

# Epitelová tkáň

**Petr Vaňhara, PhD**

Dept. Histology & Embryology,  
Faculty of Medicine MU

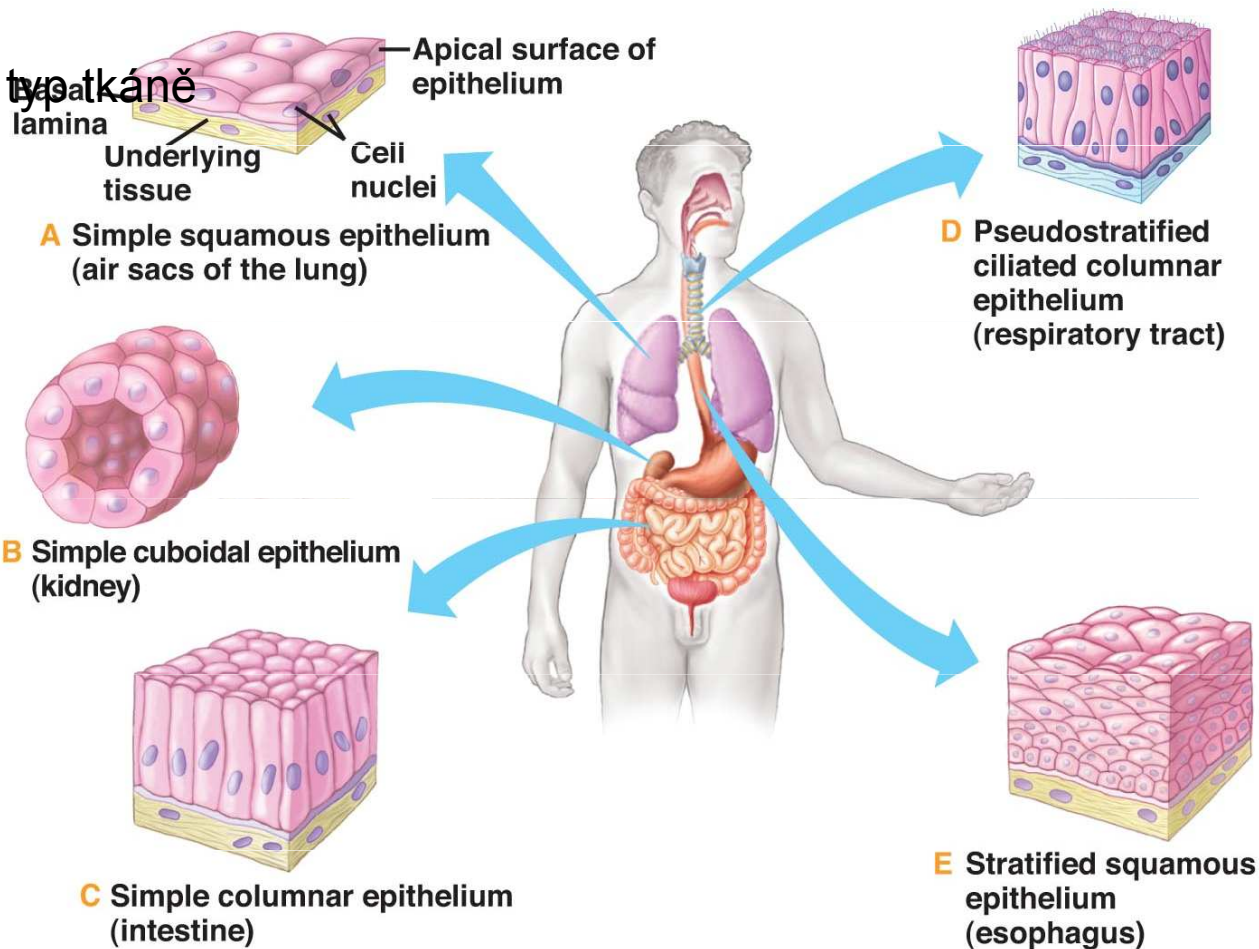
[pvanhara@med.muni.cz](mailto:pvanhara@med.muni.cz)

# Obecná charakteristika epitelové tkáně

Kontinuální, avaskulární vrstvy buněk s různou funkcí, orientovaných do volného prostoru, se specifickými mezibuněčnými spoji a minimem mezibuněčného prostoru a malým množstvím mimobuněčné hmoty

Deriváty všech tří zárodečných listů

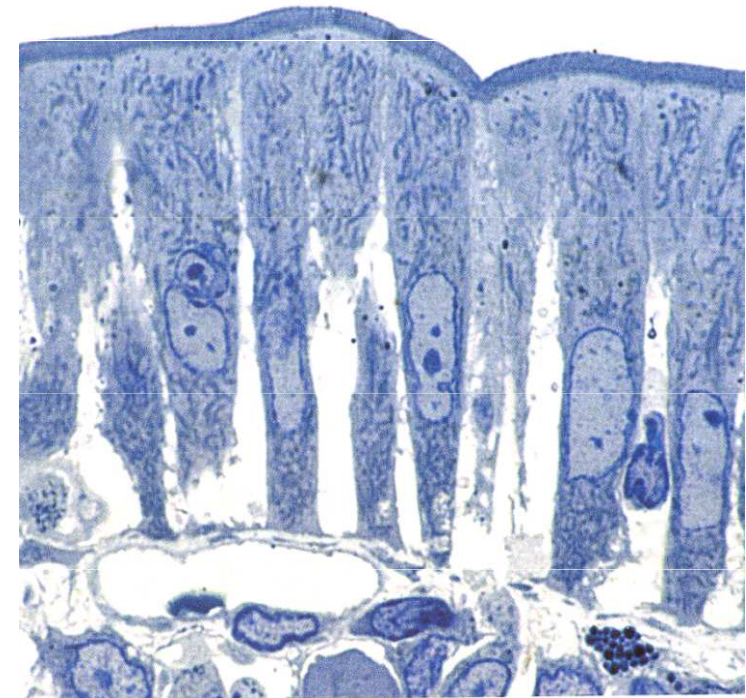
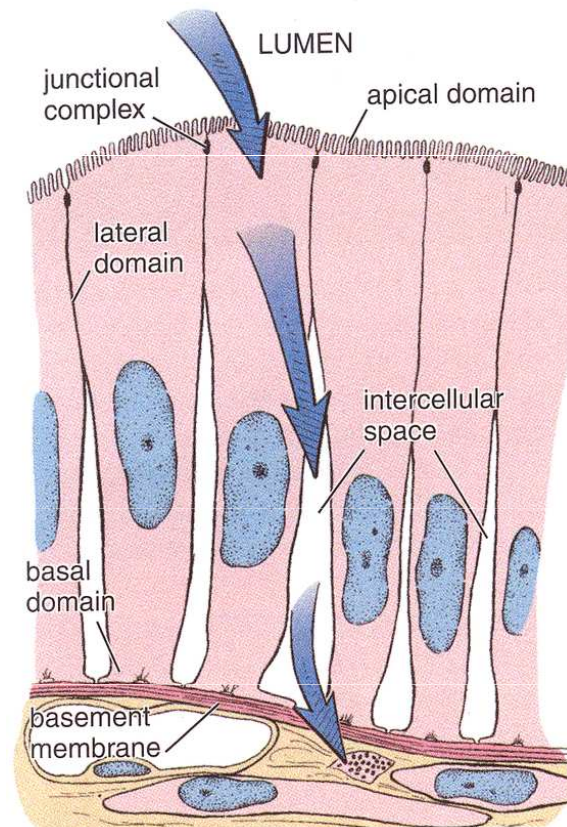
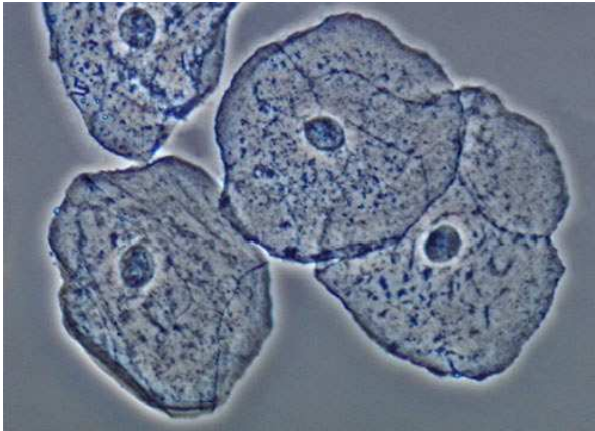
- Základní funkční typ tkáně



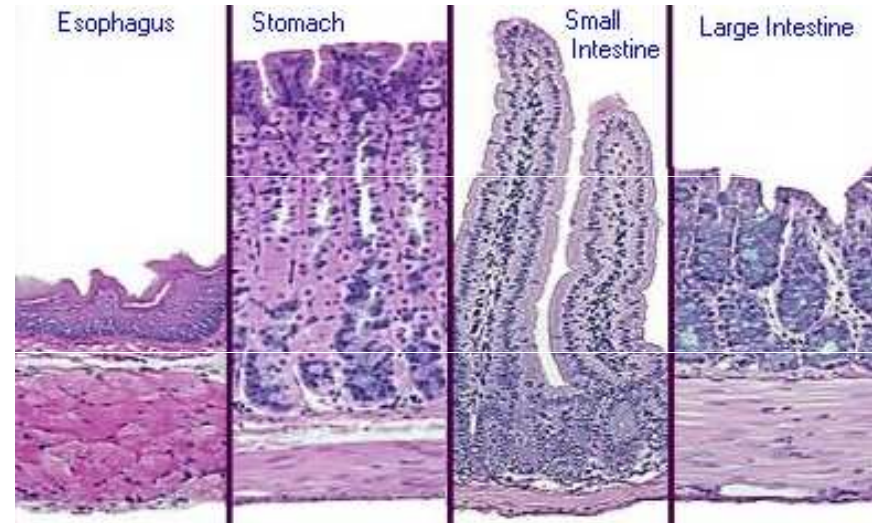
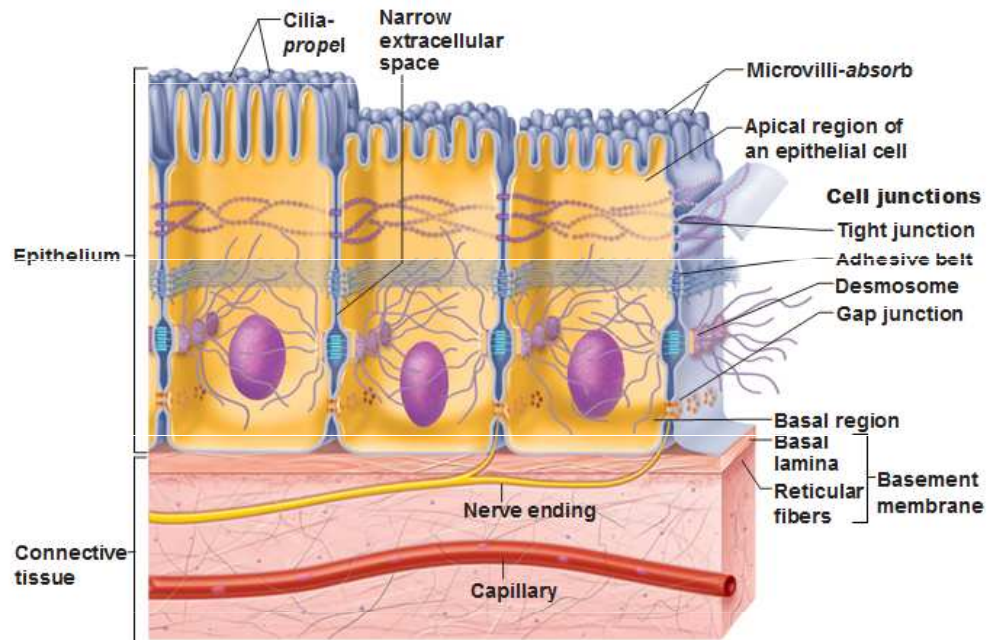


# Obecná charakteristika epitelové tkáně

- Avaskulární (bez cévního zásobení) – výživa z pojivové tkáně (lamina propria)
- Apikobazální polarizace
- Minimum mezibuněčné hmoty
- Ukotvení do bazální membrány
- Typická morfologie a mezibuněčné spoje (těsné, adhezní, komunikační)



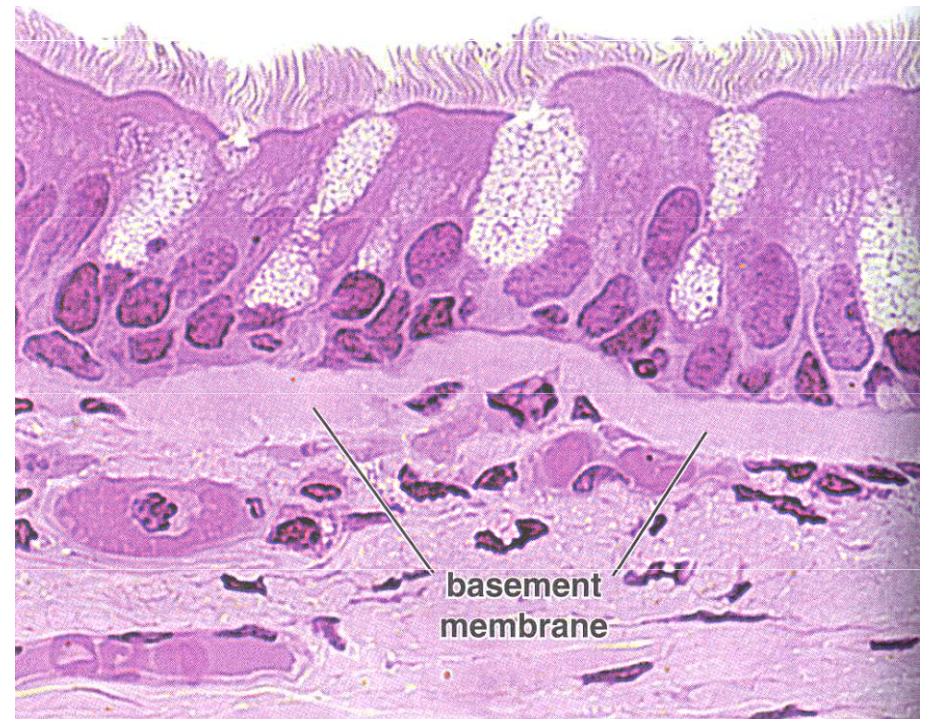
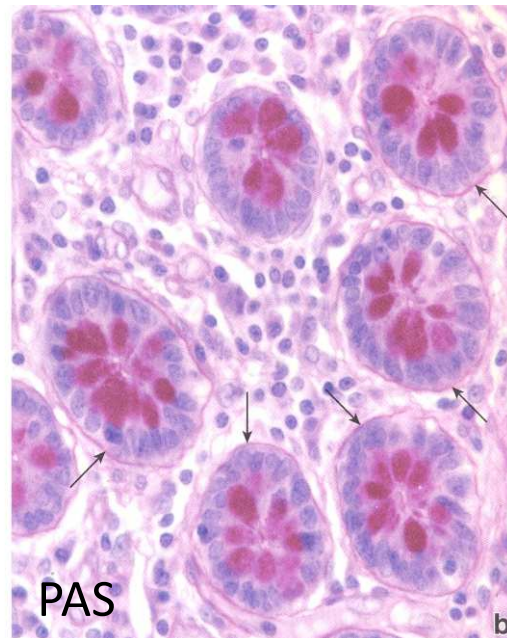
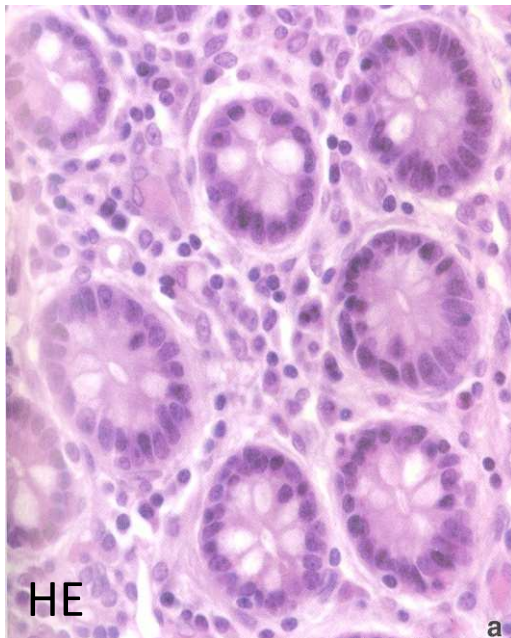
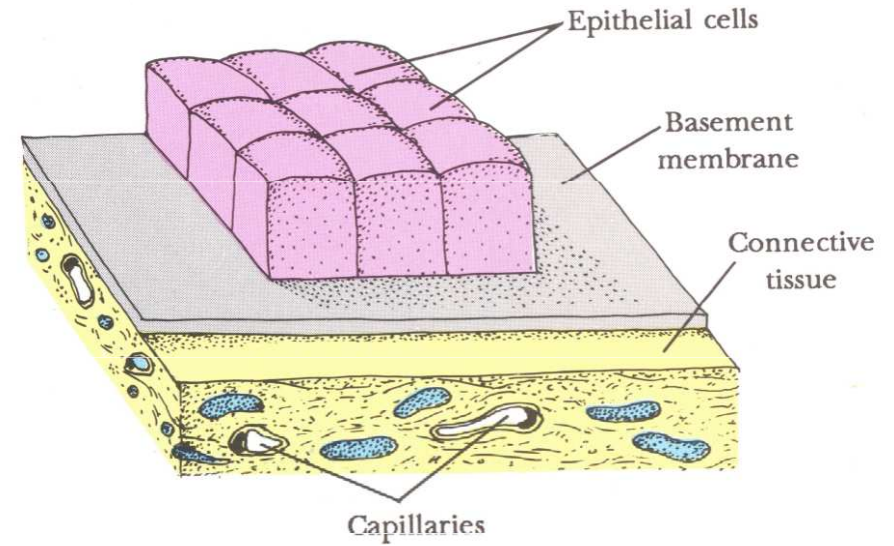
# Stavba typické epitelové buňky





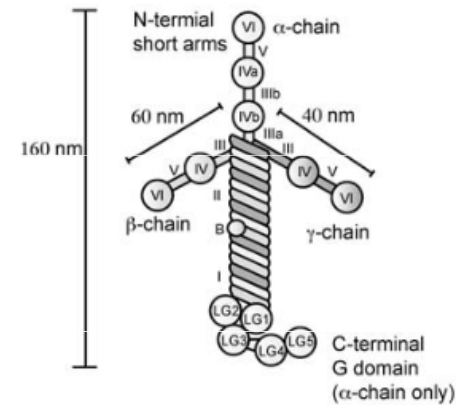
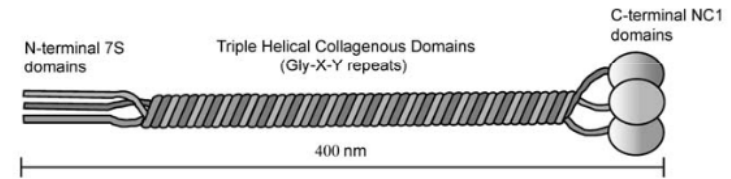
# Bazální membrána

- Připojení epitelových (endotelových) buněk k tkáním
- Selektivní bariéra
- Tkáňová integrita
- Diferenciace
- Komunikace
- Difúze živin

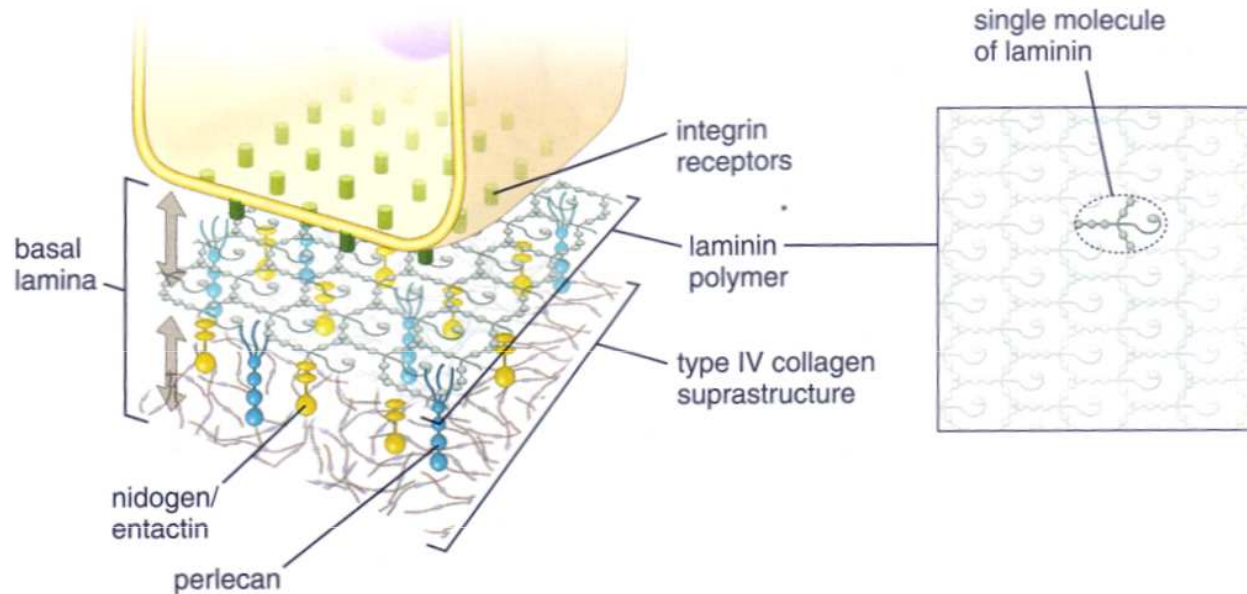
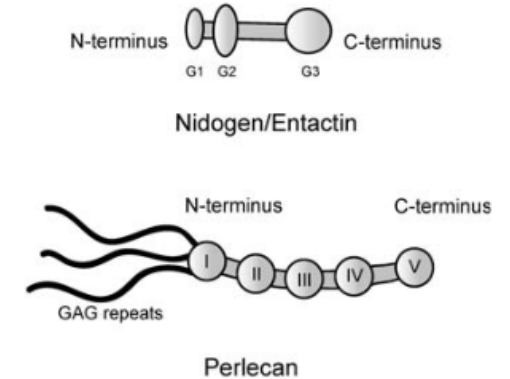


# Bazální membrána

- 50-100nm
- Glycosaminoglykany – heparansulfát
- Laminin, kolagen III, IV, VI,
- Nidogen/entactin
- Perlecan
- Proteoglykany

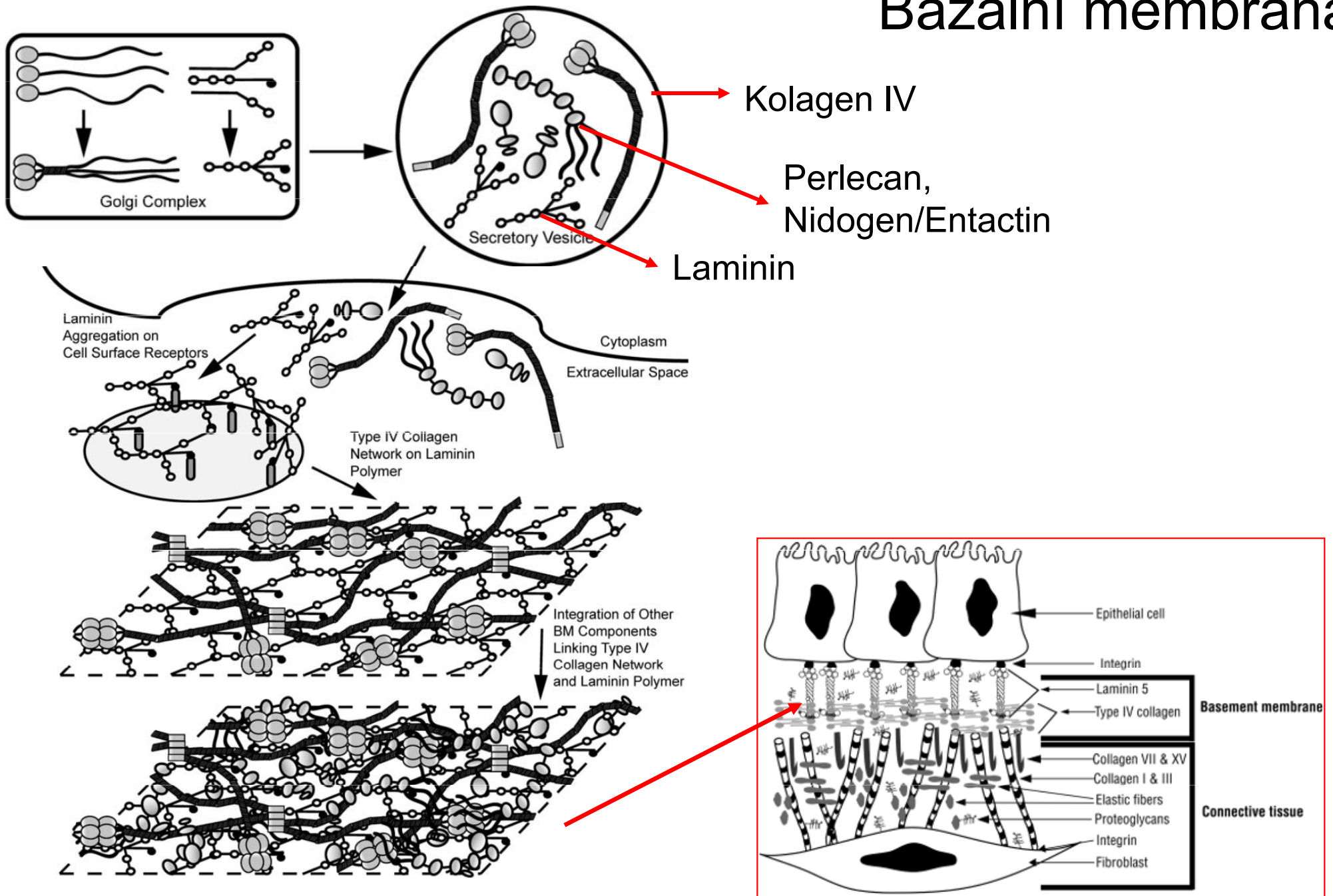


Laminin ( $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$ -chain)

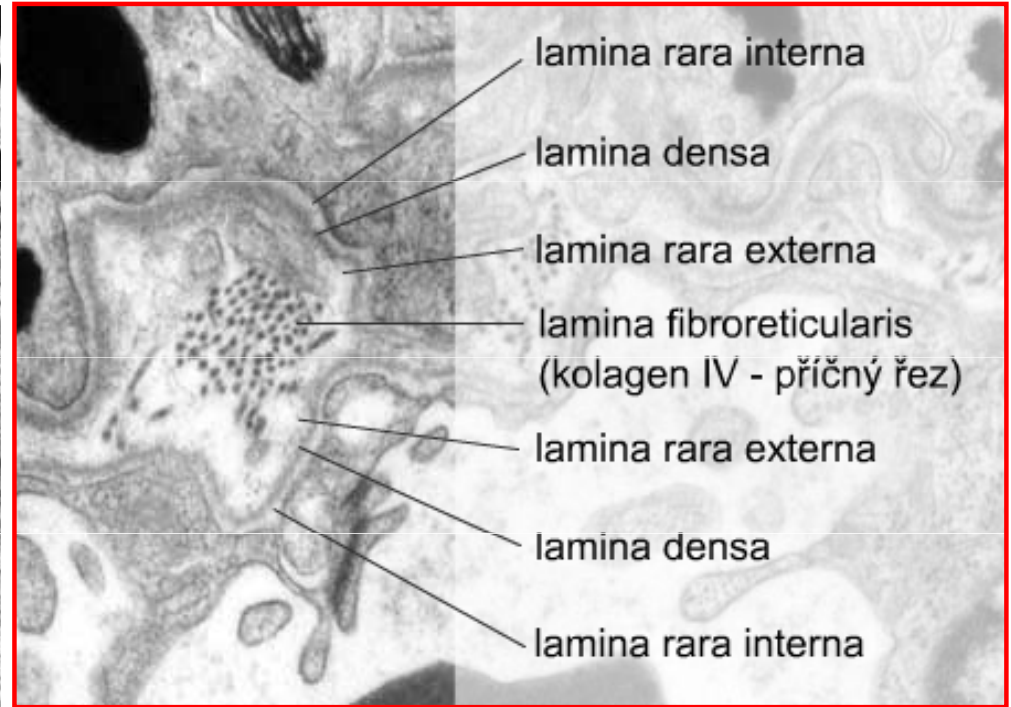
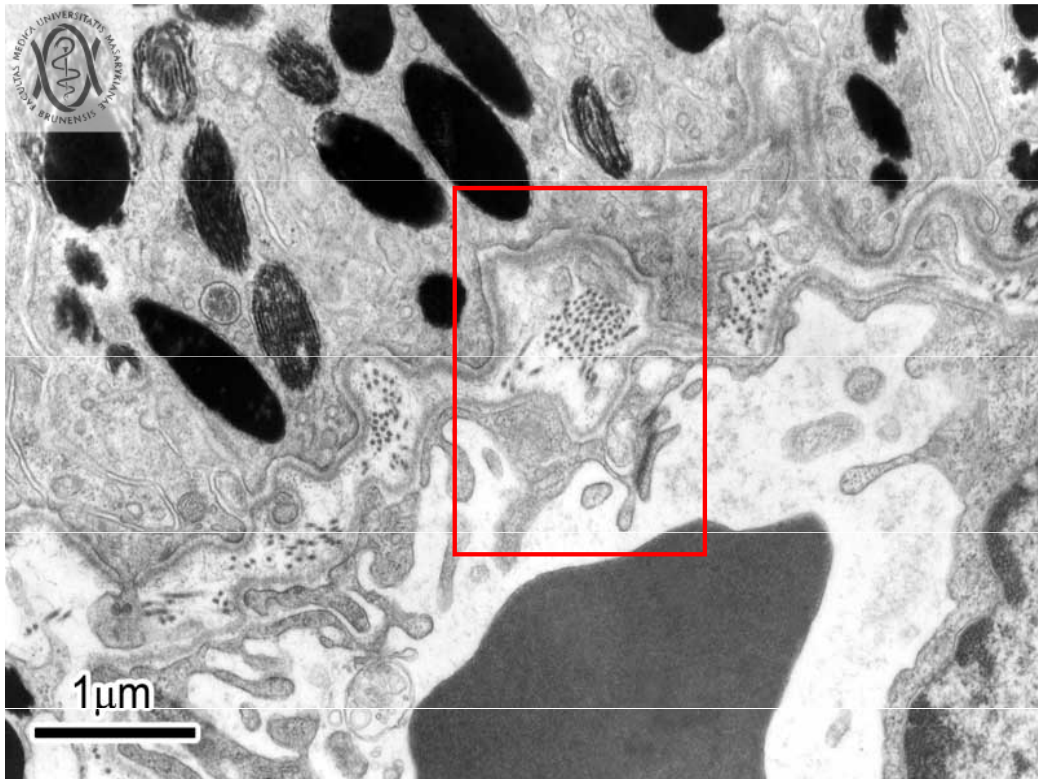




# Bazální membrána



# Architektura bazální membrány



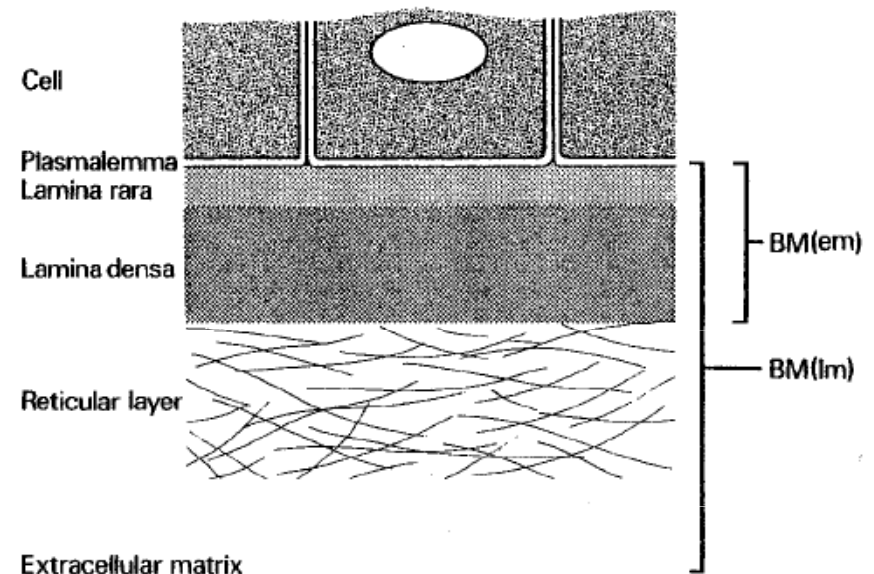
## Dvě základní vrstvy

### – lamina basalis - 100-200nm

- lamina densa
- lamina rara ext. et int.
- produkt epitelových buněk
- epitely, endotelie, svalové buňky, adipocyty, Schwanovy buňky

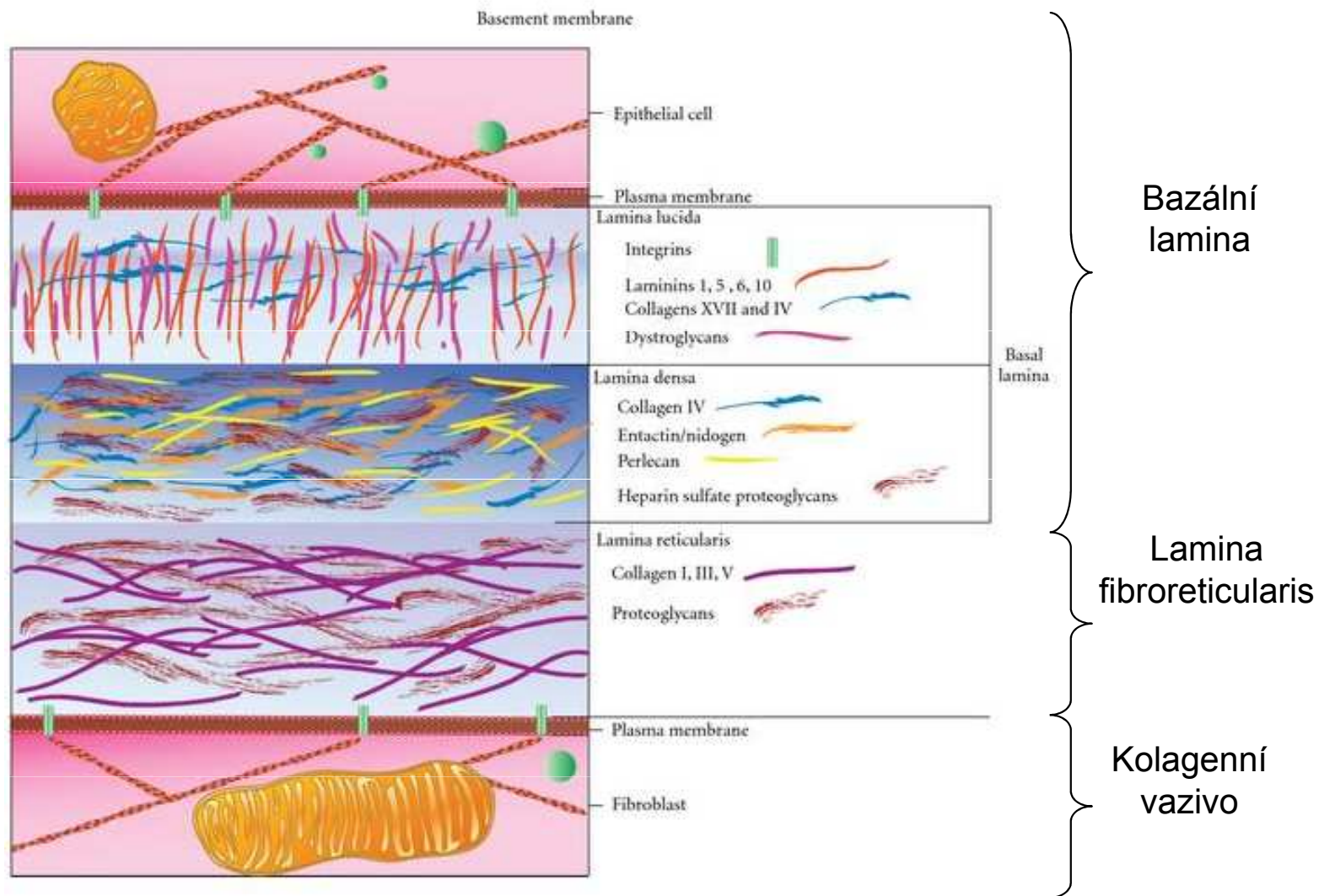
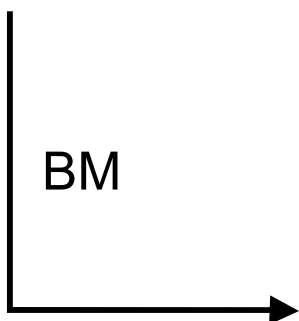
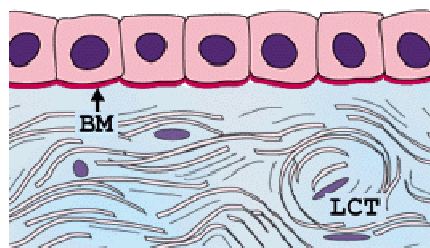
### – lamina fibroreticularis

- pouze epitely
- retikulární vlákna





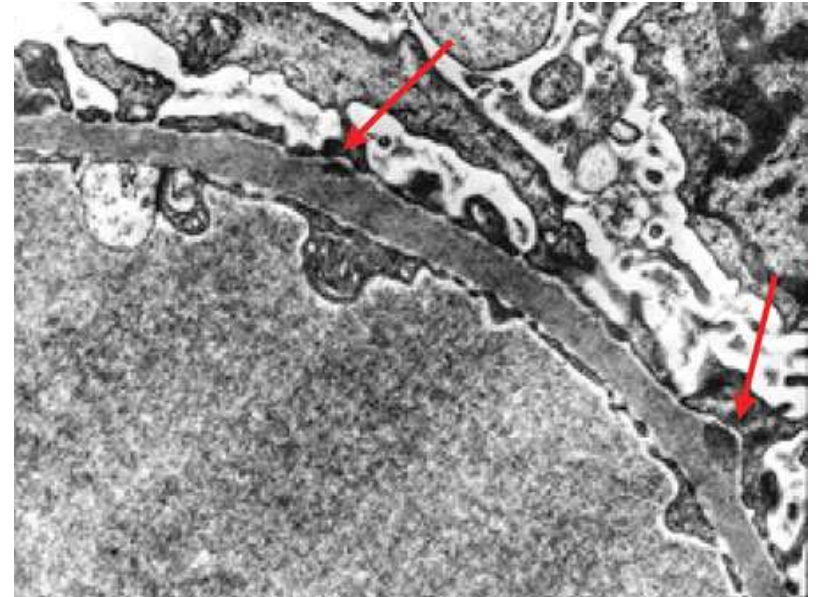
# Architektura bazální membrány



# Bazální membrána

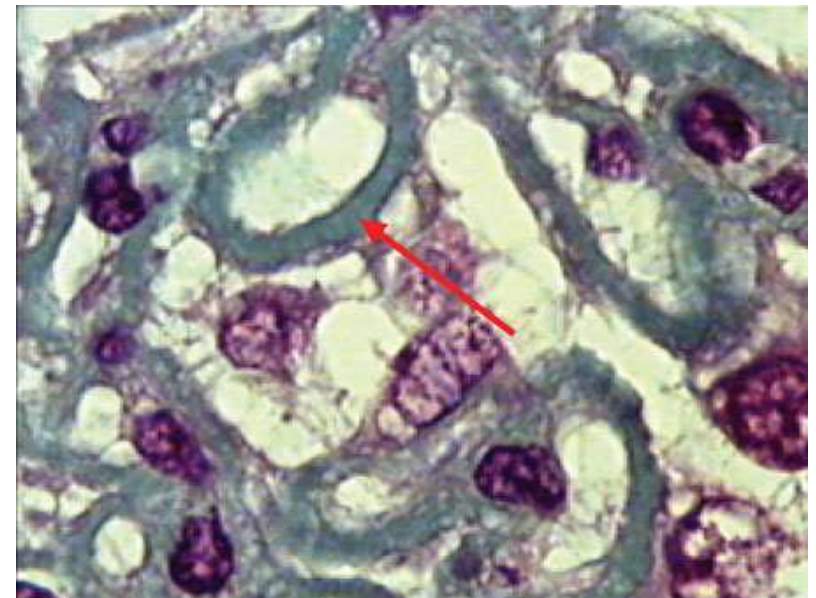
## Tkáňově specifické modifikace

- Descemetova membrána (BM epitelu rohovky)
- Glomerulární BM (Bowmanovo pouzdro)
- Část Bruchovy membrány v retině
- ...



## Klinické souvislosti - Membranózní glomerulonefritida

- cirkulující protilátky se váží na kapilární stěnu (BM)
- komplex komplementu (C5b-C9) napadá glomerulární epitelální buňky
- narušení filtrační bariéry
- proteinuria, edém, hematuria, renální selhání





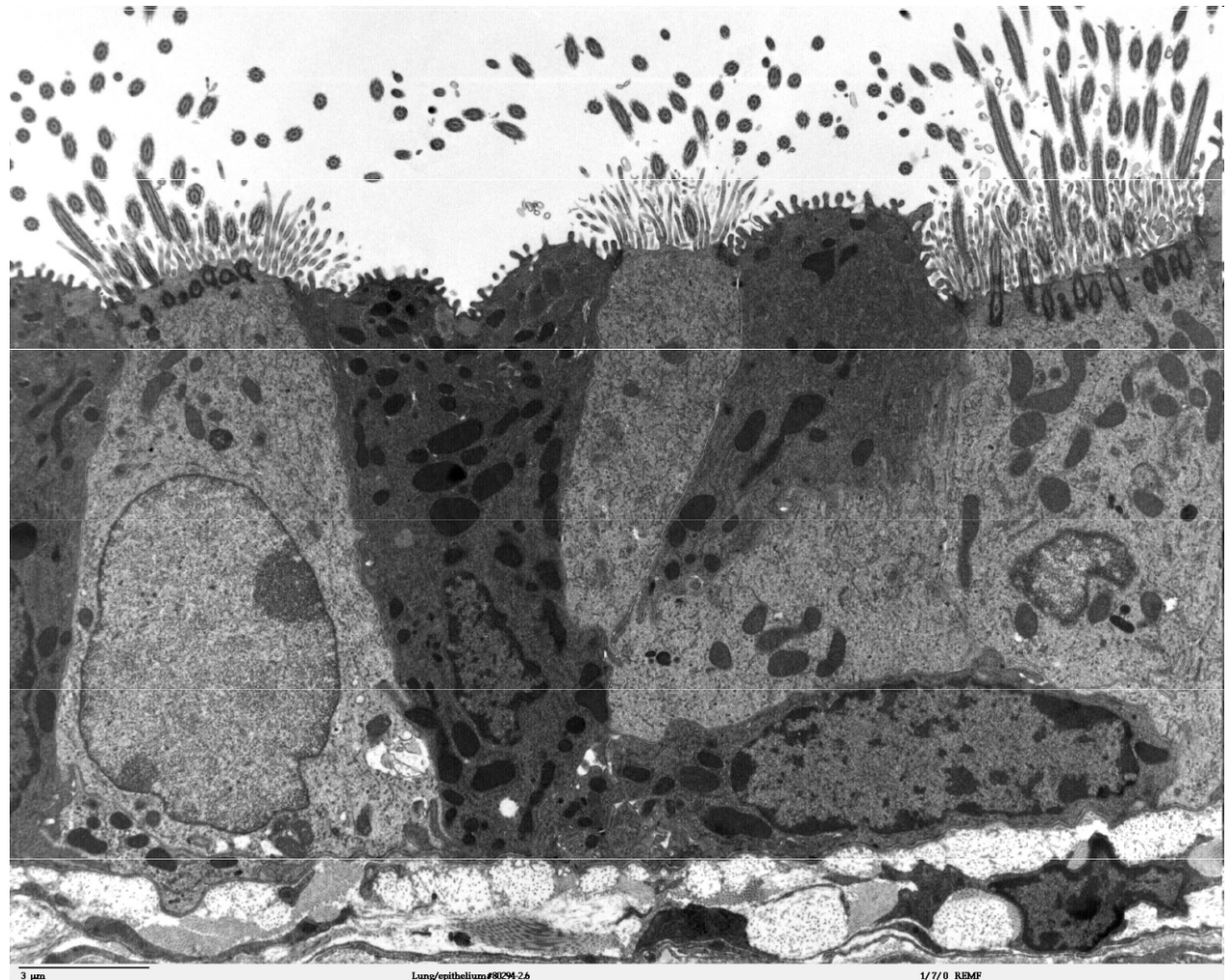
# Embryonální původ epitelových tkání

- všechny tři zárodečné listy

Zárodečný list	Epitelové deriváty
Ektoderm	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pokožka (vícevrstevný dlaždicový rohovějící)</li><li>2. Potní žlázy a jejich vývody (jednovrstevný a vícevrstevný kubický)</li><li>3. Výstelka ústní dutiny, pochvy a análního kanálu (vícevrstevný dlaždicový nerohovějící)</li></ol>
Mezoderm	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Endotel vystýlající krevní cévy (jednovrstevný dlaždicový)</li><li>2. Mezotel vystýlající tělní dutiny (jednovrstevný dlaždicový)</li><li>3. Výstelky pohlavních a močových cest (přechodní, víceřadý cylindrický, jednovrstevný kubický, jednovrstevný cylindrický)</li></ol>
Entoderm	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Výstelka jícnu (vícevrstevný dlaždicový nerohovějící)</li><li>2. Výstelka GIT (jednovrstevný cylindrický)</li><li>3. Výstelka žlučníku (jednovrstevný cylindrický)</li><li>4. Solidní žlázy (játra, pankreas)</li><li>5. Výstelka dýchacího traktu (víceřadý cylindrický s řasinkami, jednovrstevný cylindrický s řasinkami, kubický, dlaždicový)</li></ol>

# Klasifikace epitelových tkání

- na základě **morfologie** epitelové tkáně (krycí, trabekulární, retikulární)
- na základě **funkce** (žlázový, resorpční, smyslový, respirační atd.)

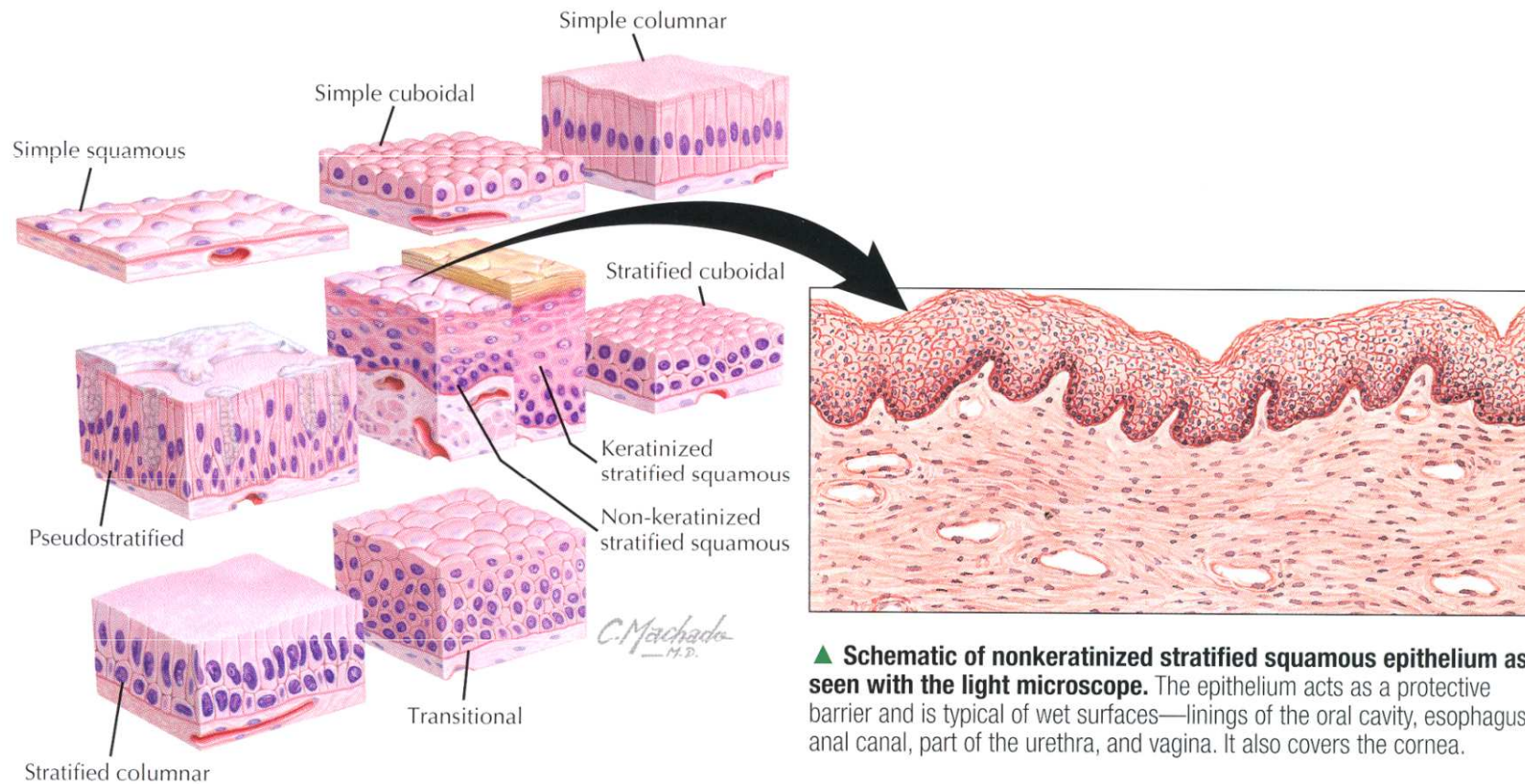




# Morfologie epitelové tkáně

# Epitel krycí

Kritérium	Termín	Rozlišení
Počet vrstev buněk	Jednovrstevný Vícevrstevný Víceřadý	Jedna vrstva buněk Více vrstev buněk Více vrstev jader, ale všechny buňky v kontaktu s bazální laminou
Tvar povrchových buněk	Dlaždicový Kubický Cylindrický	Ploché dlaždicové buňky, šířka >> výška Polygonální buňky, šířka = výška Polygonální buňky, šířka < výška

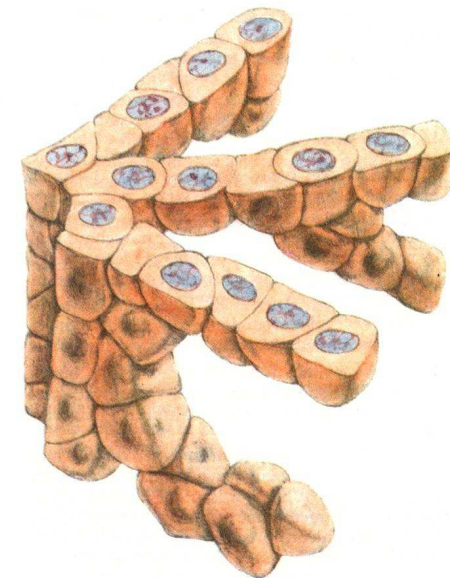
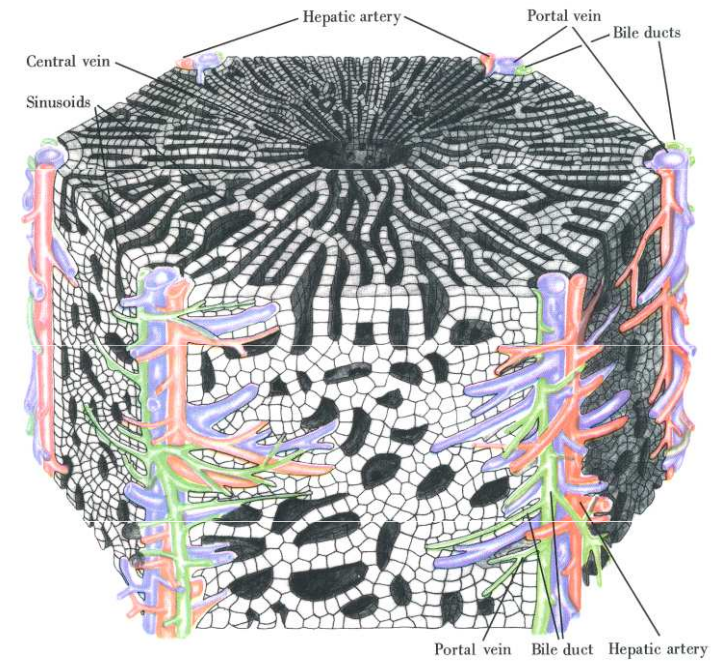
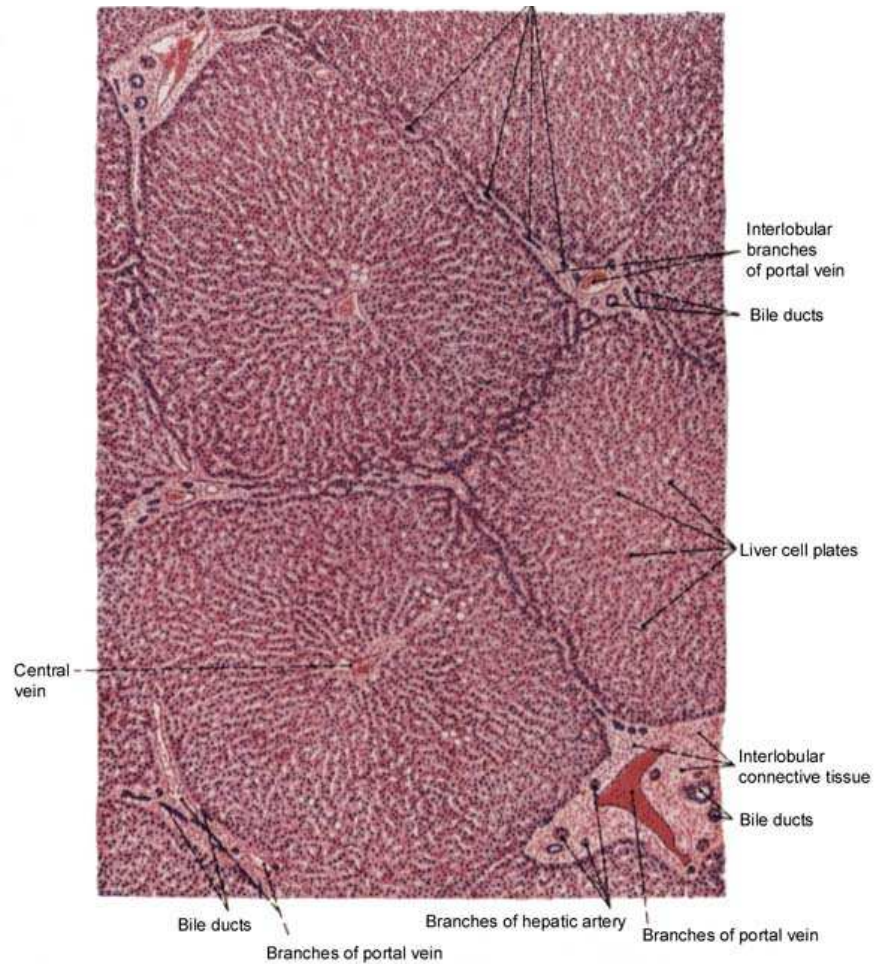


▲ **Schematic of nonkeratinized stratified squamous epithelium as seen with the light microscope.** The epithelium acts as a protective barrier and is typical of wet surfaces—linings of the oral cavity, esophagus, anal canal, part of the urethra, and vagina. It also covers the cornea.



# Epitel trabekulární

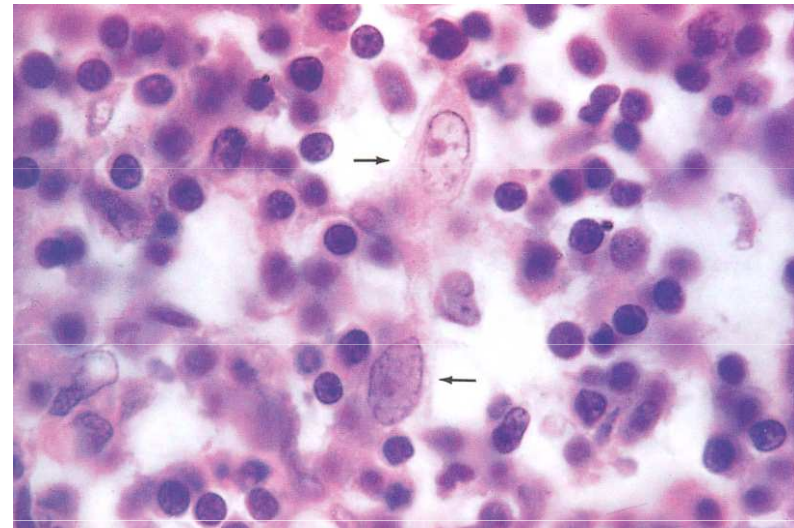
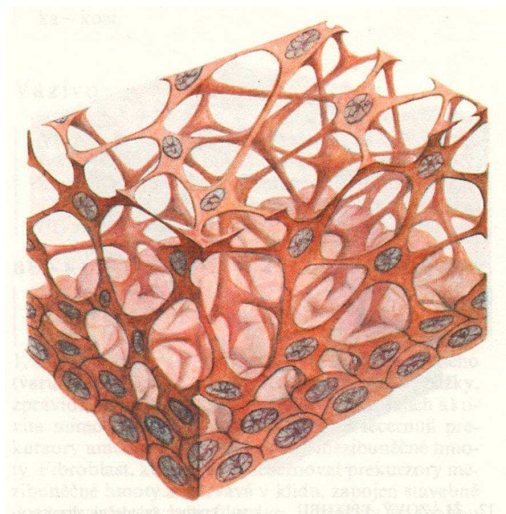
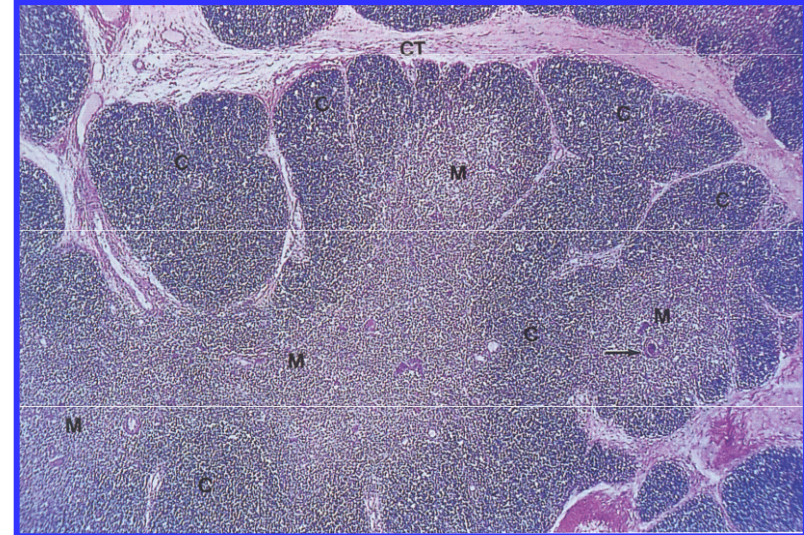
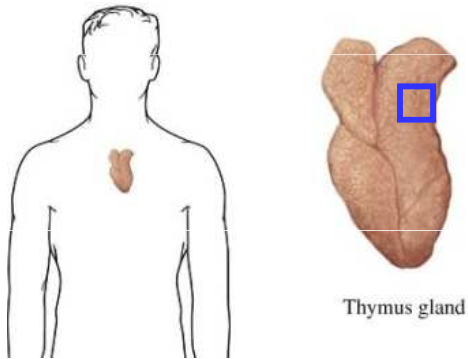
## Uspořádání jaterních hepatocytů

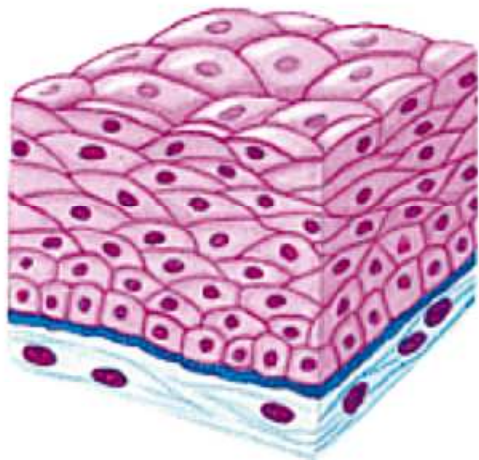




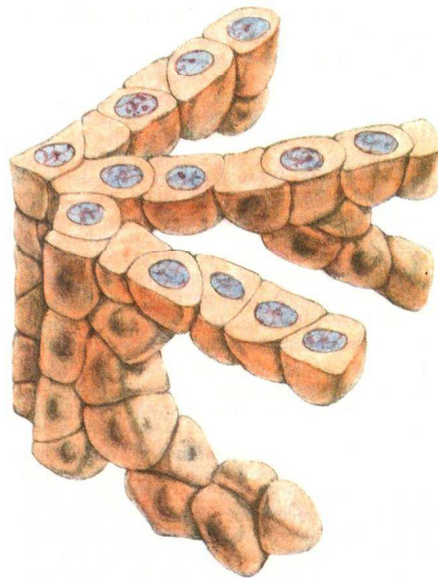
# Epitel retikulární

## Thymus - cytoretikulum

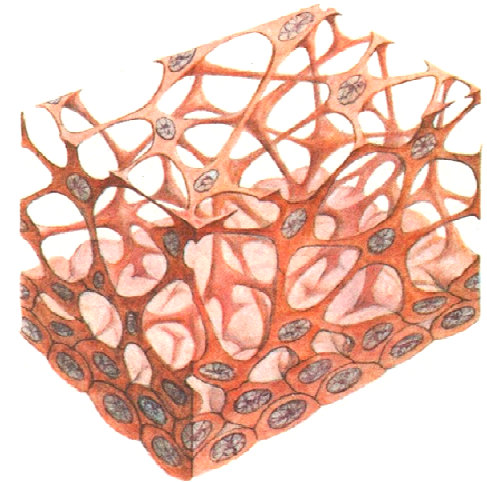




Epitel krycí



Epitel  
trabekulární



Epitel  
retikulární



# Funkce epitelové tkáně

- Ochrana tkání
- Transport a resorpce
- Sekrece
- Příjem smyslových podnětů

# Ochrana tkání

## Příklad: Vrstevnatý dlaždicový epitel

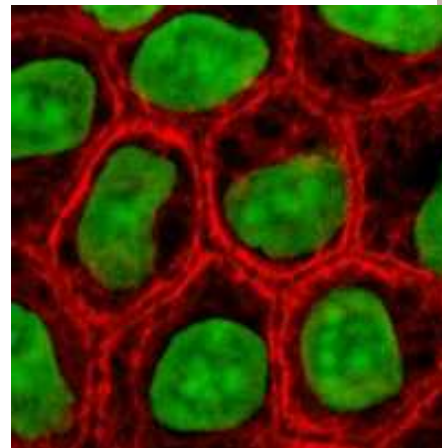
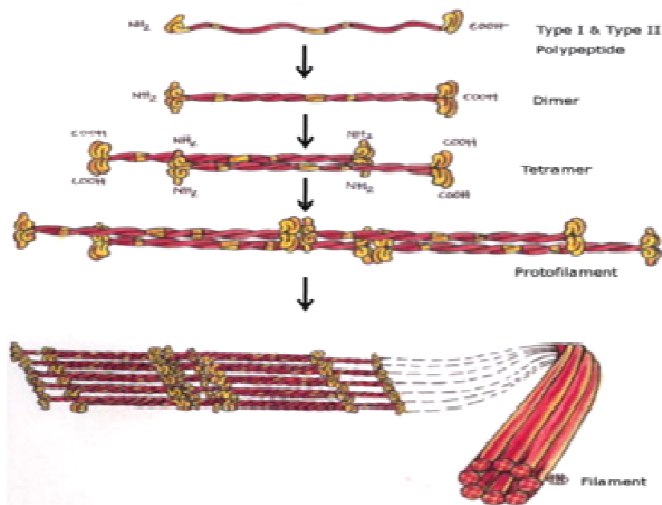
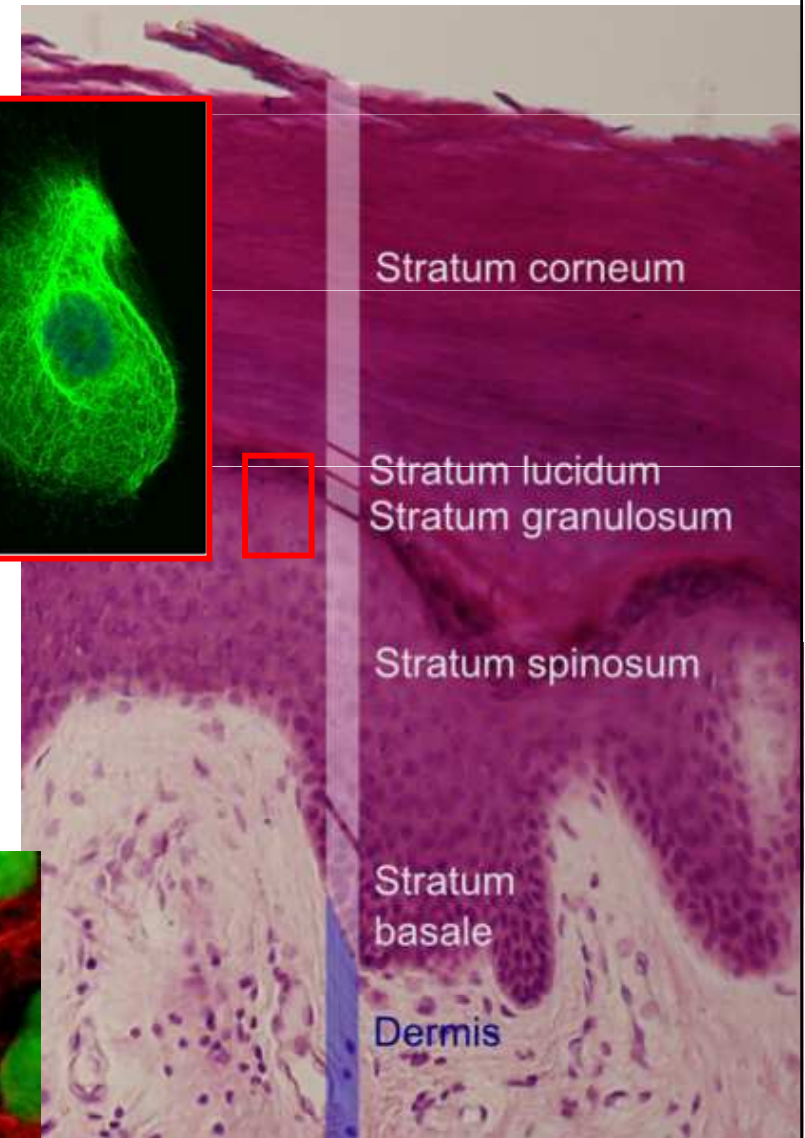
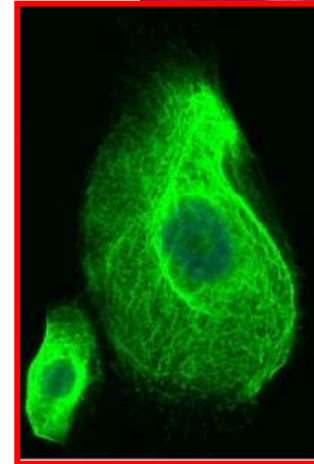
### Mechanická odolnost

#### - Konstantní abraze

- neustálá sebeobnova

#### - Keratin

- základní strukturální protein epitelů, polymer
- cytoskelet – intermediární filamenta
- 54 genů pro keratiny (2011)
- specifické pro vlasové folikuly, rohovku, epidermis a její deriváty, ale i v „nekeratinizovaných“ tkáních
- diagnostika

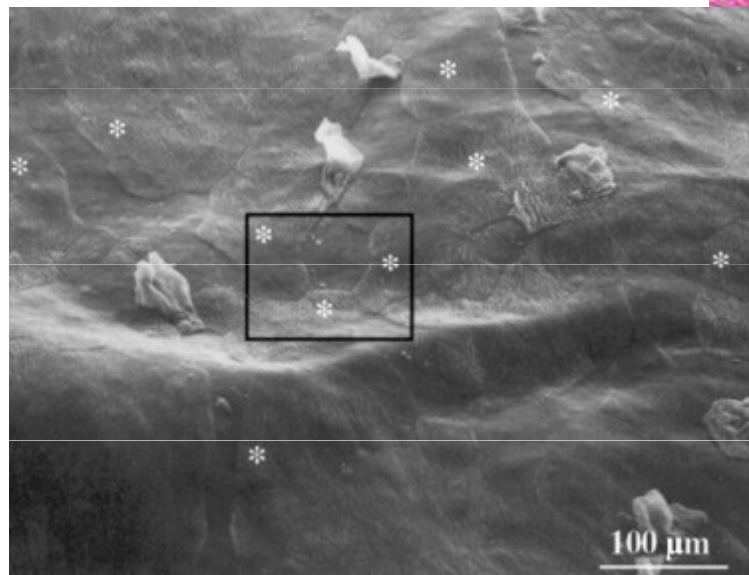
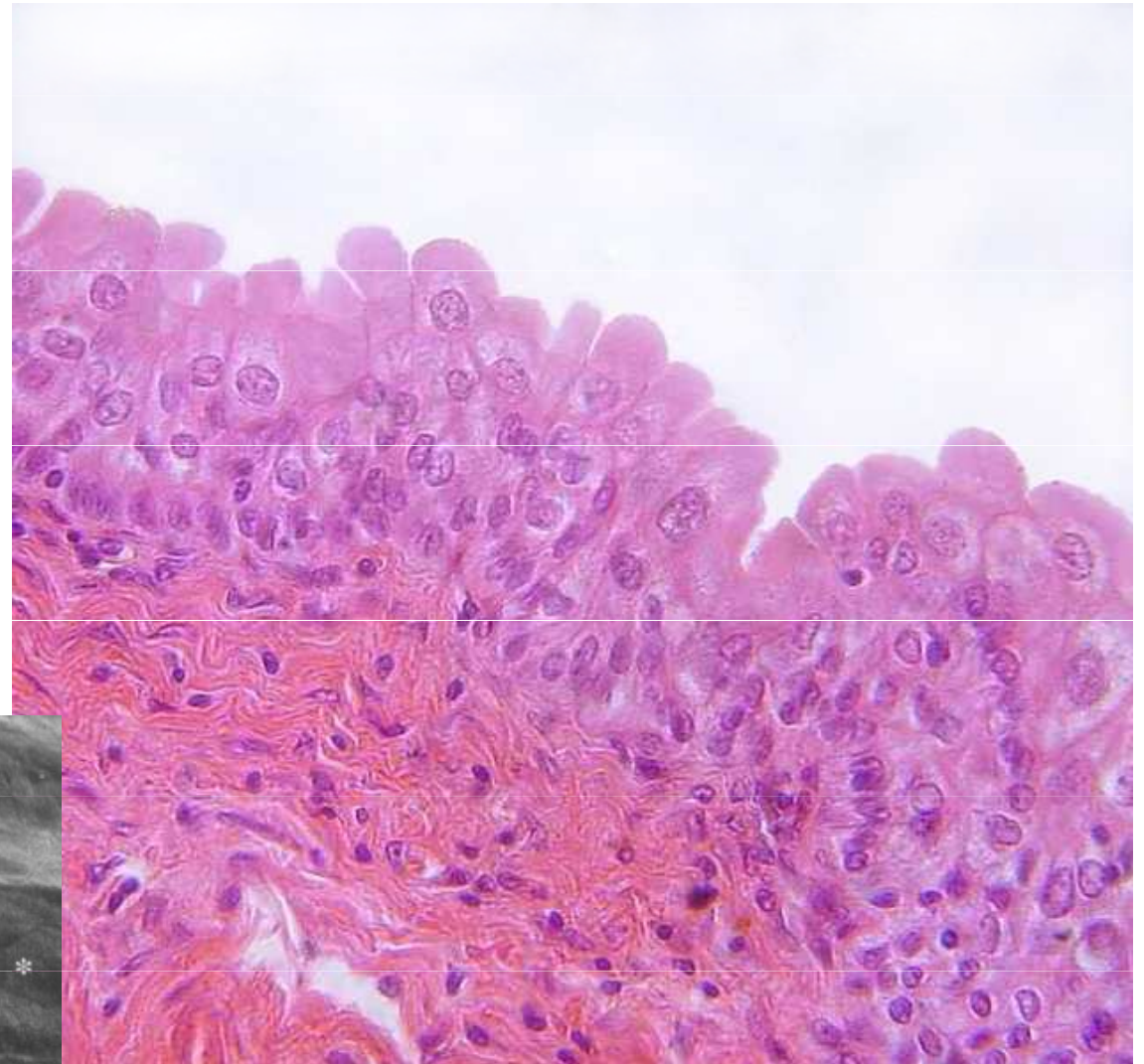


# Ochrana tkání

## Příklad: Přejíchný epitel

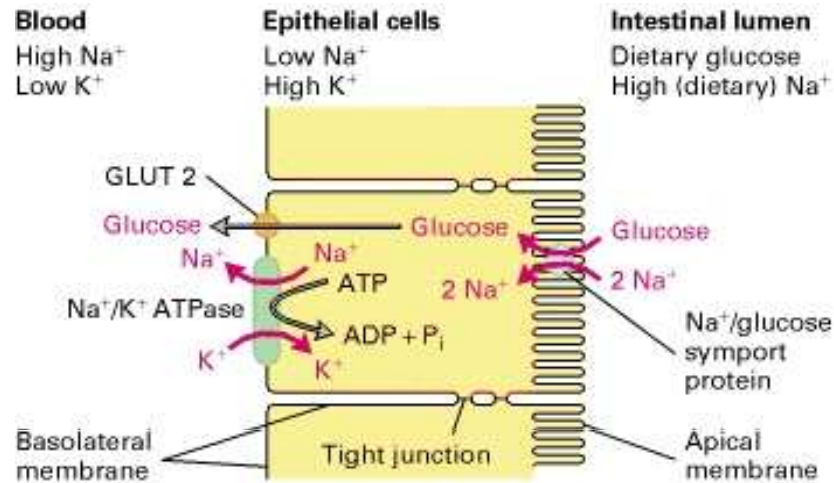
Buňky vytvářejí osmotickou bariéru

- Apikální membrána
  - Uroplakiny, lipidy
- Těsné spoje
- Subapikální vezikuly





# Transport a resorpce



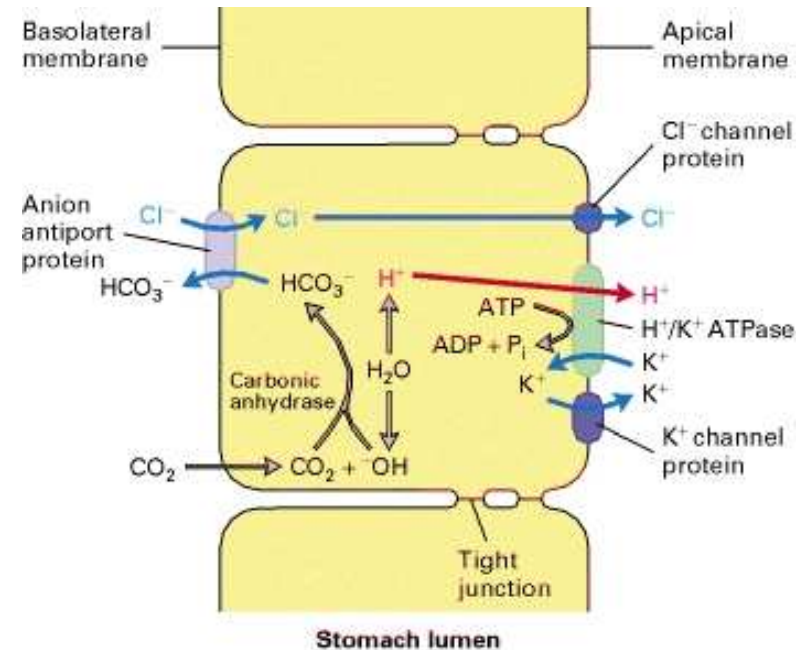
## Transport glukózy z lumen střeva do krevního oběhu

Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPáza - bazolaterální povrch - koncentrační gradient Na<sup>+</sup> a K<sup>+</sup>

K<sup>+</sup> gradient generuje negativní membránový potenciál

Na<sup>+</sup>/glukózový symport na apikálním povrchu

Facilitovaná difúze pomocí glukózového uniportu (GLUT2) v bazolaterální membráně



## Acidifikace žaludku parietálními buňkami epitelu

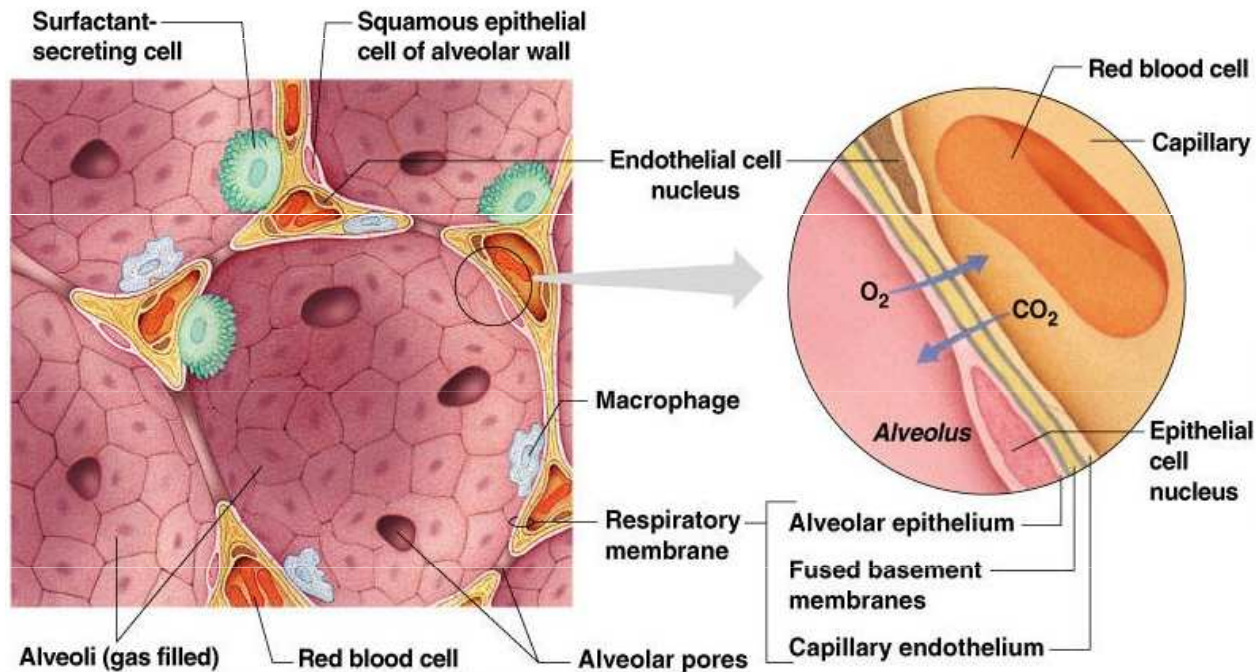
Apikální membrána - H<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPáza + Cl<sup>-</sup> a K<sup>+</sup> kanály

Bazolaterální membrána – aniontový antiport HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> a Cl<sup>-</sup> ionty

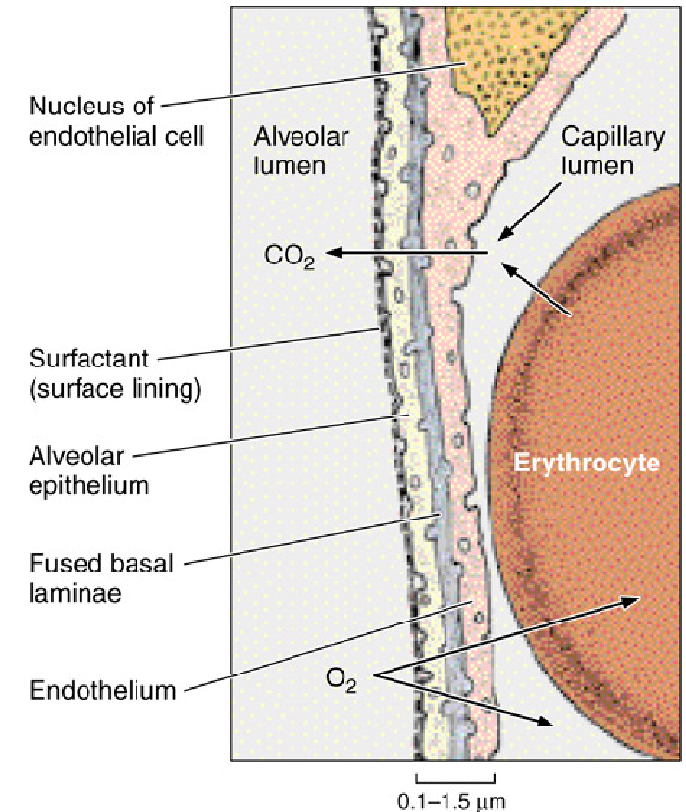
Kombinovanou aktivitou transportních kanálů je udržována elektroneutralita a neutrální pH v buňce a zároveň vysoká koncentrace H<sup>+</sup> a Cl<sup>-</sup> v lumen žaludku

# Respirační epitel

- Výměna plynů mezi krví a atmosférickým vzduchem ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) – koncentrační gradient
- Bariéra – krev-vzduch
- Surfaktant
- Respirační oddíl plic – plicní sklípky respiračních bronchiolů, alveolárních chodbiček a váčků
- Granulované (typ I) a membranózní (typ II) pneumocyty (97%)

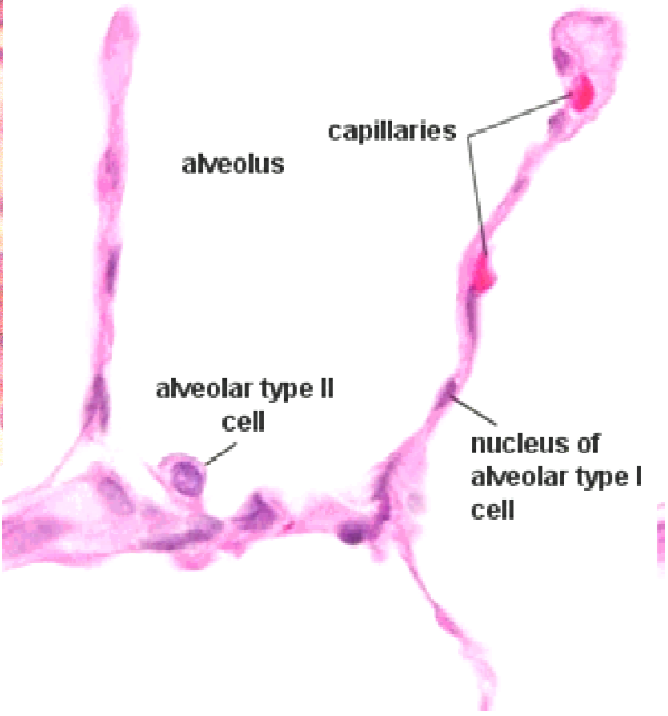
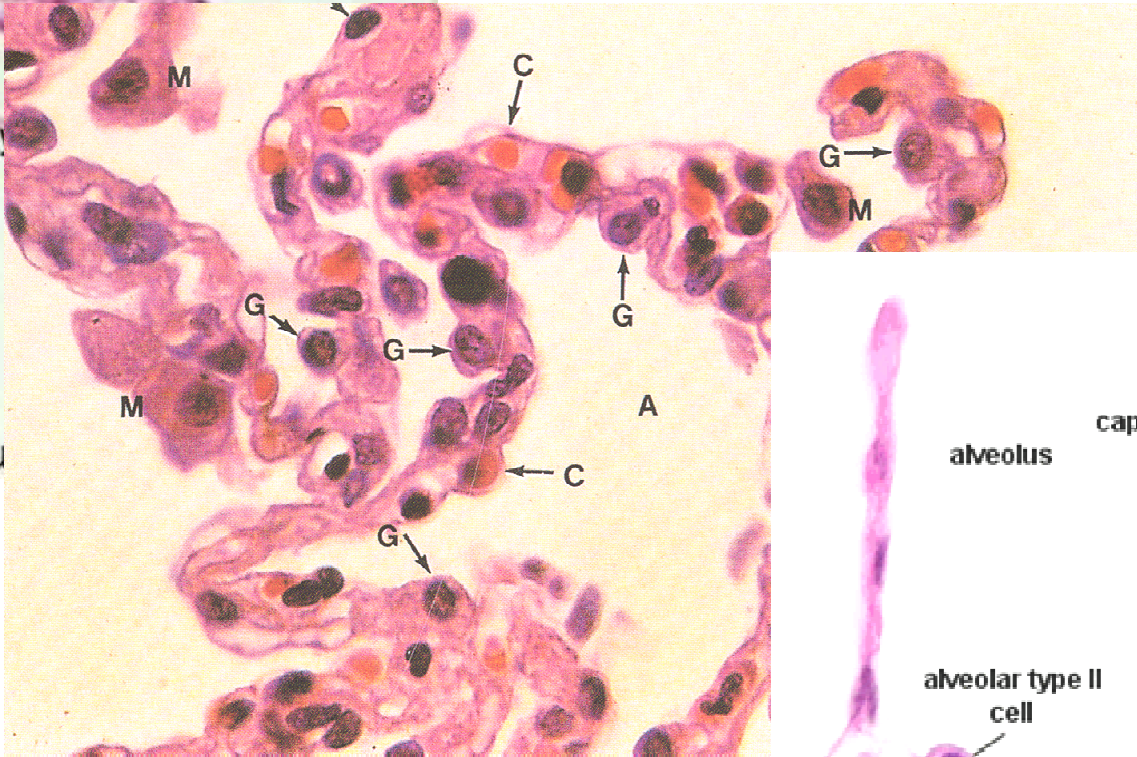
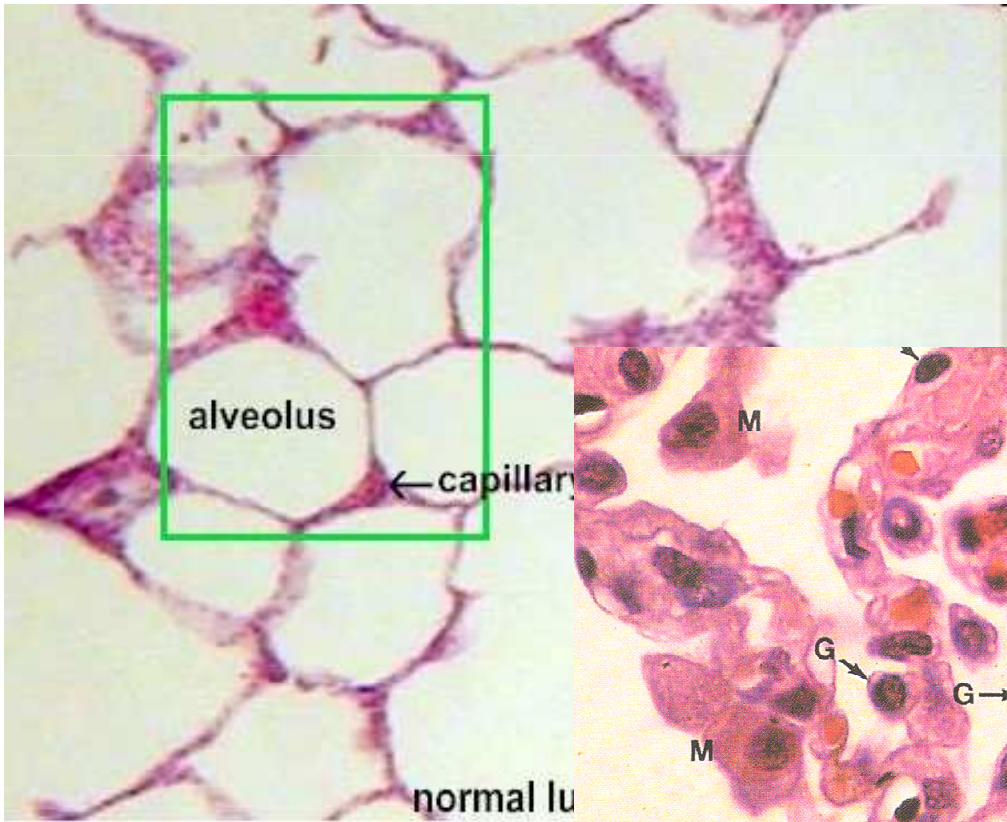


Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.





# Respirační epitel





# Sekrece - žláznový epitel

## Jednobuněčné žlázy

- Pohárkové buňky
- Enteroendokrinní buňky

## Mnohobuněčné žlázy

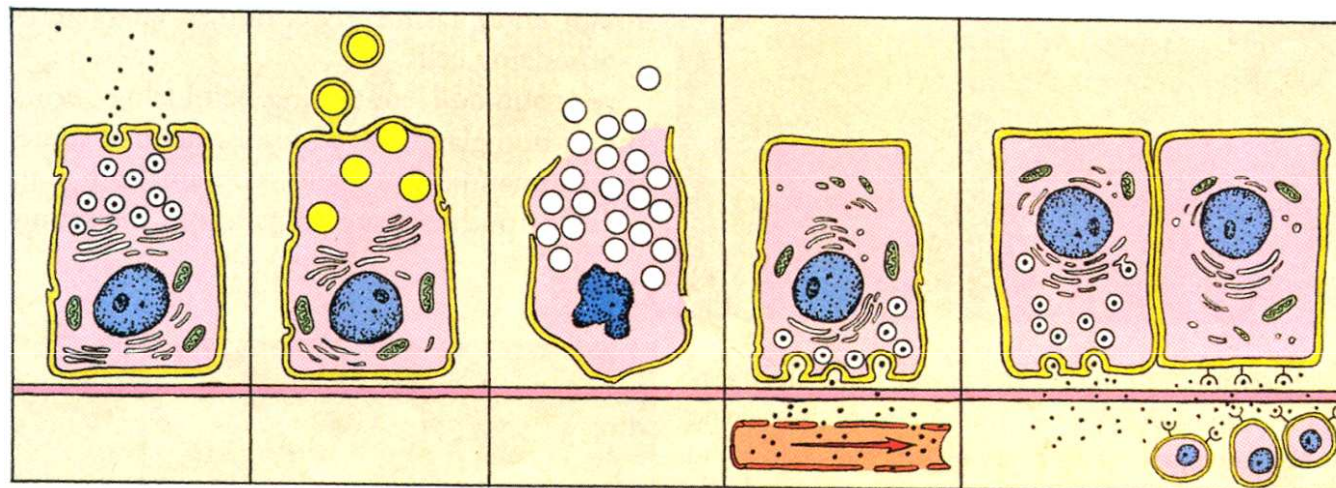
- Endoepitelové
- Exoepitelové

Exokrinní ×

Endokrinní × Parakrinní

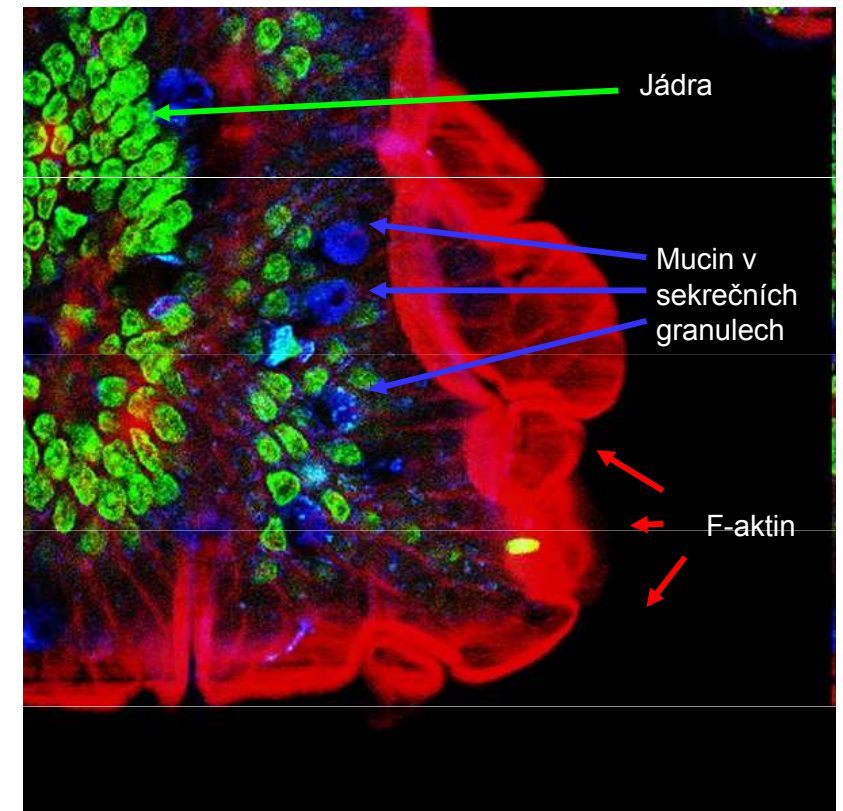
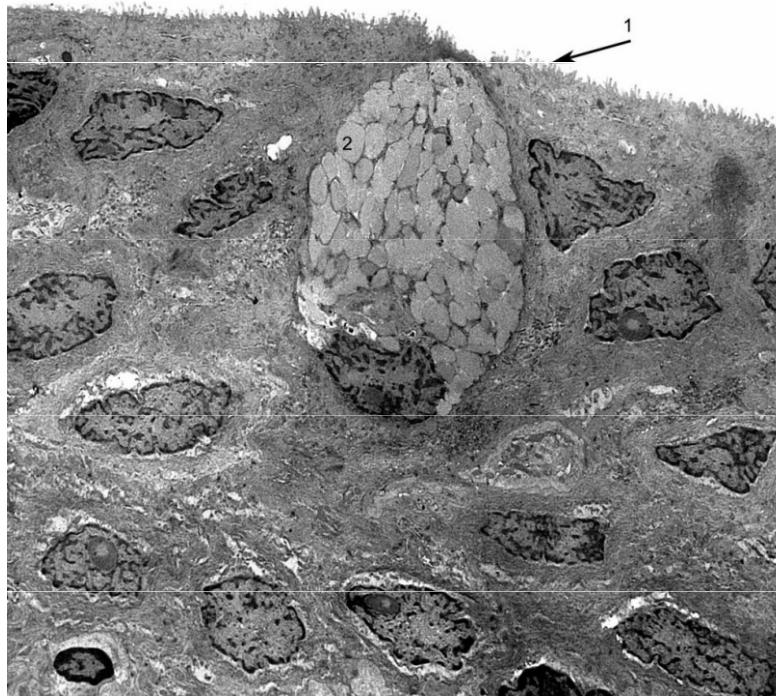
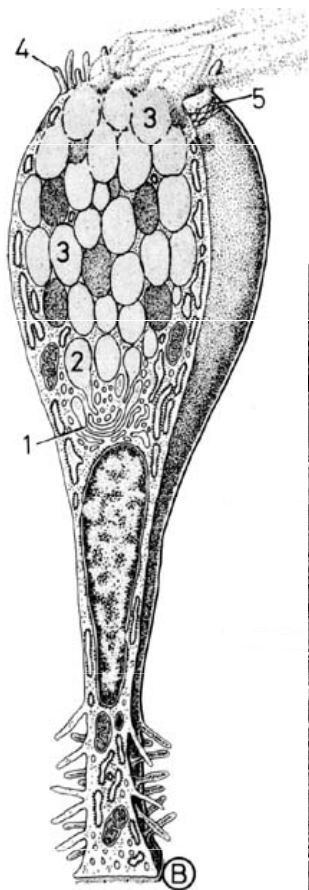
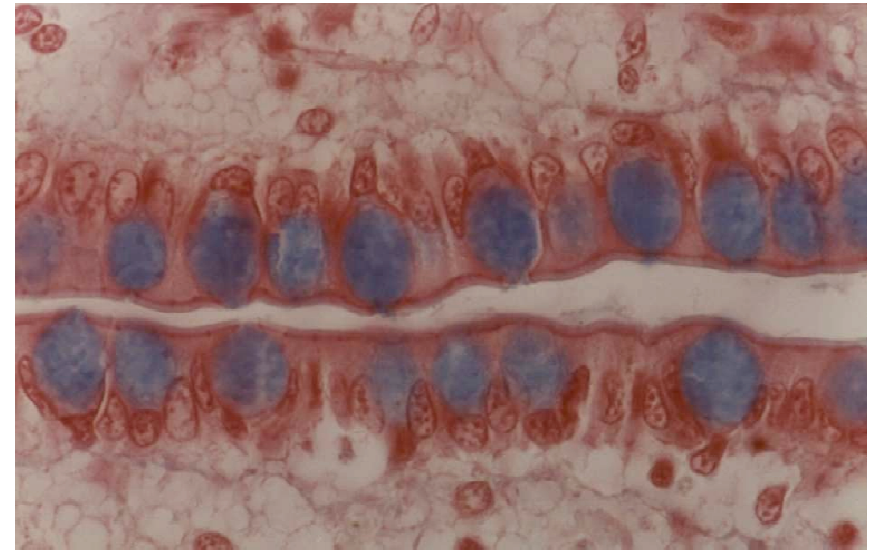
## Charakter sekrece

Merokrinní × Apokrinní × Holokrinní



# Pohárkové buňky

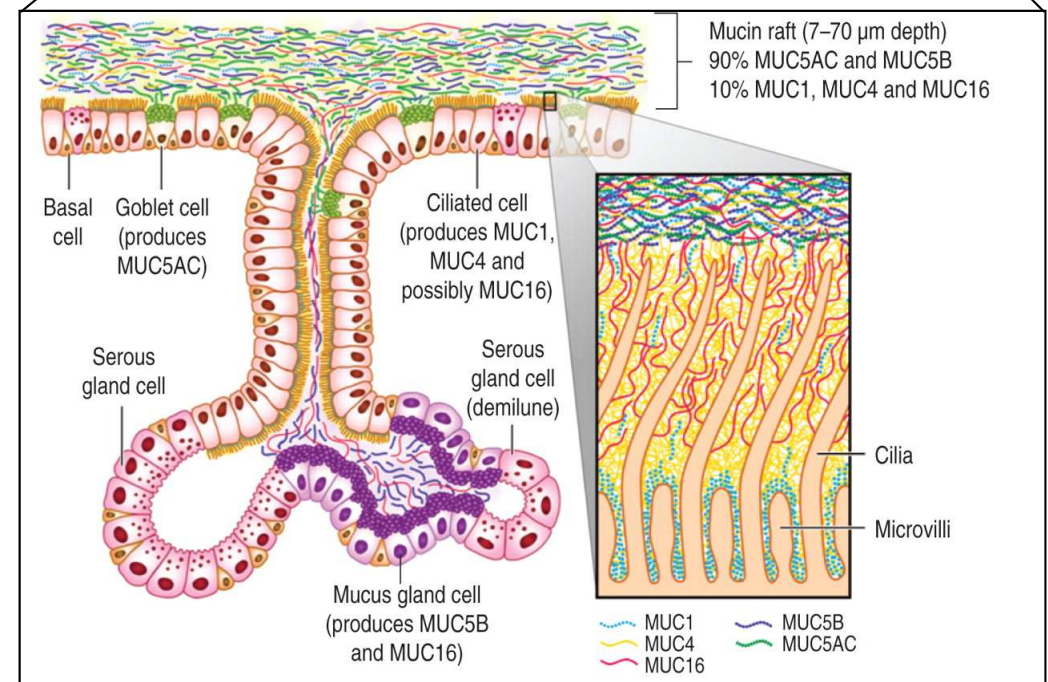
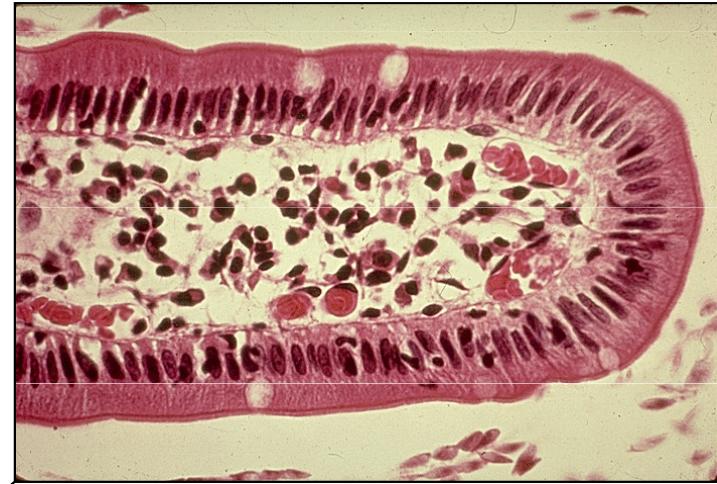
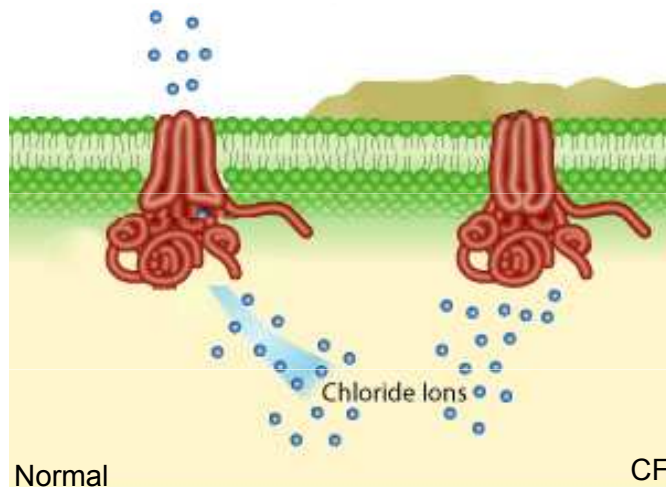
- Cylindrické žlázové epiteliální buňky
- Apikální povrch - apokrinní/merokrinní sekrece mucinu
- Bazální část – RER, GA, jádro, mitochondrie
- Mucinogenní zrna – barvení mucinokarmínem





# Pohárkové buňky

- Zejména respirační a GI trakt
- Produkují hlen (mukus) = viskózní tekutina složená z elektrolytů a vysoce glykosylovaných glykoproteinů (muciny)
- Chrání proti mechanickému nebo chemickému poškození
- Zachycení a eliminace pevných částic
- Sekrece konstitutivní nebo po stimulaci (kouř, prach, bakterie)
- Mukus po sekreci expanduje 500× během 20ms
- Klinické korelace: Chronická bronchitida / cystická fibróza – změny ve složení nebo množství hlenu

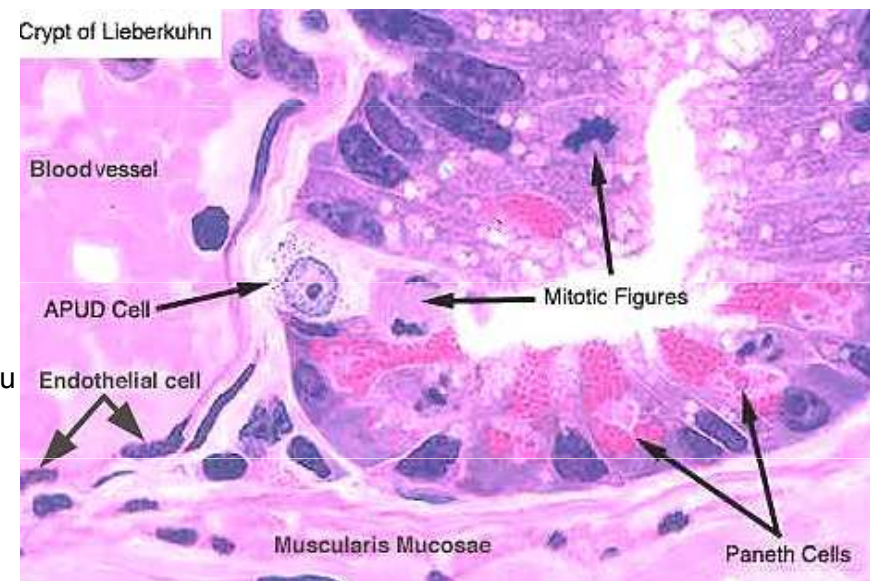
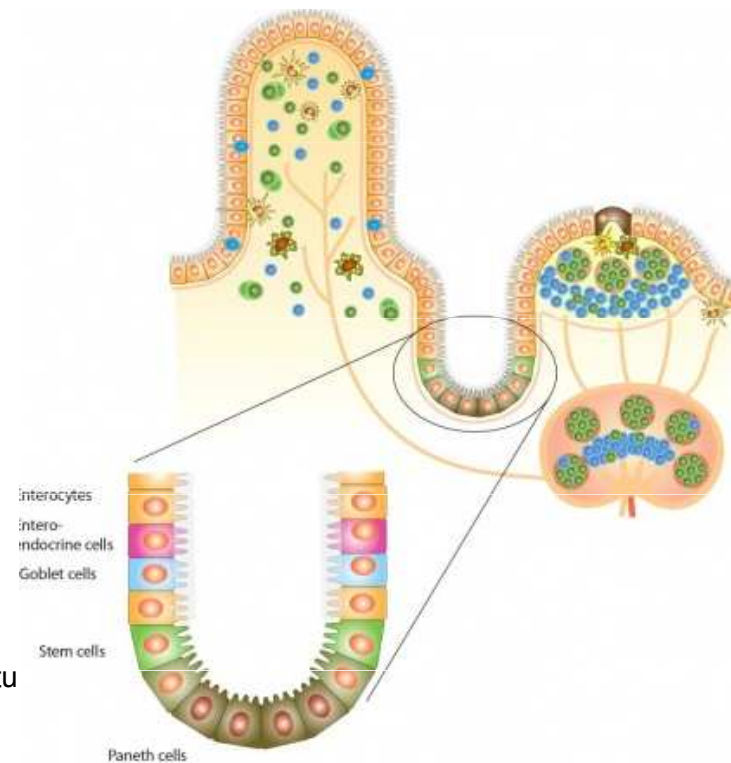




# Enteroendokrinní buňky

- Specializované buňky GIT
- Argentafinní, enterochromafinní buňky
- APUD = Amine Precursor Uptake Decarboxylase
- Hormony
- Řada typů:

Typ	Hormon	Lokalizace/funkce
D buňky	Somatostatin	- Žaludek, střevo, jaterní a pankreatické vývody - jako D buňky Langerhansových ostrůvků v pankreatu
EC buňky	Serotonin	- Žaludek, střevo, žlučník - Peristaltika
ECL buňky	Histamin	- Žaludek - Sekrece HCl
G buňky	Gastrin	- Pars pylorica, duodenum - Sekrece HCl, pepsinu
I buňky	Cholecystokinin	- Tenké střevo - Pankreatická šťáva, motilita žlučníku
K buňky	GIP (enterogastrin)	- Zejména duodenum - motilita žaludku, sekrece inzulínu
L (EG) buňky	Enteroglukagon	- Žaludek, střevo - tlumí sekreci pankreatických enzymů a peristaltiku
S buňky	Sekretin	- Tenké střevo, dvanáctník - Tlumí sekreci HCl



# Mnohobuněčné žlázy

- Endoepitelové (neopouštějí epitel, např. endoepitelové žlázy uretry, konjunktiva)
- Exoepitelové (epitelové pupeny v okolním vazivu)
  - Podle tvaru sekreční komponenty
    - Alveolární
    - Tubulózní
    - Tuboalveolární
  - Podle větvení
    - Jednoduché
    - Větvené
    - Složené
  - Podle charakter sekrece
    - Mucinózní
    - Serózní
    - Složené



Simple tubular



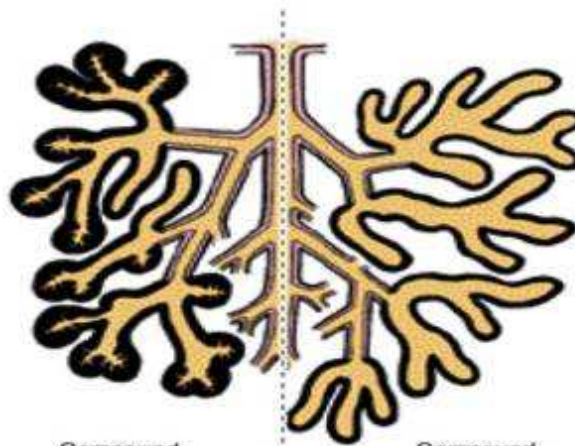
Simple coiled tubular



Simple branched tubular



Simple branched acinar



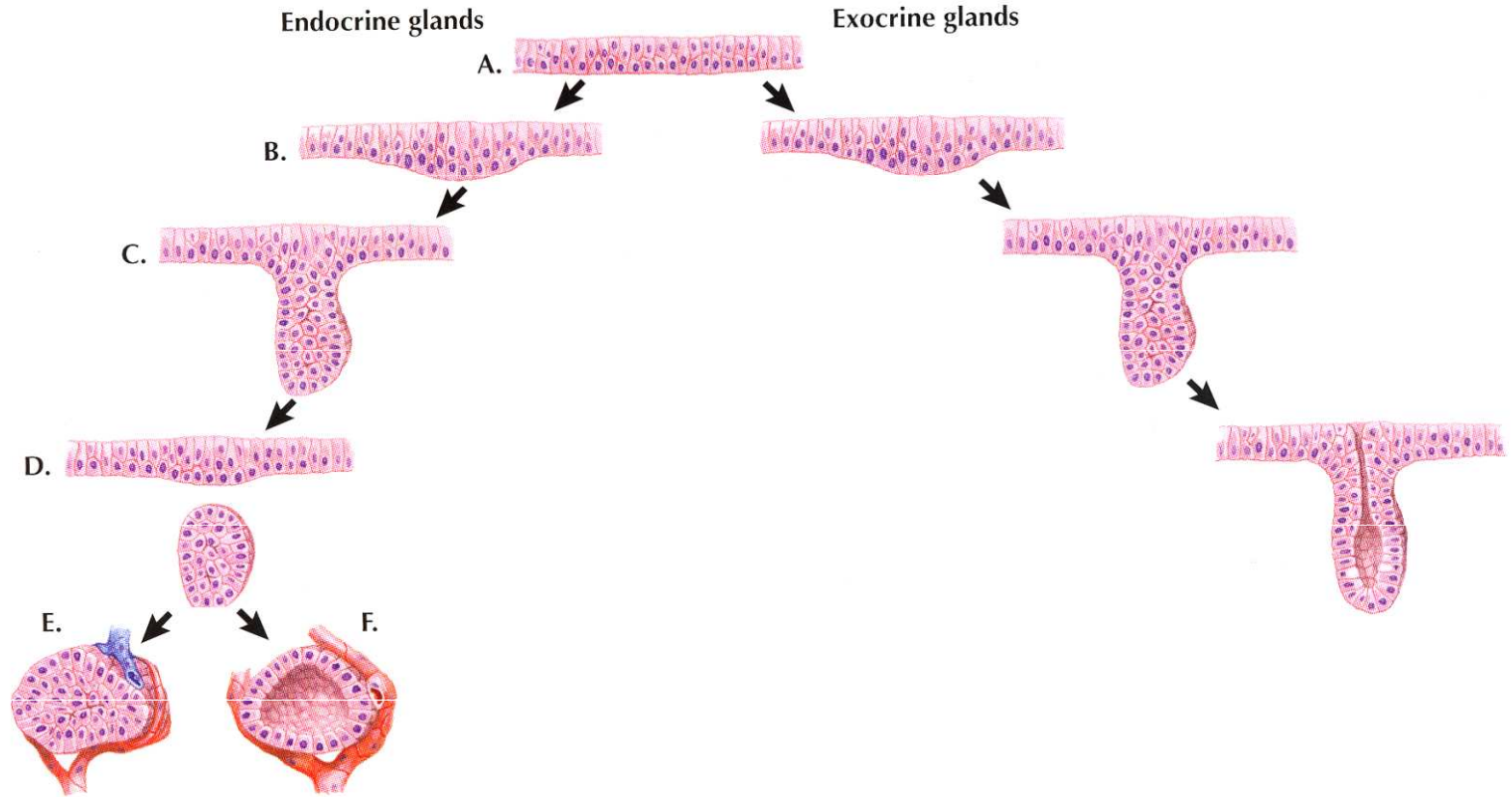
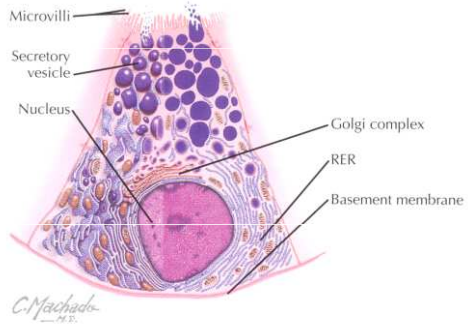
Compound tubuloacinar

Compound tubular



Compound acinar

# Vývoj mnohobuněčných exoepitelových žláz



Simple tubular



Simple acinar



Simple tubuloacinar



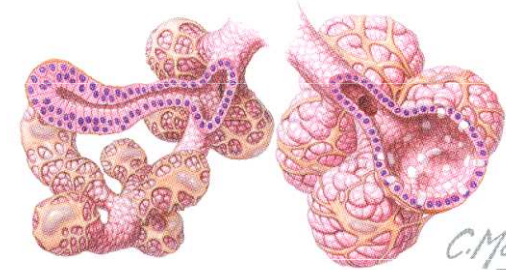
Compound tubular



Compound acinar



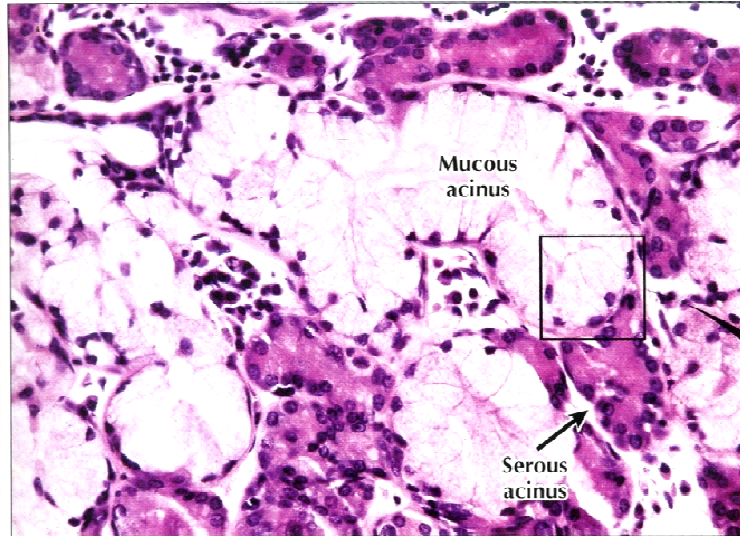
Compound tubuloacinar



*C. Machado M.D.*

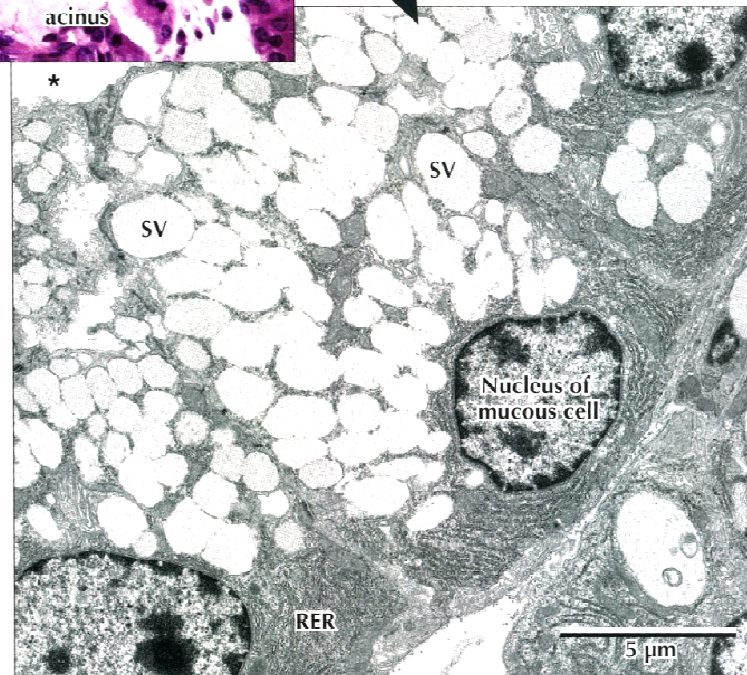


# Mucinózní žlázy

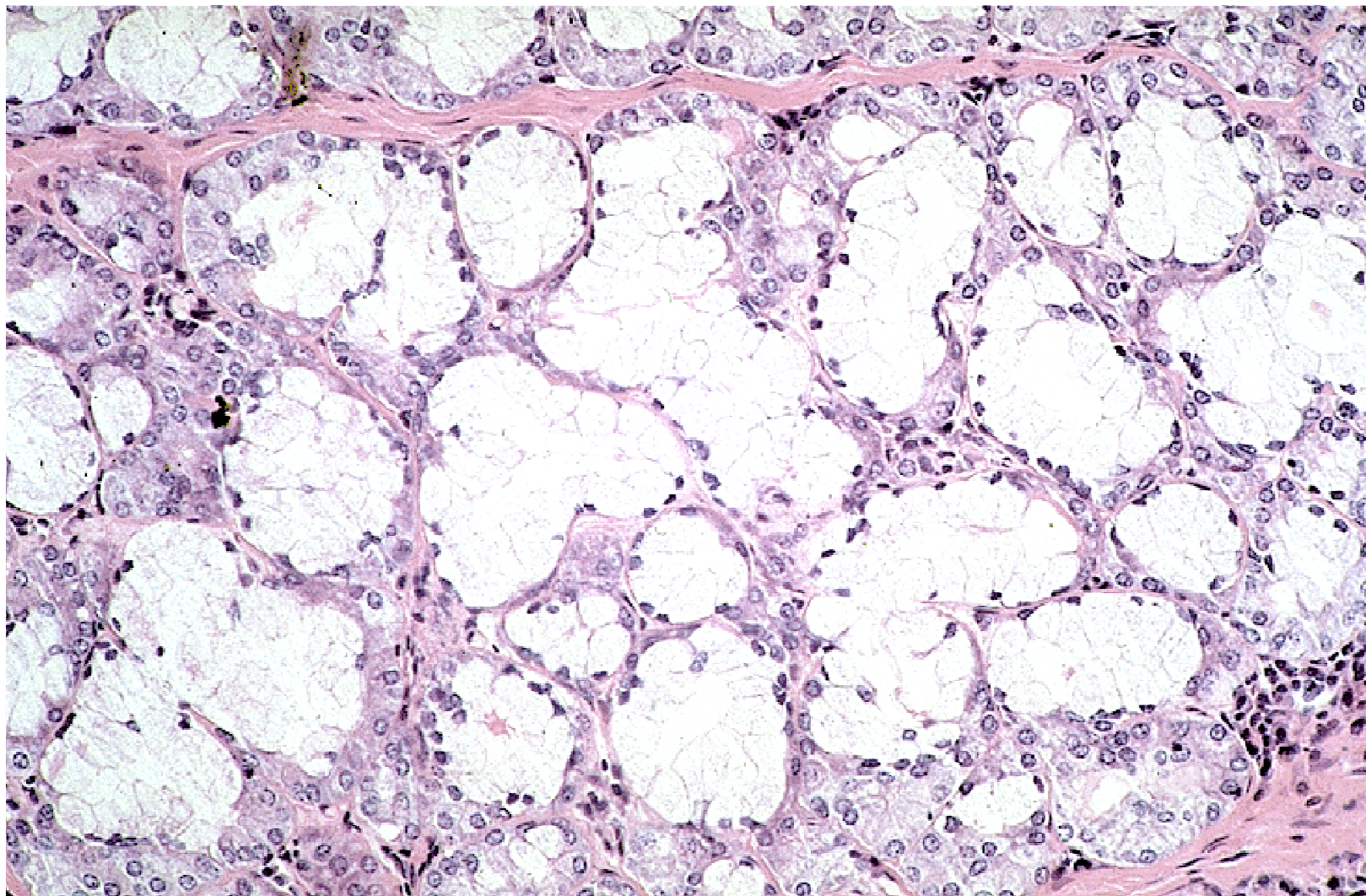


◀ **LM of part of a mixed seromucous gland in the trachea.** Several mucous acini with pale-stained mucous cells are seen. The basal nuclei are flat, and cells appear washed out because mucous droplets dissolved during specimen preparation. Darker stained serous cells in adjacent acini have more rounded basal nuclei. Serous cells are smaller than mucous cells. The square outlines the area of interest seen in the EM below. 295 $\times$ . H&E.

▶ **EM of part of a mucous acinus in a mixed salivary gland.** Parts of three mucous cells line the acinus lumen (\*). Euchromatic basal nuclei have prominent nucleoli. Basal cytoplasm contains many profiles of rough endoplasmic reticulum (RER). Many large, electron-lucent secretory vesicles (SV) dominating the remaining cytoplasm are discharged by exocytosis into the acinus lumen. 5400 $\times$ .

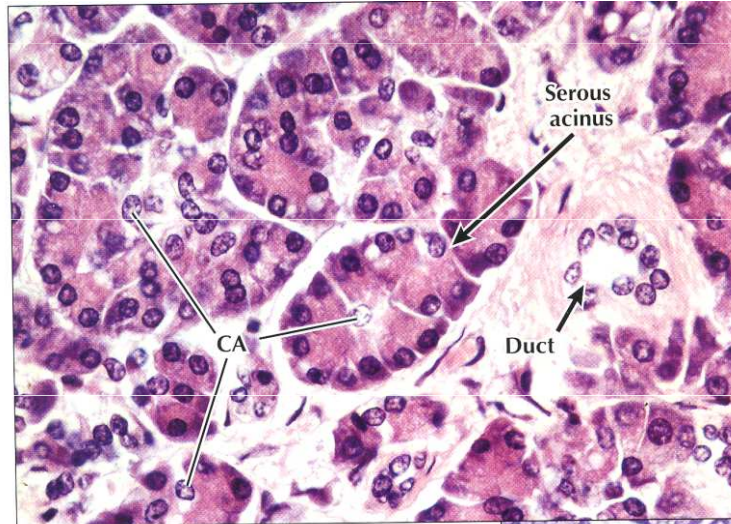
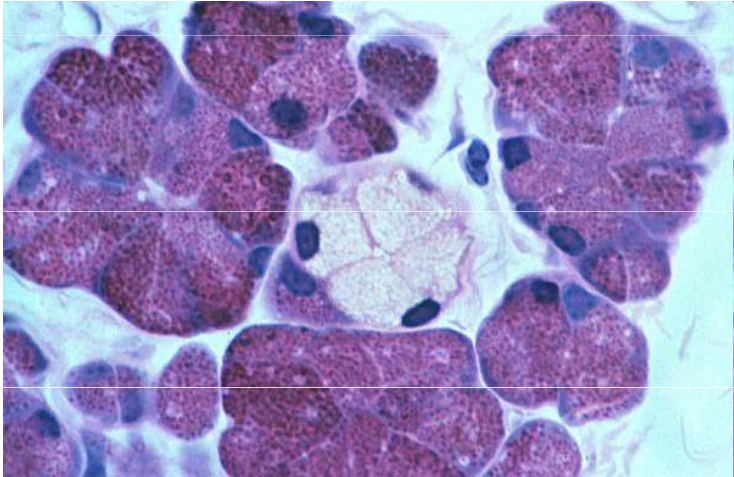


# Mucinózní žlázy

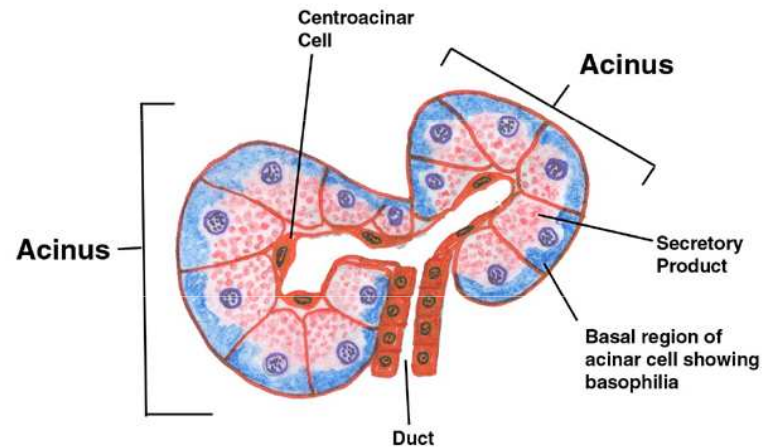




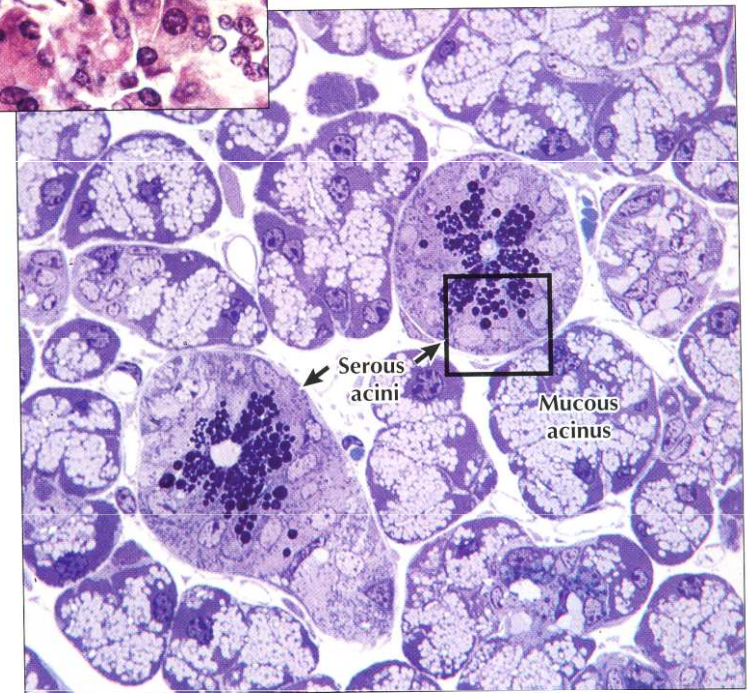
# Serózní žlázy



◀ **LM of part of the exocrine pancreas.** The exocrine part of the gland consists of closely packed spherical or pear-shaped serous acini. Several columnar to pyramidal acinar cells, with round basal nuclei, face a small central lumen in each **serous acinus**. Basal cytoplasm is basophilic; apical cytoplasm is more eosinophilic. Small clear centroacinar cells (**CA**) in acini centers help distinguish this purely serous gland from others, such as the parotid salivary gland. A small **duct**, in the connective tissue stroma, conveys secretions from acini to larger pancreatic ducts. 385×. *H&E*.



▶ **LM of part of a mixed salivary gland.** Several pale **mucous acini** surround two round **serous acini**. Serous cells have conspicuous, dark-stained secretory vesicles; mucous cells look vacuolated and washed out. EM in 2.15 shows the area in the square in detail. 600×. *Toluidine blue, plastic section*.



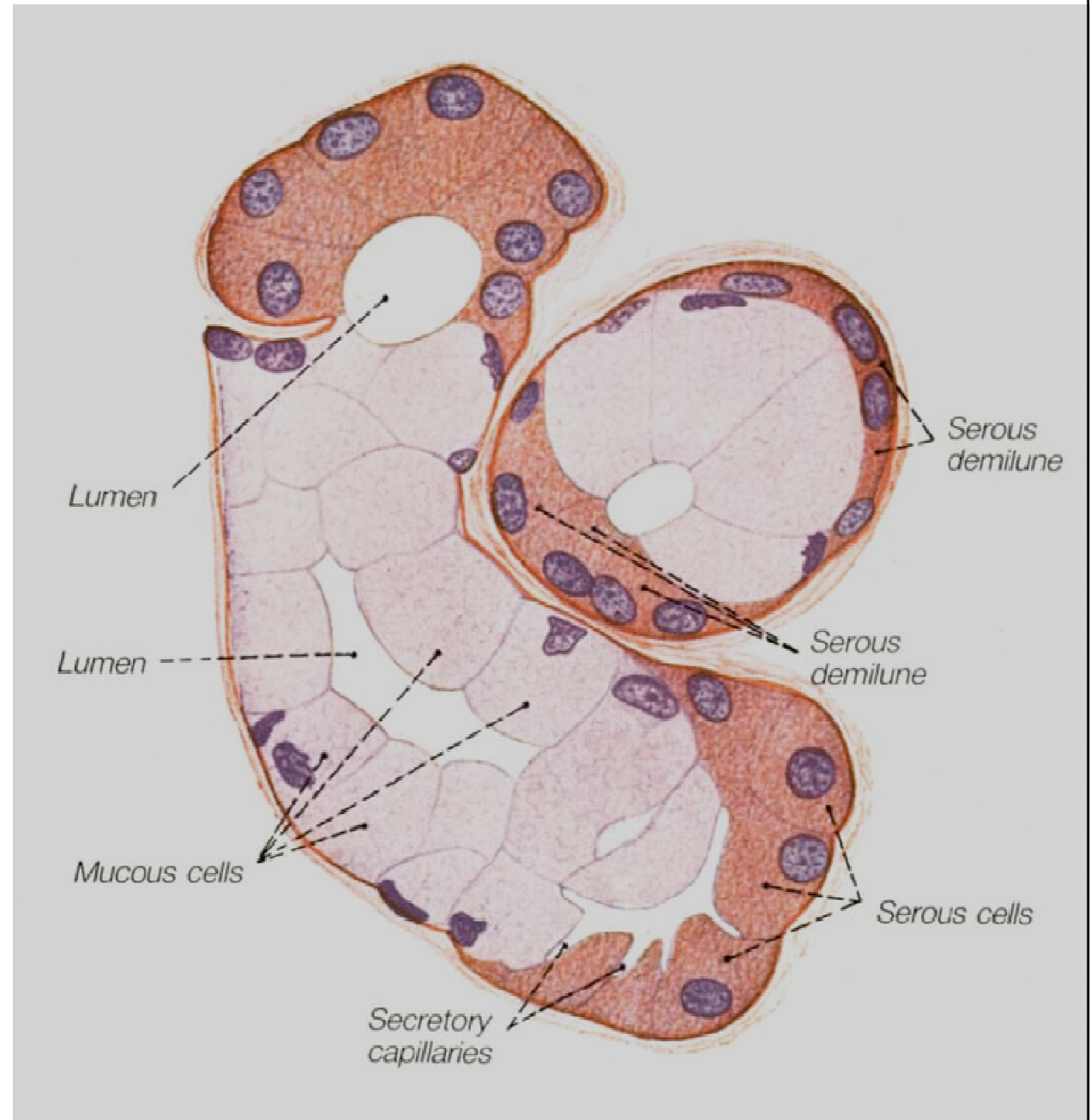
Labels in image: Serous acini, Mucous acinus

# Složené žlázy

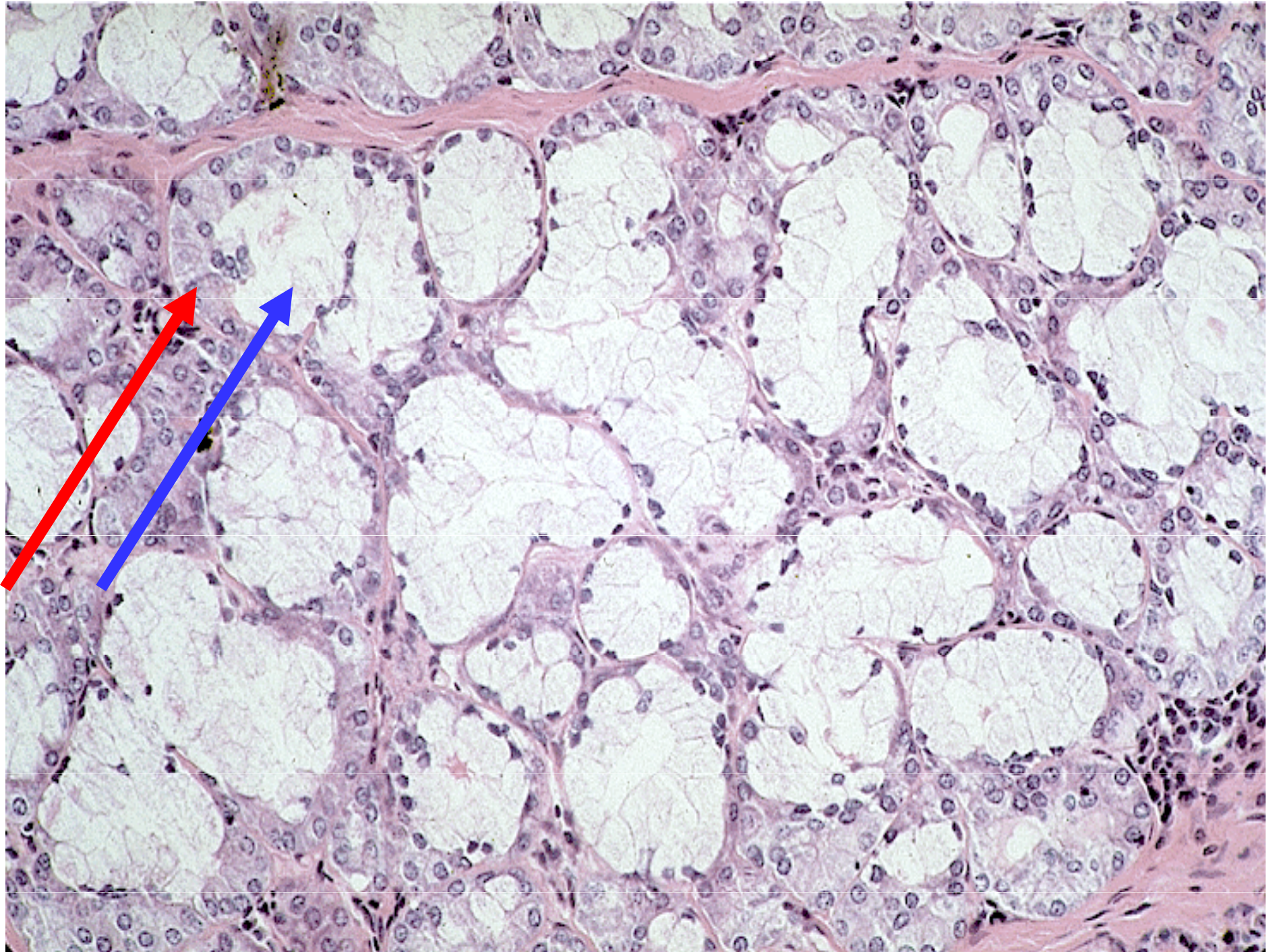
- mucinózní i serózní
- Gianuzziho lunuly (demiluny)



Giuseppe Oronzo Giannuzzi  
(1838-1876)





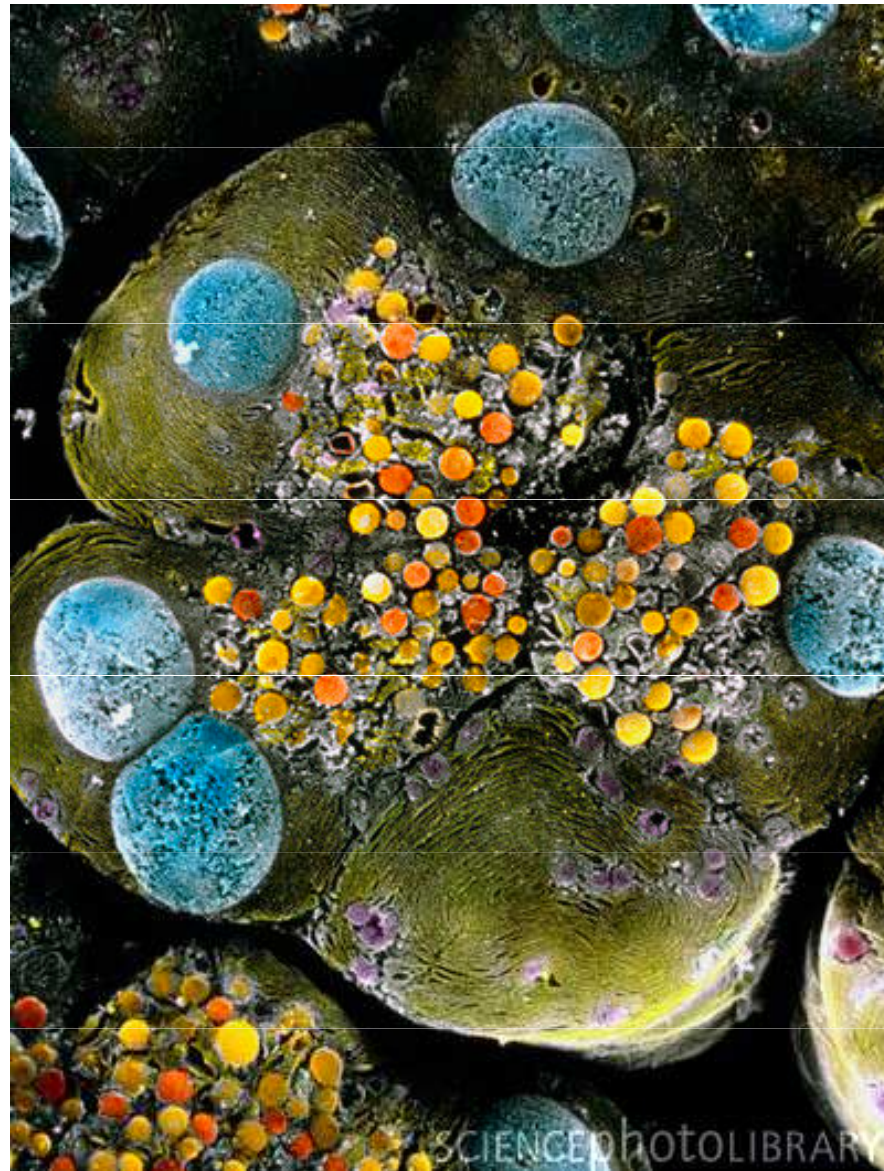




# PŘESTÁVKA



# Cytologická charakteristika buněk žláзовého epitelu

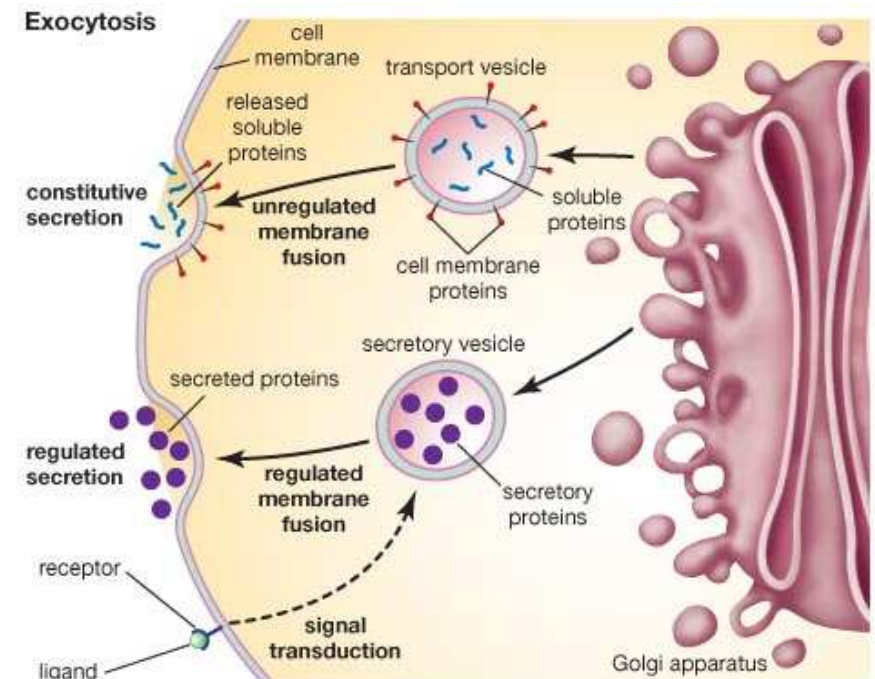
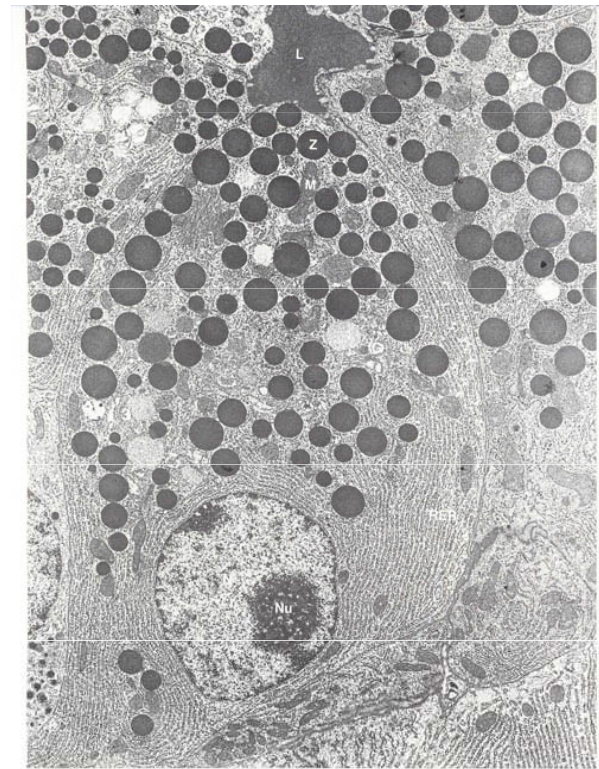
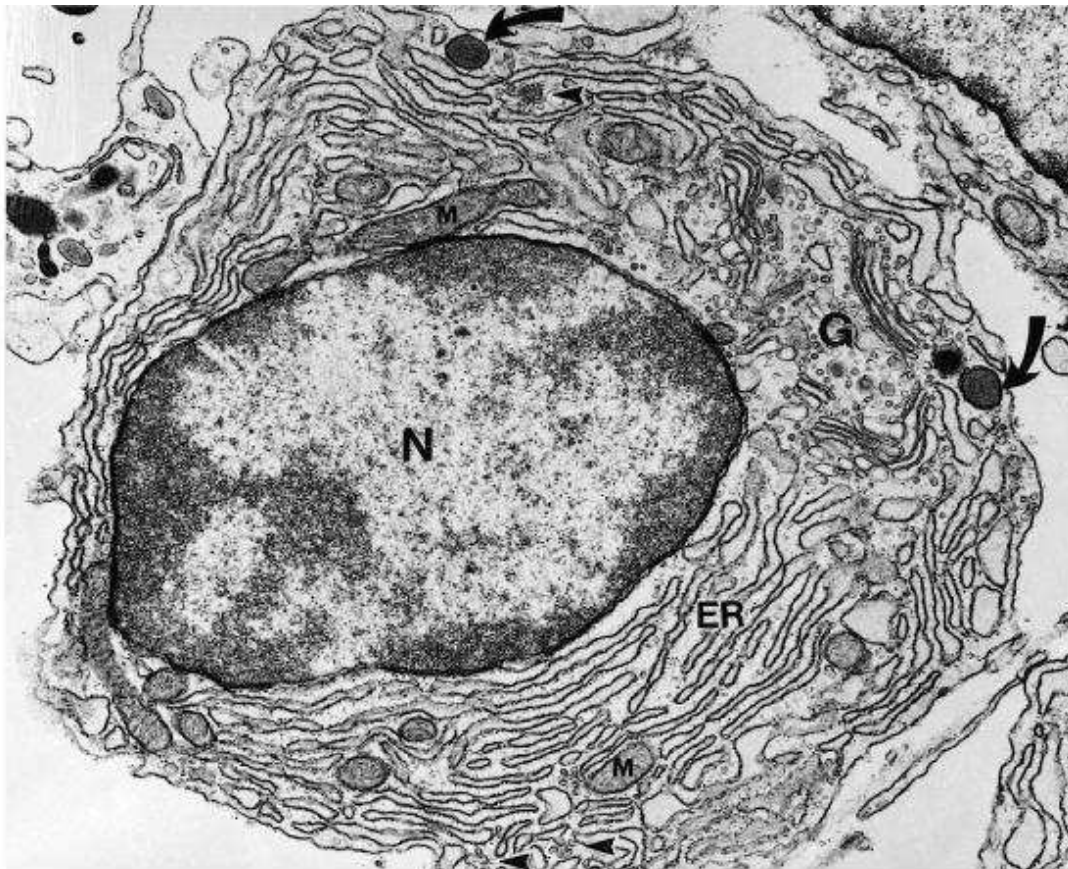


Pankreatický acinus – serózní žláza, sekreční váčky



# Buňky secernující proteiny

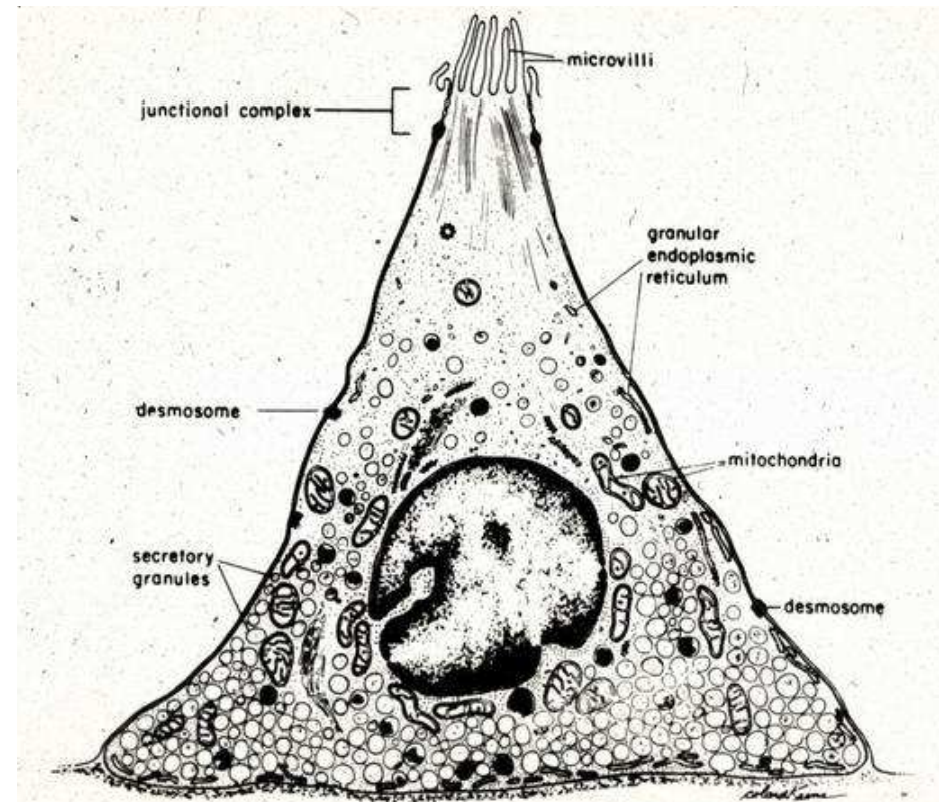
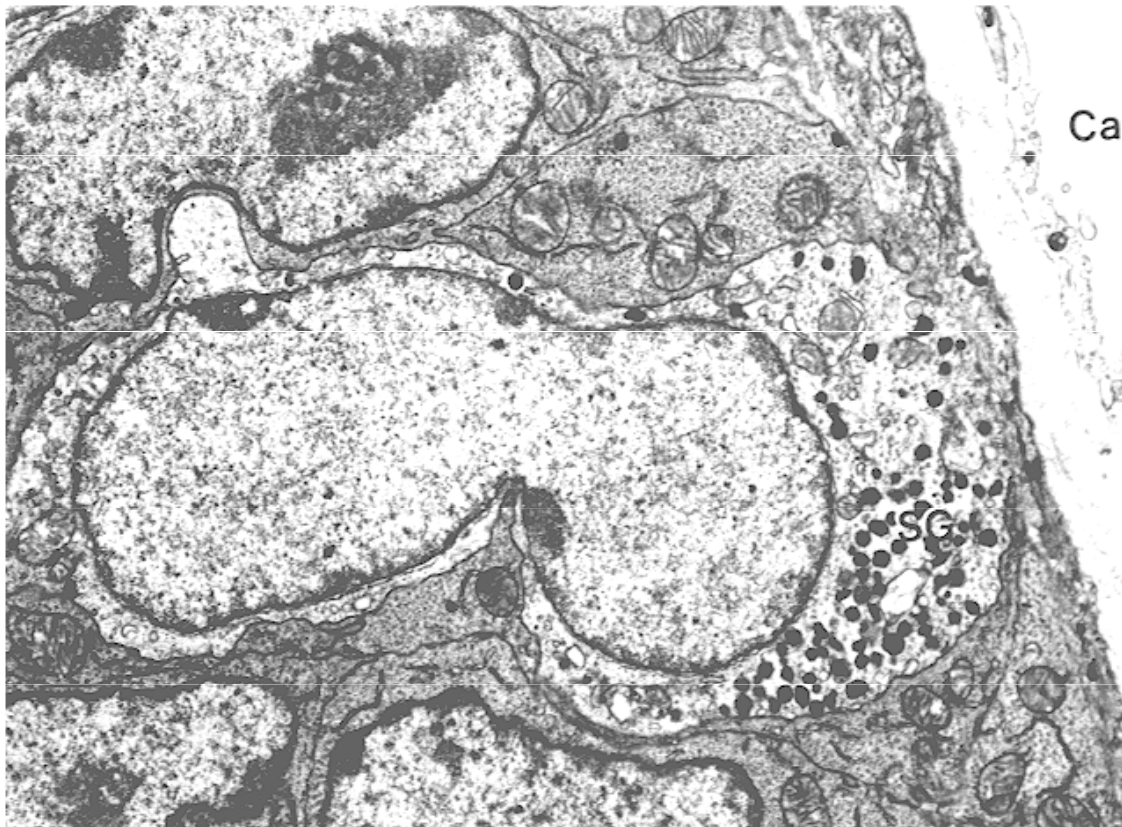
- velké světlé jádro, zřetelný euchromatin
- vyvinuté RER
- GA/sekreční vezikuly
- sekret nízké viskozity (serózní)
- pankreas, slinné žlázy





# Buňky secernující polypeptidy, biogenní aminy

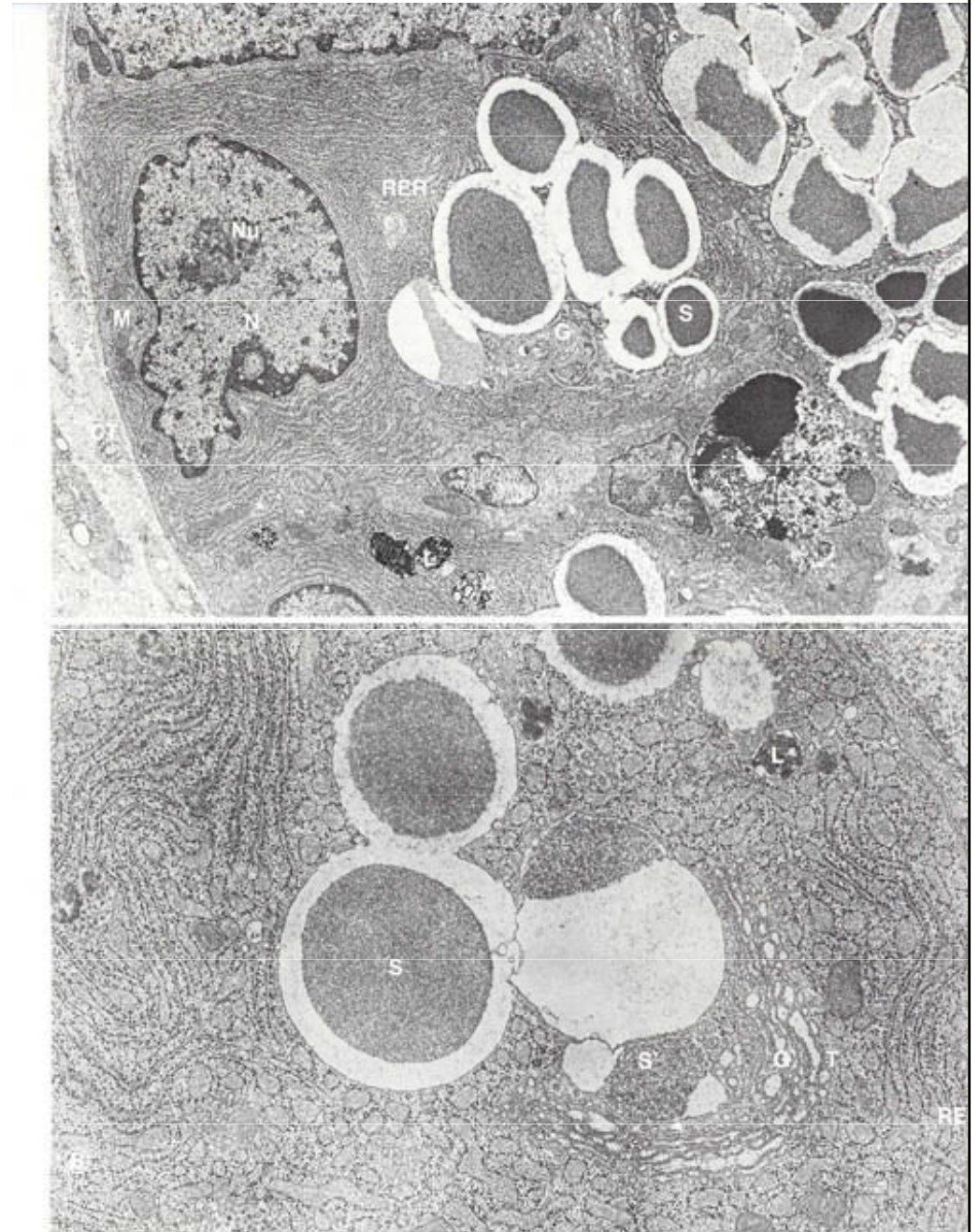
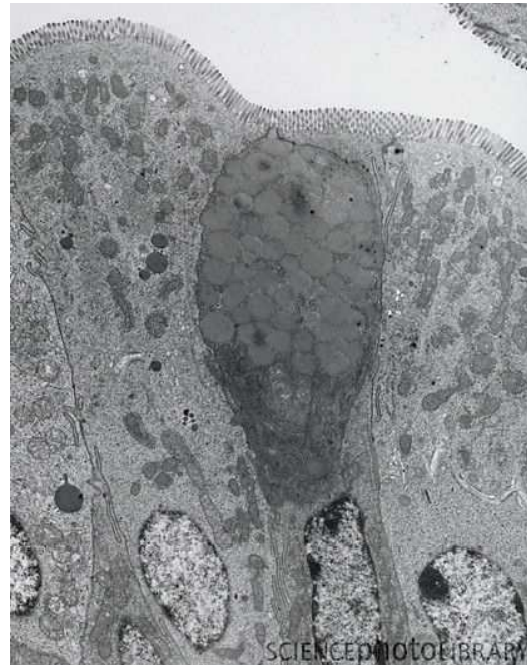
- Specifické sekreční vezikuly, 100-400 nm
- Obsah závisí na typu buněk – argentafilní, argyrofilní, chromatofilní
- APUD





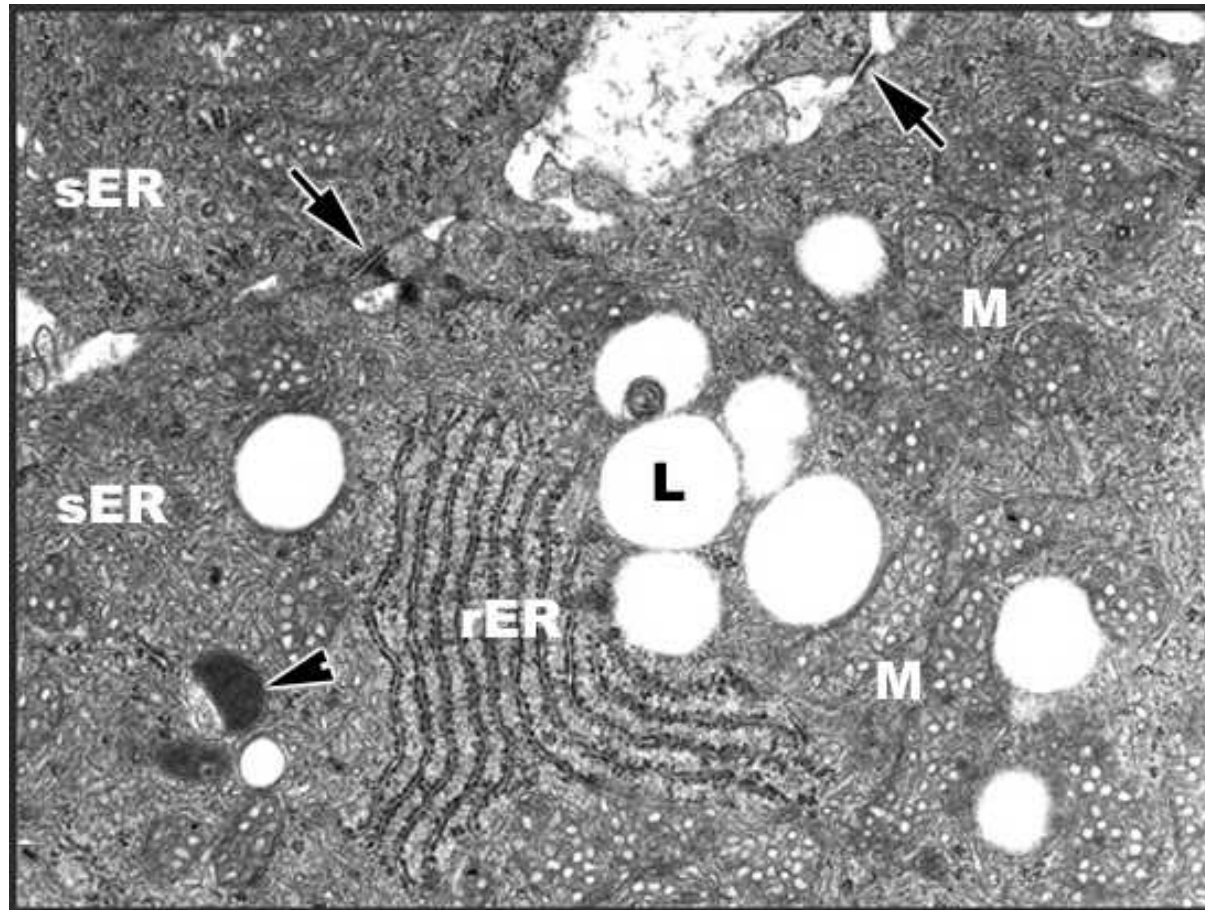
# Buňky produkující mukus

- RER, GA, exocytóza
- Glykoproteiny, polysacharidy
- fibrogranulární vezikuly
- pohárkové buňky



# Buňky secernující steroidy

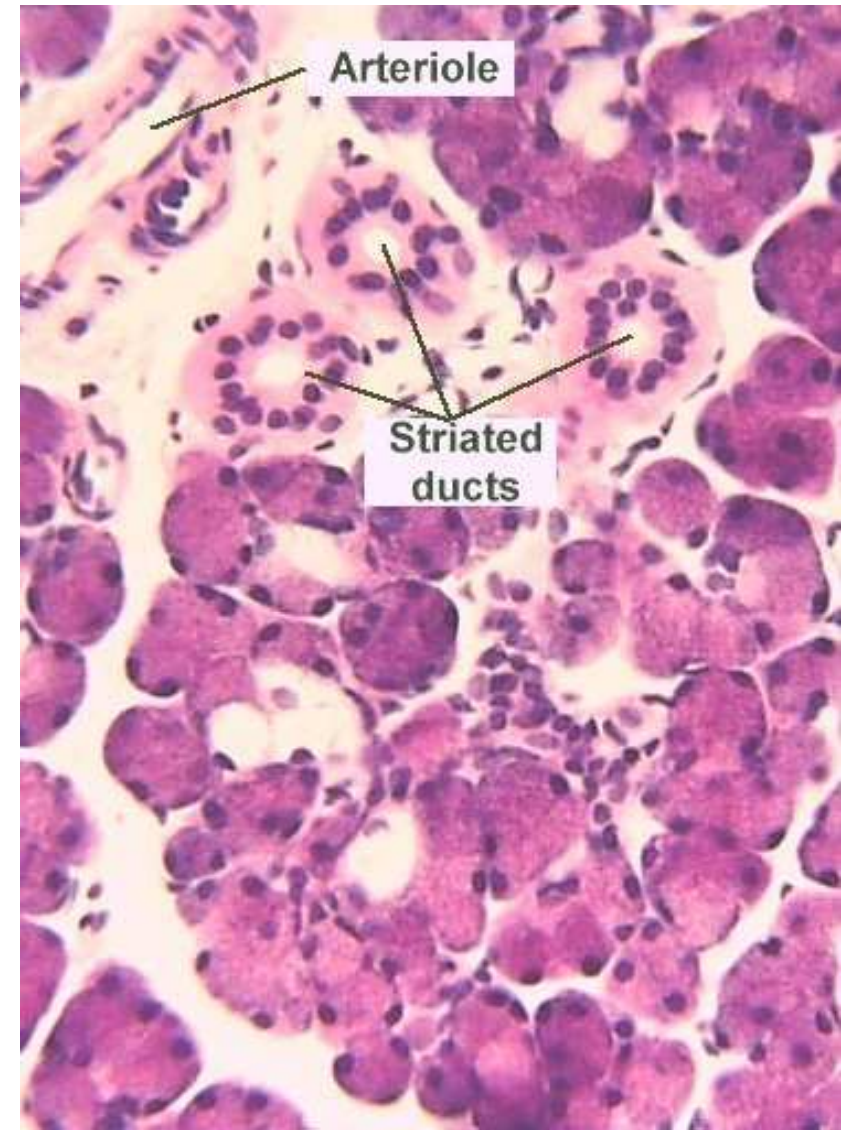
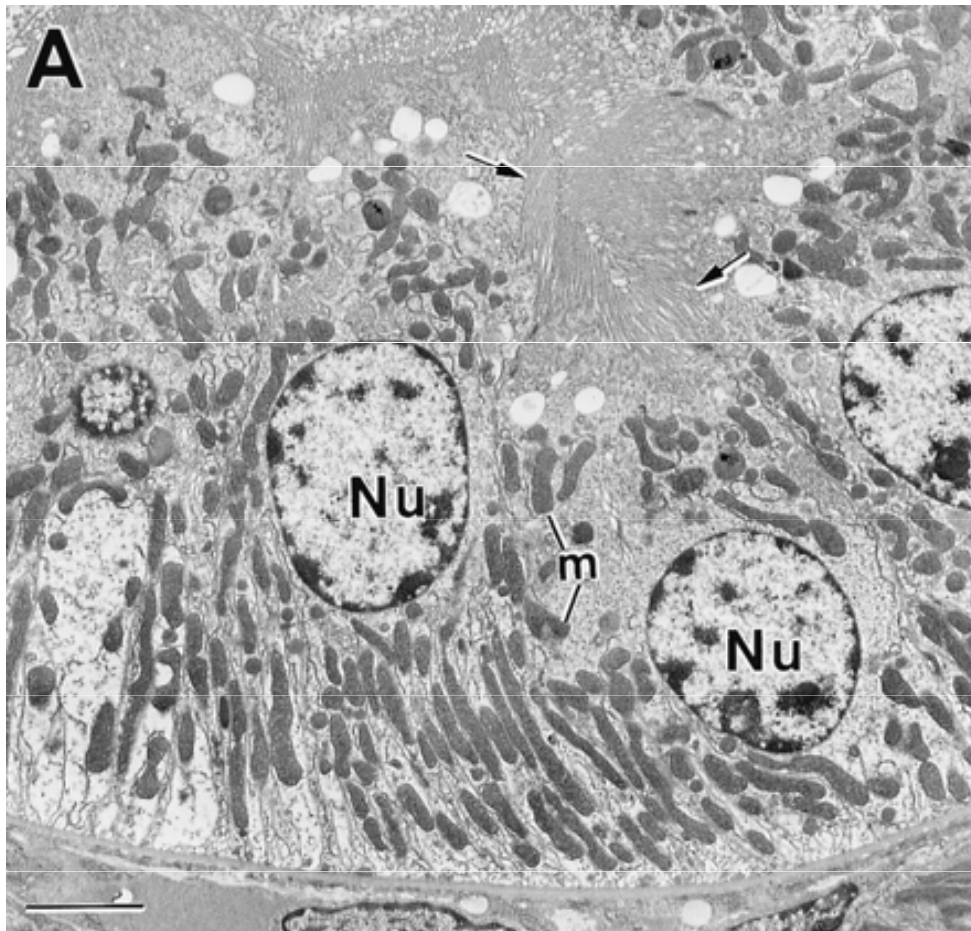
- vyvinuté SER
- mitochondrie s tubulózními kristami
- Lipidové kapénky





# Buňky transportující ionty

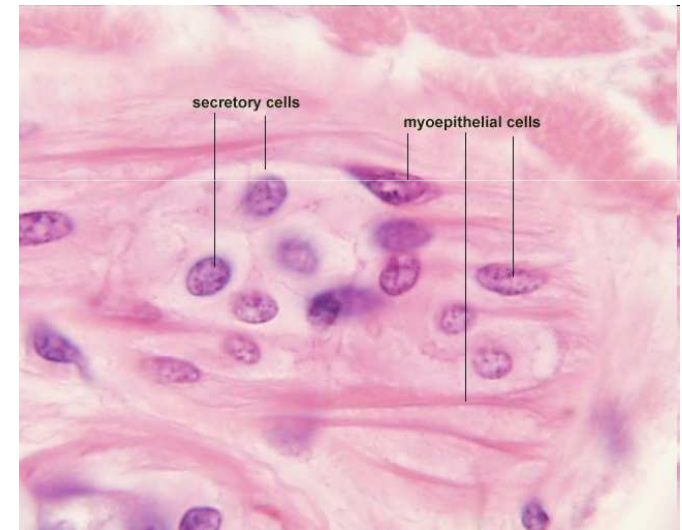
- Membránové invaginace, bazální labyrint
- Acidofilní cytoplazma
- Proximální tubuly ledvin, žíhané vývody slinných žláz





# Myoepitelové buňky

- Oploštělé, hvězdicovité, s prstovitými výběžky
- Kontraktilní, obklopují acinus nebo vývod
- Aktinová mikrofilamenta, myozin, tropomyozin, cytokeratin
- Koordinace kontrakce - nexy
- Slinné, slzné, potní mléčné žlázy, semenotvorné kanálky

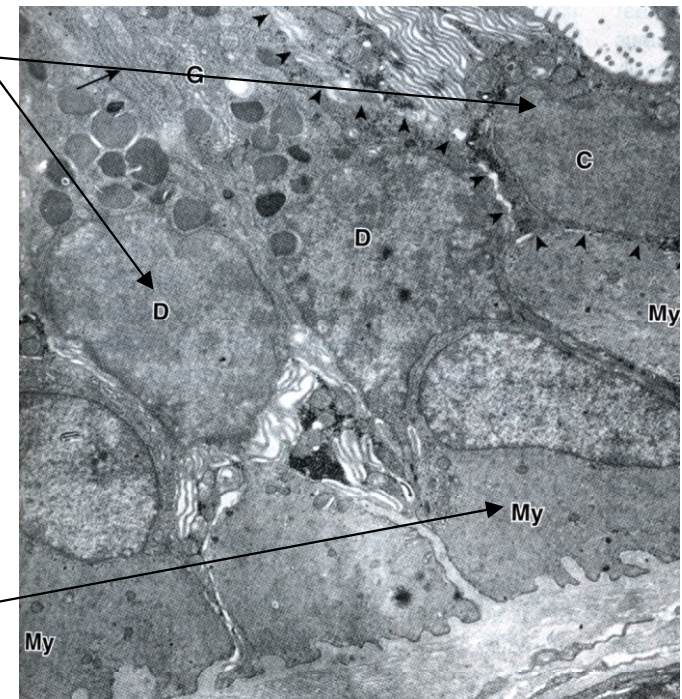
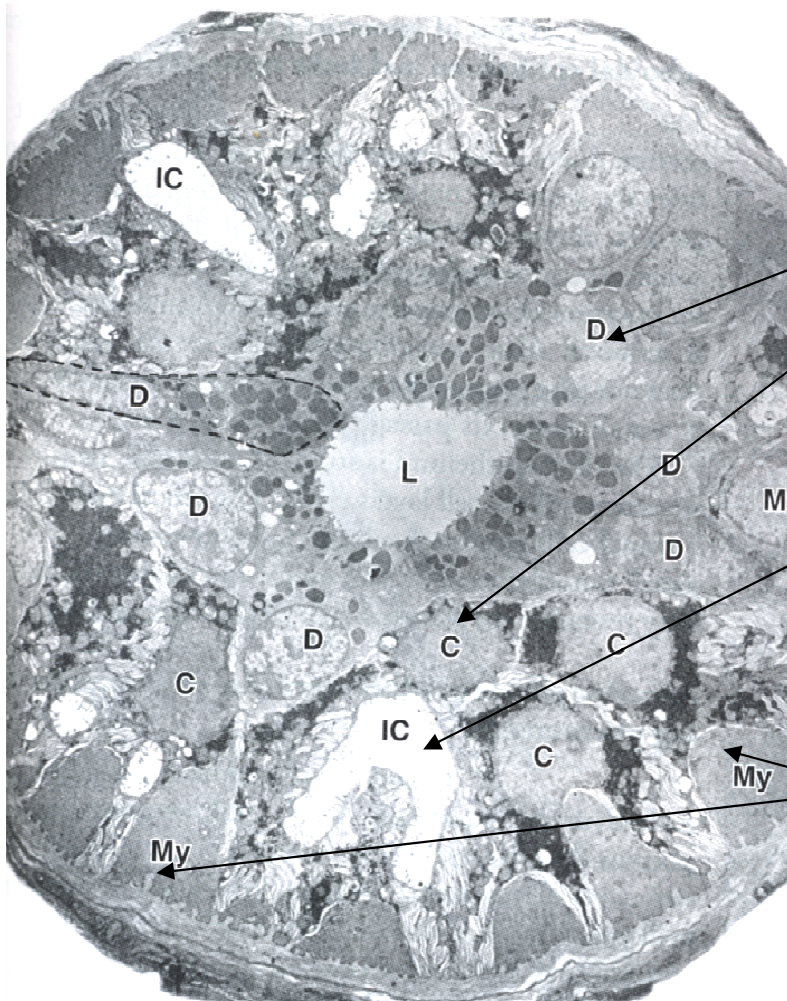


Potní žláza

Sekreční buňky (D, C)

Mezibuněčný vývod (IC)

Myoepitelové buňky

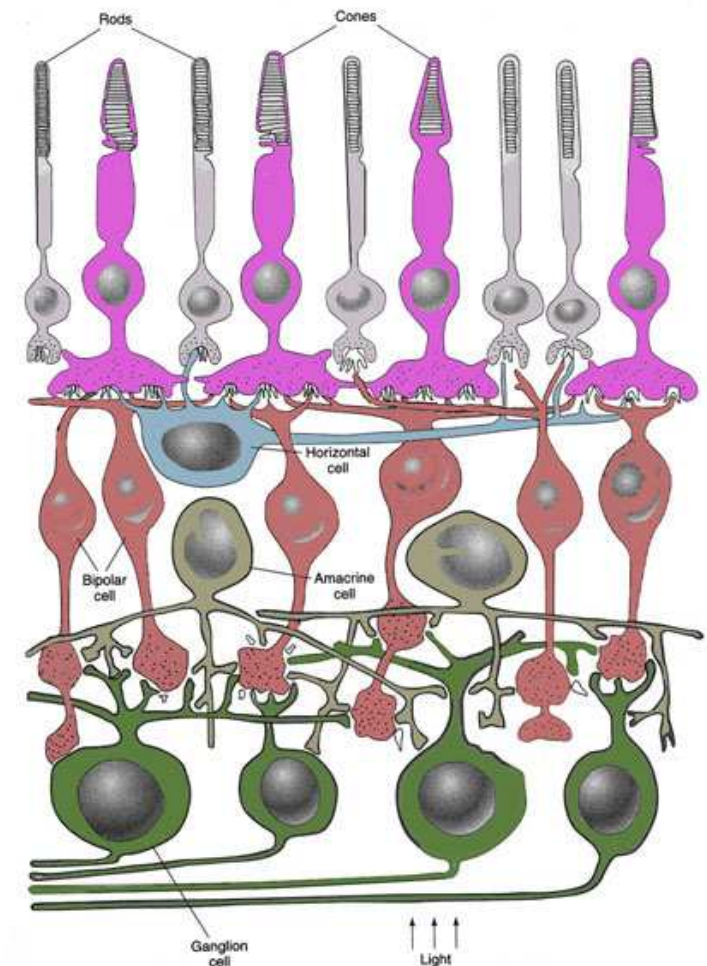
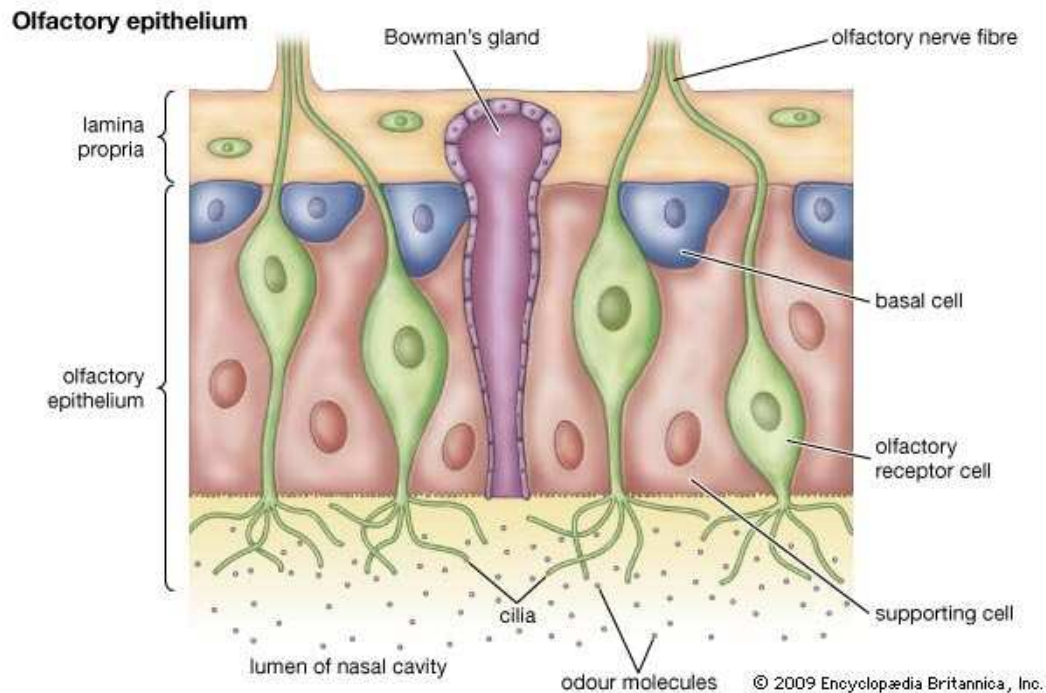




# Smyslový epitel

# Smyslový epitel

- podpůrné a vlastní smyslové buňky
- smyslové buňky konvertují signály z vnějšího prostředí na změnu membránového potenciálu
- **primární smyslové buňky** (neurosmyslové)
  - modifikované unipolární neurony
  - generují přímo nervový vzruch
  - čichový epitel, retina

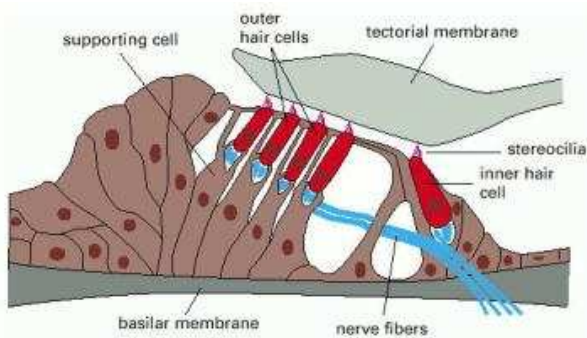




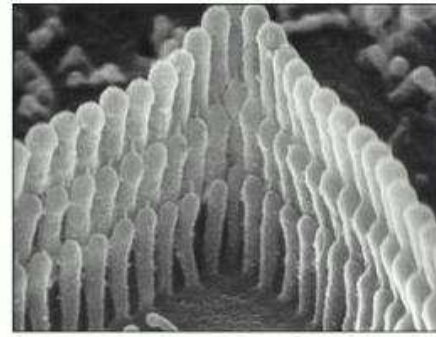
# Smyslový epitel

## - sekundární smyslové buňky

- pouze recepční úsek
- v kontaktu s terminálními zakončeními dendritů, které generují nervový vzruch
- vláskové buňky vnitřního ucha, chuťové pohárky

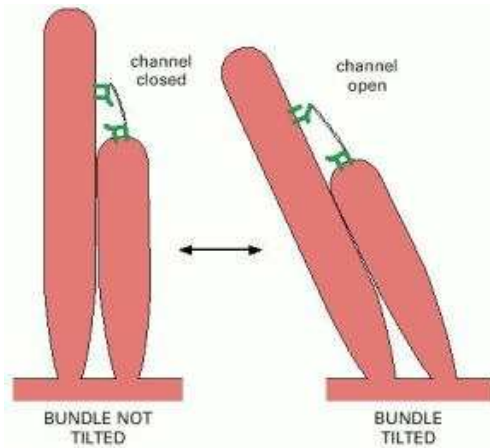


(A)

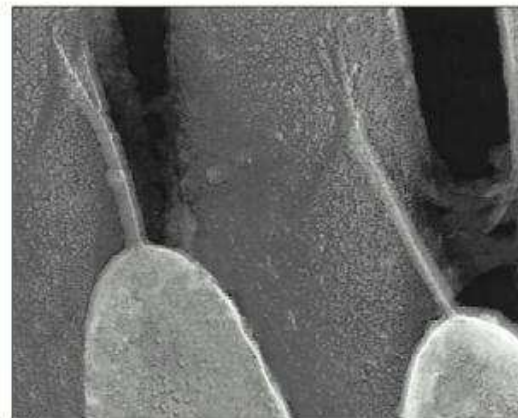


(B)

5 μm

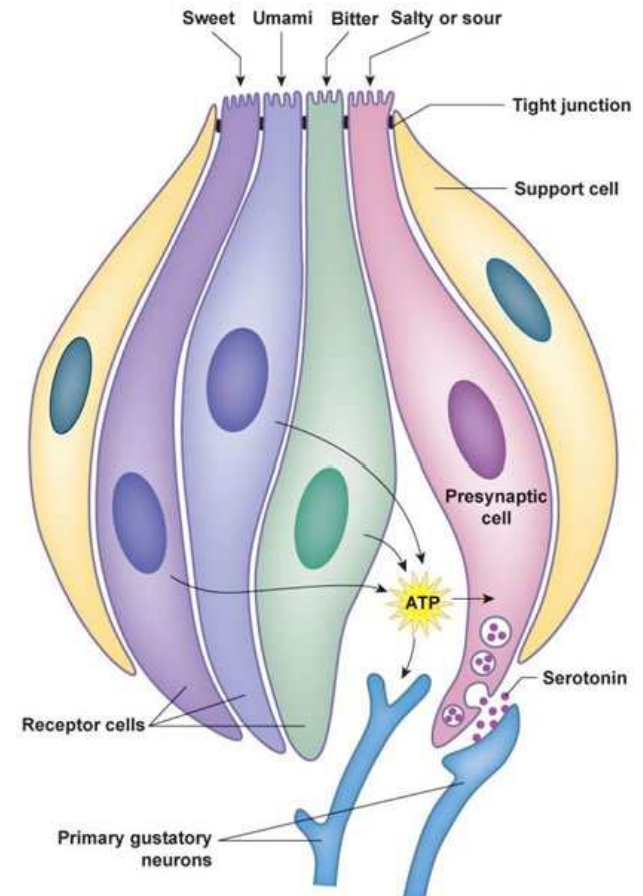


(A)



(B)

100 nm



# Regenerace a plasticita epiteliální tkáně



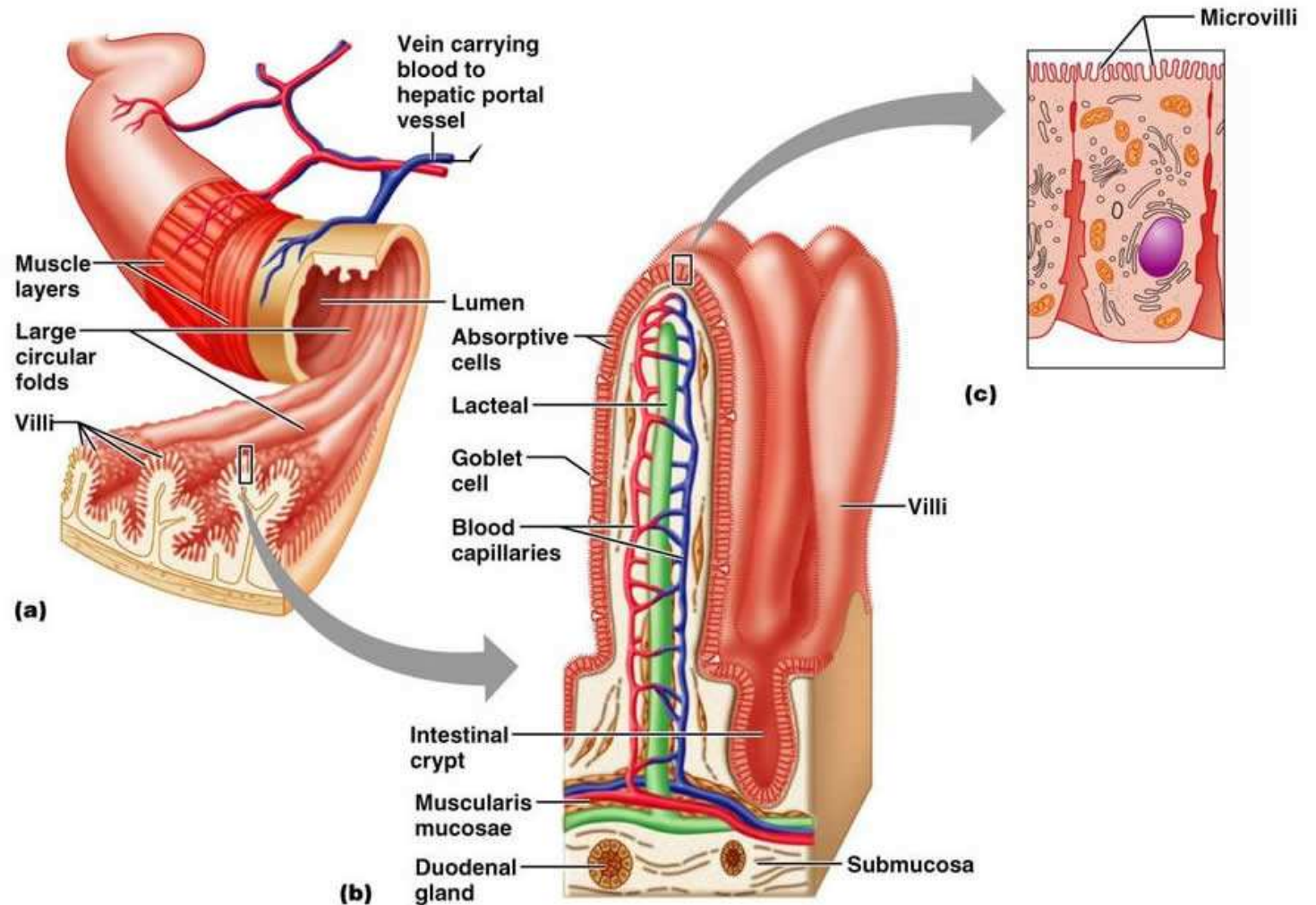
# Regenerace epiteliálních tkání

Různé epitely mají různou schopnost regenerace (epidermis × smyslový vnitřního ucha)

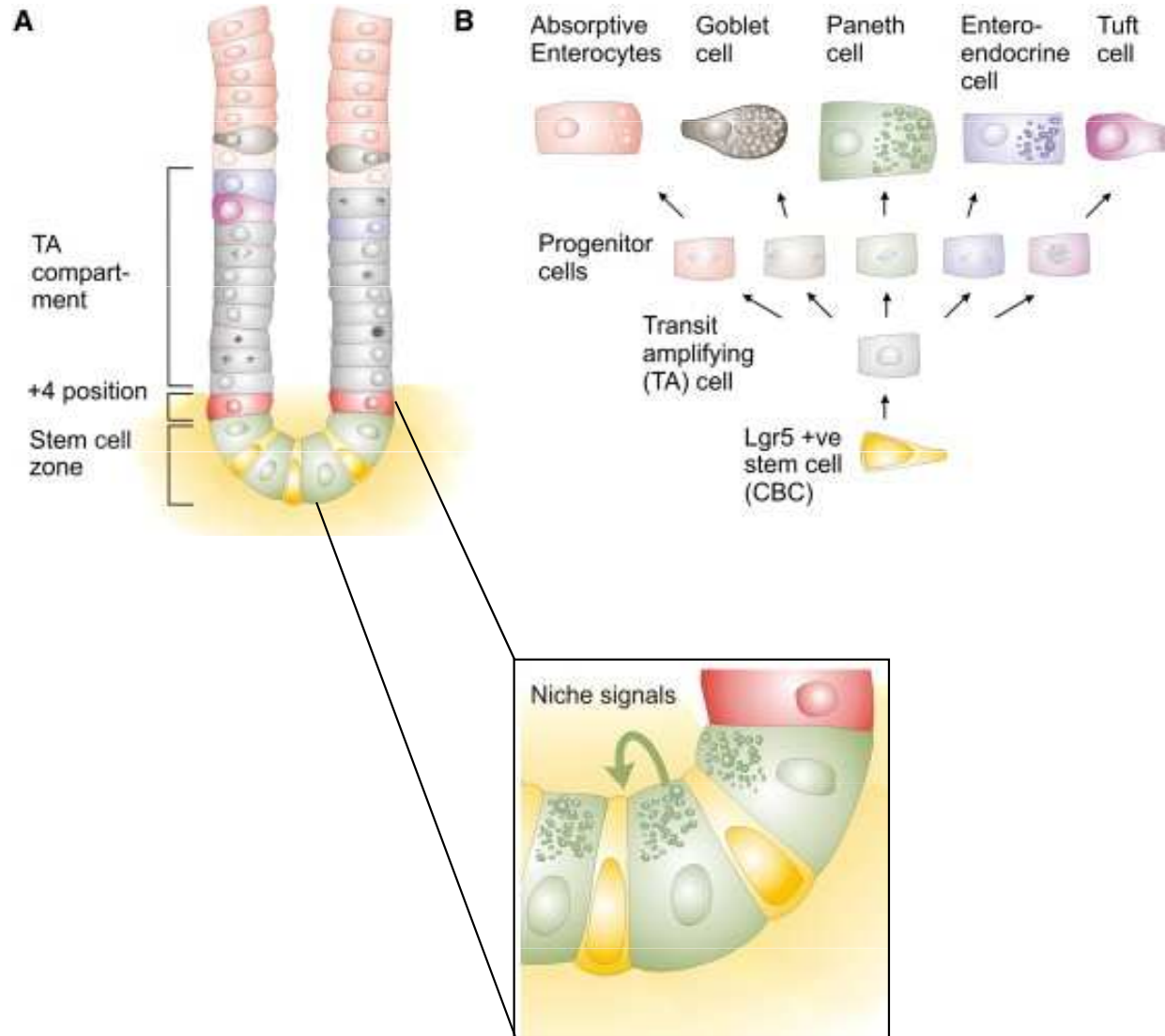
Multi- a oligopotentní kmenové buňky

Mikroprostředí – *stem cell niche*

## Příklad: Obnova střevního epitelu



# Příklad: Obnova střevního epitelu





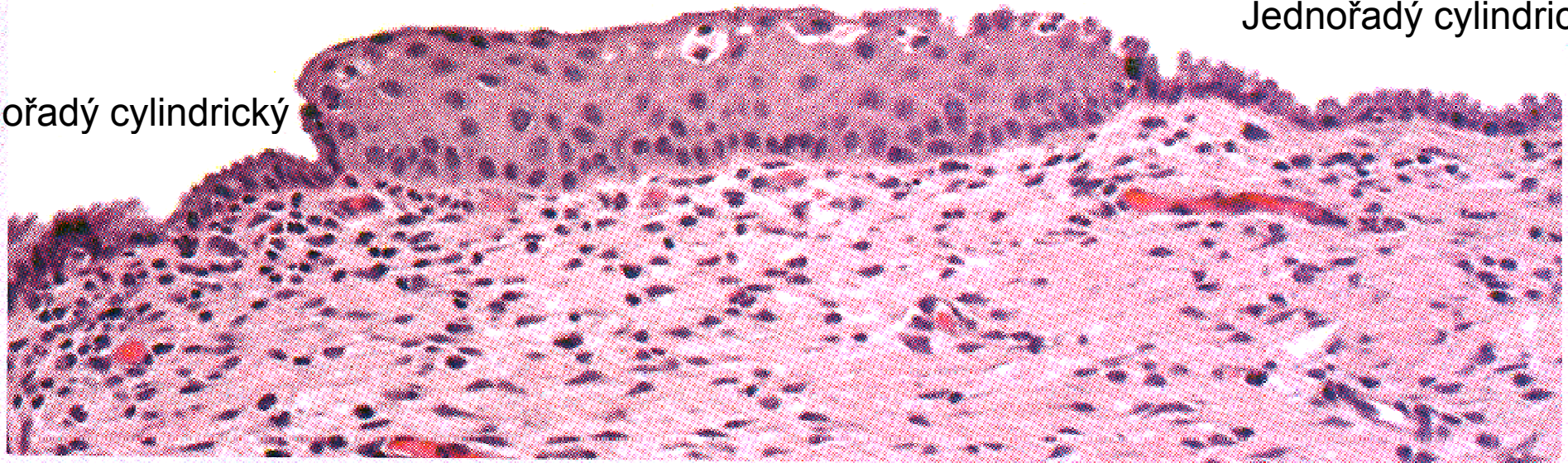
# Plasticita epiteliální tkáně

## Metaplasie

Vícevrstevný dlaždicový

Jednořadý cylindrický

Jednořadý cylindrický

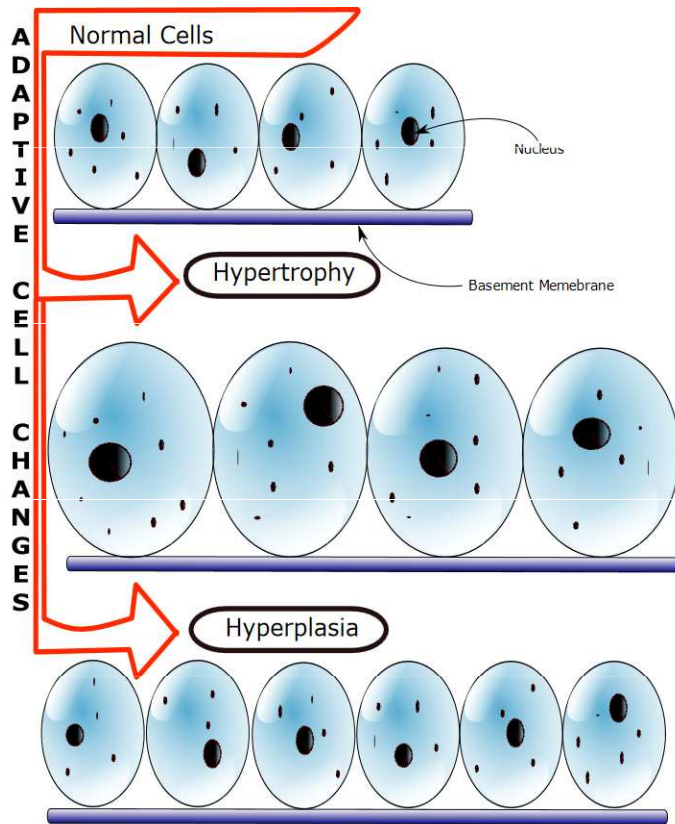


Skvamózní metaplazie děložního krčku  
Respirační cesty

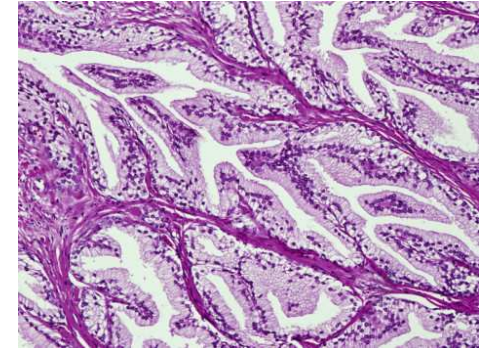
Prekanceróza

# Plasticita epiteliální tkáně

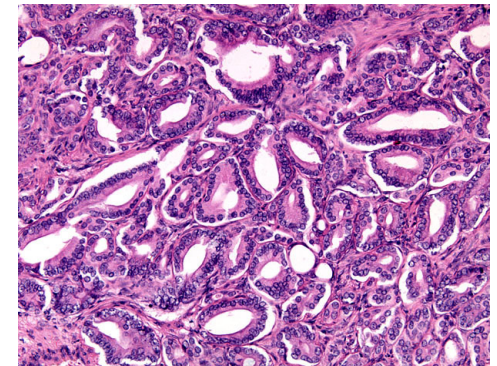
## Hyperplasie



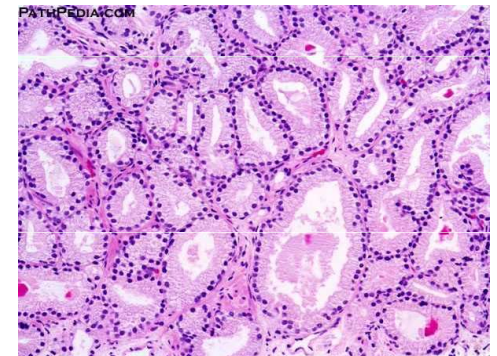
Normální  
prostatická tkáň



Hyperplasie  
žlázového  
epitelu prostaty



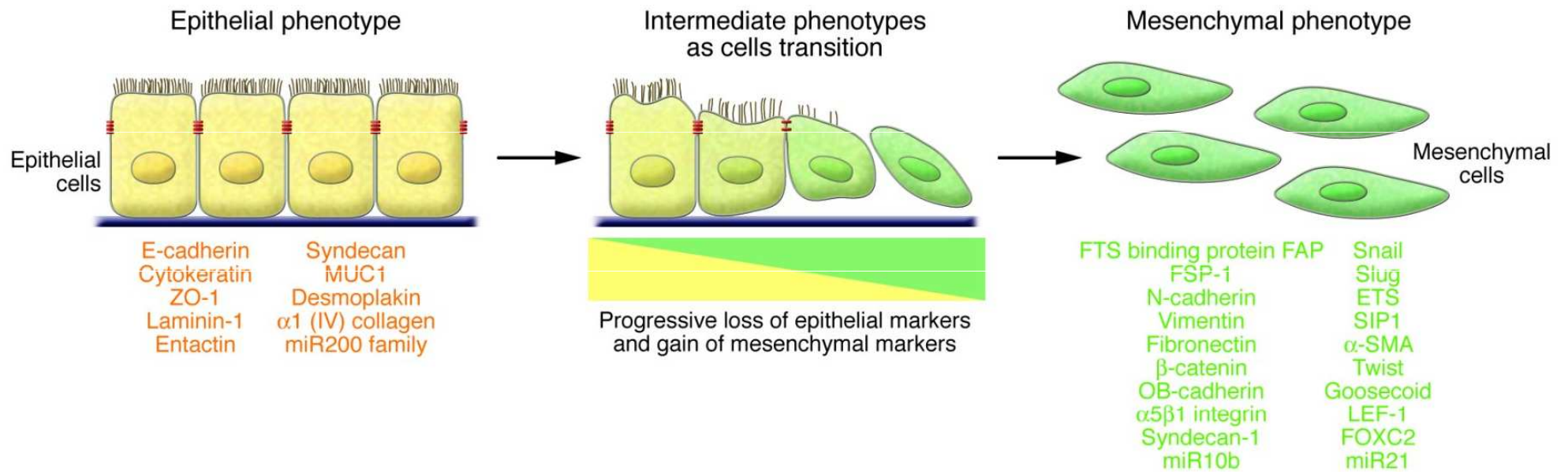
Adenokarcinom  
prostaty



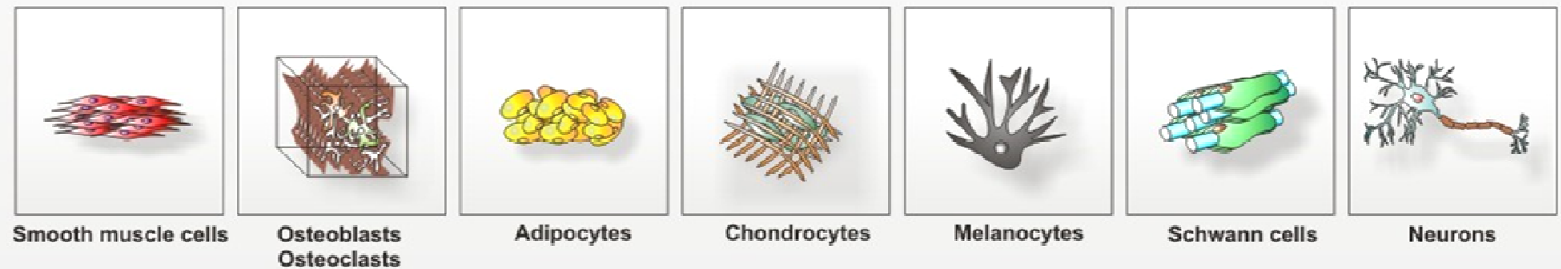
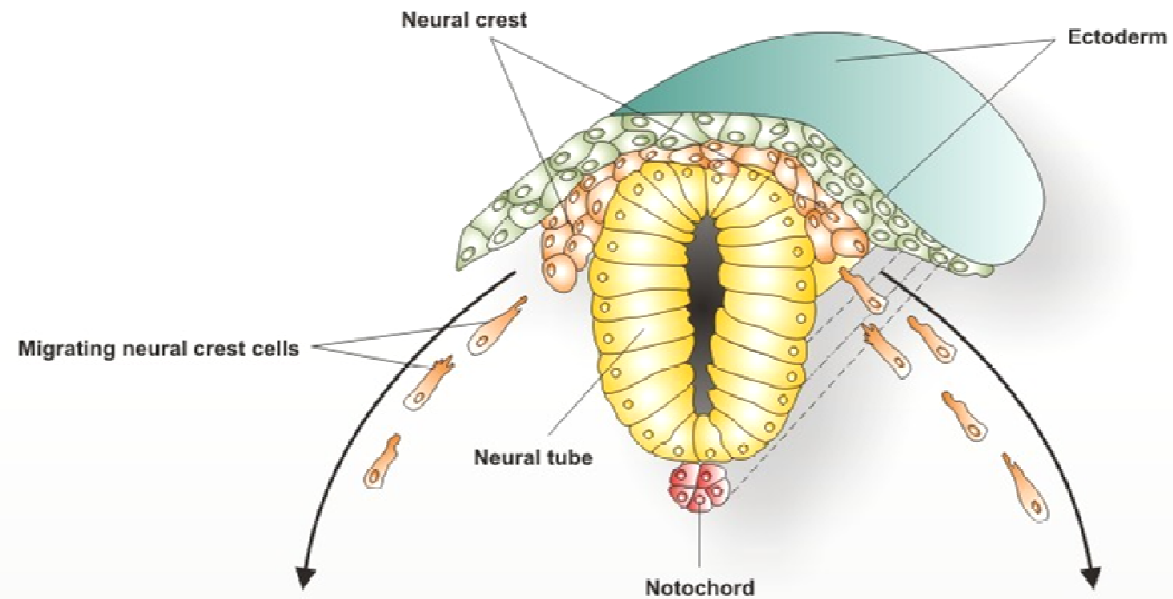
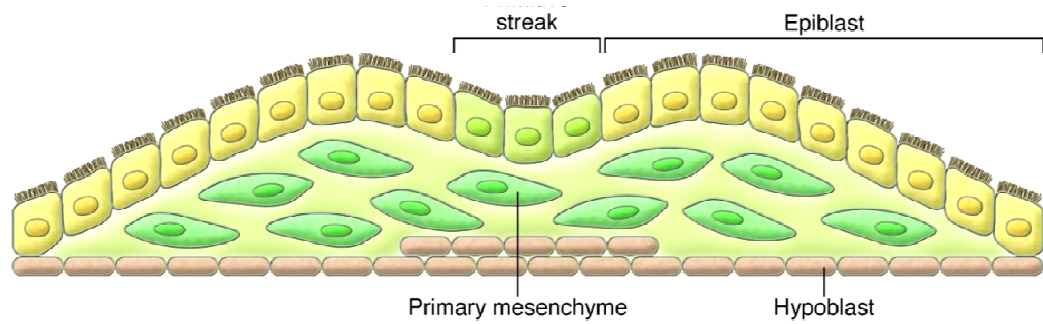


# Plasticita epiteliální tkáně

## Epiteliální – mesenchymální tranzice (EMT)

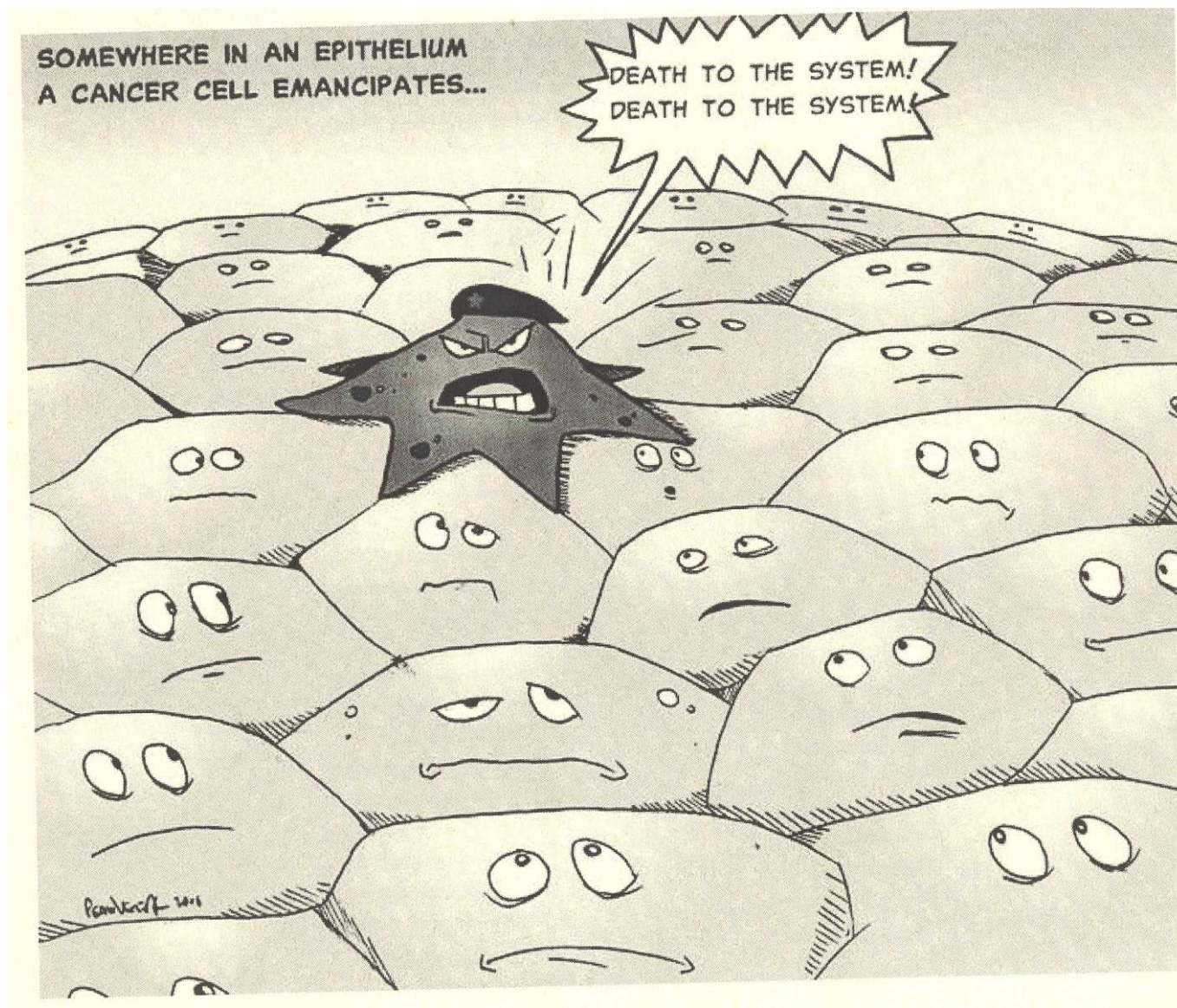


# Epiteliální – mesenchymální tranzice (EMT) v embryonálním vývoji



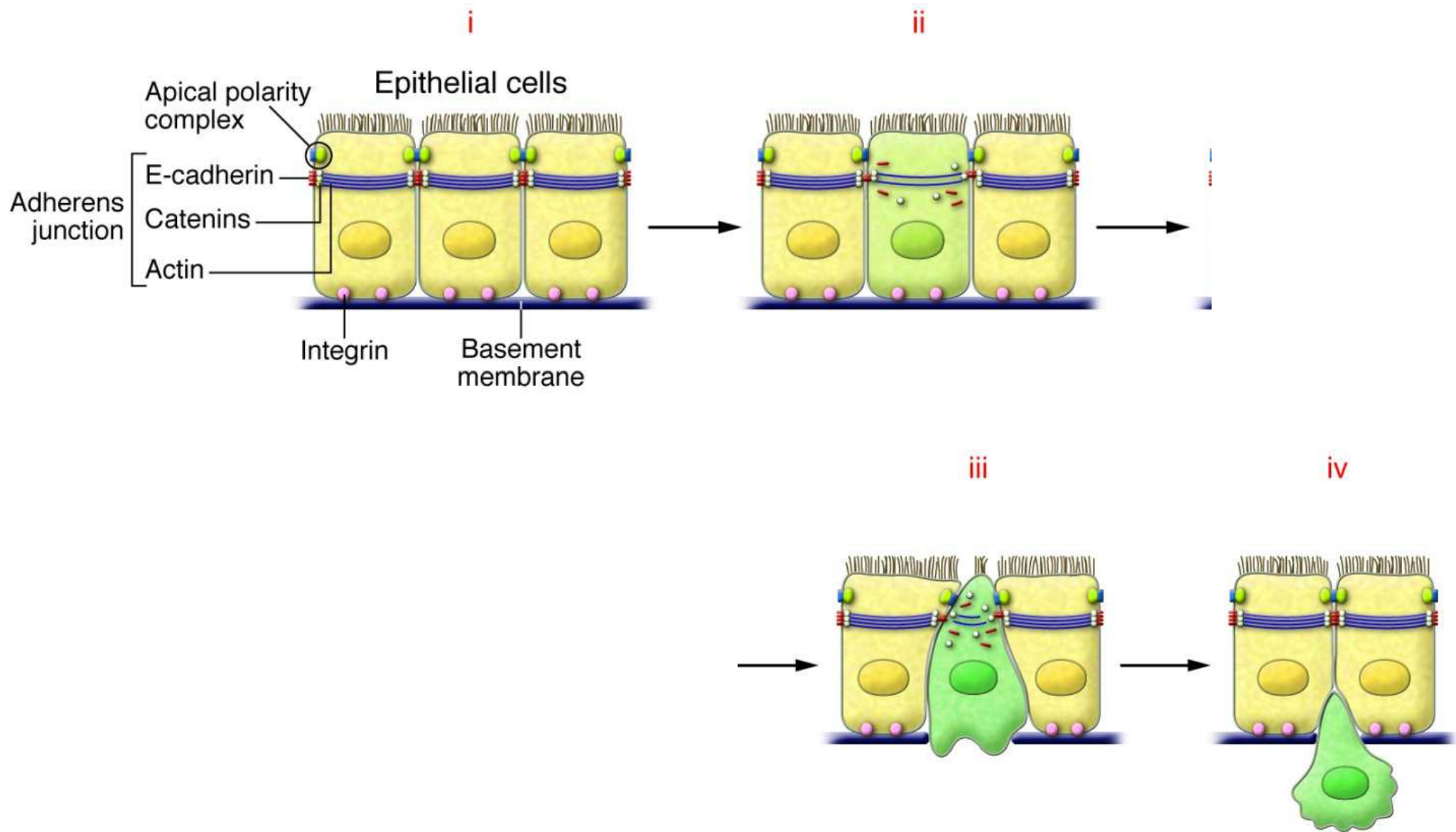


# Plasticita a schopnost regenerace epiteliální tkáně



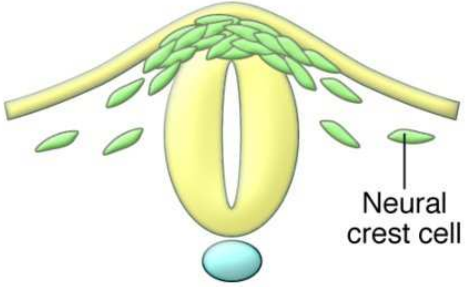
... má i odvrácenou tvář

# Epiteliální – mesenchymální tranzice (EMT) a diseminace tumoru

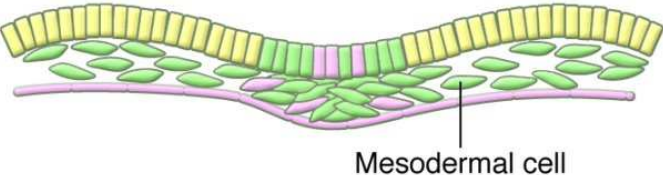




**Embryos**

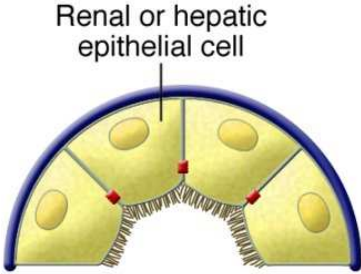


**EMT inducers**  
Physiological expression

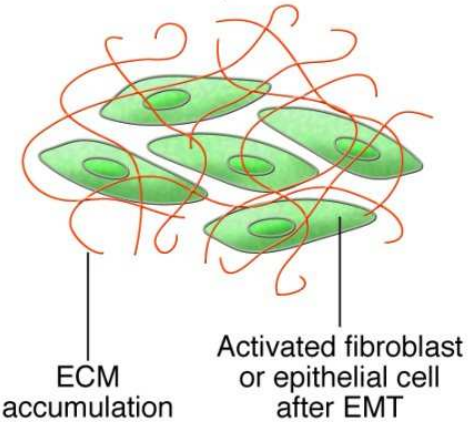


	Epithelial cells
	Mesenchymal cells

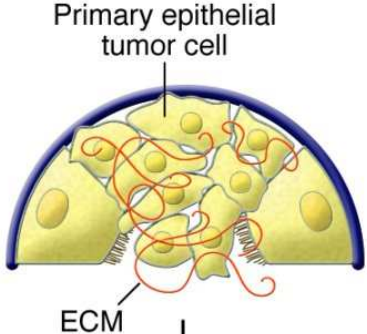
**Fibrosis**



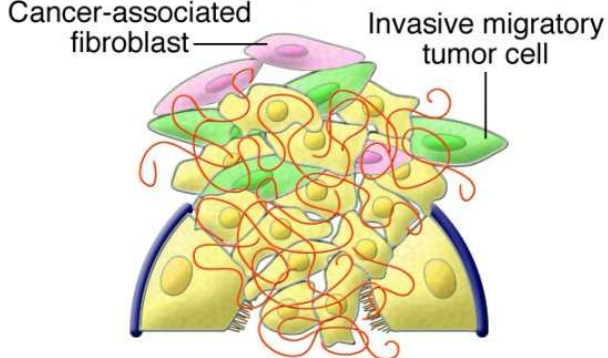
**EMT inducers**  
Aberrant activation



**Tumor progression**



**EMT inducers**  
Aberrant activation



# Děkuji za pozornost



<http://www.med.muni.cz/histol/histolc.html>