem IV. typu, které vážou bazální laminu ke kolagenní podložce. Pověsimněme si též mikrofibril tvořících svazečky, které pronikají bazální laminou a zapojují ji do systému elastických vláken (viz obr. 4-4).



# Apikální strana

- **Mikroklky** (microvilli):

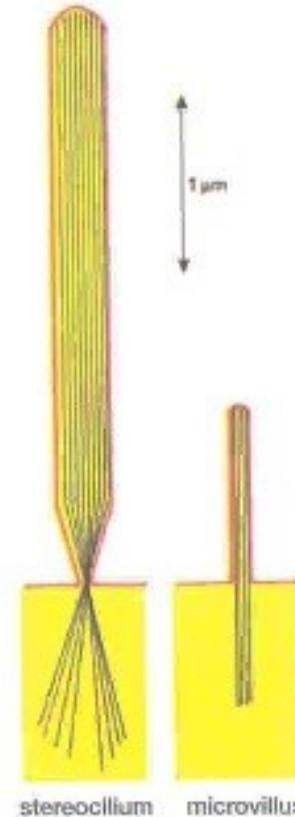
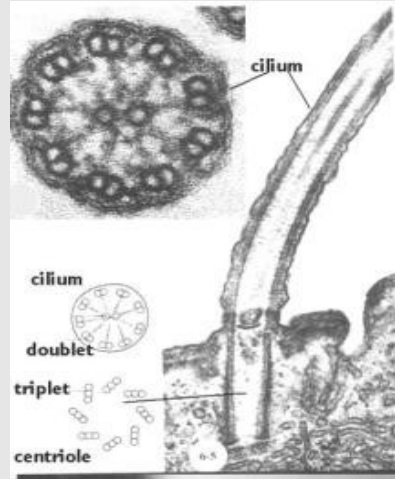
ohraničené membránou, délka 1  $\mu\text{m}$ , aktinová mikrofilamenta ukotvená do terminální sítě, jednotlivé, až stovky - kartáčový lem.

- **Stereocilie** - nepohyblivé m.

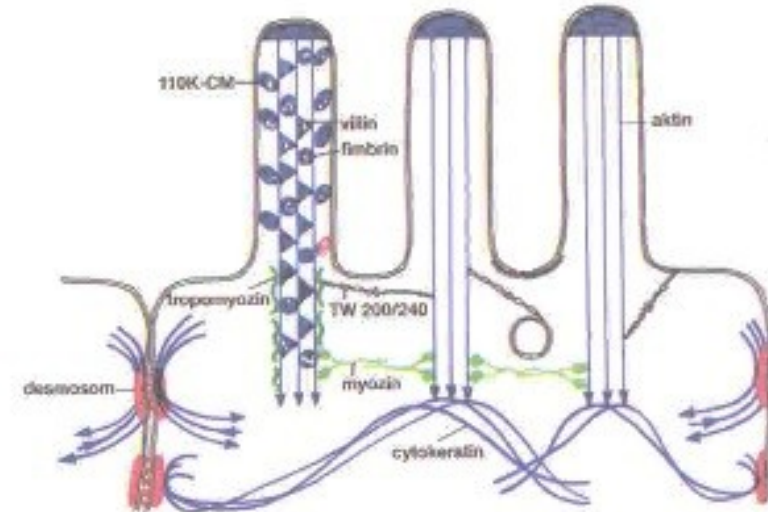
- **Řasinky** (kinocilie):

ohraničené membránou, délka až 10  $\mu\text{m}$ , bazální tělísko, **centrální dvojice mikrotubulů** a kolem **9 párů mikrotubulů**

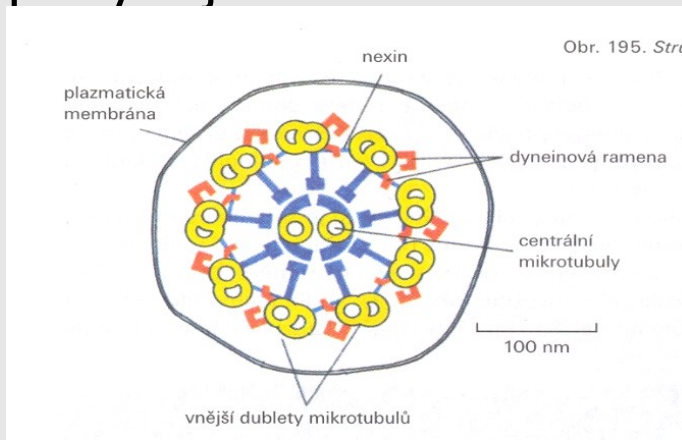
- **Bičíky** – delší, pohybují celou buňkou



Obr. 177. Schéma struktury, jejichž základem jsou mikrofilamenta. Mikrofilamenta jsou znázorněna černě, plazmatická membrána červeně. Asociované proteiny spojující mikrofilamenta nejsou naznačeny.

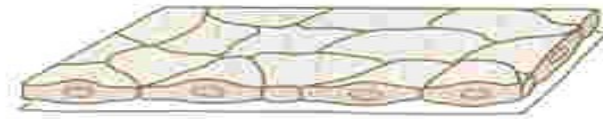


Obr. 178. Detailní struktura cytoskeletu v mikroklku. Strukturálním základem jsou aktinová mikrofilamenta, která se napojují na cytokeratinová intermediární filamenta. Z asociovaných proteinů je znázorněn villin, fimbrin, tropomyosin, myosin a dva další označené zatím pouze čísly.



# Typy epitelů

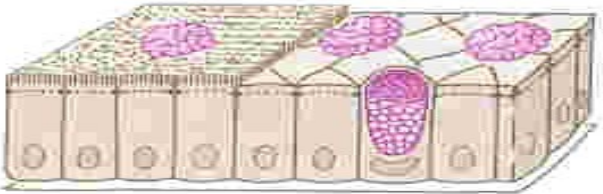
- **Podle funkce:** krycí a žlázové
- **Podle uspořádání buněk:** plošný (endotel), trámčitý (játra), retikulární (brzlík)
- **Podle počtu vrstev:** jednovrstevný (žaludek, střevo) a vrstevný (pokožka, jícn)
- **Podle tvaru buněk:** dlaždicový (endotel), kubický (tubuly ledvin), cylindrický (střevo)
- **Podle funkce:** krycí (pokožka) a výstelkové (dutiny), resorpční (střevo), řasinkové (průdušnice), smyslové (čichový epitel), respirační (plicní alveoly), zárodečné (gonády), pigmentové (sítnice), žlázové (endo a exokrinní žlázy)



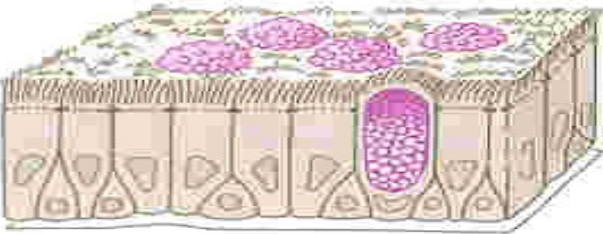
a



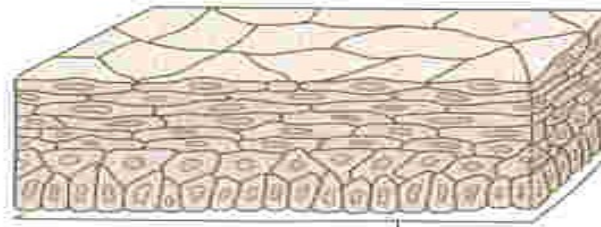
b



c

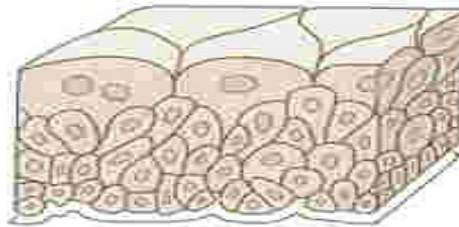


d

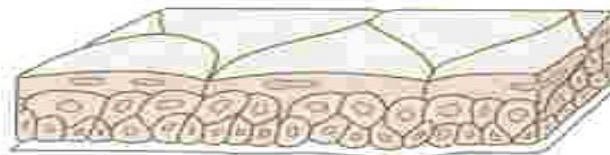


e

BM



f



g

Obr. 7. **2** **Různé typy krycích epitelů** (schéma). **a** Jednovrstevný dlaždicový epitel. **b** Jednovrstevný kubický epitel. **c** Jednovrstevný cylindický epitel, s kartáčovým lemem a pohárkovými buňkami. **d** Víceřadý epitel s řasinkami a pohárkovými buňkami. **e** Vrstevnatý nerohovějící dlaždicový epitel. **f, g** Přejícný epitel (urothel) v prázdném a naplněném močovém měchýři. **BM**, bazální membrána.



## Epitel vícevrstevný:

- Nerohovatějící – vlhké sliznice, povrchové buňky ploché mají jádra
- Rohovatějící – suchý, povrchové buňky odumřelé keratinizace, povrch kůže

Kůže: pokožka (epitel) a škára (pojivo)

Vrstvy epitelu:

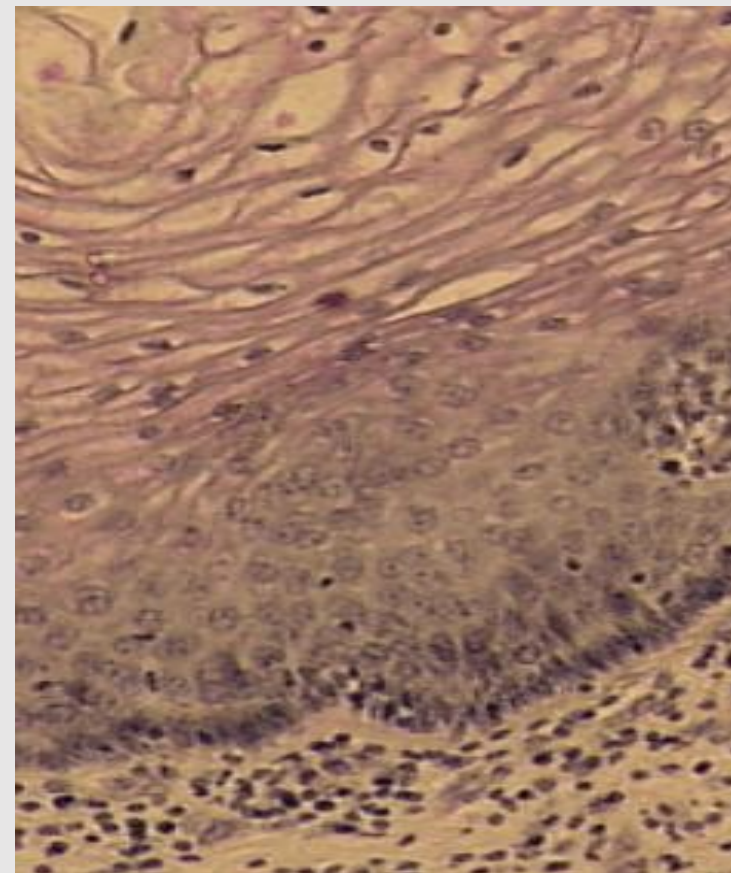
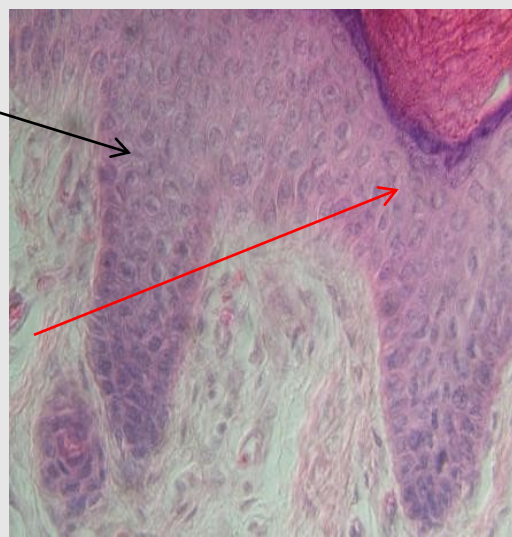
Stratum basale

Stratum spinosum

Stratum granulosum

Stratum lucidum

Stratum corneum



## Víceřadý cylindrický epitel:

- Všechny buňky v kontaktu s bazální laminou, k apikálnímu povrchu dosahují jen některé
- V dýchacích cestách (nosní dutina, průdušnice, bronchy)



- A : vrstva epitelové tkáně  
B: řasinky  
C: jádra epitelových buněk

## Přechodný epitel:

- Změna počtu vrstev podle dilatace orgánu
- V močovém ústrojí



477 Přechodní epitel močového měchýře ve stavu dilatovaném (A) a kontrahovaném (B).  
Při maximální dilataci ztenčí se epitel až i jen na 2 vrstvy.) Tečkování značí hutnější vrstvu protoplasmatu povrchních buněk.



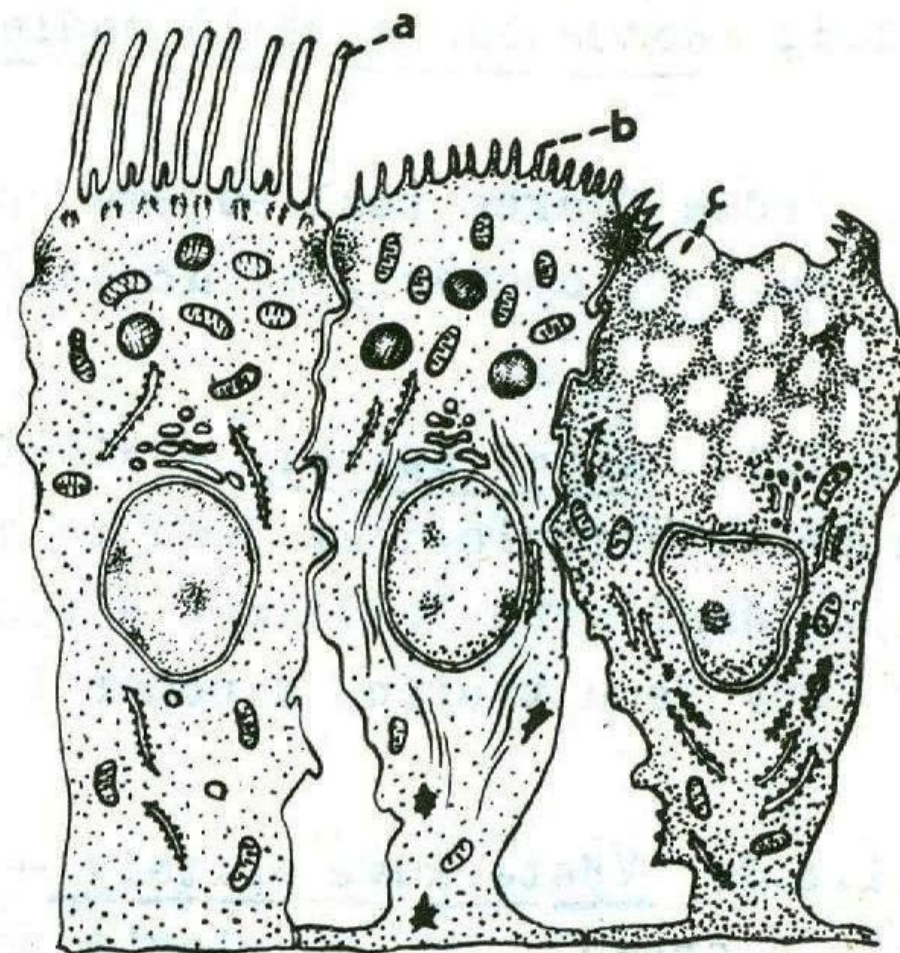
2. **Resorpční** – vstřebávání živin, mikroklky – žíhaný lem, fagocytóza

3. **Řasinkové** – povrch těla nebo střevní dutina, přijímání potravy, dýchací cesta, výstelka vejcovodů, chánovodů

4. **smyslové** – přijímání podnětů, smyslové b., chuťové pupeny, čichový epitel, vnitřní ucho

5. **Svalové** – kontraktilní bílkoviny, u nižších bezobratlých

5. **Žlázové** - sekrece



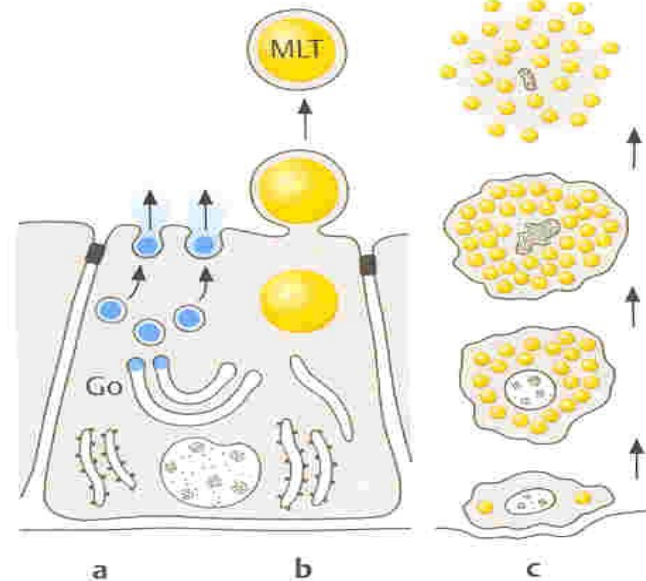
Obr. 92. Submikroskopická stavba různých typů epitelálních buněk  
a = brvy (řasinky), b = mikroklky (kartáčový lem), c = sekret.



# Žlázové epitely

- Žlázové buňky jsou přeměněné buňky epitelové
- Tvoří sekrety, které vylučují mimo buňku: **proteinové** (pankreas), **lipidové** (mazové žlázy, nadledviny) **polysacharidové spolu s proteiny** (slinné žlázy)
- Sekret: mucinózní (glykan), serózní (bílk), smíšený

- Typy sekrece:  
apokrinní (mléčná žláza)  
merokrinní (pankreas)  
holokrinní (mazová žláza)  
Ekrinní (potní žlázy) – voda, NaCl



Obr. 7.7 **Způsoby sekrece exokrinních žlázových buněk.** **a, b** Merokrinní sekrece (exocytosa) a apokrinní sekrece (apocytosa), např. buňka mléčné žlázy v laktaci. Proteiny a laktosa (*modře*) jsou uvolňovány exocytosou. Sekrece tuku (*žlutě*) pomocí apocytosy jako kapky mléčného tuku (MLT), ve kterých je tuk opatřen plasmatickou membránou. **c** Holokrinní sekrece (buňka mazové žlázy): diferenciace buněk bohatých na tuk, rozpad a vyloučení celých buněk. Ekrinní sekrece není znázorněna (srovnej obr. 7.4b; obr. 17.9 na str. 349).

# Žlázové epitely

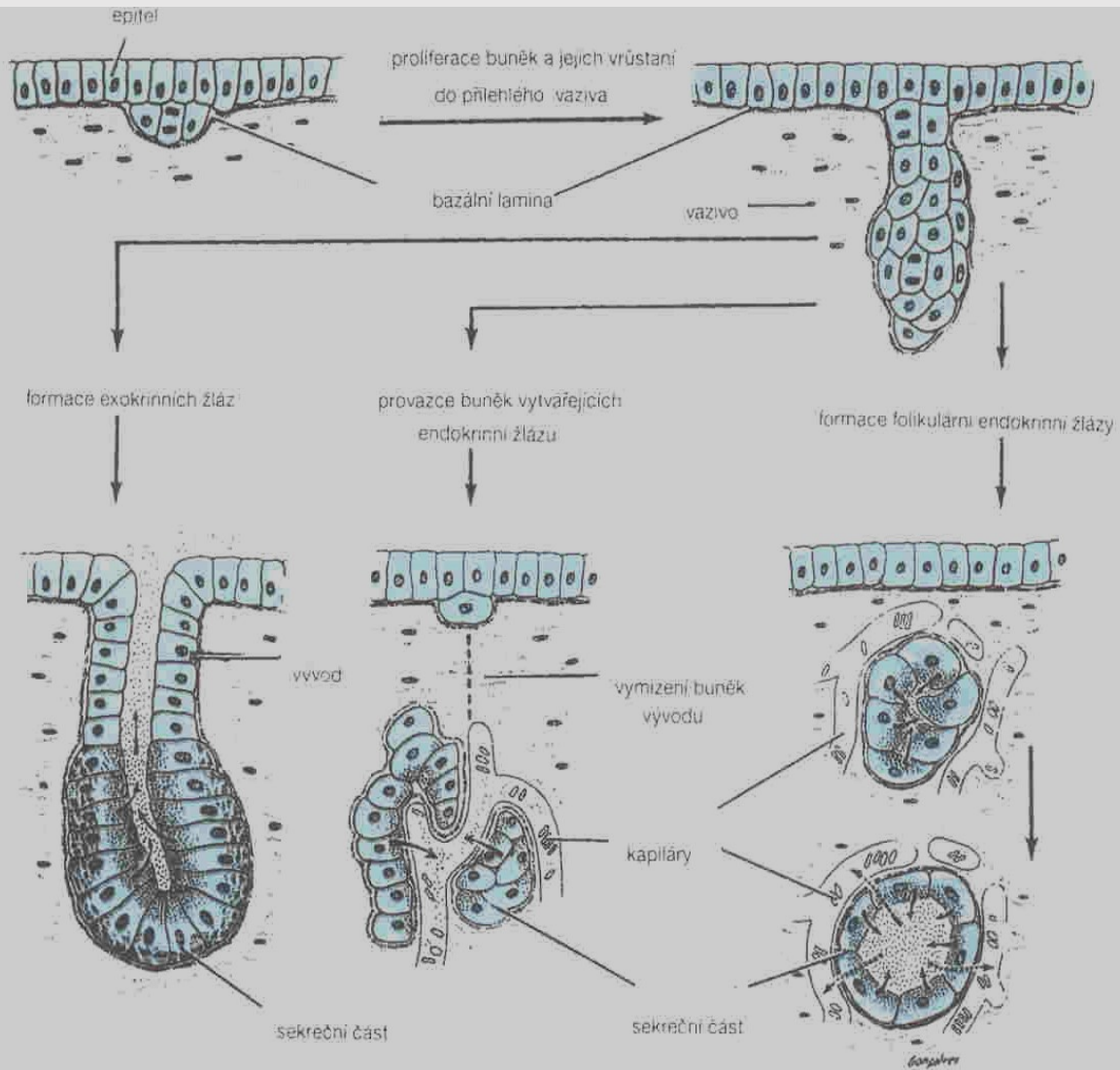
- Exokrinní a endokrinní žlázy
- Jednobuněčné a mnohobuněčné
- Tubulózní, alveolární a tuboalveolární
- Endoepiteliální a exoepiteliální
- Apokrinní, merokrinní, holokrinní



## 18. Schéma tubulózních a alveolárních žláz

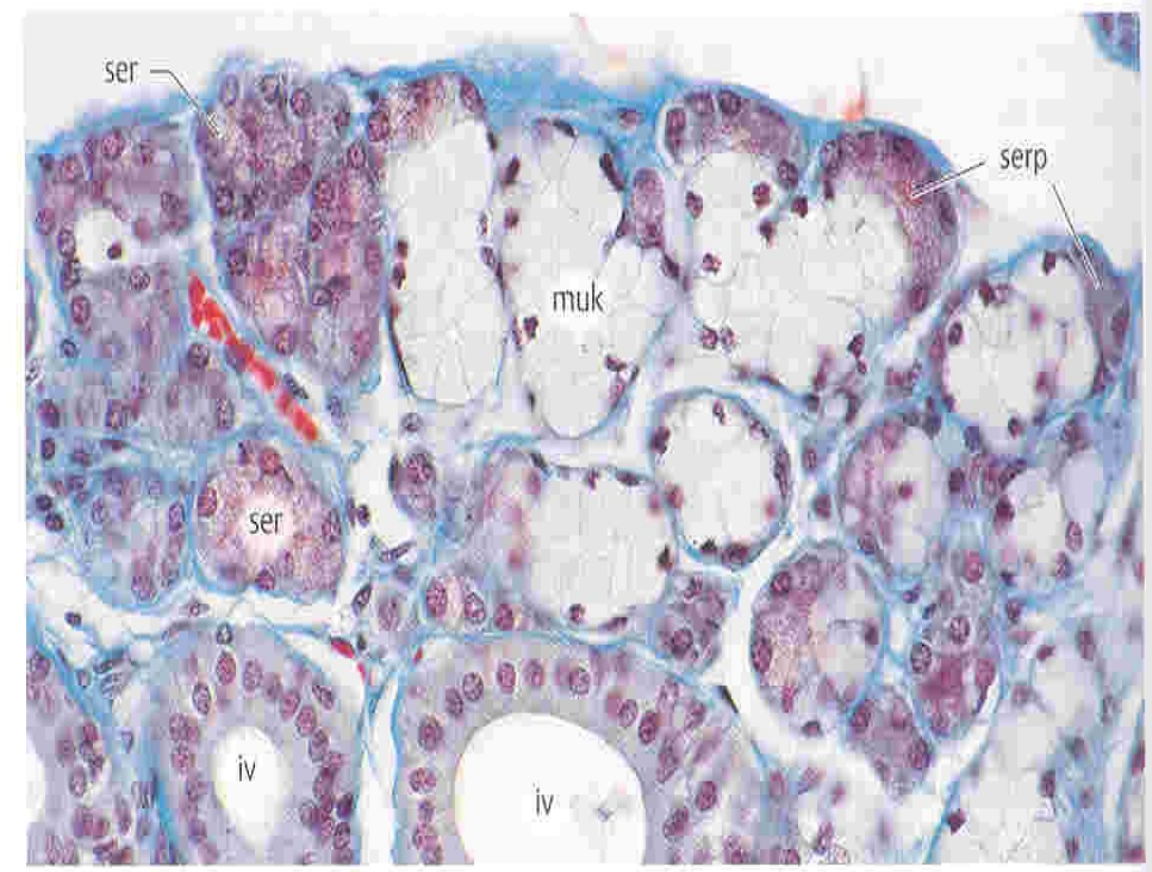
*a* jednoduchá tubulózní;  
*b* stočená tubulózní;  
*c* rozvětvená tubulózní;  
*d* jednoduchá alveolární;

*e* rozvětvená alveolární;  
*f* složená tubulosní;  
*g* složená alveolární;  
*h* složená tubuloalveolární.



Obr. 4-14. Vývoj žláz z krycích epitelů. Epitelové buňky proliferují a pronikají do vaziva. Mohou, ale nemusí udržet spojení s povrchem. Jestliže zůstane spojení zachováno, vznikají exokrinní žlázy, je-li přerušeno, vzniknou žlázy endokrinní, jejichž buňky mohou být uspořádány do provazců, či folikulů. V lumen folikulů se shromažďuje velké množství sekretu, zatímco buňky provazců skladují jen malá množství v cytoplasmě. (Překresleno a reprodukováno se svolením z Ham AW: Histology, 6. ed. Lippincott, 1969.)

Vznik exokrinních a endokrinních žláz (provazce, folikuly)



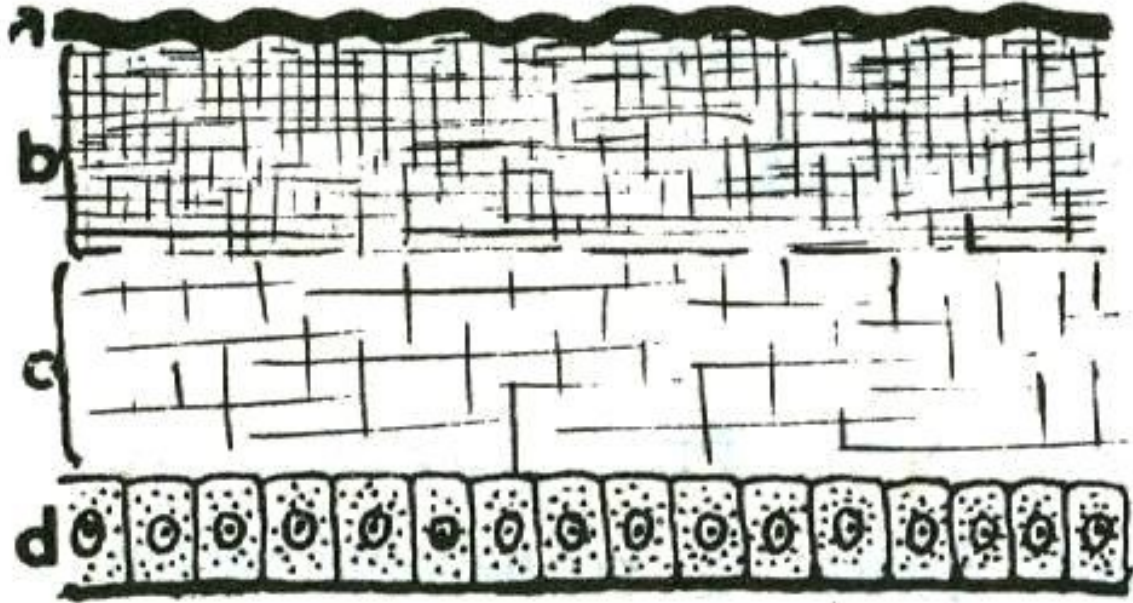
Obr. 7. **11** Klasifikace sekrečních oddílů žláz podle charakteru sekretu na příkladu glandula submandibularis člověka. **ser**, serosní sekreční oddíl. **muk**, mucinosní sekreční oddíl. **serp**, poloměsčitě nakupení serosních buněk. **iv**, intralobulární vývod (žiháný vývod). Goldnerův trichrom. Žvětš. 350x.

Podčelistní slinná žláza – smíšený typ sekrece (serózní a mucinózní či smíšený)



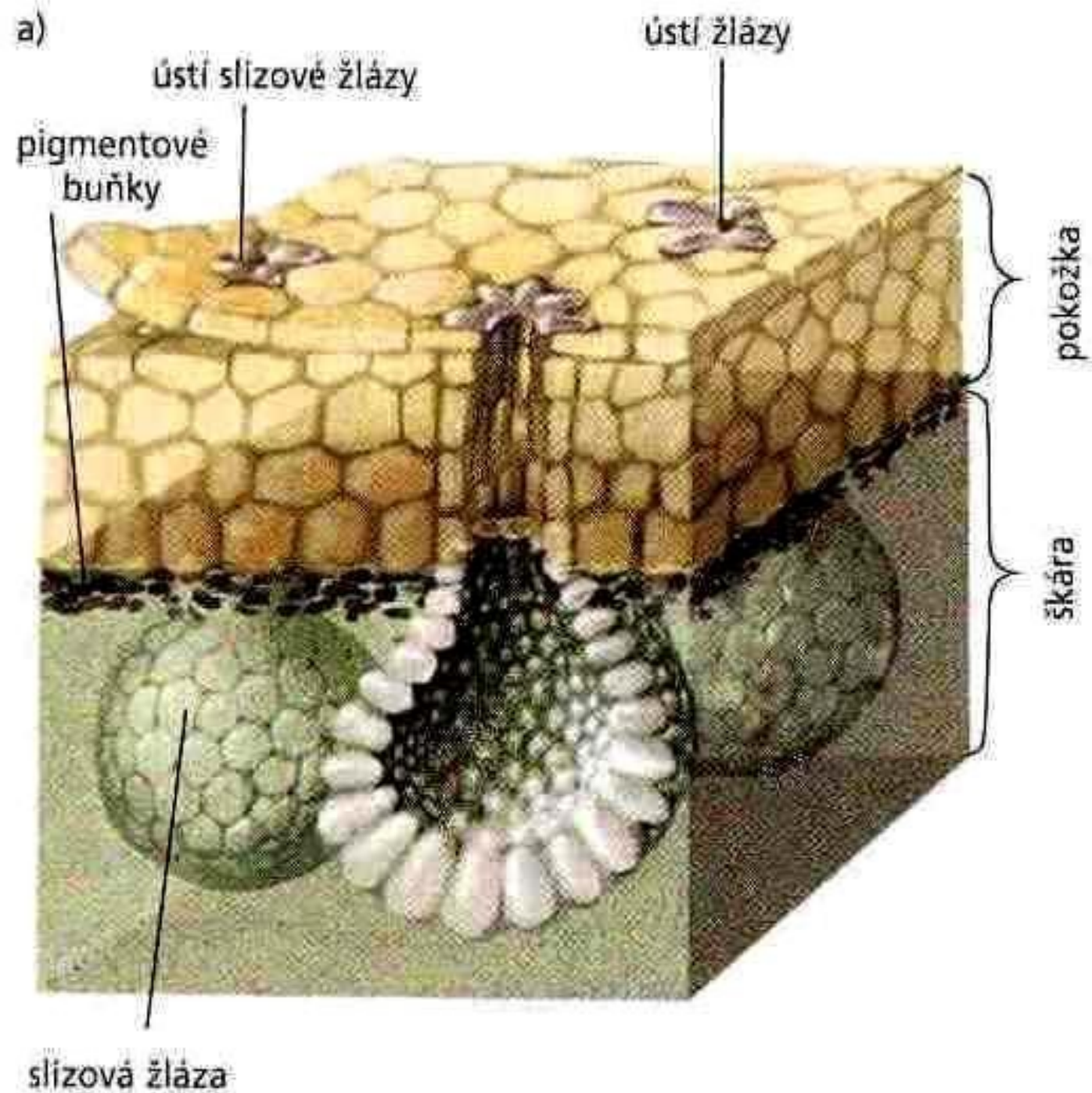
U bezobratlých je  
**hypodermis**  
jednovrstevný epitel  
mnohdy obrven  
(pohyb, potrava)  
Epidermis vylučuje  
nebuněčnou vrstvu  
kutikulu.

**Kutikula:** vrstevnatá,  
vlákna kolagenu,  
chytinu v amorfní  
matrix (bílkoviny,  
cukry) vystužená Ca



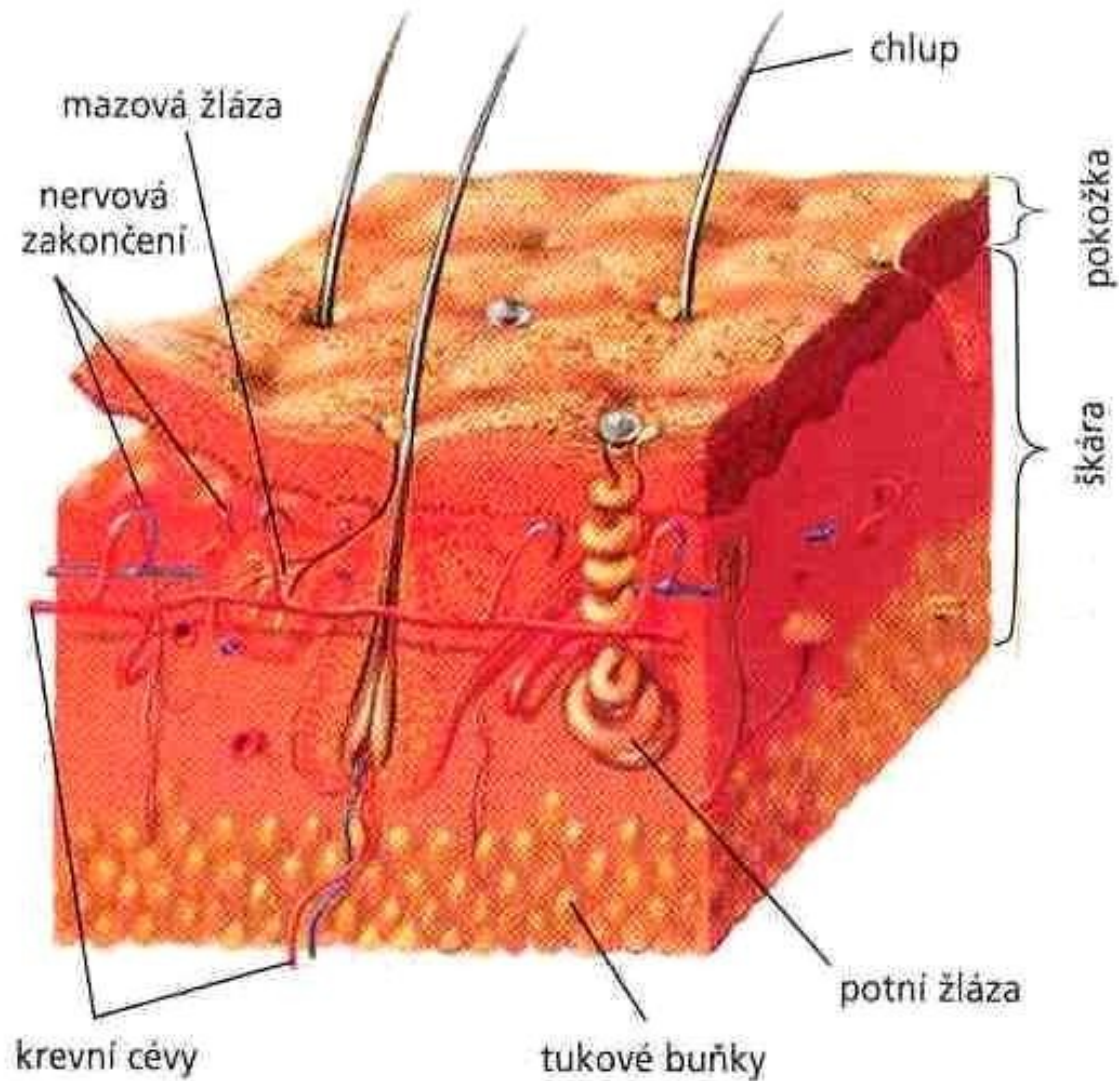
Obr. 91. Kutikulární epitel  
a = epikutikula, b = exokutiku-  
la, c = endokutikula, d = hypo-  
dermis.

Stavba kůže vodního  
obratlovce



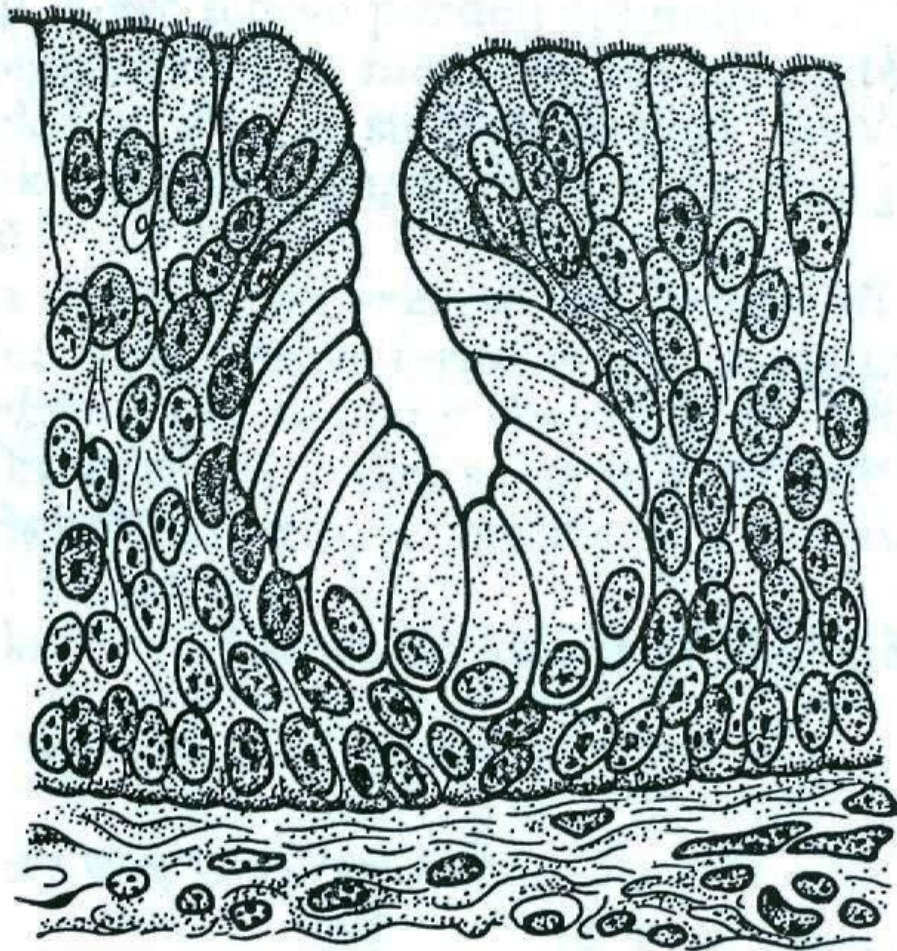


b)



Obr. 5.252 Stavba kůže (a) vodního obratlovce a (b) suchozemského obratlovce.



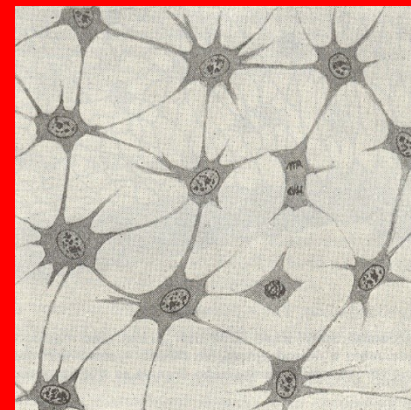


**17. Skupina sekretorických buněk v epitelu záklopký (epiglottis) člověka**  
Podle Welsche a Storcha.

# Použité zdroje:

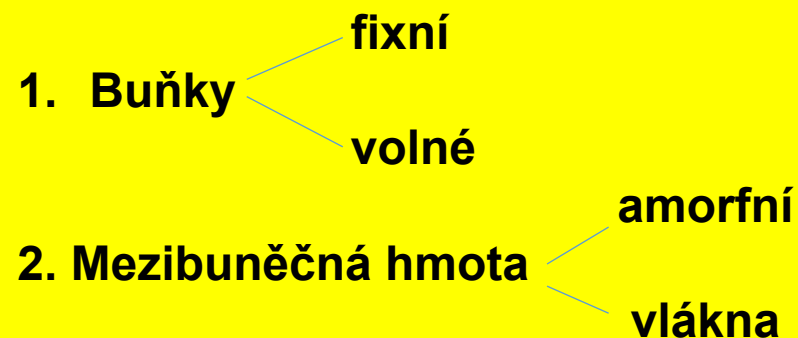
- **Knoz, J.: *Obecná zoologie. I, Taxonomie, látkové složení, cytologie a histologie [Knoz, 1990]. 4. vyd. Praha: SPN, 1990. 328 s.: skriptum.***
- **Pravda, O.: *Zoologie. [D] 3, Obecná zoologie. Praha: SPN, 1982. 323 s.: i. Edice Učebnice pro vysoké školy. Určeno posluchačům pedagogických a přírodovědeckých fakult.***
- **Rosypal, S. a kol.: *Nový přehled biologie. Praha: Scientia, 2003. 797 s.***

# Pojivové tkáně



- **Původ v embryogenezi:** mezenchymu (derivát mezodermu)
- Hlavní poznávací znak: **hodně mezibuněčné hmoty** (homogenní substance, obarvená v preparátech), glykoproteiny a proteoglykany
- **Mezibuněčnou hmotu vytvářejí fixní buňky pojiva**
- **Vlákná:**
  - kolagenní
  - elastická
  - retikulární
- **Buňky:**
  - fixní: fibroblast, fibrocyt, chondrocyt, osteocyt aj.
  - volné: leukocyty, žírné buňky, histiocyty aj.

## Obecná stavba pojivových tkání:

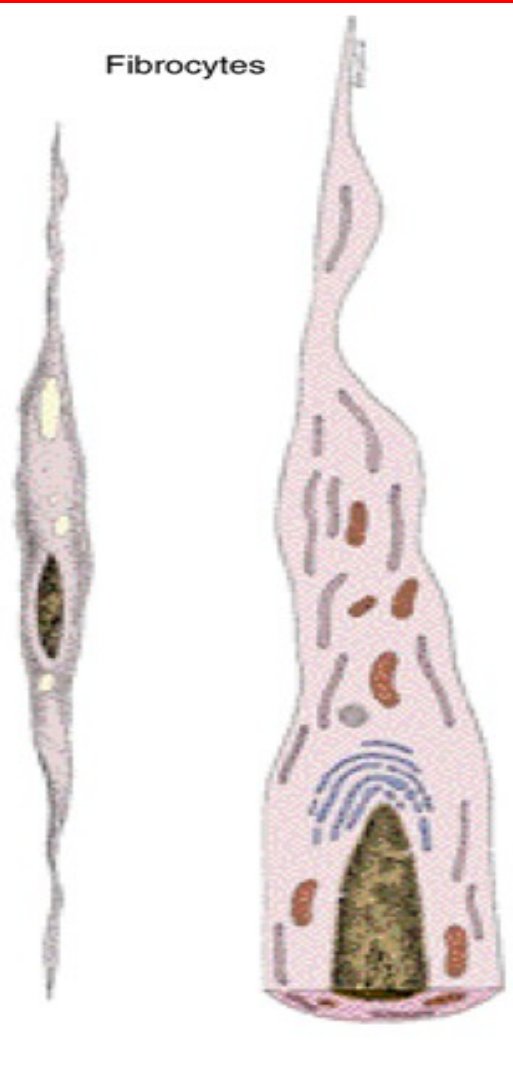




Fibroblasts



Fibrocytes



# Dělení pojivových tkání

- **Vaziva:** řídké vláknité (pojivo)  
husté vláknité (pojivo): uspořádané  
neuspořádané
- **Vaziva se speciálními vlastnostmi:** tukové pojivo  
rosolovité pojivo  
retikulátní pojivo
- **Oporná pojivová tkáň:** chrupavka  
kost  
zub
- **Trofická pojiva:** tělní tekutiny - krev, lymfa, tkáňový mok, mozkomíšní mok,  
synoviální tekutina

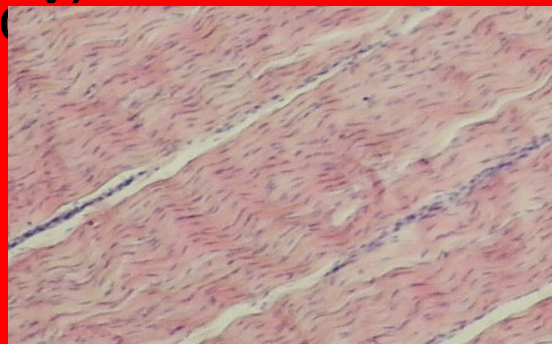
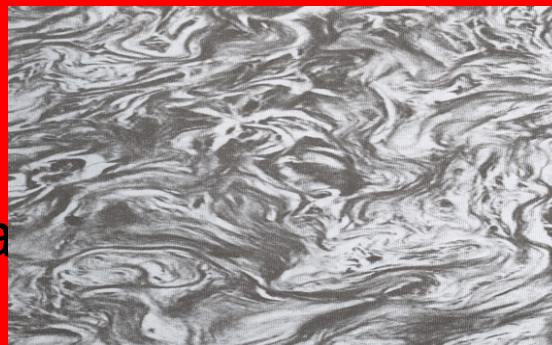
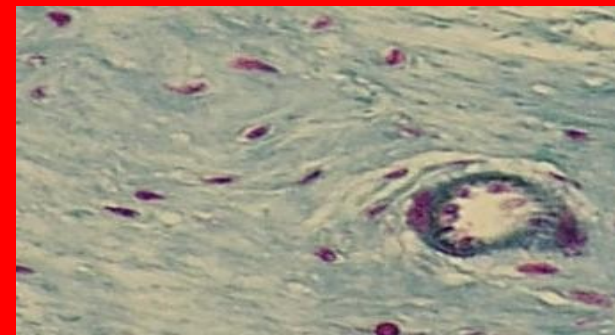
# Charakteristika jednotlivých typů

- **Řídké vláknité pojivo:** podkoží, podslizniční tkáň, obaly orgánů, nervů, šlach svalů aj. Fibrocyty, kolagenní a elastická vlákna, amorfní hmota

- **Husté vláknité pojivo:** vyšší obsah kolagenních vláken

- neuspořádané: hlubší vrstvy podkoží

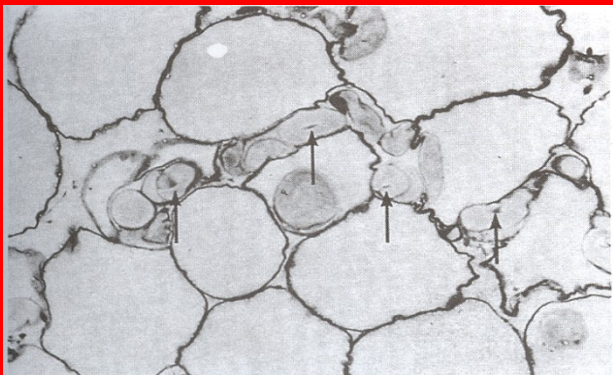
- uspořádané: šlachy



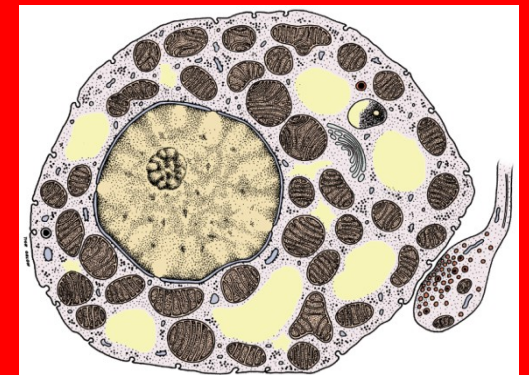
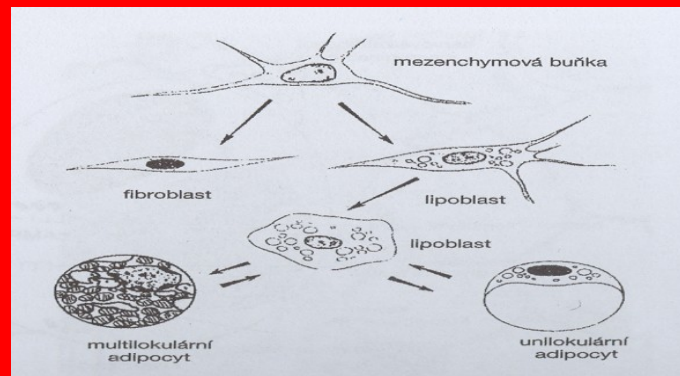


# Charakteristika jednotlivých typů

- **Rosolovité pojivo:** pupeční šňůra a pulpa vyvíjejícího se zubu. Fixní buňky fibroblasty, hodně mezibuněčné hmoty, vlákna kolagenní a elastická
- **Retikulární pojivo:** slouží jako nosná síť krevetvorných orgánů (kostní dřeň) a lymfatických imunitních orgánů. Stříbření ( $\text{AgNO}_3$ )
- **Tukové pojivo:** adipocyt, unilokulární a multilokulární tuková tkáň.



Bílý tuk, šipky označují kapiláry



Buňka hnědé tukové tkáně

# Volné buňky pojivových tkání

- Z krve (trofické pojivo) mohou leukocyty přestupovat do pojivových tkání

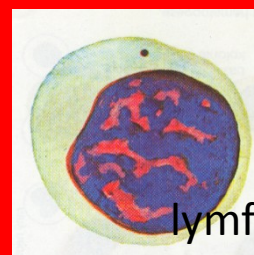
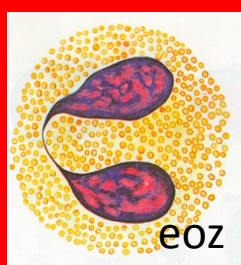
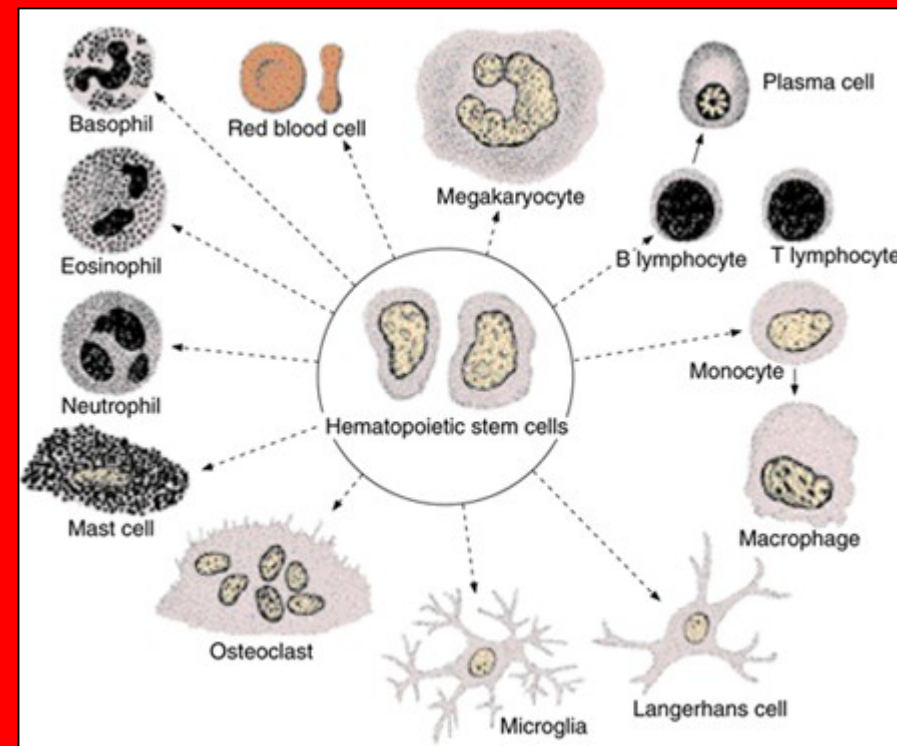
## Typy leukocytů:

### - Granulocyty:

neutrofily (fagocytóza), eozinofily (paraziti), bazofily (alergie)

### - Agranulocyty:

lymfocyty T (regulace), B (protilátky), monocyty (prezentace antigenu)



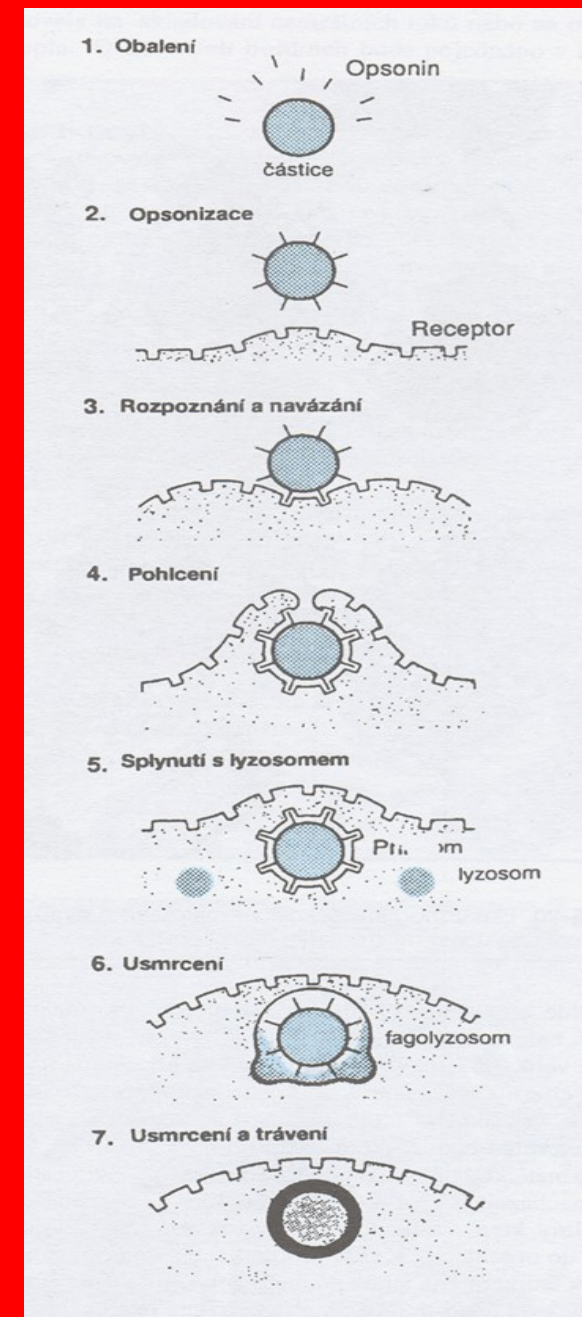
- **Žírné buňky:** menší jádra překrytá bazofilními granuly, obsahují mediátory zánětlivé reakce – histamin, proteázy a chemotaktické faktory, po aktivaci uvolňují mediátory zánětu (leukotrieny), hojně zastoupeny ve sliznicích, podobné basofilům, dříve považovány za tzv. tkáňové basofily, nyní samostatná vývojová řada

- **Plasmatické buňky:** vývojové stadium B lymfocytu, které produkuje protilátky, hodně ER, Golgi komplex

- **Makrofágy:** tkáňová forma monocytu, liší se trochu podle typu tkáně: alveolární makrofágy, mikroglie, Kupfferovy buňky, osteoklasty.

Jsou to tzv. antigen prezentující buňky, dříve, velikost až 30  $\mu\text{m}$ , ledvinovité jádro, hodně vyvinutý proteosyntetický aparát, hodně lyzozomů, dlouho žijící buňky.

**Fagocytóza cizorodých částic**, následné zpracování antigenu a jeho prezentace (vystavení) na povrchu buňky, aby byl rozpoznán dalšími imunitními buňkami -lymfocyty.





# Oporná pojiva – chrupavka, kost

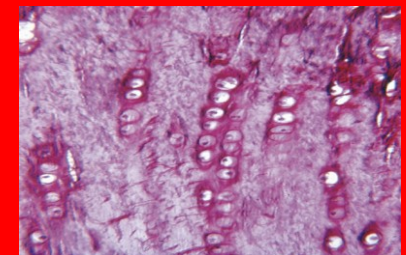
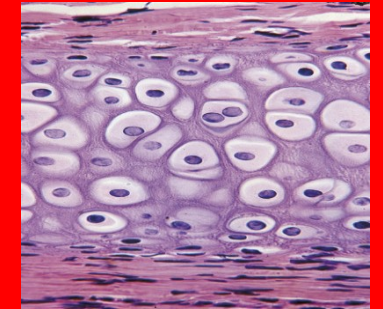
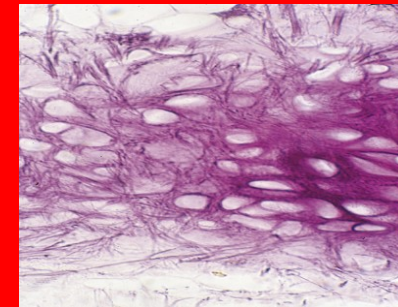
Charakteristika **chrupavkové** tkáně: pružná, hladká, nedeformuje se, opora měkkých tkání, mezibuněčná hmota má pevnou konzistenci, tlumí nárazy – klouby, důležitá pro vývoj dlouhých kostí – osifikace, na povrchu perichondrium – výživa difúzí. Chrupavky jsou bezcévné. Buňky chondrocyty v izogenetických skupinách.

Typy chrupavkové tkáně:

- hyalinní - zárodečný skelet, v dospělosti kloubní plochy, dýchací cesty, spojení žebér a sternu

- elastická – ušní boltce, epiglottis, hodně elastických vláken

- vazivová – meziobratlové ploténky, spojení pánevních kostí



# Kostní tkáň

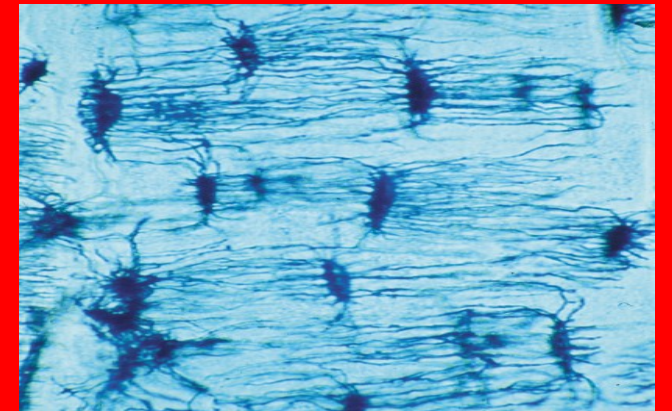
- Typy kostní tkáně:

- **Primární – vláknitá (fibrilární):** jako první v embryonálním vývoji, při reparačních procesech, u nižších obratlovců je to definitivní typ kostní tkáně, u vyšších obratlovců dočasná, pak náhrada lamelární kosti, kolagenní vlákna neuspořádaná, méně minerální složky.

- **Sekundární lamelární kost:**

kompaktní

spongiózní (houbovitá, trámčitá)



- Struktura lamelární kosti: buňky osteocyty a mezibuněčná hmota

- **Lamely z kolagenních fibril 3 - 7 $\mu$ m**

Lamely uloženy:

- a/ **koncentricky – v kompaktní kosti**

Haversův systém lamel (osteon) uvnitř kanálek (ŘVP, cévy a nervy)

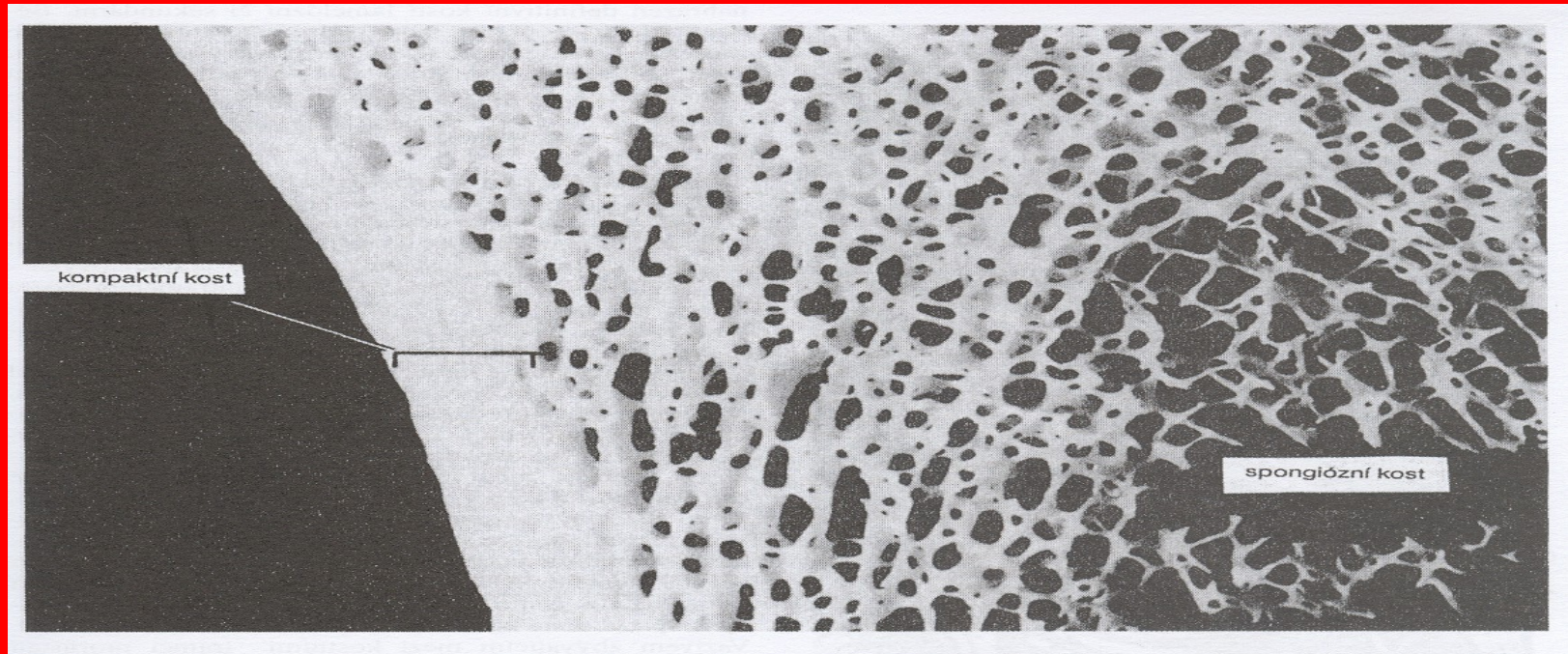
- b/ **paralelně – v spongiózní kosti**

- **Mineralizovaná matrix mezi lamelami:**

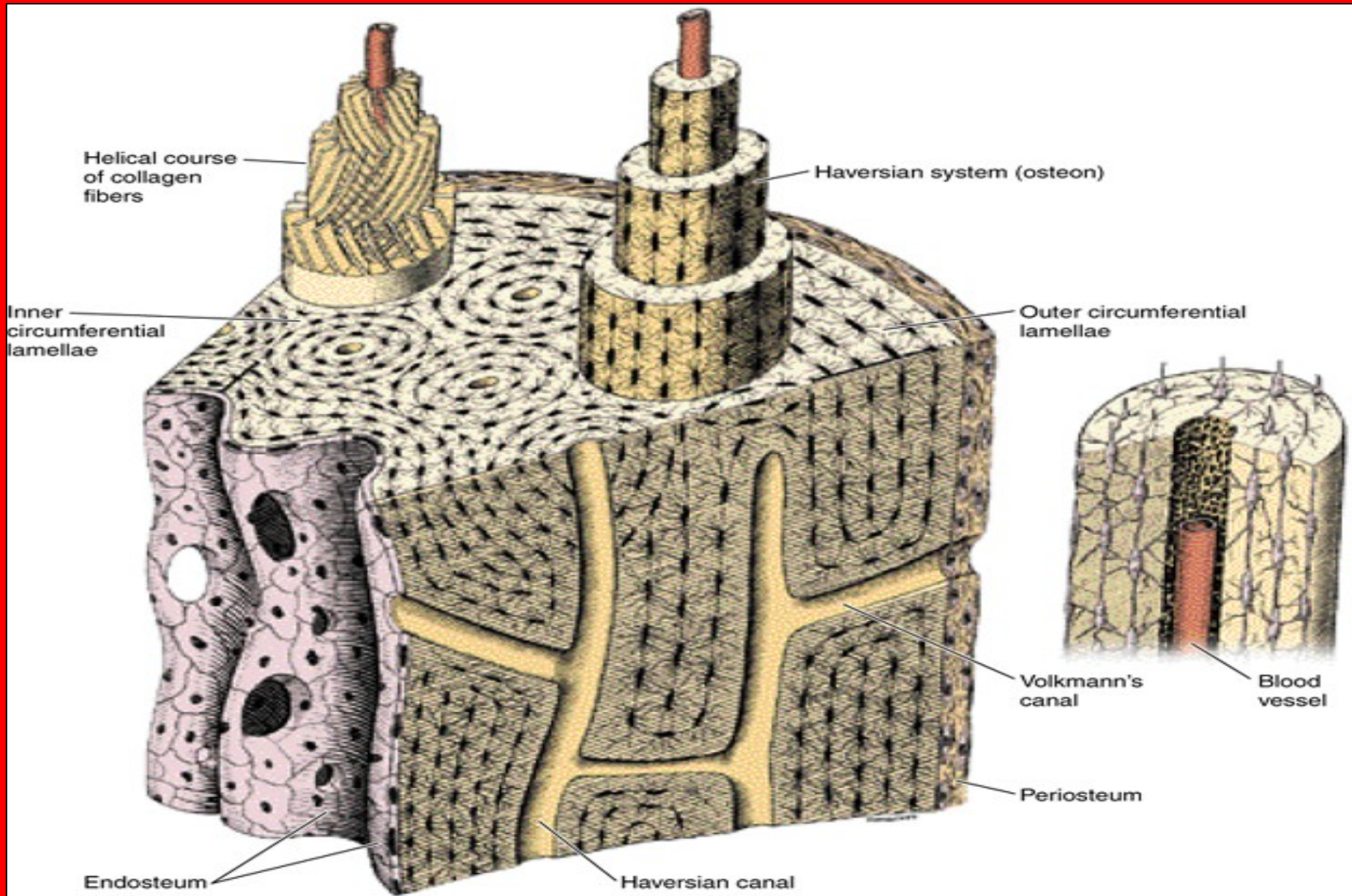
organická amorfní hmota (glykosaminoglykany a proteiny)

anorganická složka - hydroxyapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ,

- **Na povrchu periost**







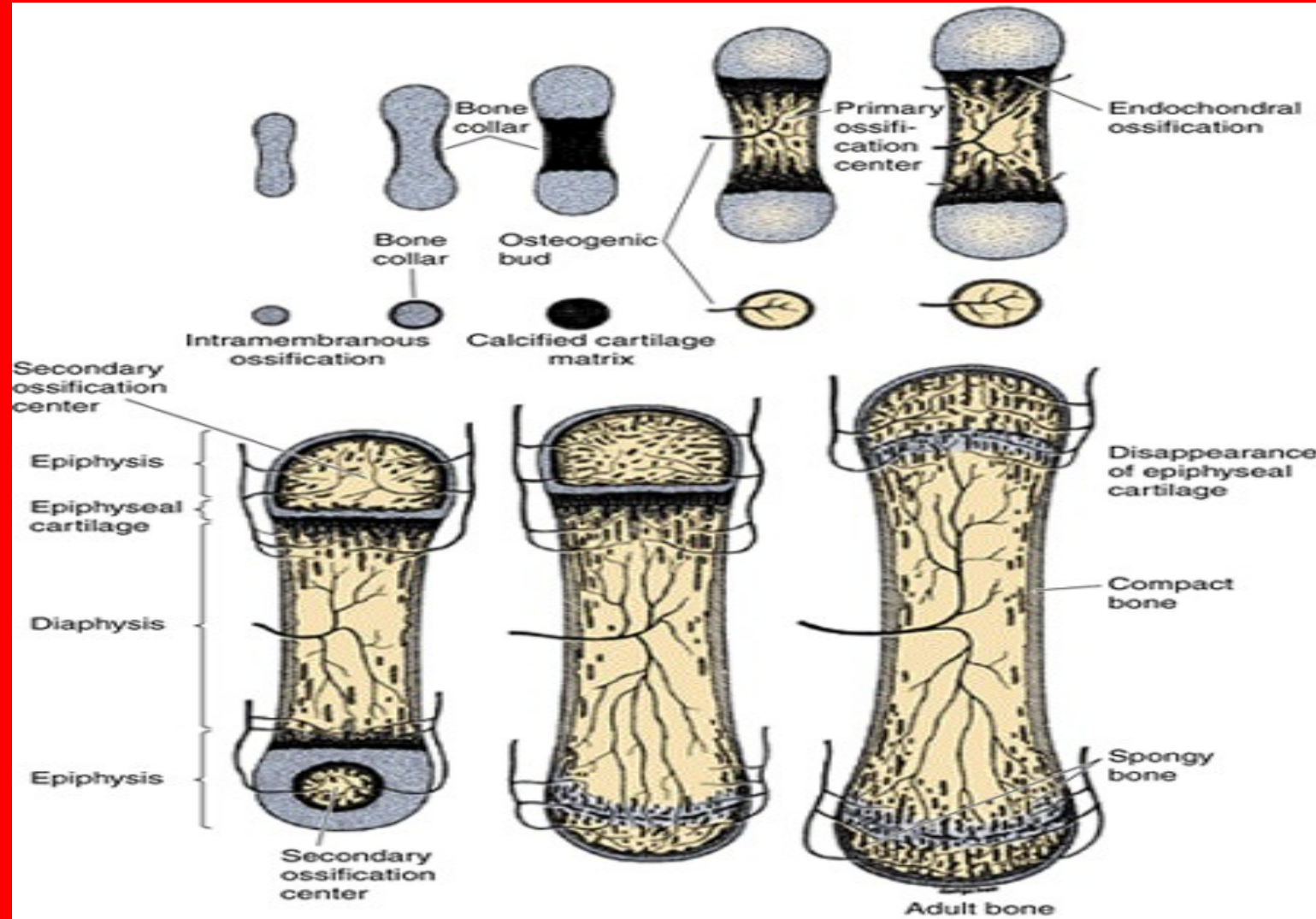
# Proces osifikace

- Tvorba kostní tkáně:

z vaziva - **desmogenní osifikace** - ploché lebeční kosti, kondenzace mesenchymové tkáně spolu s diferenciací mesenchymálních buněk na osteoblasty

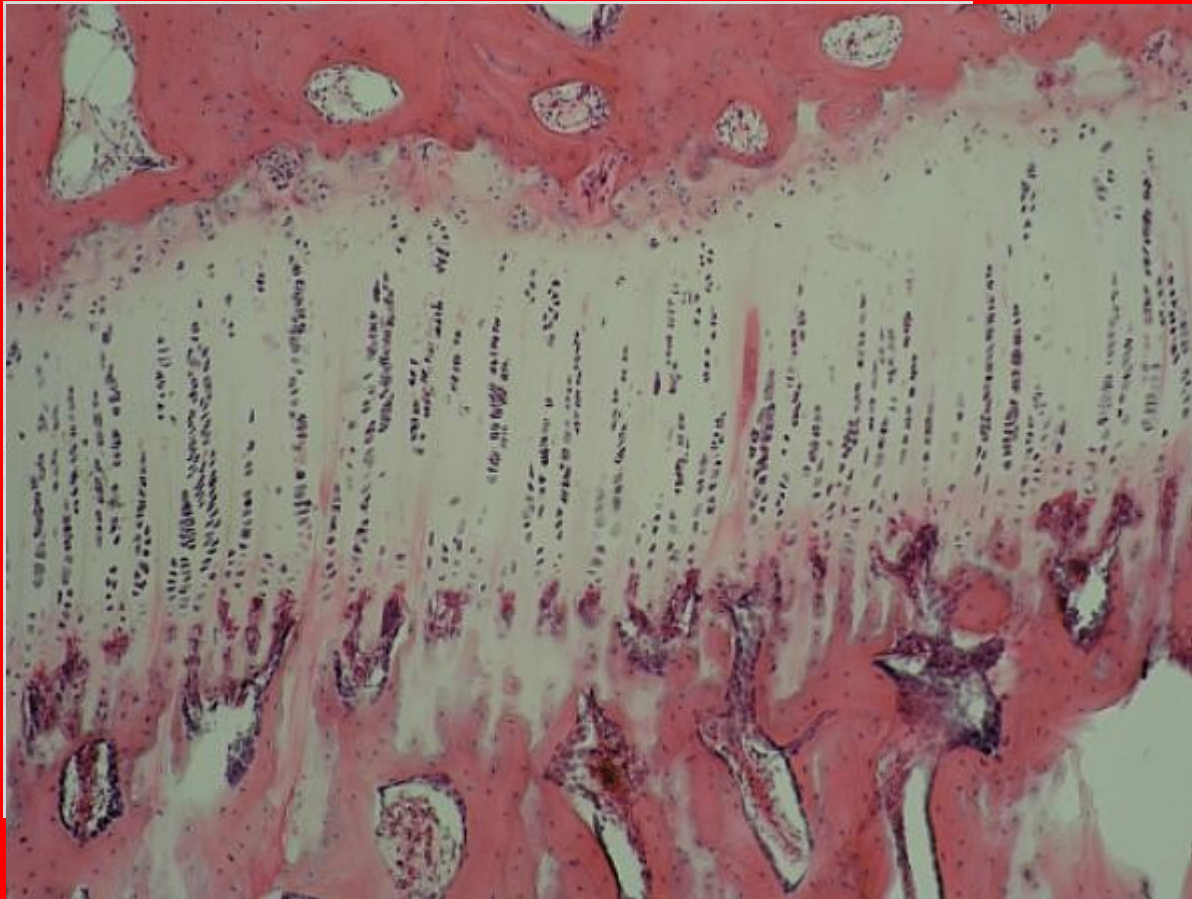
z chrupavky - **chondrogenní osifikace** - krátké a dlouhé kosti. Kalcifikace chrupavkové matrix, hypertrofie a destrukce chondrocytů, resorpce zbytků zvápenatělé chrupavky osteoklasty, migrace osteoprogenitorových buněk z okostice do místa tvorby nové kostní hmoty, jejich diferenciaci na osteoblasty, které produkují kostní matrix a mění se na osteocyty.

# Tvorba kosti z chrupavčitého základu (před narozením – dospělost)





# Epifýzo – diafyzární ploténka: místo tvorby kosti z chrupavky v období po narození do ukončení růstu



zóna normální chrupavky

zóna růstu: dělení chrupavkových buněk, řetízkové izogenetické skupiny

zóna kalcifikace chrupavkové matrix a hypertrofie chondrocytů

zóna eroze změněné chrupavky činností osteoklastů

zóna tvorby nové kostní hmoty (osteoprogenitory – osteoblasty - osteocyty

# Svalové tkáně

**Původ v embryogenezi:** z mezodermu

**Společný znak všech typů:** kontraktilní proteiny

Myofilamenta:

tenká 6 – 10 nm x 1  $\mu$ m , aktin, tropomyozin, troponin

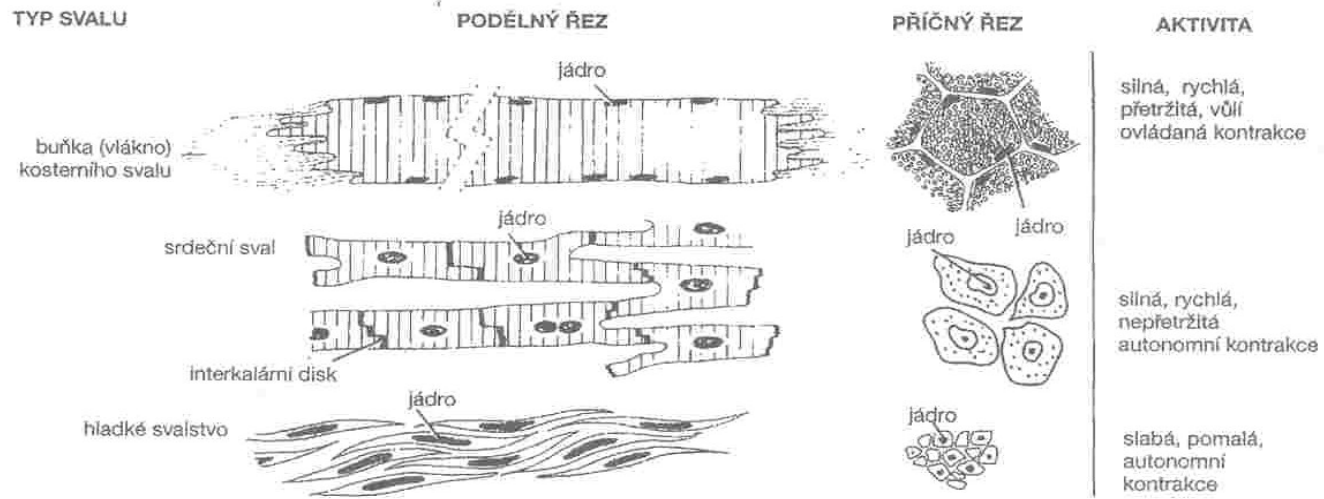
tlustá 15 nm x 1,5  $\mu$ m, myozin

**Typy svalové tkáně:**

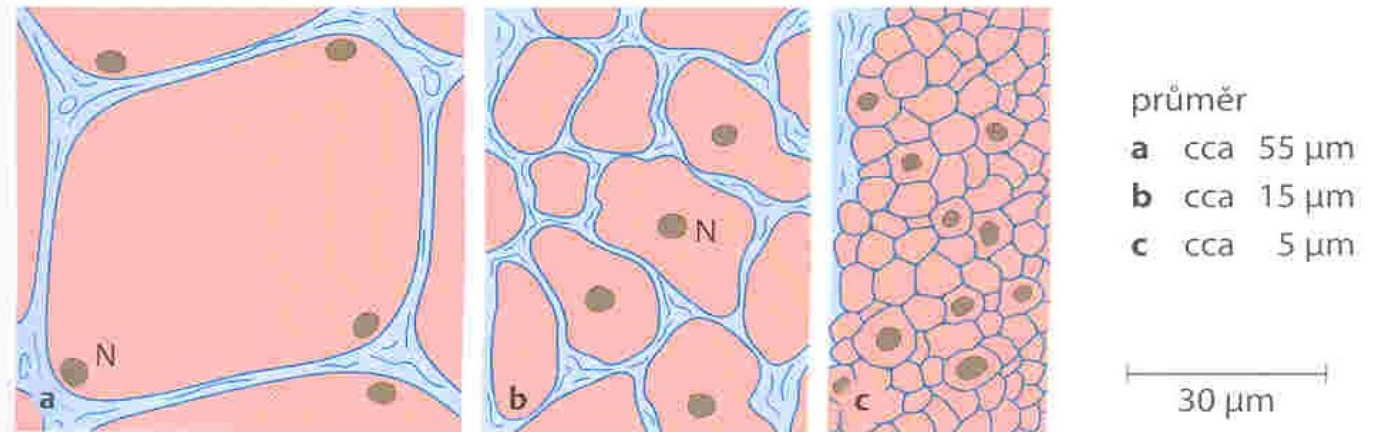
**příčně pruhovaná (žíhaná)** – mnohojaderná buňka (svalové vlákno - sarkocyt) 10 – 100  $\mu$ m x až 30 cm.

**hladká** – vřetenovitá buňka s jádrem (myocyt)

**srdeční** – rozvětvená buňka s jádrem (kardiomyocyt)



**Obr. 10-1.** Diagram stavby tří typů svalové tkáně. Obrázek vpravo ukazuje tyto svaly na příčném řezu. Kosterní sval se skládá z velkých, protáhlých mnohjaderných vláken. Srdeční sval je tvořen nepravidelně se větvcími buňkami, které jsou k sobě poutány interkalárními disky. Hladká svalovina je aglomerátem větvenovitých buněk. Hustota distribuce svalových buněk závisí na množství vaziva, které je odděluje.

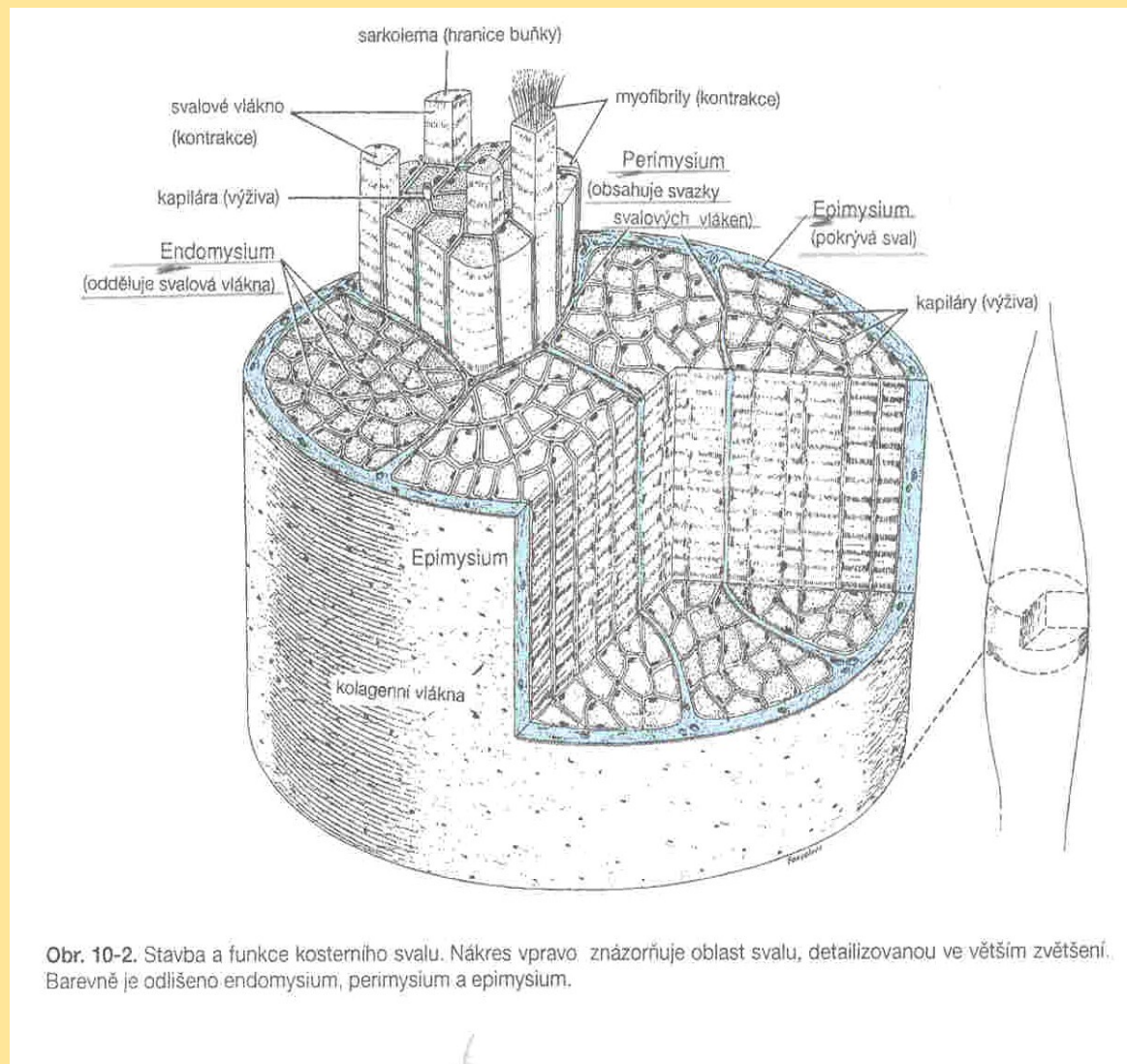


**Obr. 10.16 Porovnání tří druhů svaloviny v příčných řezech při stejném zvětšení (kresba podle histologických preparátů).** **a** Kosterní svalové vlákno. **b** Buňky srdečního svalu. **c** Hladké svalové buňky. Extracelulární matrix modře. Zvětš. 575x.



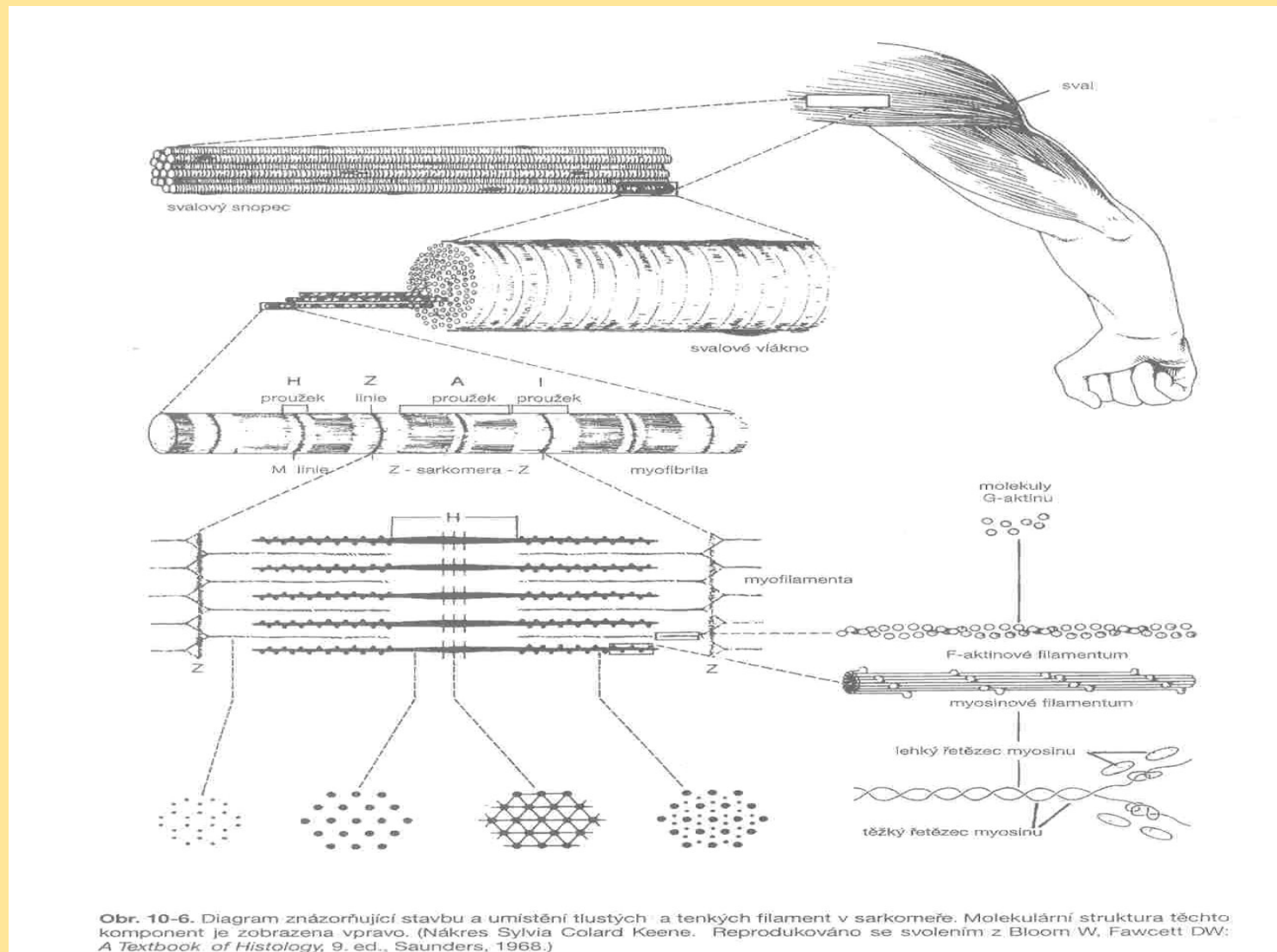
# Kosterní svalovina – struktura svalu

- Myofilamenta – myofibrily - svalové vlákno – svazek svalových vláken – sval
- Vazivové obaly: endo, peri a epimysium
- Přejechod svalu ve šlachu (myotendinózní spojení): kolagenní vlákna šlachu + epimysium



# Kosterní svalovina – struktura svalového vlákna

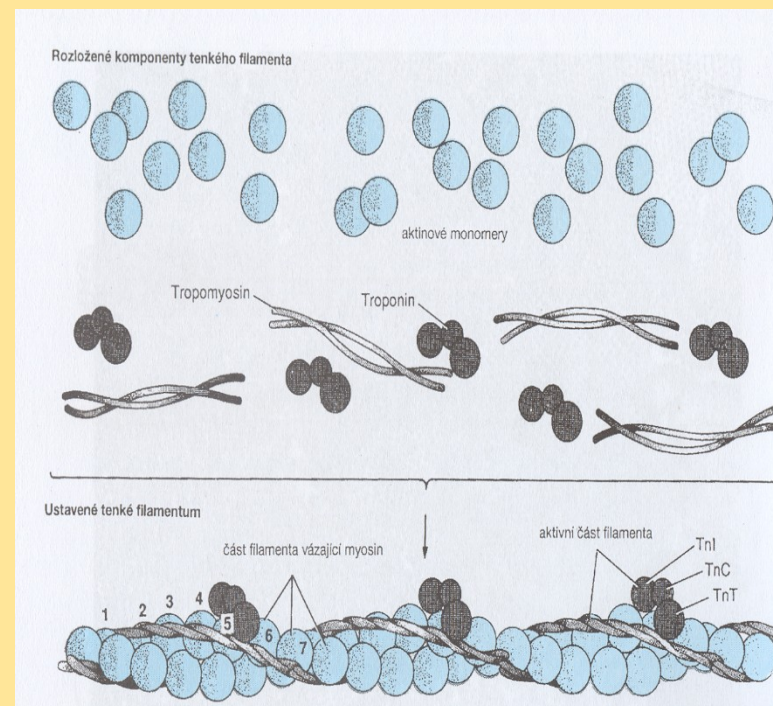
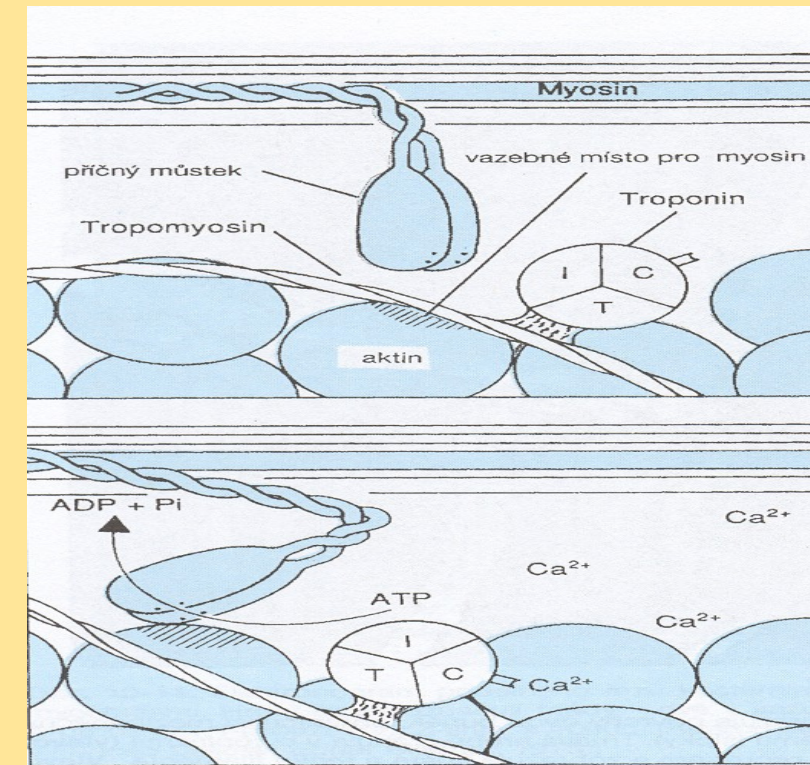
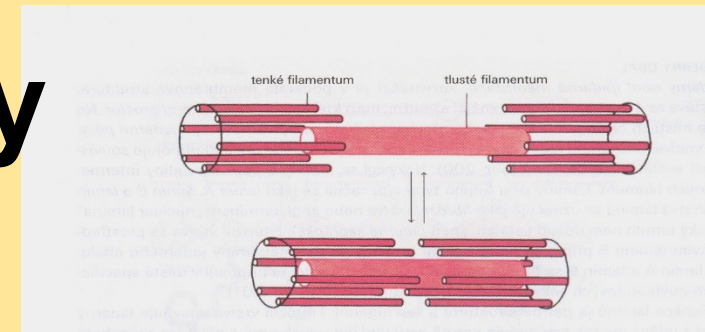
- Žíhání - střídají se proužky:  
**tmavé** (anizotropní, dvojlomné, A-proužky)  
**světlé** (izotropní, I-proužky)  
Mezi nimi tmavá Z linie
- Sarkomera Z-Z (2,5  $\mu\text{m}$ )





# Kontraktlní proteiny

- F-aktin – polymerizace G aktinu, vazebné místo pro myozin
- Tropomyozin – dvoušroubovice kolem aktinu
- Troponin -3 podjednotky: T, C, I
- Myozin – tvar golfové hole
  - vazebné místo pro ATP
  - pro aktin
  - ATPázová aktivita

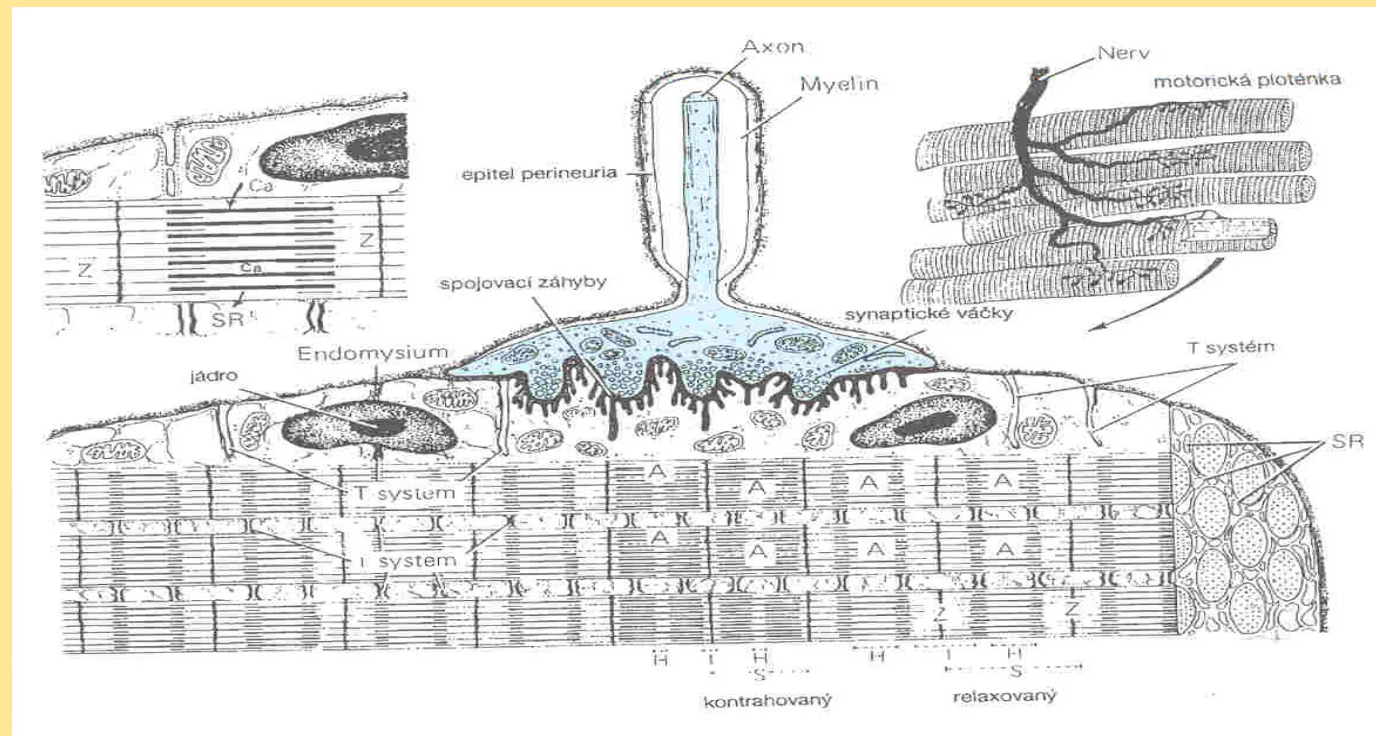




# Přenos vzruchu a mechanismus kontrakce

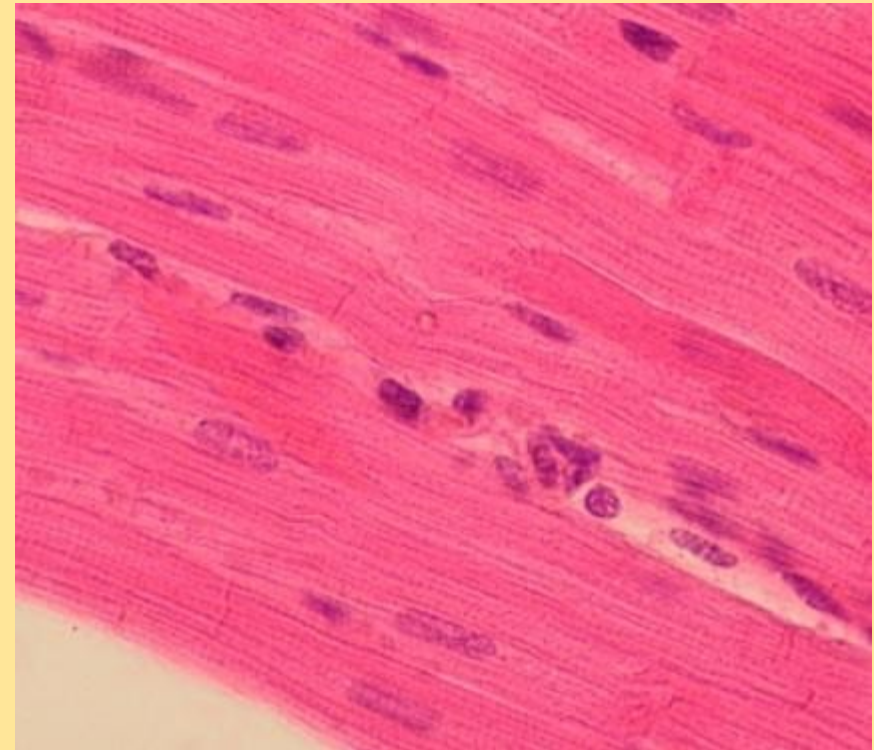
Nervosvalová ploténka:

motorické nervové vlákno – acetylcholin – depolarizace sarkolemy – přenos depolarizace na sarkoplazmatické retikulum – vylití  $\text{Ca}^{2+}$  - vazba na troponin – uvolnění vazebného místa pro aktin – vazba aktinu na myozin – posun tenkého filamenta do středu sarkomery – kontrakce



# Srdeční svalovina

- Kardiomyocyty, žíhání, 1 jádro, endomysium
- Interkalární disky: schodovité útvary v místě spojení kardiomyocytů
  - desmozomy a adherentní kontakty na příčné části
  - nexy na částech podélných s dlouhou osou buňky
- Kardiomyocyty kontraktilní a inervační – součást převodního systému

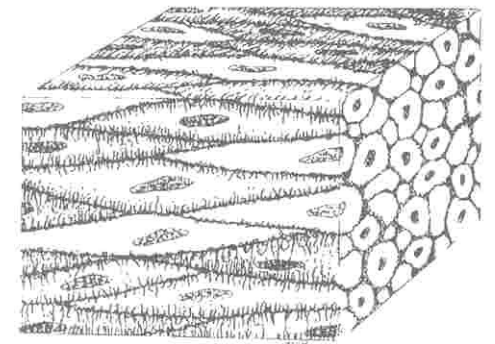


# Hladká svalovina

Protáhlé vřetenovité buňky, obklopeny bazální laminou a sítí retikulárních vláken, myofilamenta se šikmo kříží, denzní tělíska.

Tlustá filamenta - jiný typ myozinu, tenká – aktin a tropomyozin, troponin není, intermediální filamenta – desmin, vápník se váže na kalmodulin.

Při kontrakci se fosforyluje myozin, ten reaguje s aktinem, kontraktilní proteiny a denzní tělíska jsou vázána zevnitř k membráně, při kontrakci se buňka šroubovitě stáčí.



Obr. 10-21. Nákres úseku hladkého svalu. Buňky jsou obklopeny sítí retikulárních vláken. Na příčném řezu mají jednotlivé buňky různý průměr.



# Nervové tkáně

**Původ v embryogenezi:** z ektodermu, ale mikroglie (fagocytuje) z mezodermu

Základní elementy: neurony a gliové buňky

## **Anatomická struktura:**

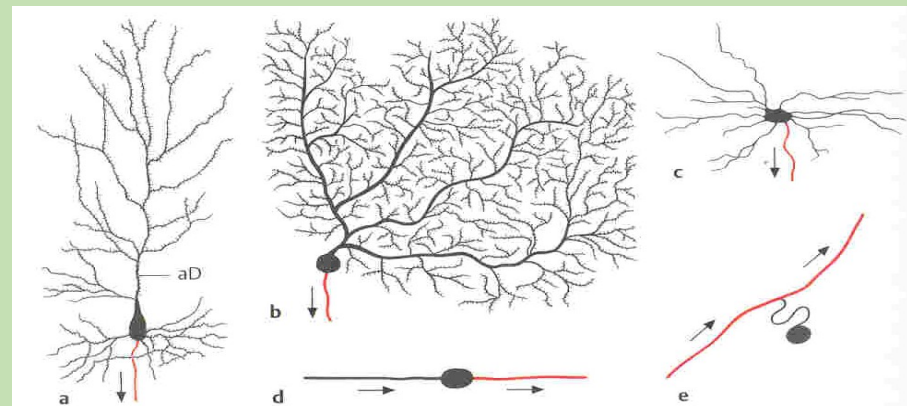
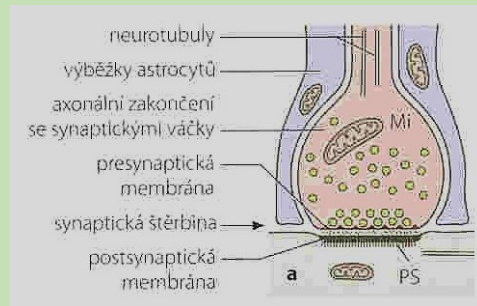
- centrální systém (CNS)- mozek a mícha
- Periferní systém (PNS) – nervová vlákna a ganglia

## **Funkční struktura:**

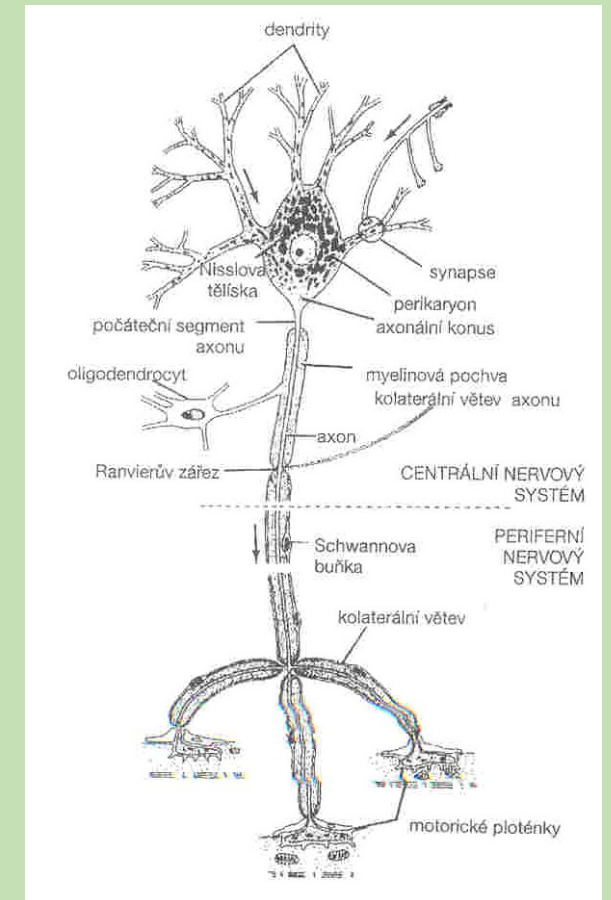
- autonomní NS – sympatický a parasympatický NS, motorické i senzitivní dráhy, řídí viscerální funkce
- somatický NS – řídí motorické vůlí ovládané funkce (kosterní svaly)

# Neuron

- Anatomická a funkční jednotka nervové tkáně
- Tělo (soma) dendrity, axon, ER (Nisslova substance – tygroid)) mitochondrie, neurofilamenta a neurotubuly
- Rozměry: motorické neurony – tělo až 150  $\mu\text{m}$ , malé neurony jednotky mikrometrů
- Podle tvaru: apolární, unipolární, bipolární, pseudounipolární, **multipolární**
- Synapse

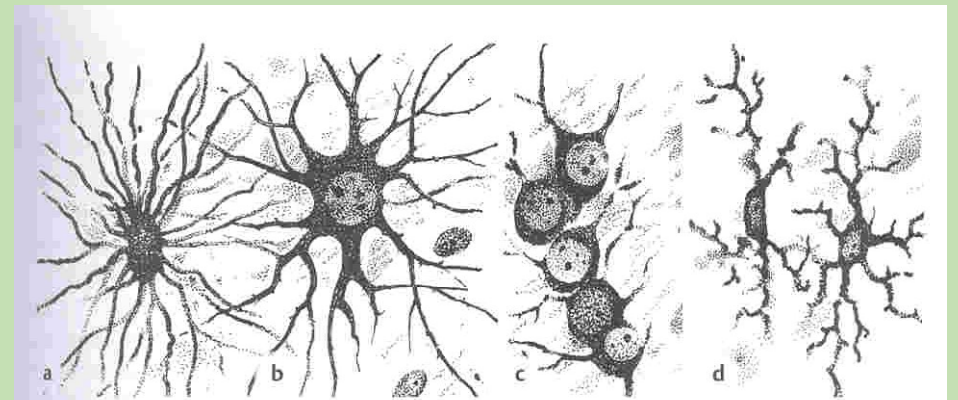


Obr. 9.4 **Rozdílné typy neuronů.** Schematický obrázek podle preparátu pořízeného Golgiho metodou. Perikarya a dendrity černě, axony červeně. **a** Pyramidová buňka mozkové kůry s apikálním dendritem (aD) a s bazálními dendrity; na všech dendritech jsou dendritické trny. **b** Purkyňova buňka (kůra mozečku). **c** Multipolární buňka (mícha, přední míšní rohy). **d** Bipolární buňka. **e** Pseudounipolární buňka.



# Neuroglie

- Mechanická a funkční opora neuronů, menší než neurony, 1/2 objemu nervové tkáně, dělí se, jsou v CNS i PNS.
- Astrocyty: (protoplasmatické v šedé hmotě a fibrilární v bílé hmotě), výběžky okolo cév v CNS
- Oligodendrocyty: v CNS **tvoří myelin**
- Mikroglie: fagocytují
- Ependym: vystýlá komory a míšní kanál, řasinky
- Schwannovy buňky v PNS: obalují axony, tvoří myelin
- Satelitní buňky v gangliích okolo těl neuronů

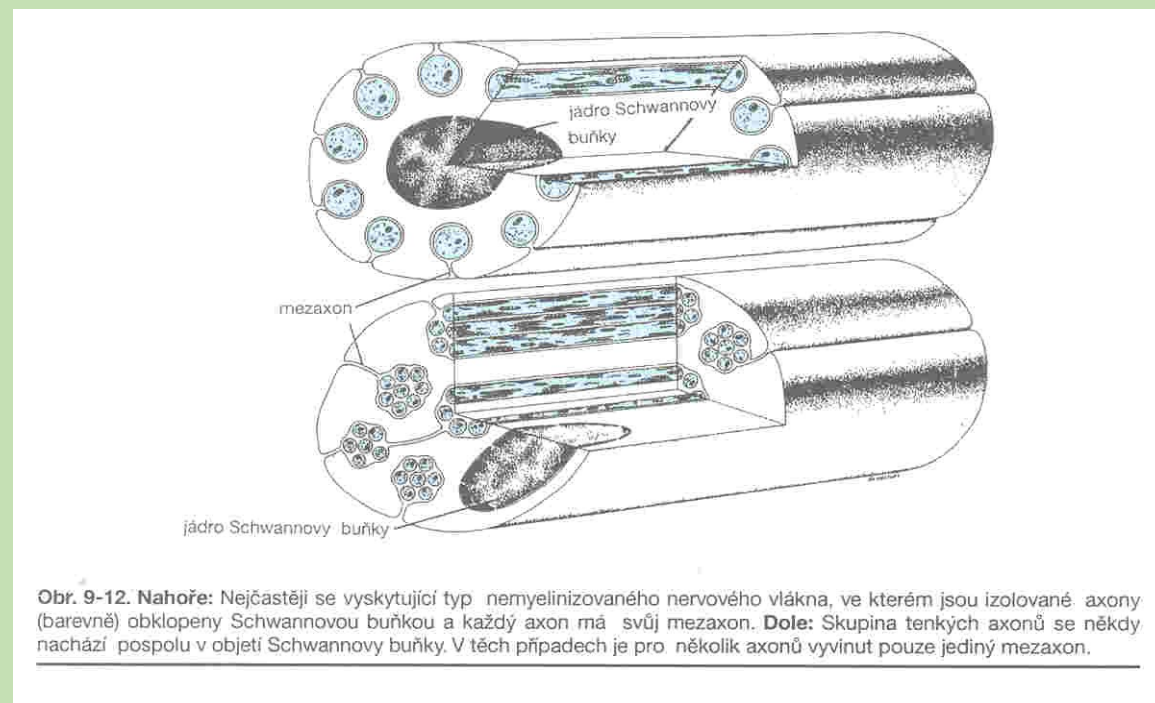
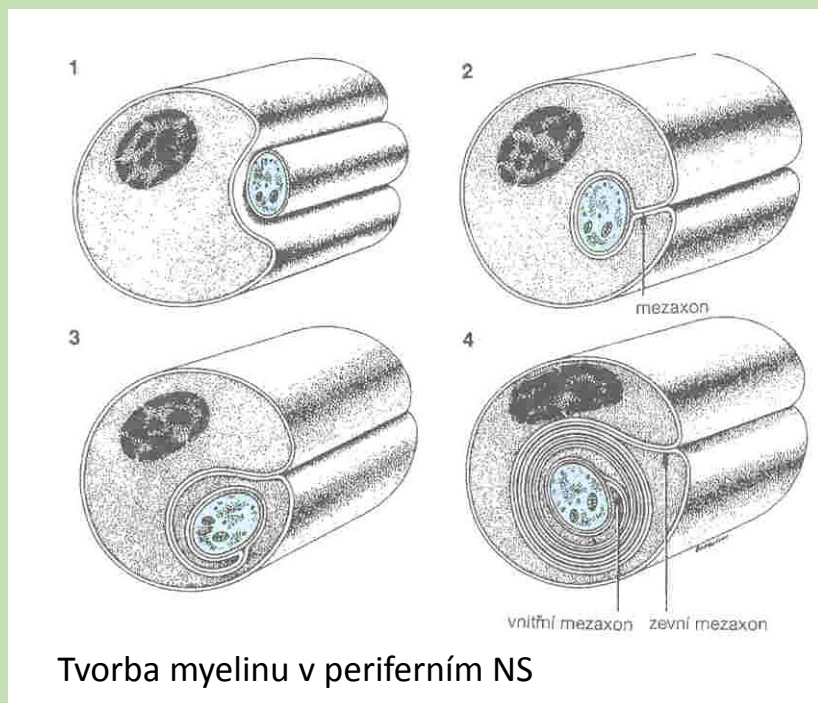


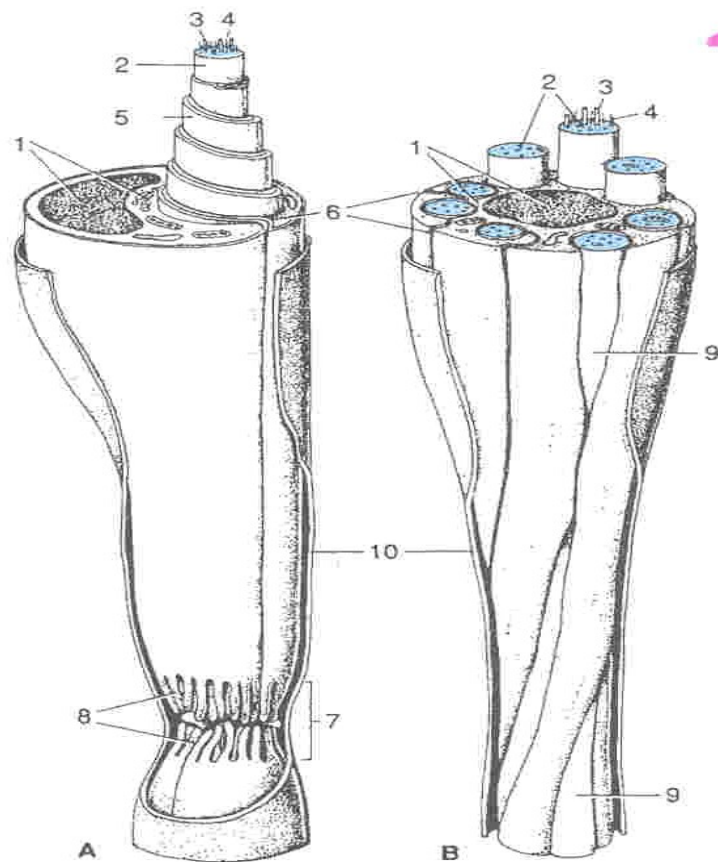
Obr. 9. **Gliové buňky v CNS**, poloschematický obrázek podle materiálu impregnovaného stříbrem. Jsou viditelná buněčná těla a výběžky. **a, b** Astrocyty, fibrilární a protoplasmatický typ. **c** Oligodendrocyty. Konečné úseky výběžků, které vytvářejí myelin, nejsou viditelné. **d** Mikroglie v klidovém stavu. Podle Kahleho (39).



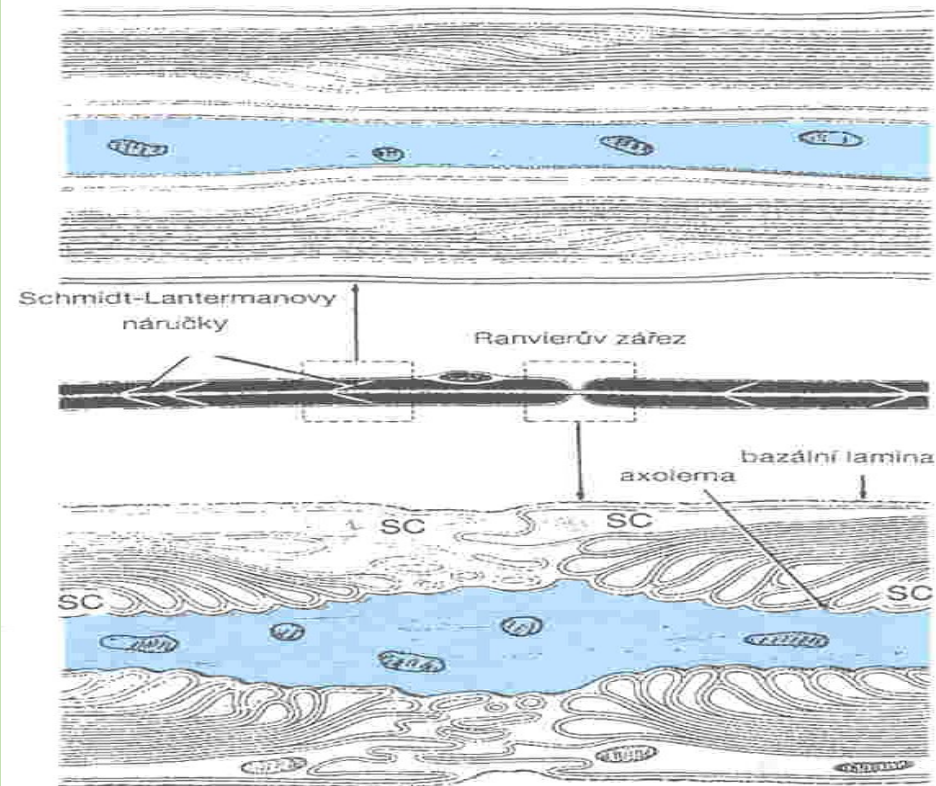
# Nervová vlákna

- Axony - nervová vlákna – svazky nervových vláken (= nervy v PNS, dráhy v CNS)
- Axony mají obaly: V PNS je obalový element Schwannova buňka, v CNS oligodendrocyt
- Vlákna mohou být myelinizovaná nebo nemyelinizovaná





**Obr. 9-16.** Schematické trojrozměrné nákresy znázorňující některé ultrastrukturální rysy myelinizovaného (**A**) a nemyelinizovaného (**B**) nervového vlákna. 1. jádro a cytoplazma Schwannovy buňky; 2. axon; 3. mikrotubulus; 4. neurofilamentum; 5. myelinová pochva; 6. mezaxon; 7. Ranvierův zářez; 8. interdigitující výběžky Schwannových buněk v místě zářezu; 9. pohled se strany na nemyelinizovaný axon; 10. bazální lamina (Lehce modifikováno a reprodukováno se svolením z Krstič RV. *Ultrastructure of the Mammalian Cell*. Springer-Verlag, 1979.)



**Obr. 9-15.** Střední nákres znázorňuje myelinizované periferní nervové vlákno tak jak je vidíme ve světelném mikroskopu. Barevně je vyznačen axon, obklopený myelinovou pochvou (černě) a cytoplazmou Schwannovy buňky. Vidíme zde jádro Schwannovy buňky, Schmidt-Lantermanovy náručky a Ranvierovy zářezy. Obrázek nahoře ukazuje ultrastrukturu Schmidt-Lantermannovy náručky, která je tvořena cytoplazmou Schwannovy buňky, jež nebyla vytlačena do periferie během vytváření myelinové pochvy. Spodní obrázek znázorňuje ultrastrukturu Ranvierova zářezu. Všimněme si výskytu volně interdigitujících výběžků zevního listu cytoplazmy Schwannovy buňky (SC) a těsného kontaktu vnitřního listu cytoplazmy s axolemou. Toto zařízení plní funkci jakési bariéry zabráňující pohybu materiálu dovnitř a ven z periaxonálního prostoru mezi axolemou a membránou Schwannovy buňky. Bazální lamina okolo Schwannovy buňky je souvislá. Nervové vlákno kryje vrstva vaziva – především retikulárních vláken – jež vytváří endoneuriální pochvu periferních nervových vláken.

# Struktura nervového systému

- CNS: mozek (šedá na povrchu) a mícha (bílá na povrchu)
  - šedá hmota (těla neuronů, nemyelinizovaná vlákna, gliové buňky, cévy)
  - bílá hmota (myelinizovaná vlákna, gliové buňky, cévy)
- Ganglia: ovoidní struktury z neuronů a vaziva
- Periferní nervy – svazky nervových vláken, obaly epi-, peri- a endoneurium.
  - Aferentní a eferentní
  - Senzitivní, motorické a smíšené



# Použitá literatura, zdroje obrázků. tučně – doporučená literatura pro studium

- Junqueira L. C., Carneiro J., Kelley L.R.: Základy Histologie, překlad, 7 vydání. H&H, 1997
- Lüllmann-Rauch R.: Histologie, překlad , 3. vydání, Grada, 2012
- Martínek J., Vacek Z.: Histologický atlas, Grada Publishing, 2013
- <http://www.sci.muni.cz/ptacek/>
- Nečas a kol.: Obecná biologie, H&H, 2000
- Kerr J. B.: Atlas of Functional Histology, Mosby 1999
- Wolf J.: Histologie, SZN Praha 1966
- Tichý F a kol.: Histologie: mikroskopická anatomie, VFU Brno, 2004
- <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookcircSYS.html>
- <http://rocek.gli.cas.cz/Courses/courses.htm>