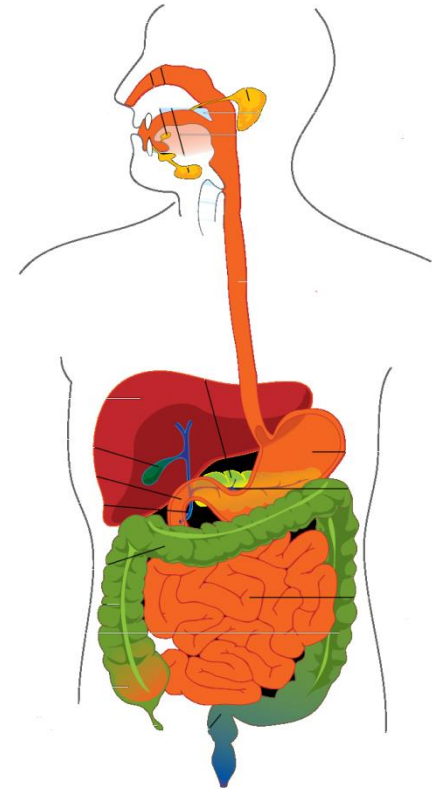


# GIT III

## Mikroskopická stavba žláz asociovaných s trávicí trubicí

- játra
- pankreas
- slinné žlázy

## Embryonální vývoj



Petr Vaňhara

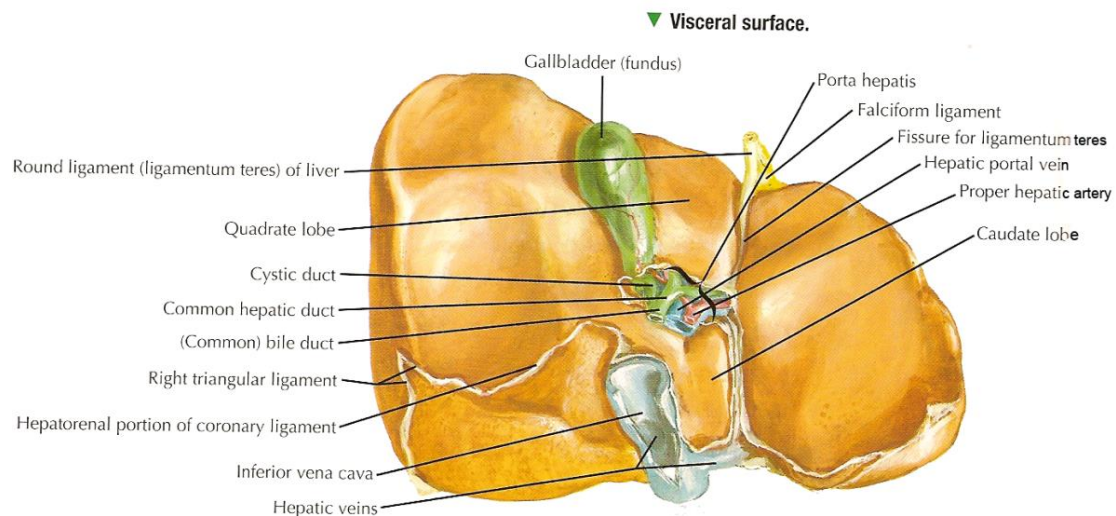
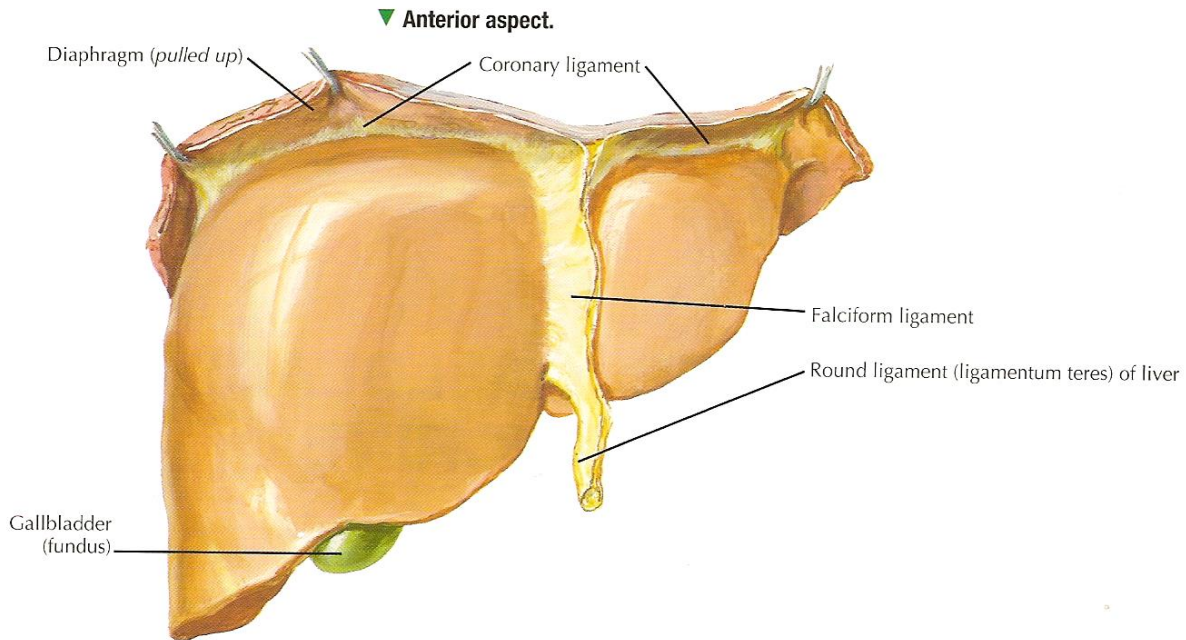
Ústav histologie a embryologie LF MU  
pvanhara@med.muni.cz

# JÁTRA (HEPAR)

- Jaterní parenchym – největší žlázová tkáň lidského těla
- Nutritivní a funkční krevní zásobení
- Endokrinní i exokrinní funkce
  
- Uniformní histologická struktura ve všech čtyřech hlavních anatomických oddílech (lalocích) i segmentech

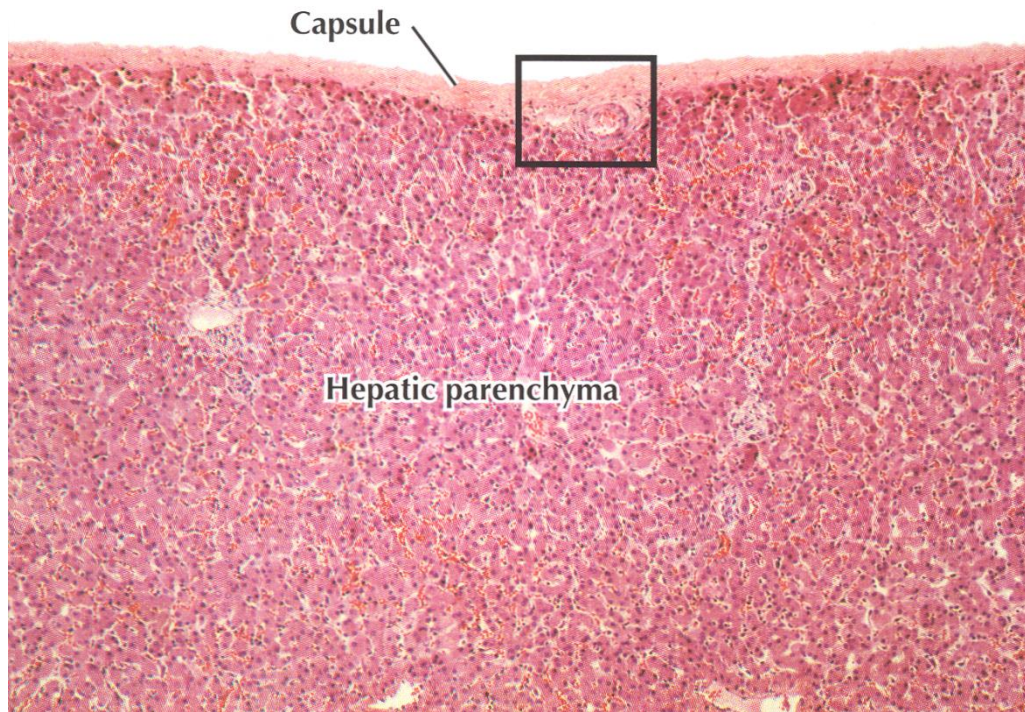
- Hepatocyty a další buněčné typy
- Stroma pojivové tkáně
- Krevní a lymfatické cévy
- Sinusoidy
- Inervace

- Vazivové pouzdro
- Serózní pokryv

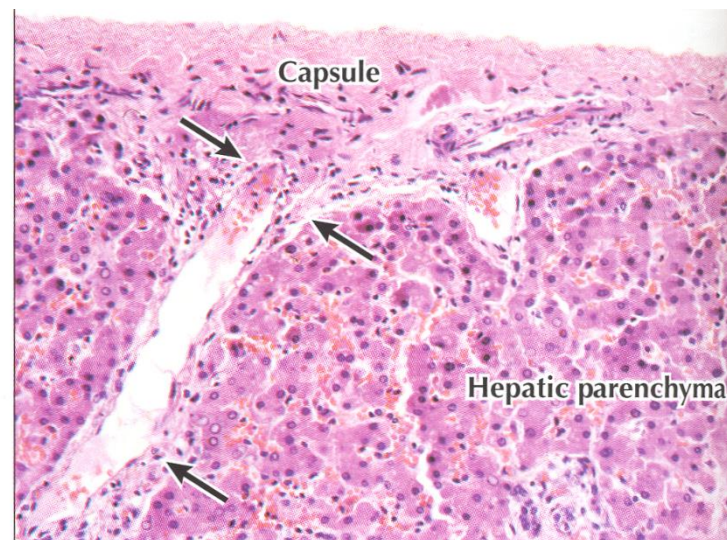
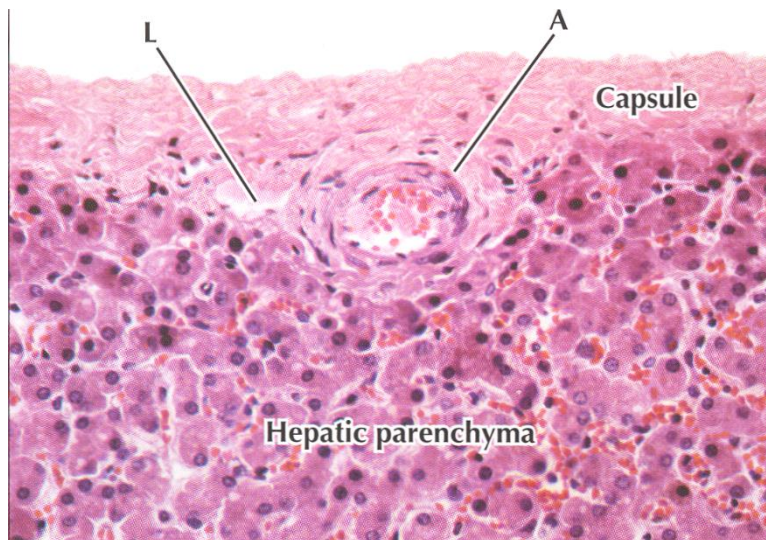




# CAPSULA FIBROSA HEPATIS

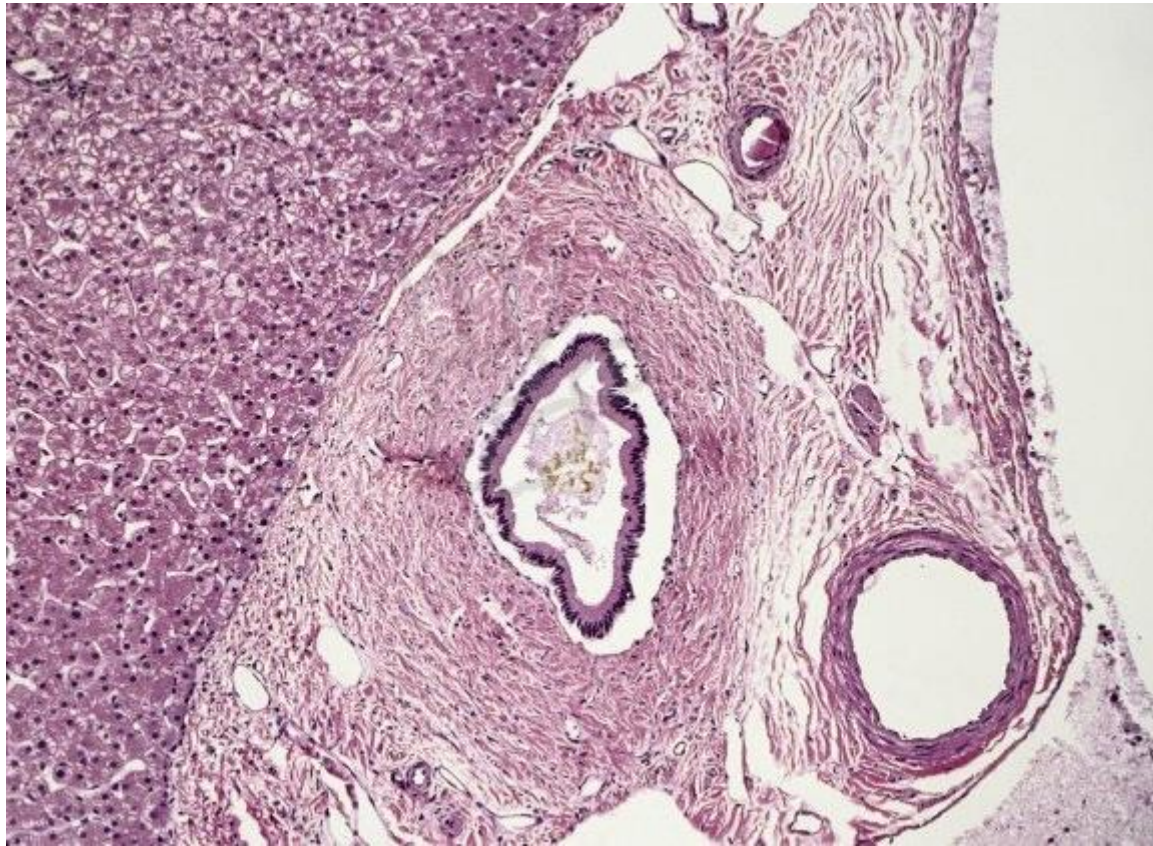


- Serózní mesothelium
- Vazivo – kolagenní a elastická vlákna
- 70-100 $\mu$ m
- Porta hepatis

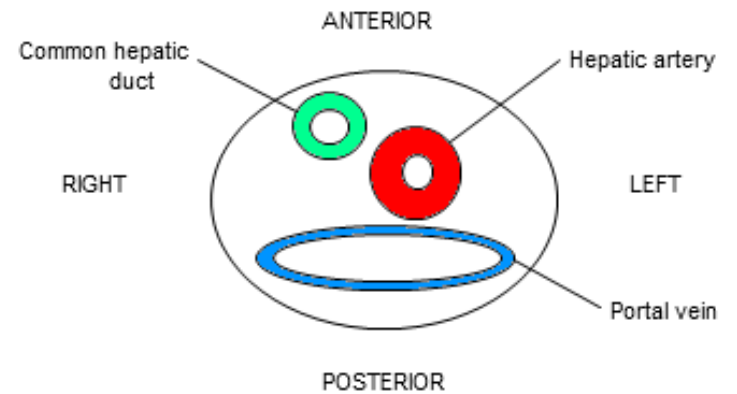




# CAPSULA FIBROSA HEPATIS

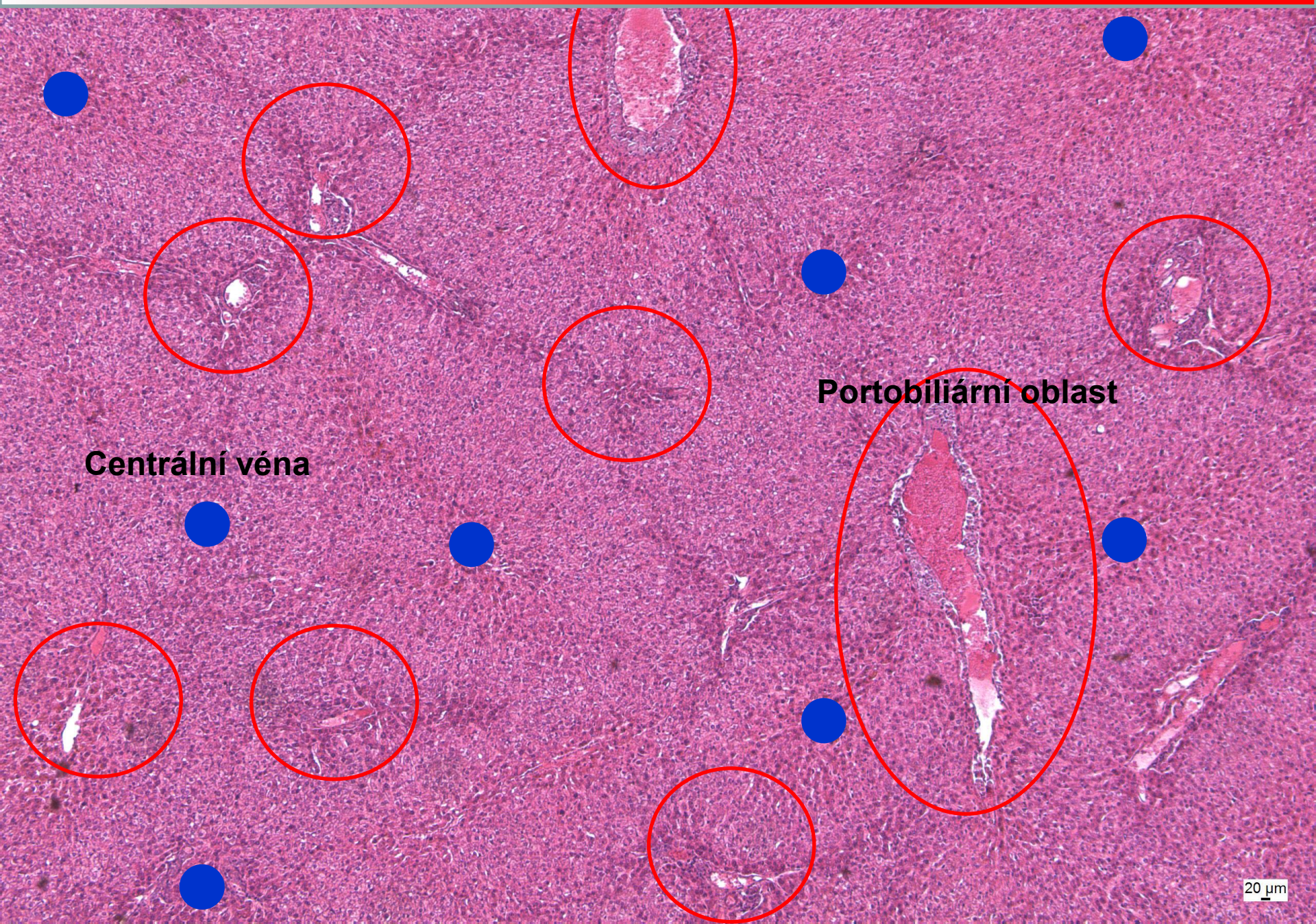


Porta hepatis

Two red arrows originate from the text 'Porta hepatis'. One arrow points towards the histological image on the left, and the other points towards the diagram below.



# JATERNÍ PARENCHYM



**Centrální vena**

**Portobiliární oblast**



## FUNKČNÍ

- kapilární řečiště žaludku a střev
- vena portae
- interlobulární vény
- cirkumlobulární venuly

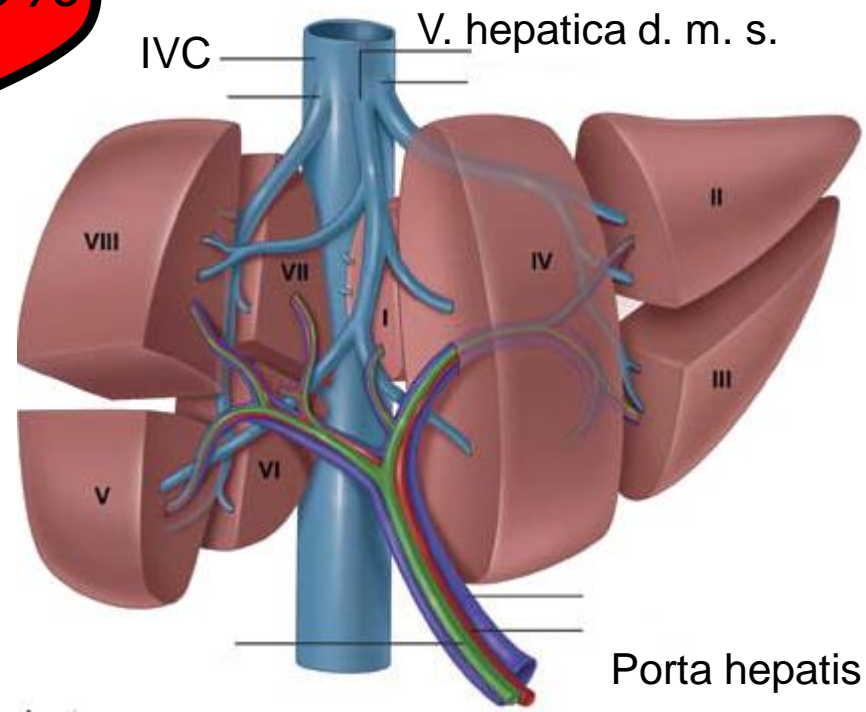
## NUTRITIVNÍ

- aorta, truncus coeliacus
- arteria hepatica communis
- (segmentové tepny)
- interlobulární tepny
- cirkumlobulární arterioly

70-75%

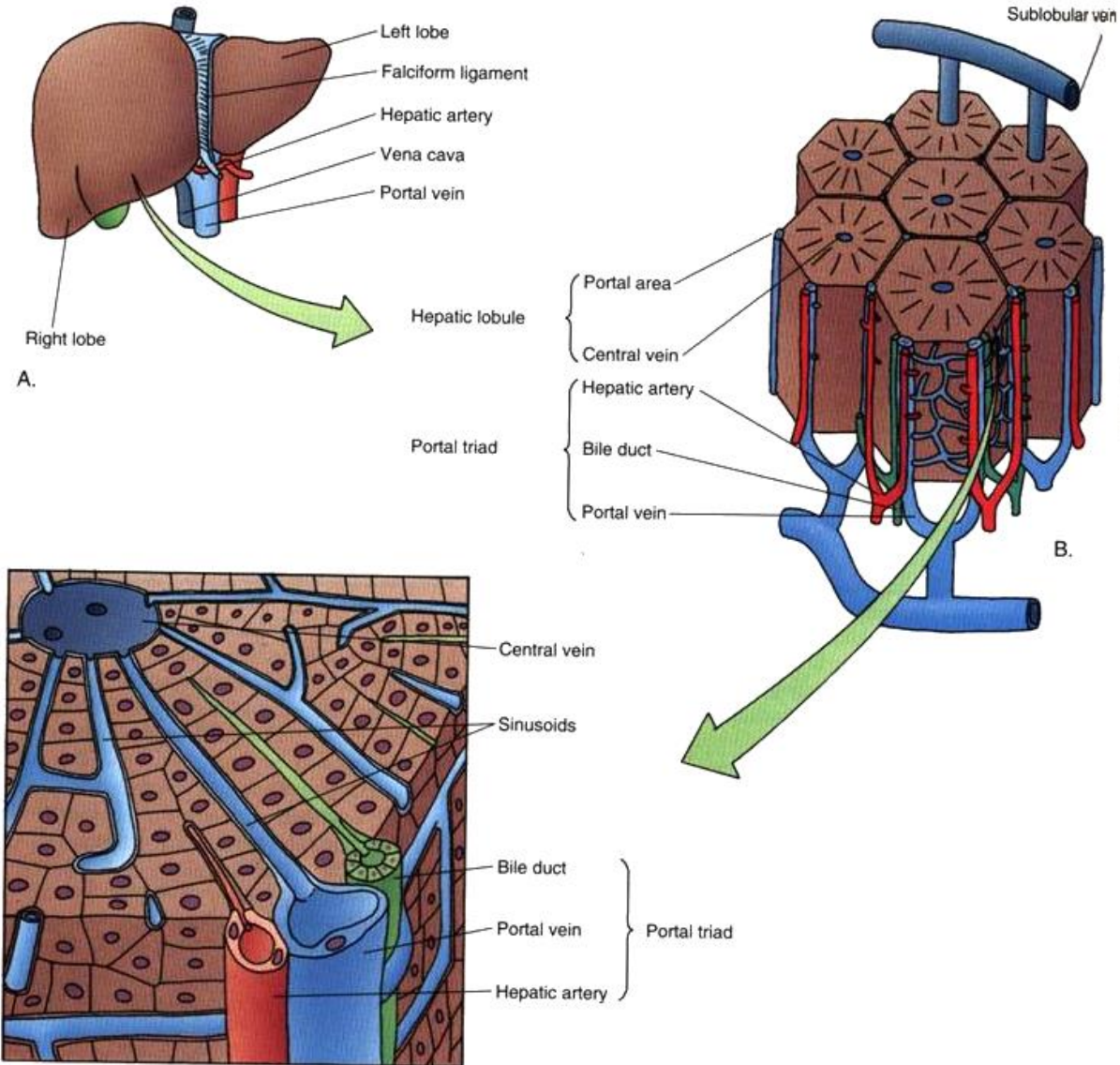
25-30%

- **jaterní sinusoidy**
- venae centrales hepatis
- venae sublobulares
- venae hepaticae
- vena cava inferior



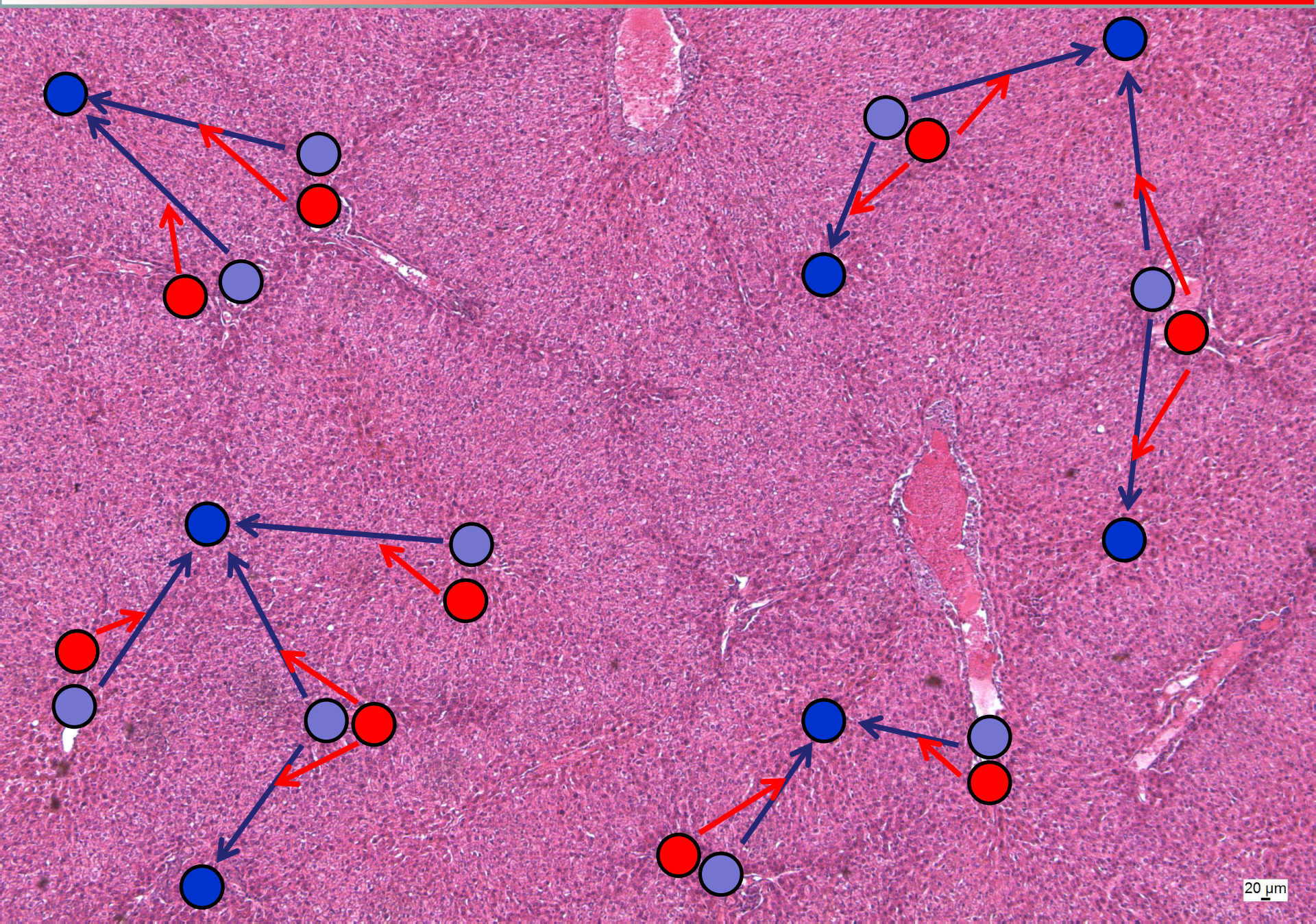


# VASKULARIZACE





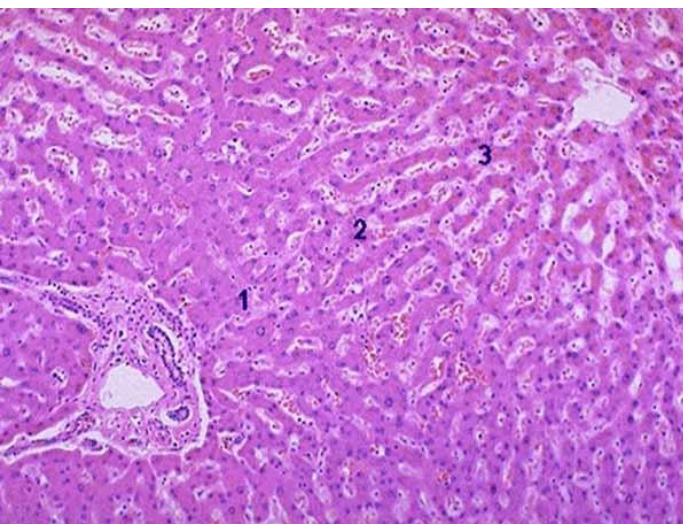
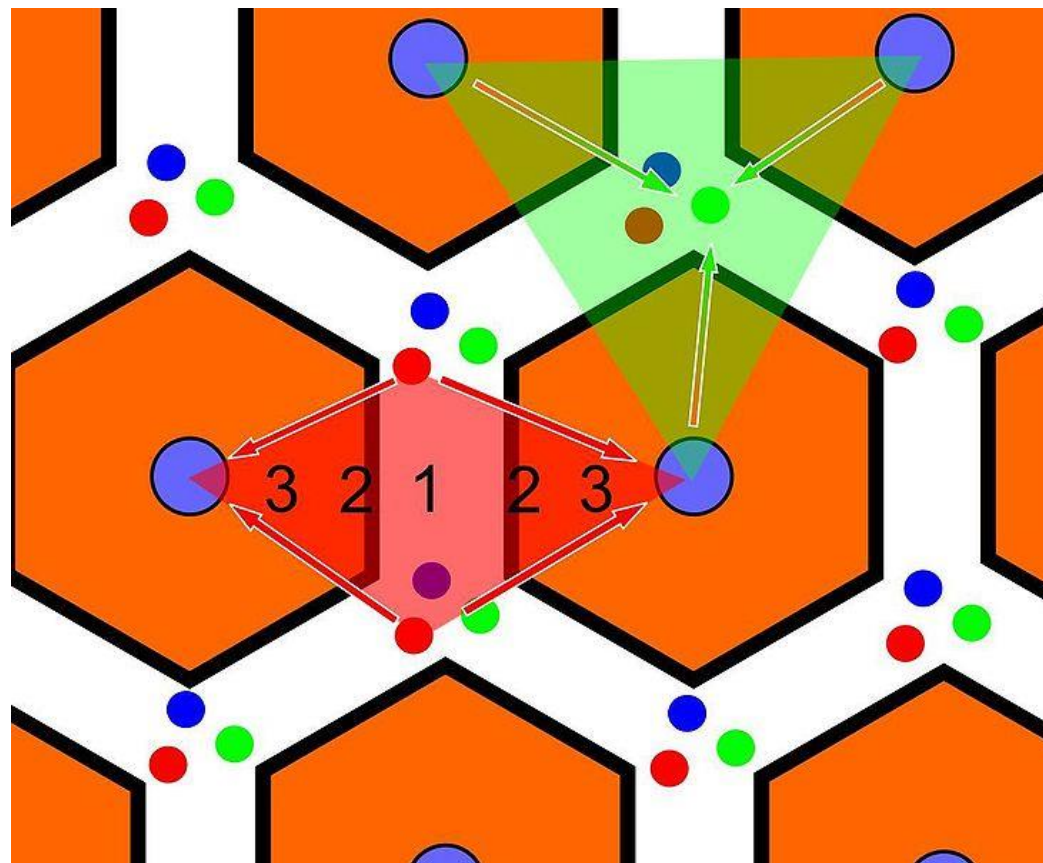
# JATERNÍ PARENCHYM – PORTOBILIÁRNÍ OBLASTI A CENTRÁLNÍ VÉNY





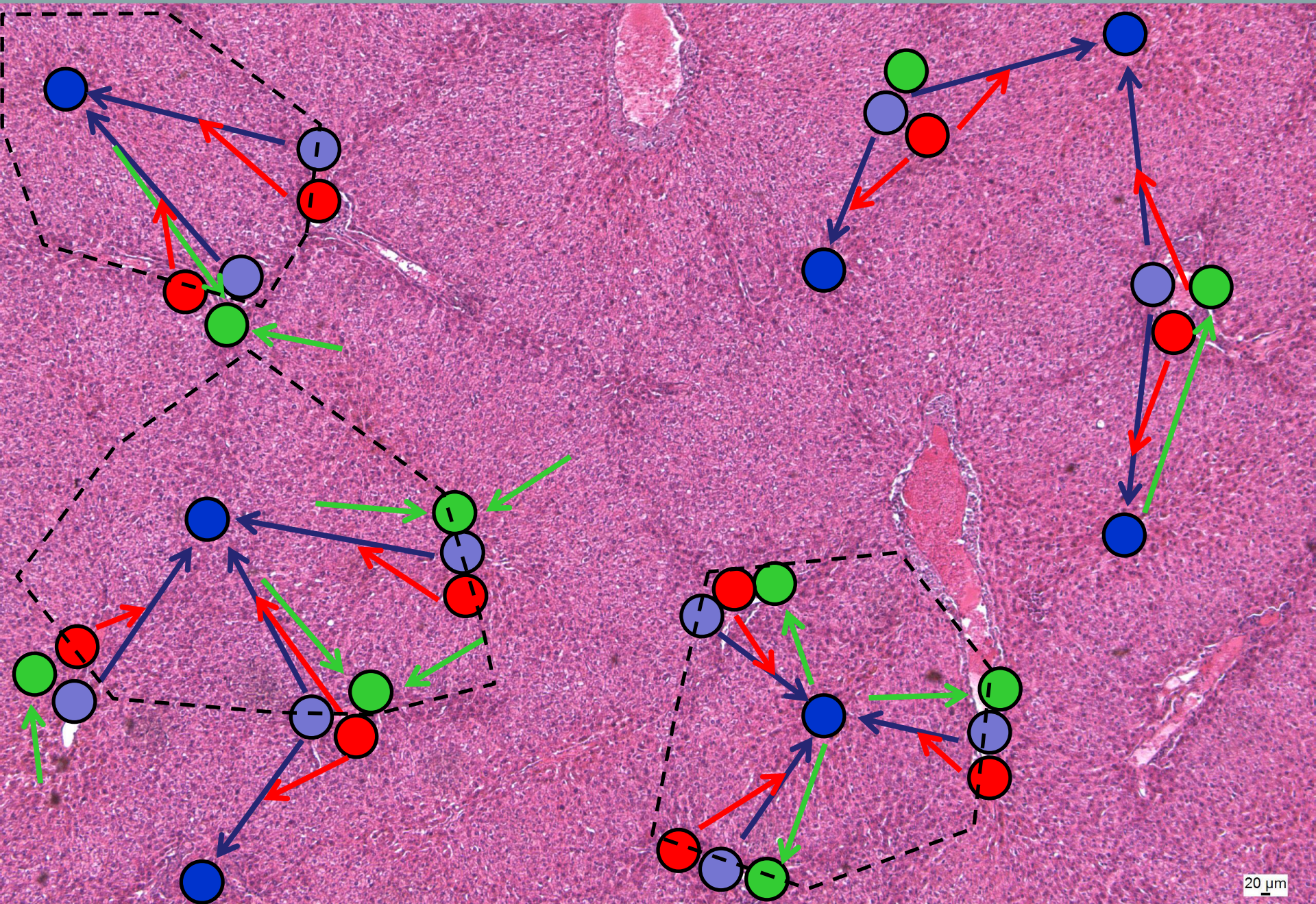
# MIKROSKOPICKÉ ČLENĚNÍ JATERNÍ TKÁNĚ

- Tři různé možné definice
- **Morfologická** – lalůček centrální vény - **lobulus venae centralis**
- **Metabolická** – **jaterní acinus**
  - metabolická zóna 1 – 3
  - zásobení hepatocytů kyslíkem
- Historická jednotka
  - **lobulus venae interlobularis**  
(portální lalůček)



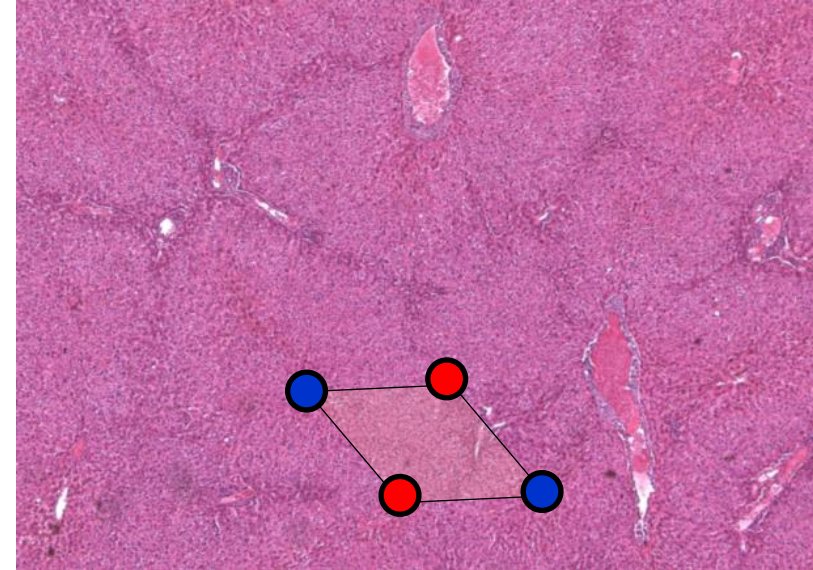
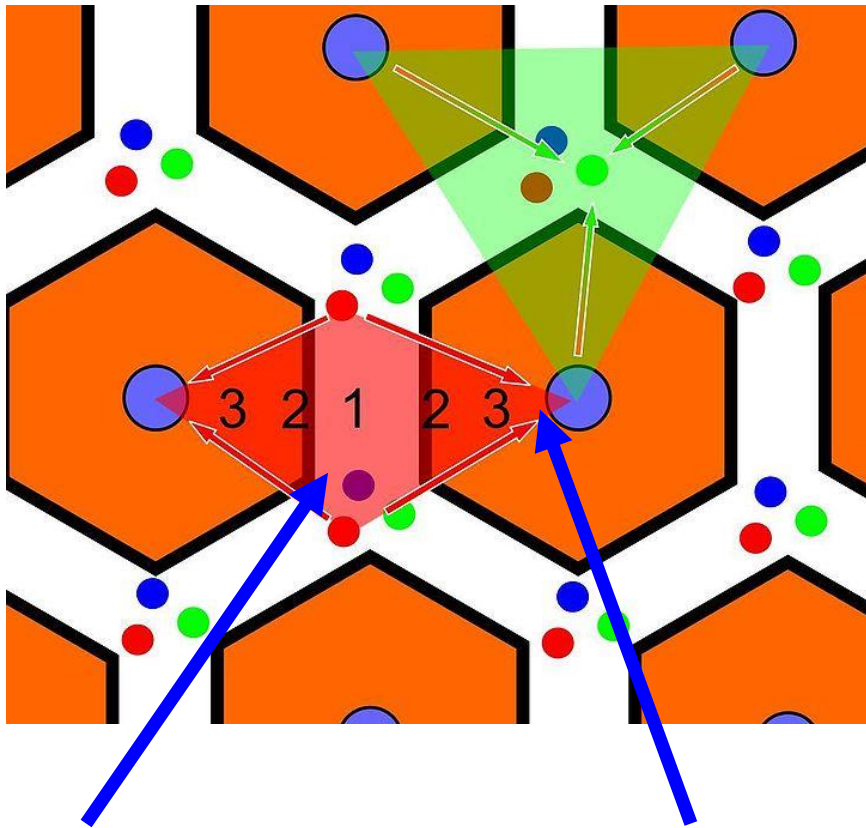


# JATERNÍ PARENCHYM – PORTÁLNÍ TRIÁDY A CENTRÁLNÍ VÉNY





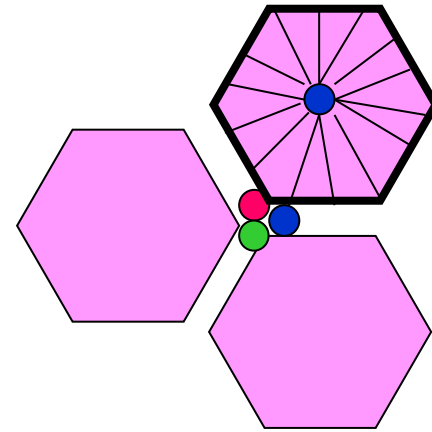
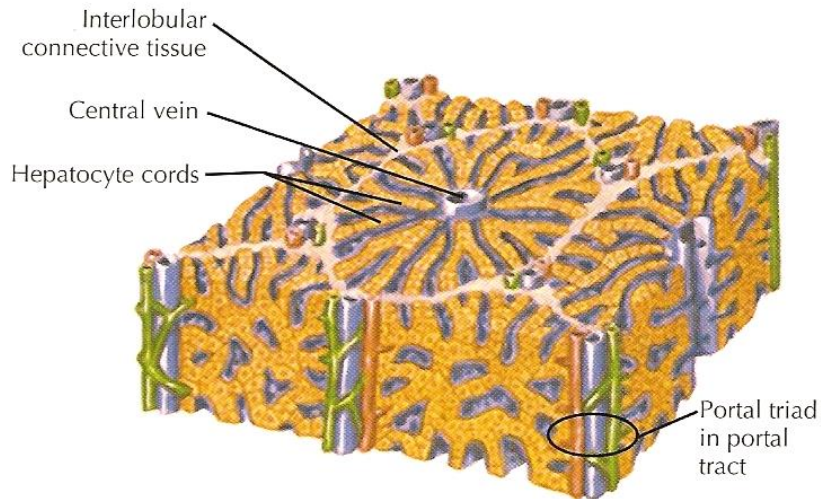
# JATERNÍ ACINUS



Zóna I (periportální)	Zóna III (perivenózní)
převaha oxidačních dějů	syntéza glykogenu
beta-oxidace mastných kyselin	glykolýza
katabolismus aminokyselin	lipogeneze
glukoneogeneze	ketogeneze
tvorba močoviny	tvorba glutaminu
syntéza cholesterolu (HMG-CoA reduktáza)	syntéza žlučových kyselin (cholesterol 7-alfa hydroxyláza)
glykogenolýza (uvolňování glukózy do krve)	biotransformace
tvorba žluče	

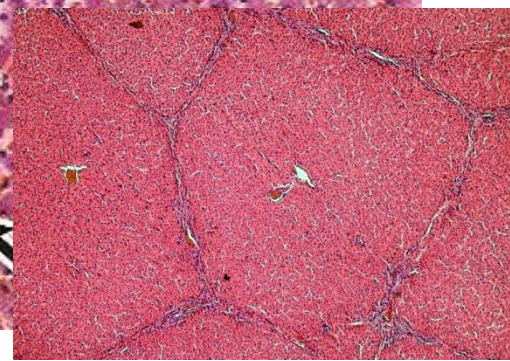
# LALŮČEK CENTRÁLNÍ VÉNY (LOBULUS VENAE CENTRALIS)

- Klasická morfoloická jednotka
- Polygonální buňky (hexagonální), 0.7 x 2mm
- Centrální vena
- Trámce hepatocytů – radiální uspořádání
- Jaterní sinusoidy
- Portální triáda, portobiliární oblast





# LALŮČEK CENTRÁLNÍ VÉNY (LOBULUS VENAE CENTRALIS)



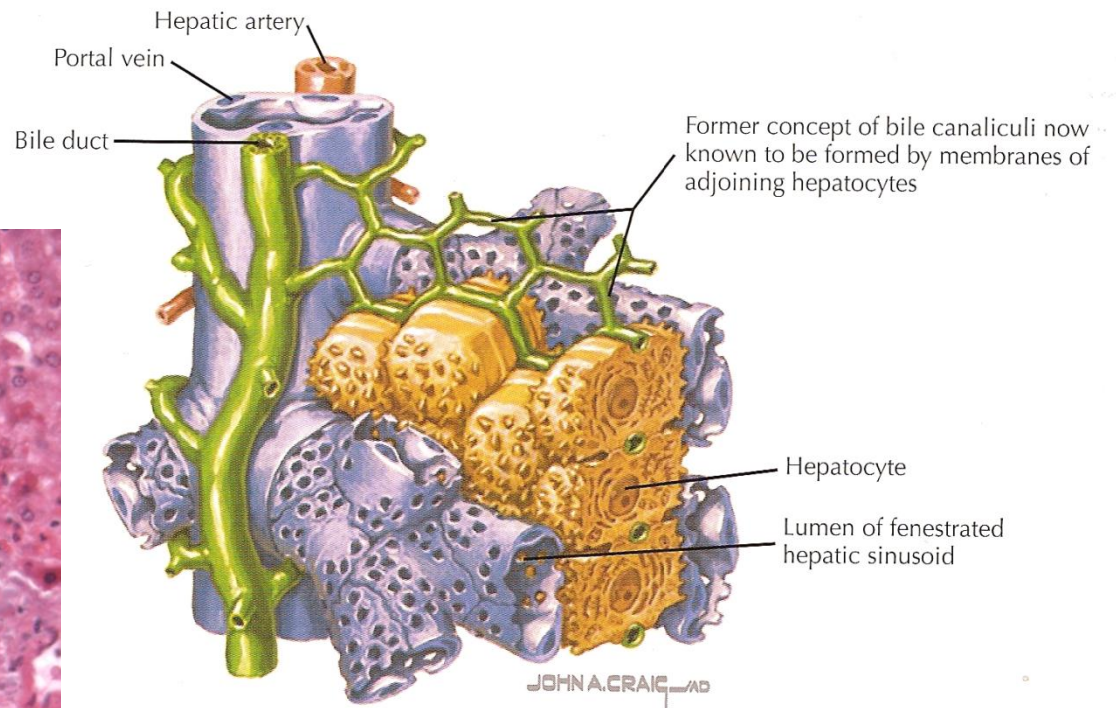
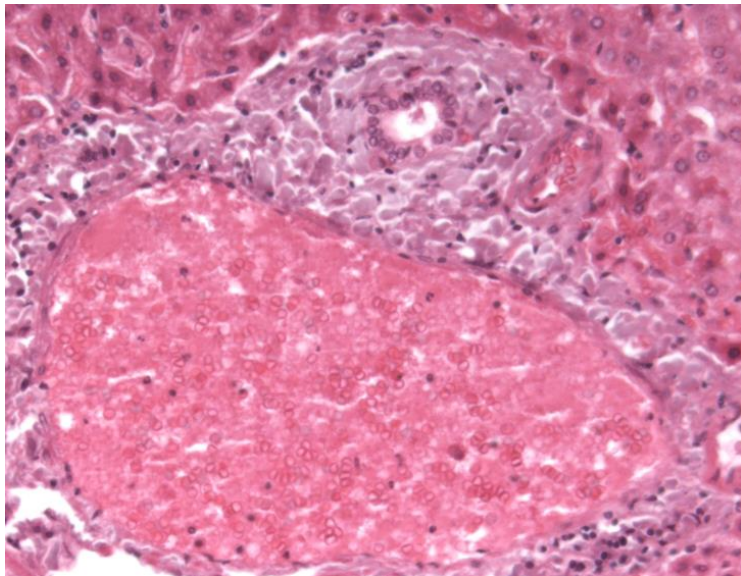


# PORTÁLNÍ TRIÁDA

Kontakt tří-čtyř susedících lalůčku

- Interlobulární arterie (*a. interlobularis*)
- Interlobulární vena (*v. interlobularis*)
- Interlobulární žlučovod (*d. bilifer interlobularis*)
- Lymfatické cévy
- Inervace – *nervus vagus*

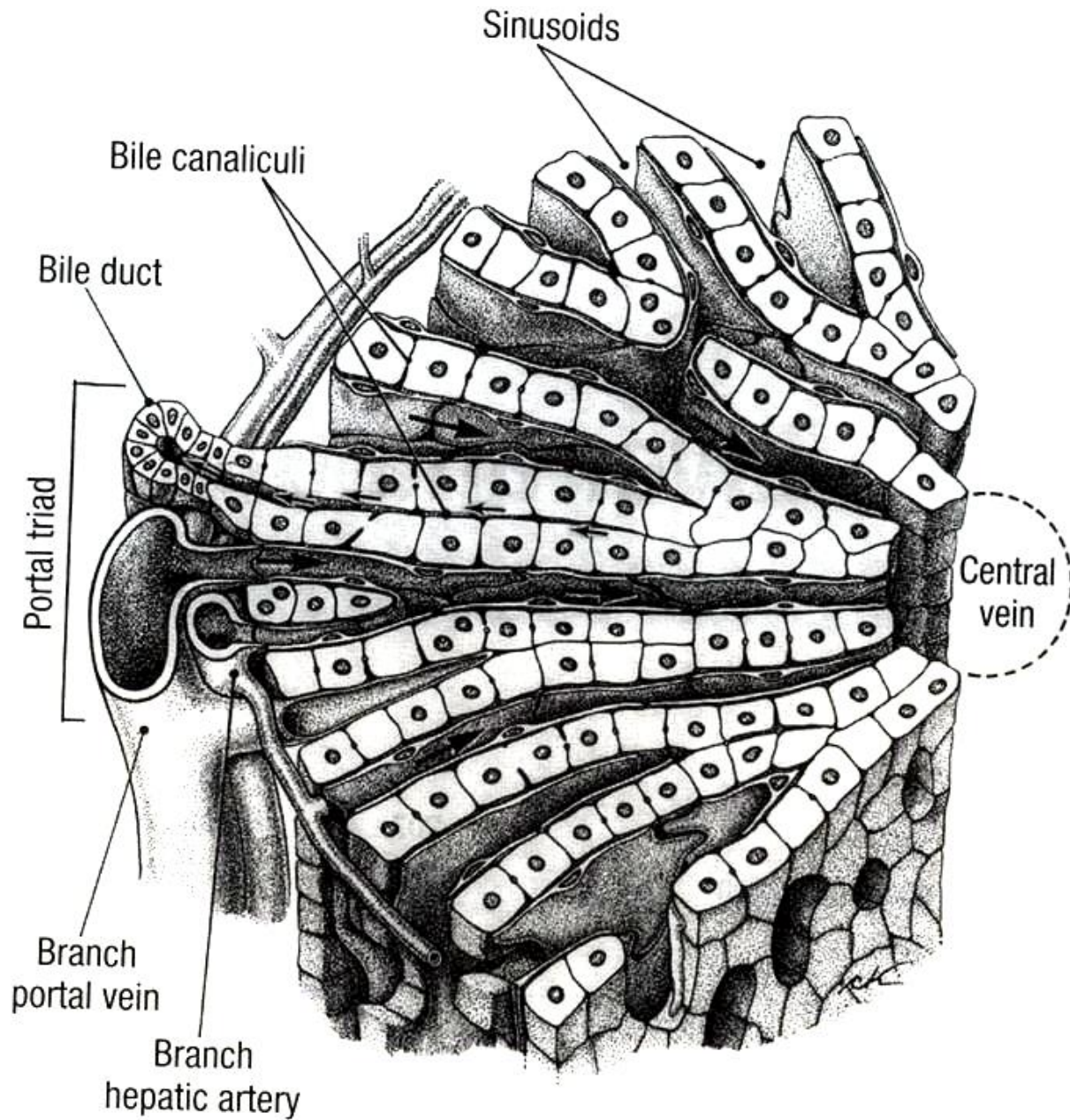
Řídké intersticiální vazivo



▲ Parts of hepatic lobule at portal triad (high magnification).

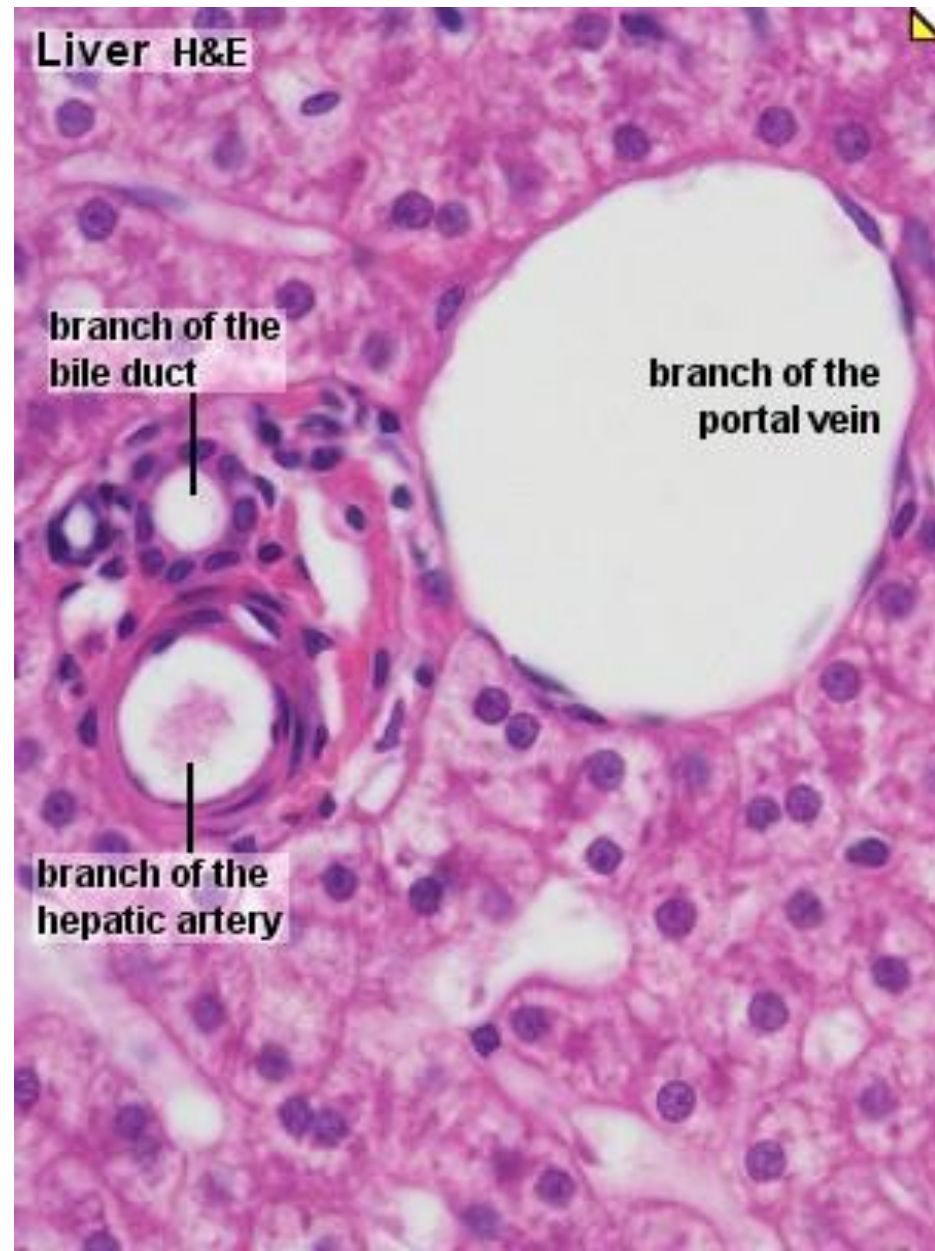
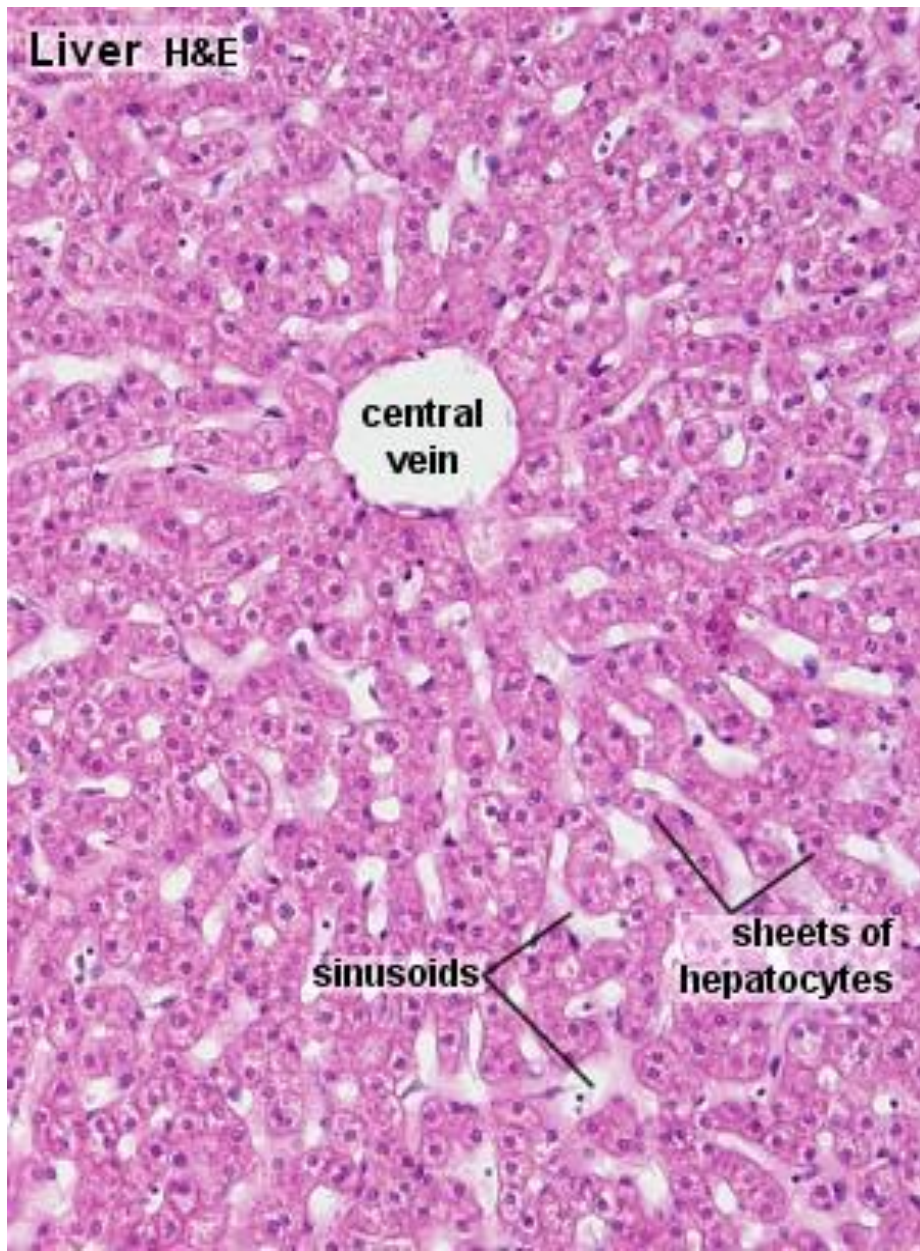


# PORTÁLNÍ TRIÁDA



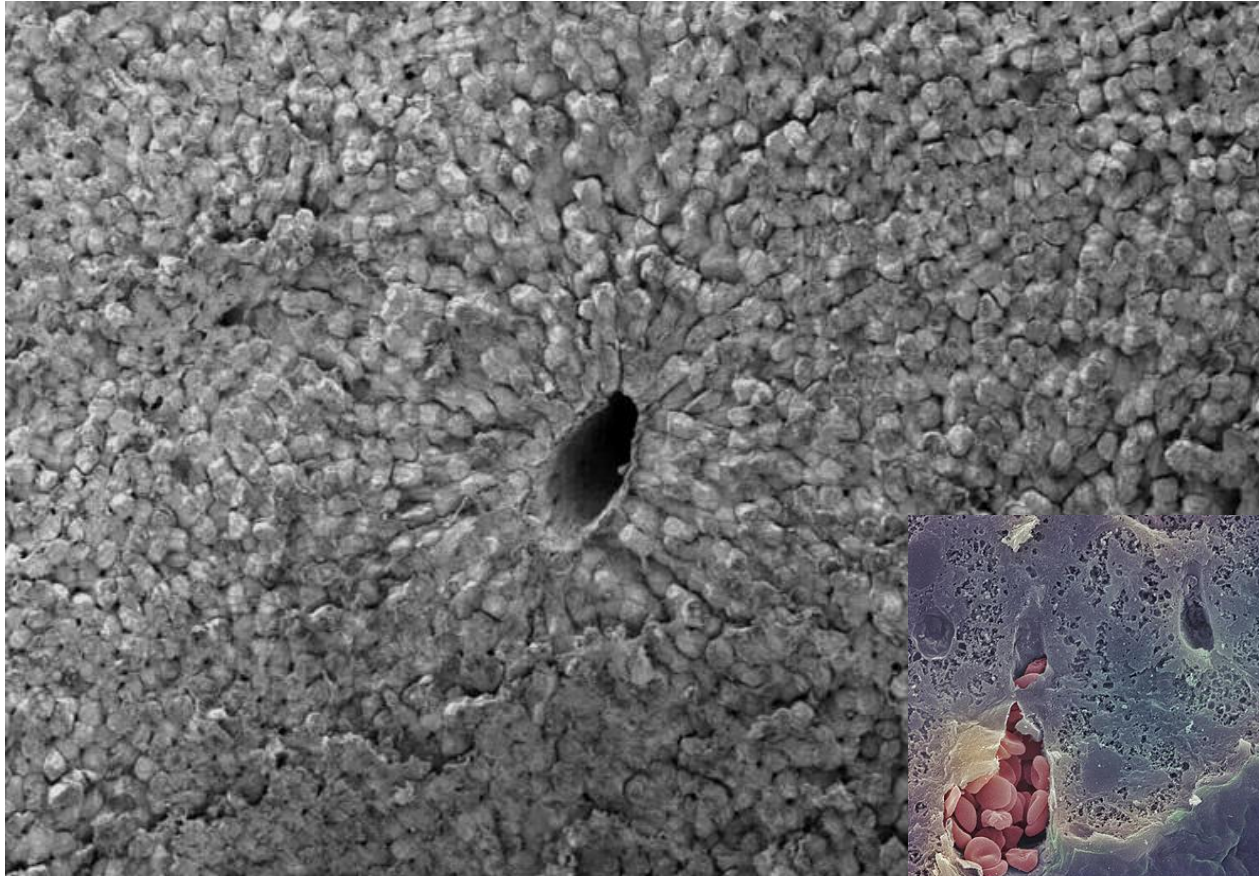


# CENTRÁLNÍ VÉNA A PORTÁLNÍ TRIÁDA

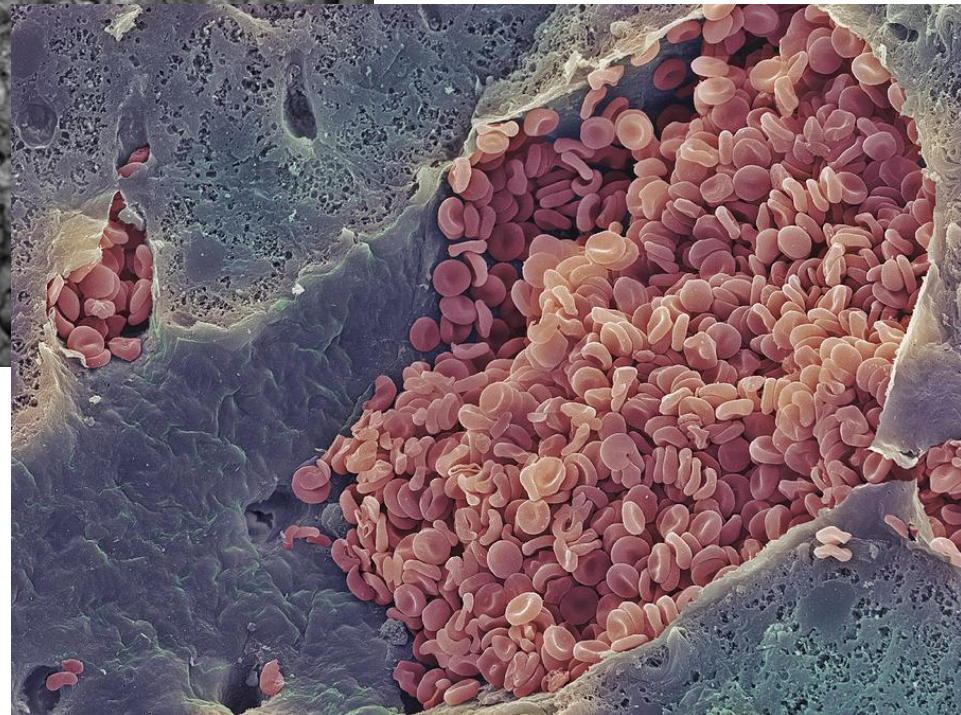




# CENTRÁLNÍ VÉNA (VENA CENTRALIS)



- tenkostěnná vena
- kolagenní vlákna
- minimum svalových buněk





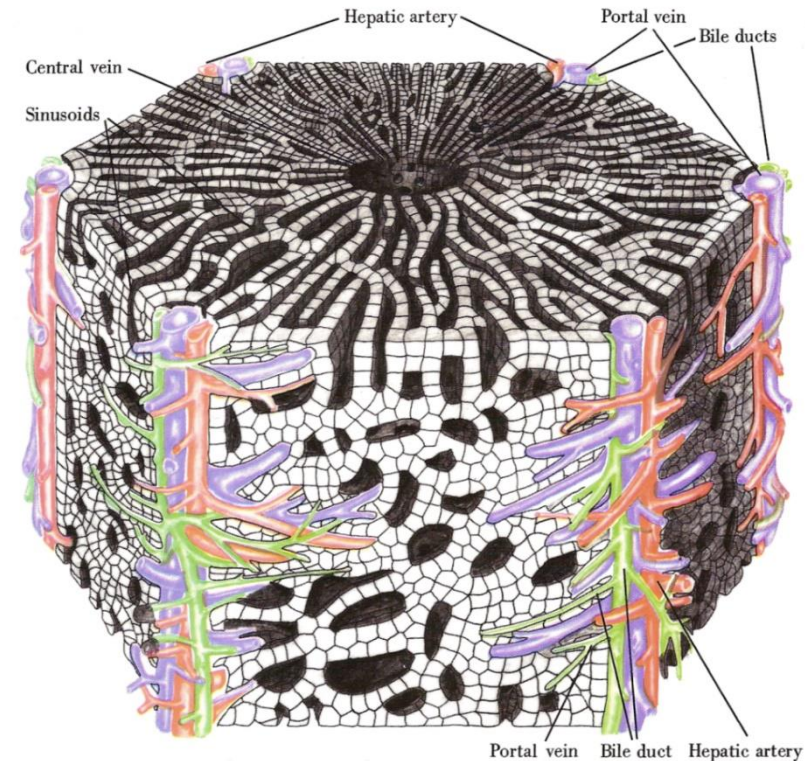
# CENTRÁLNÍ VÉNA (VENA CENTRALIS)





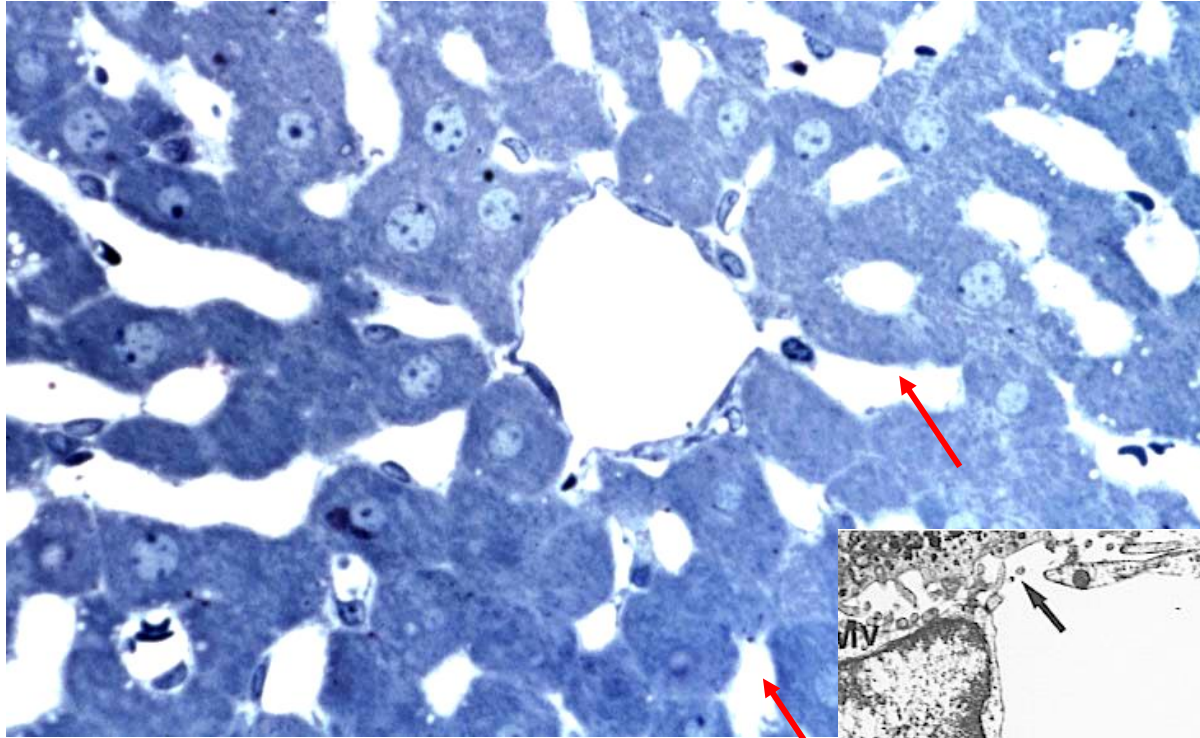
# HEPATOOCYTY A JATERNÍ SINUSOIDY

- Hepatocyty
  - trámce (trabekulární epitel)
  - šířka 1-2 buňky, časté anastomózy
- Sinusoidy
  - 9-15 $\mu$ m
  - Anastomozující síť plochých endoteliálních buněk
  - Bez bazální membrány – žádná difuzní bariéra
  - Fenestrace - 100nm, chybí diafragma
  - Intercelulární prostor
  - Perisinusoidální (Dissého) prostor
  - Retikulární vlákna, perisinusoidální fibroblasty
  - Rozptýlené Kupferovy buňky (monocyto-makrofágový systém)
  - Perisinusoidální Itovy buňky
- Vena centralis



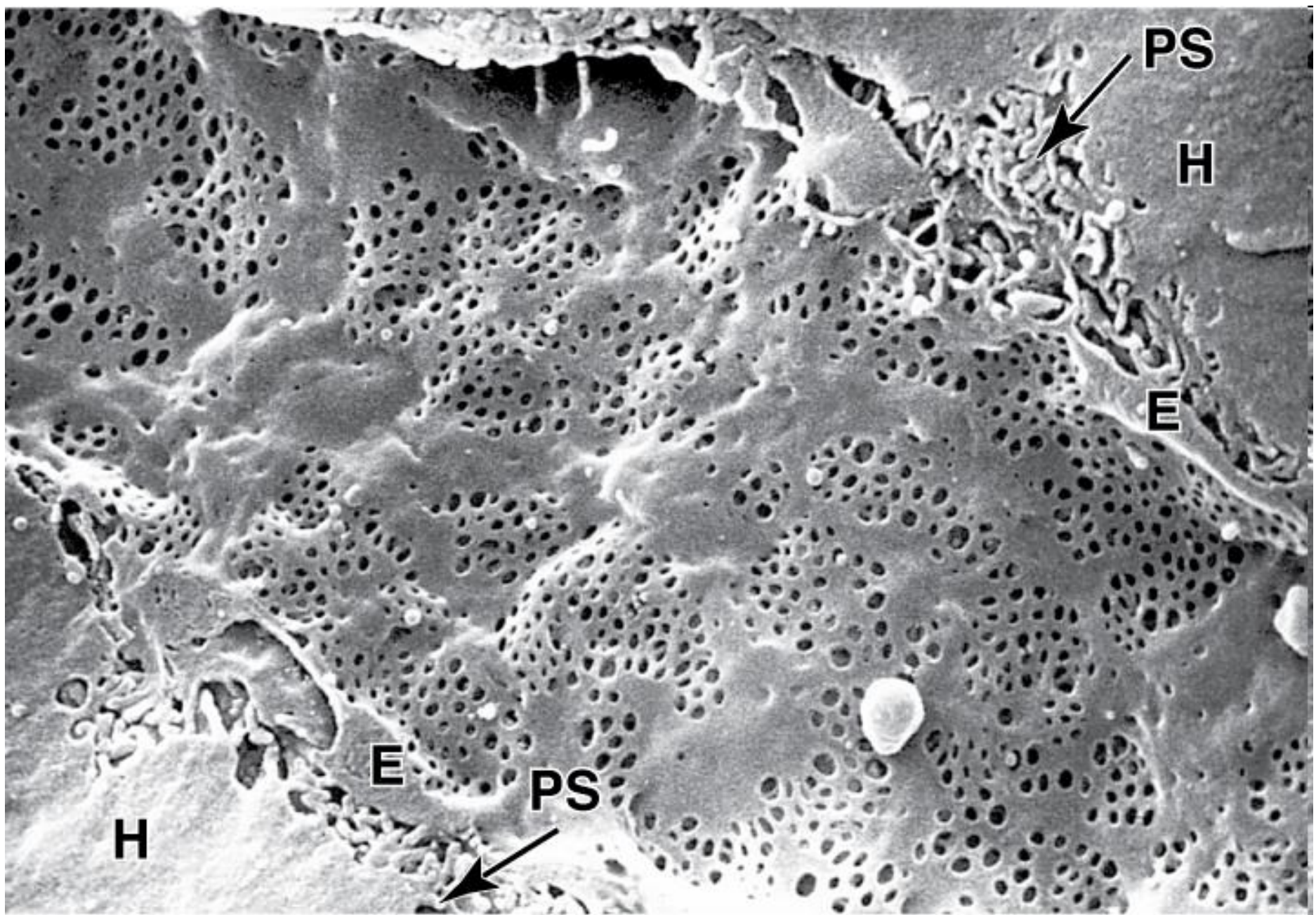


# JATERNÍ SINUSOIDY





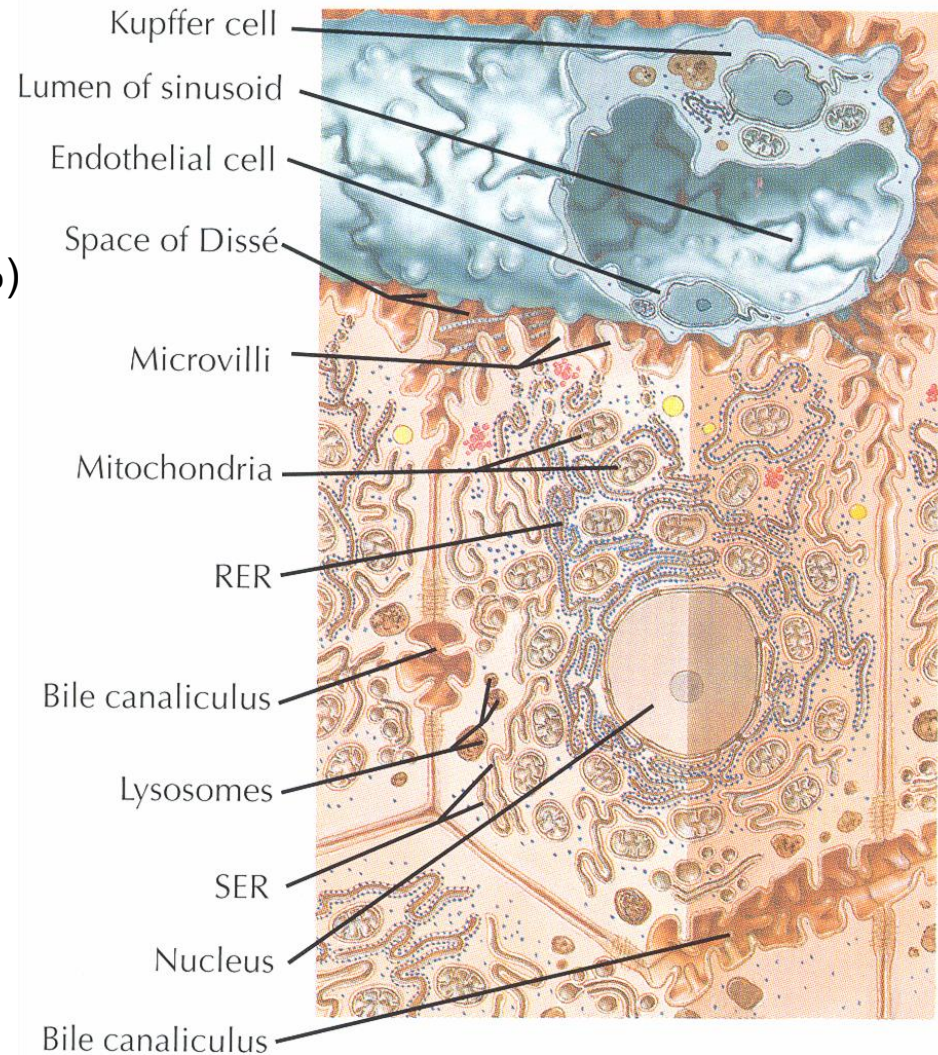
# JATERNÍ SINUSOIDY





# HEPATOCYTY

- Polygonální buňky jaterního parenchymu
- 20x30 $\mu$ m
- Nepravidelné trámce mezi sinusoidy
- Obvykle jedno centrálně umístěné jádro, dvou- a vícenukleární buňky jsou časté (20%)
- Jadérka
- Lysozomy
- Glykogen
  
- Funkční povrchy:
  - **Žlučový pól** - sekreční – membrány sousedících hepatocytů tvořící žlučovou kapiláru
  - **Krevní pól** - absorpční - sinusoidální – mikrokilky orientované do Disseho prostoru
  - Membrány se spojovacími komplexy

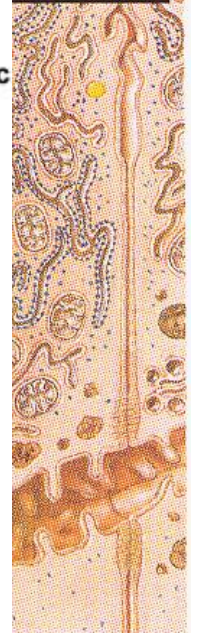
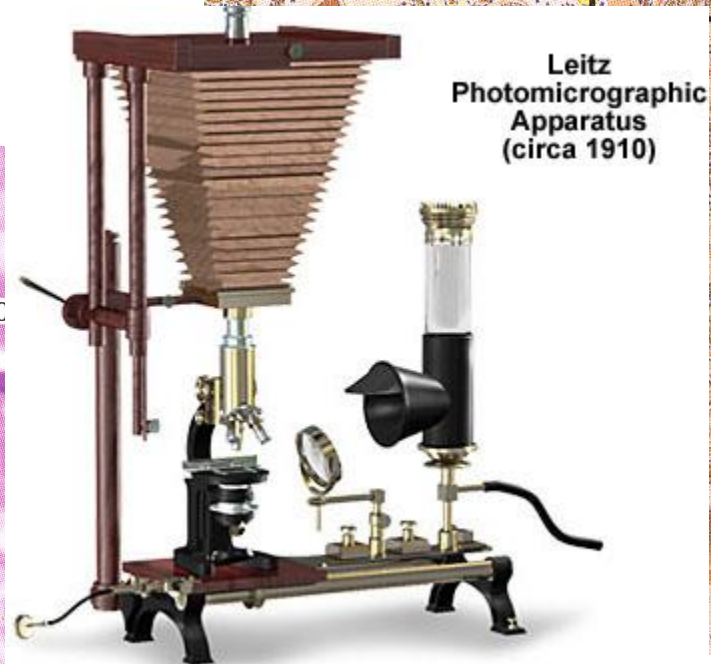
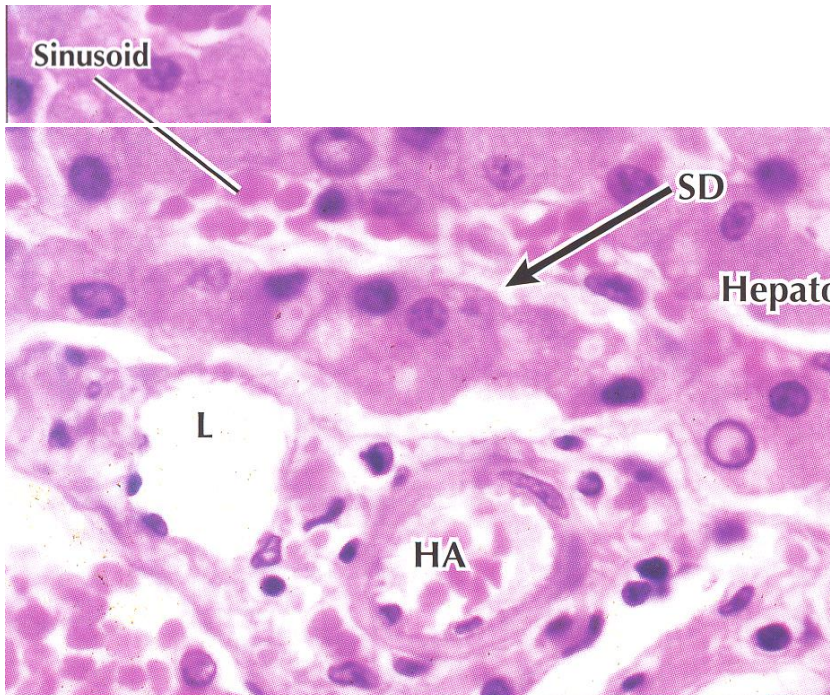
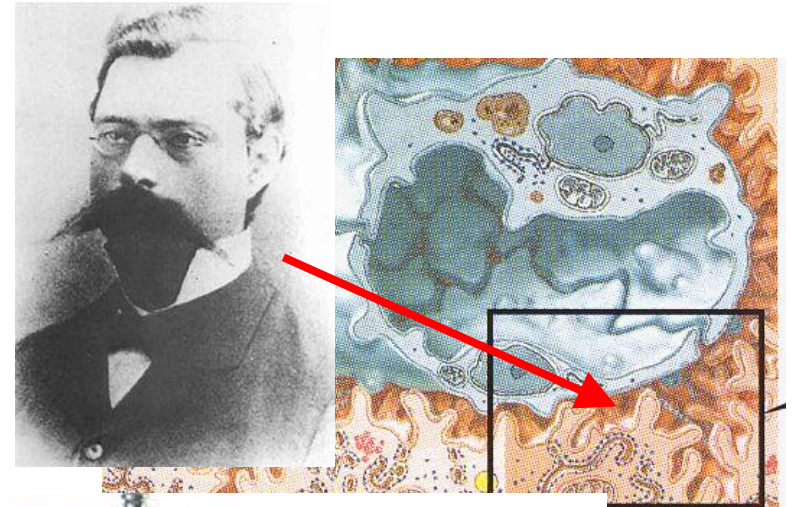




# DISSEHO PROSTOR

Joseph Disse (1852-1912)

- Mezibuněčný prostor
- Endotel sinusoid - Hepatocyty
  - Spojení Dissého prostoru a lumen sinusoidů díky fenestrovaným endoteliálním buňkám
  - Hepatocyty v přímém kontaktu s plazmou (mikroklky)
  - Itovy buňky



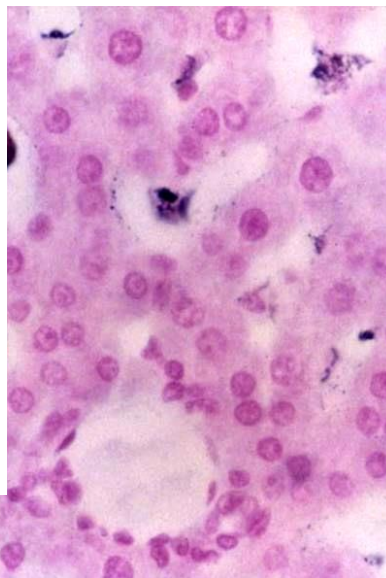
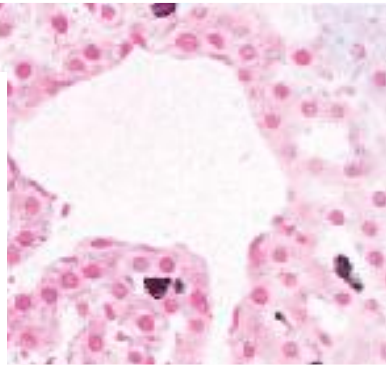


## KUPFFEROVY BUŇKY

- Jaterní makrofágy
- Mononukleární fagocytární systém
- Fagocytují cizí částice, poškozené erythrocyty, bakterie, ...

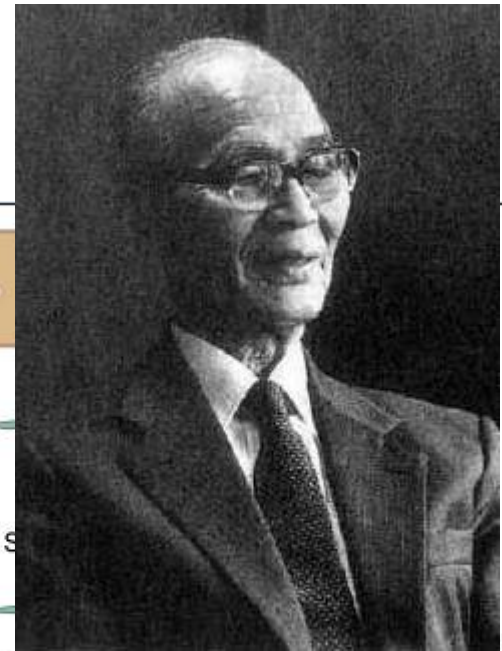
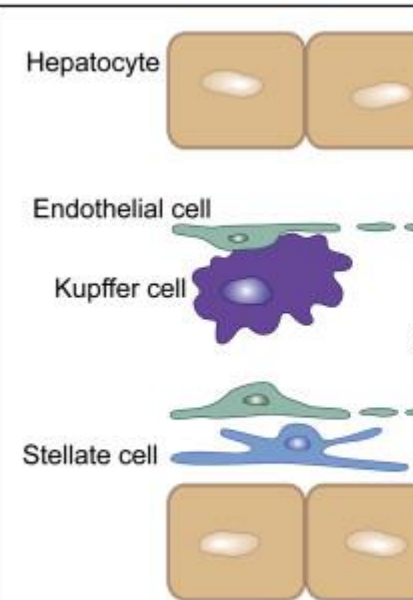


**Karl Wilhelm Kupffer**  
1866



## ITOVY BUŇKY

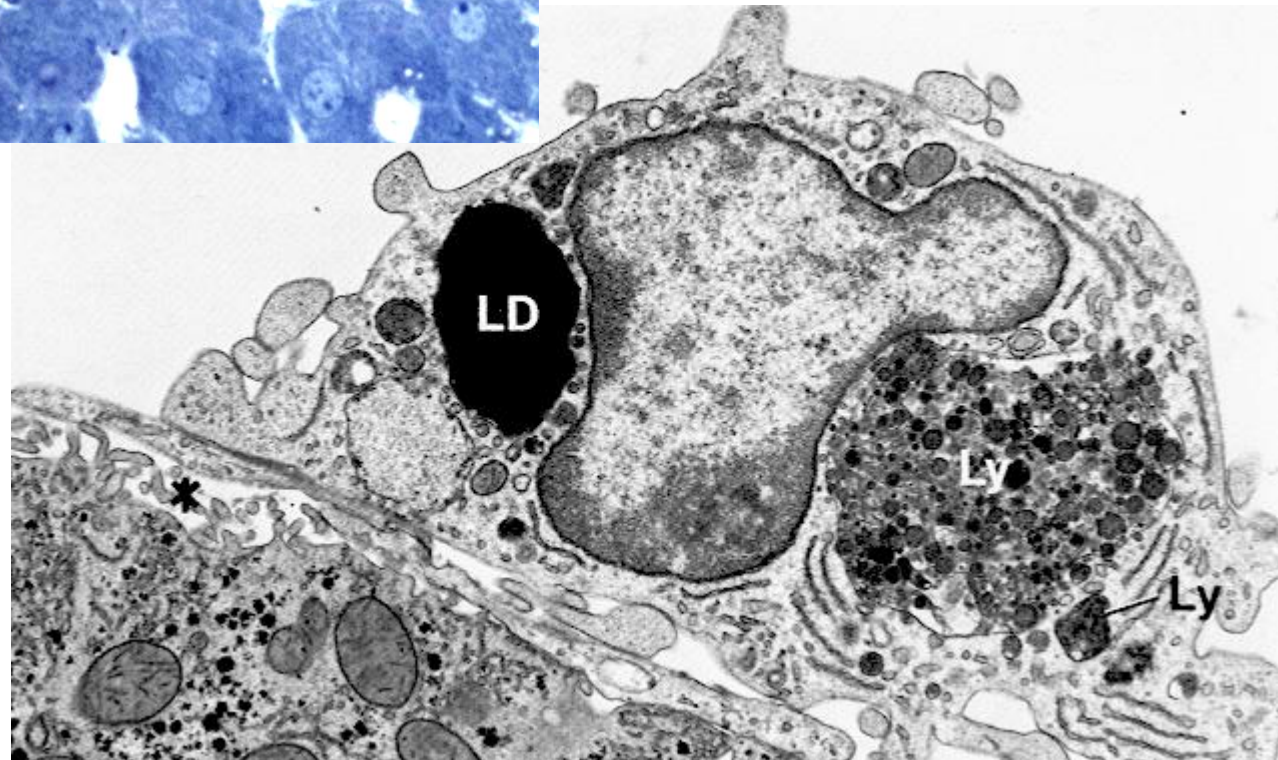
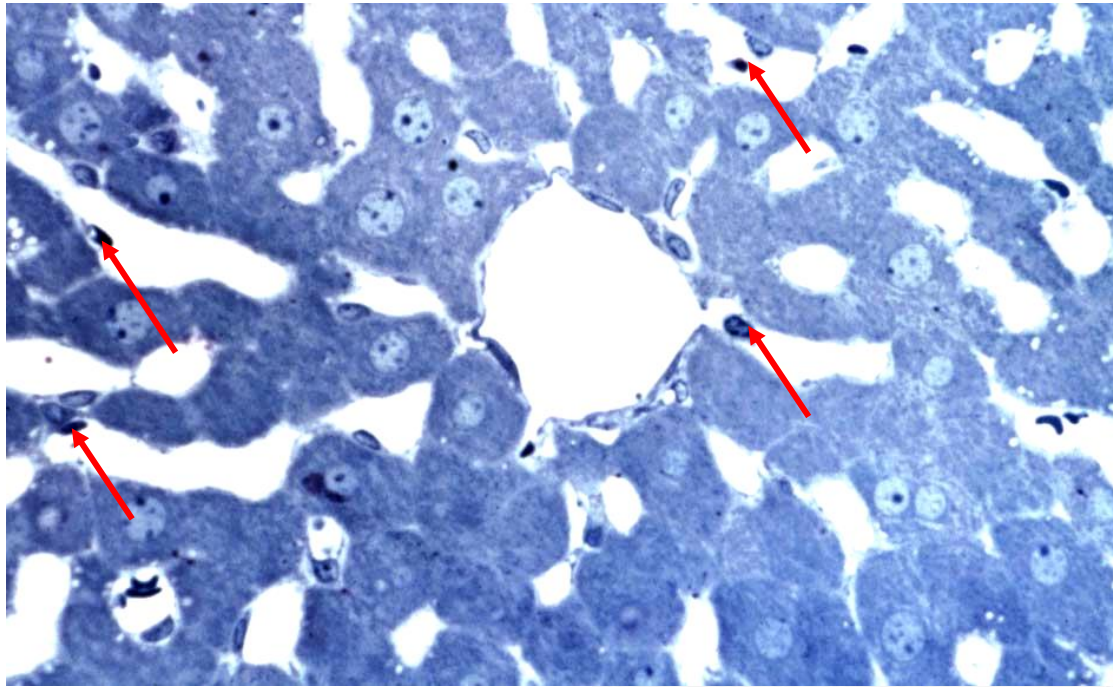
- Hvězdčité (stelátní, perisinusoidové) buňky
- Tukové kapénky
- Deponují vitamin A
- Produkují jemné retikulární vazivo
- Antigen prezentující buňky (lipidové antigeny)



**Toshio Ito**  
1951

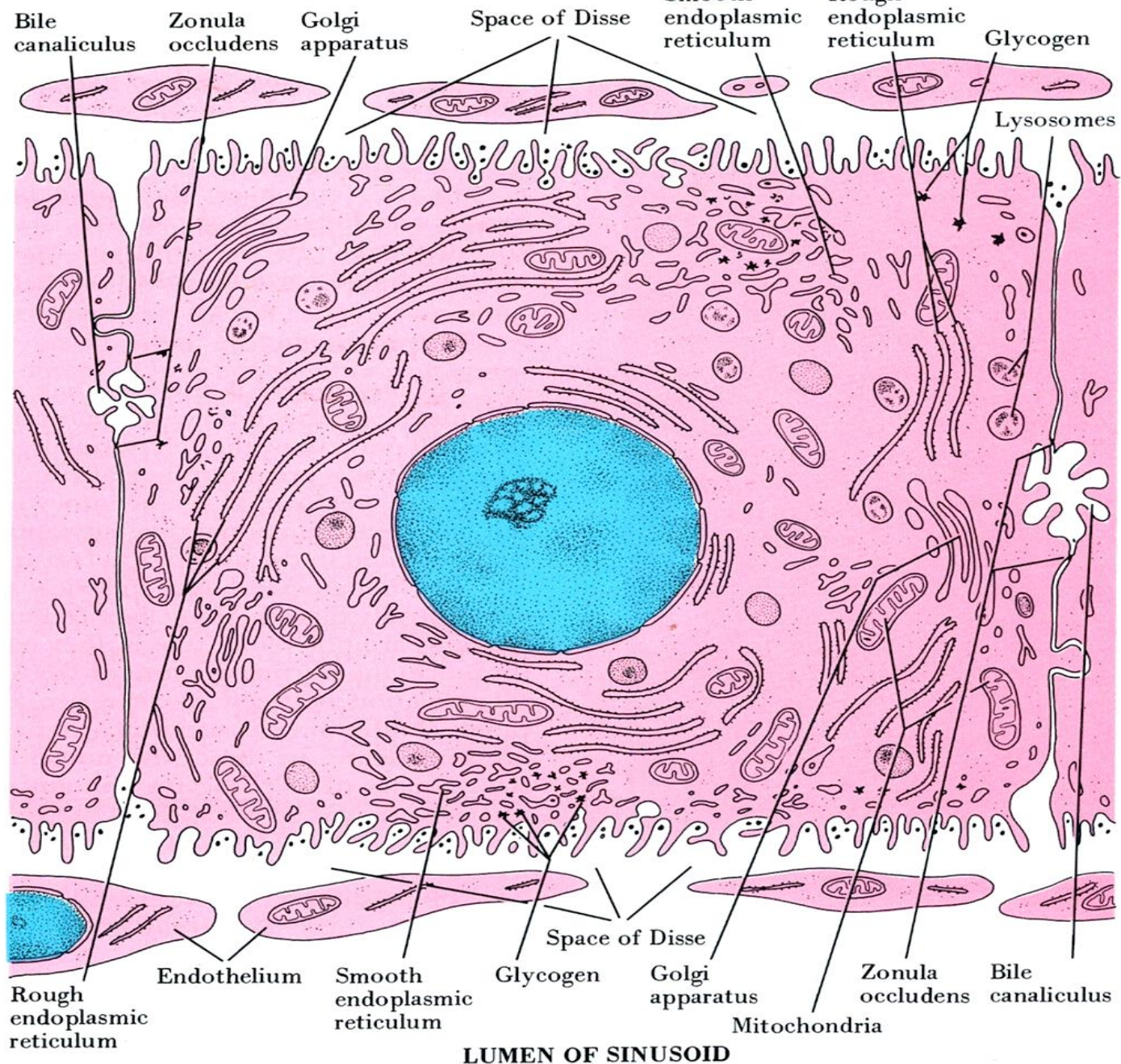


# KUPFFEROVY BUŇKY



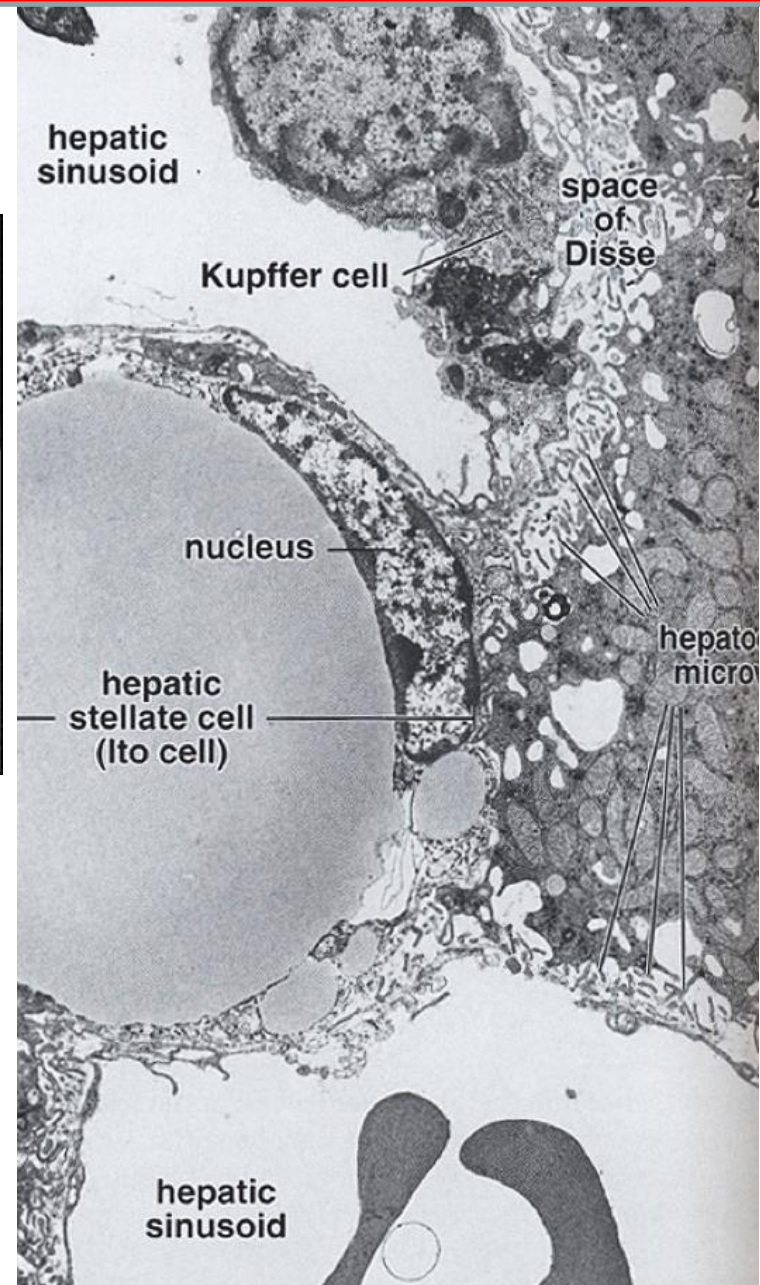
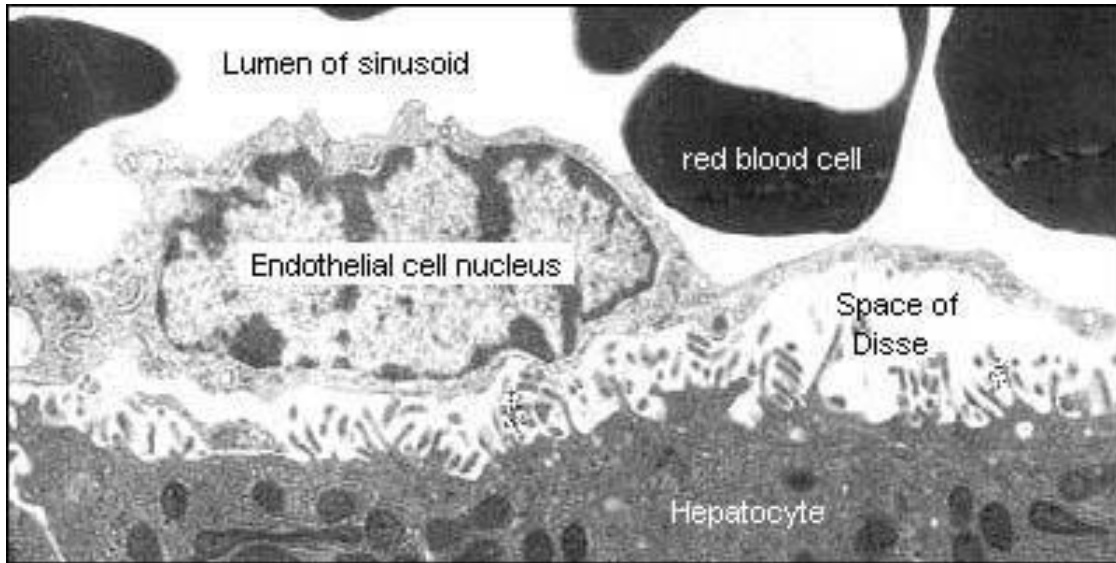


# MIKROPROSTŘEDÍ DISSÉHO PROSTORU



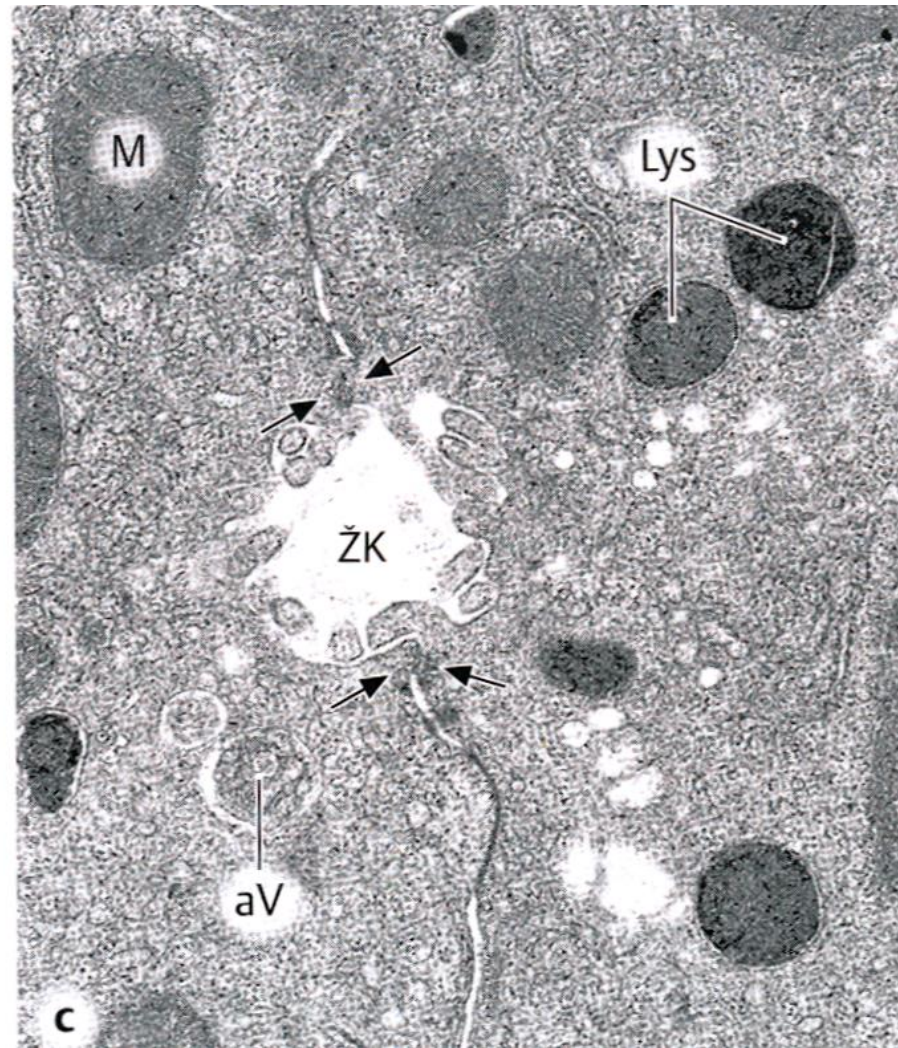
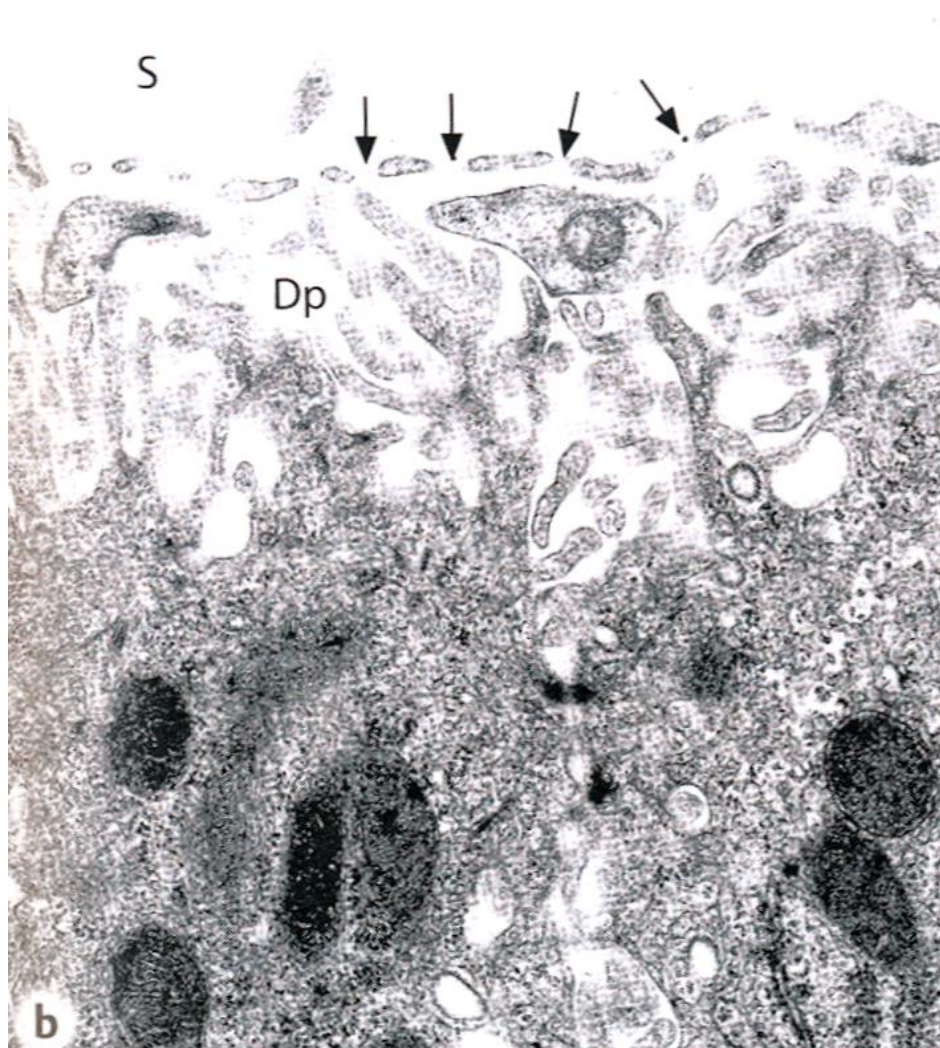


# MIKROPROSTŘEDÍ DISSÉHO PROSTORU



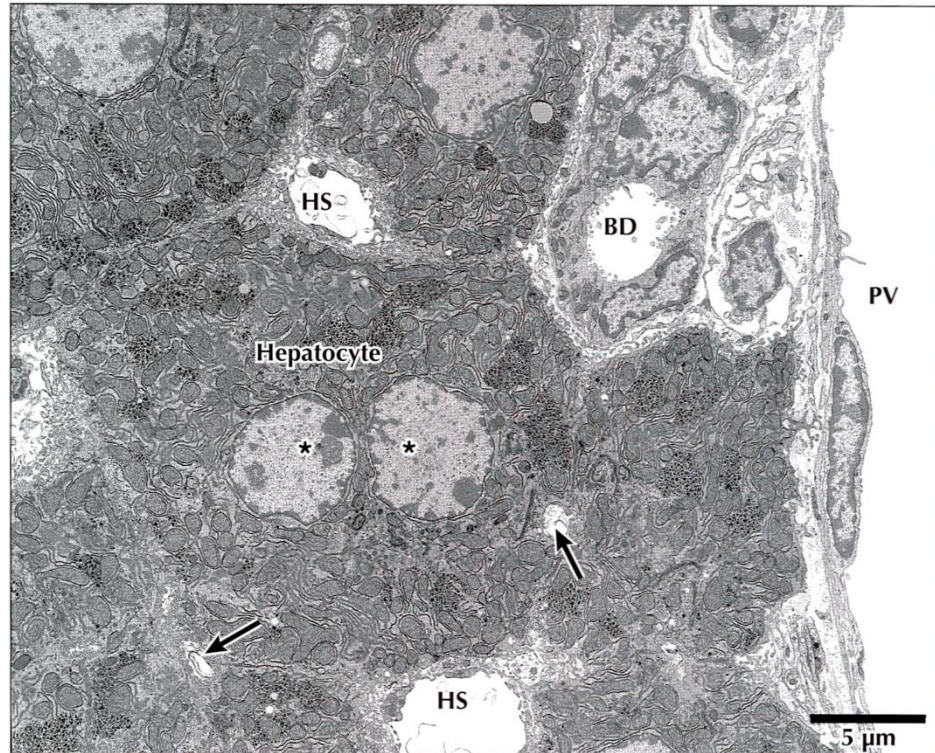


# FUNKČNÍ DOMÉNY HEPATOCYTU

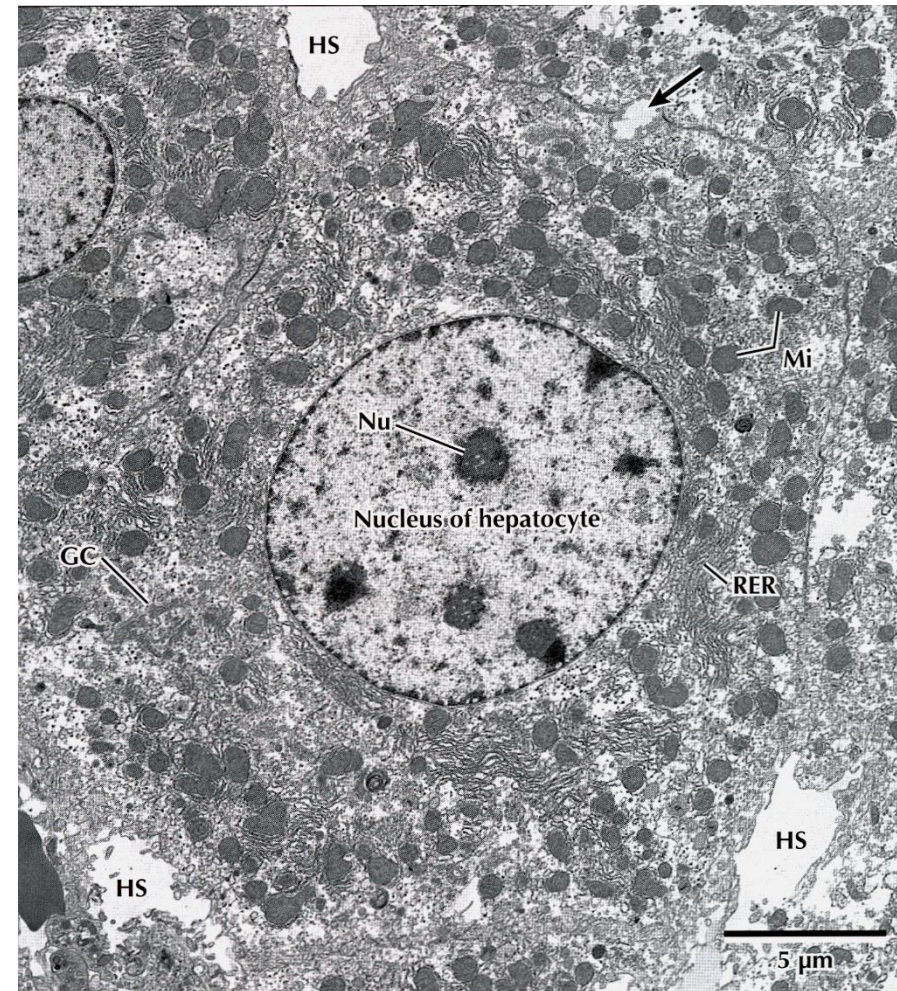




# ULTRAŠTRUKTURA HEPATOCYTU



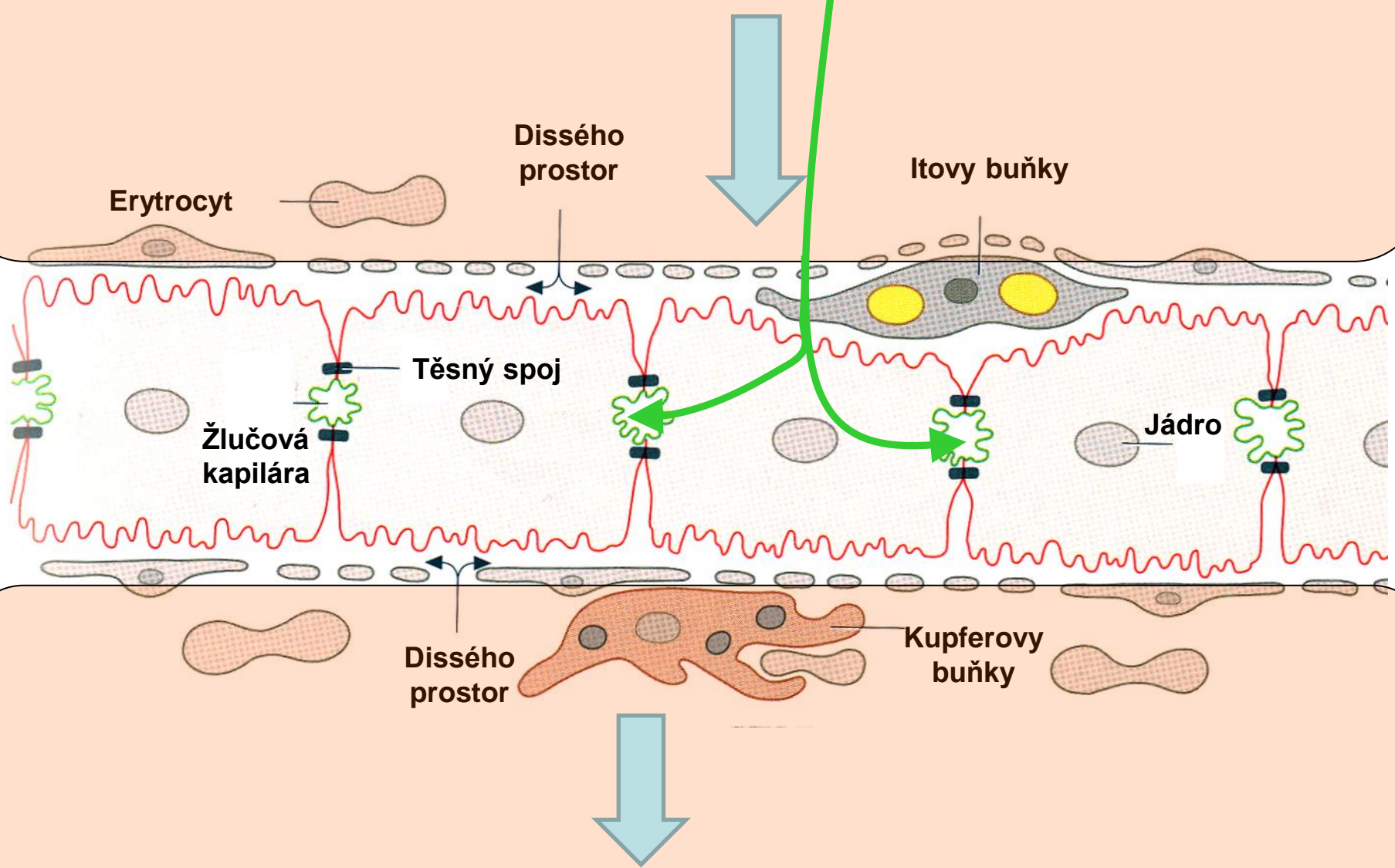
- Dlouhé mitochondrie s plochými nebo tubulárními kristami
- Zřetelné  $RER$ ,  $SER$  a Golgi
- Glykogen, tukové kapénky, lysosomy, peroxisomy





# FUNKČNÍ VZTAHY HEPATOCYTŮ

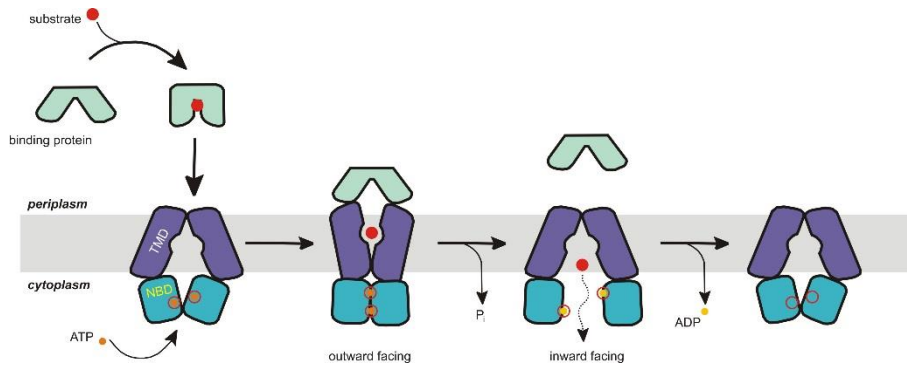
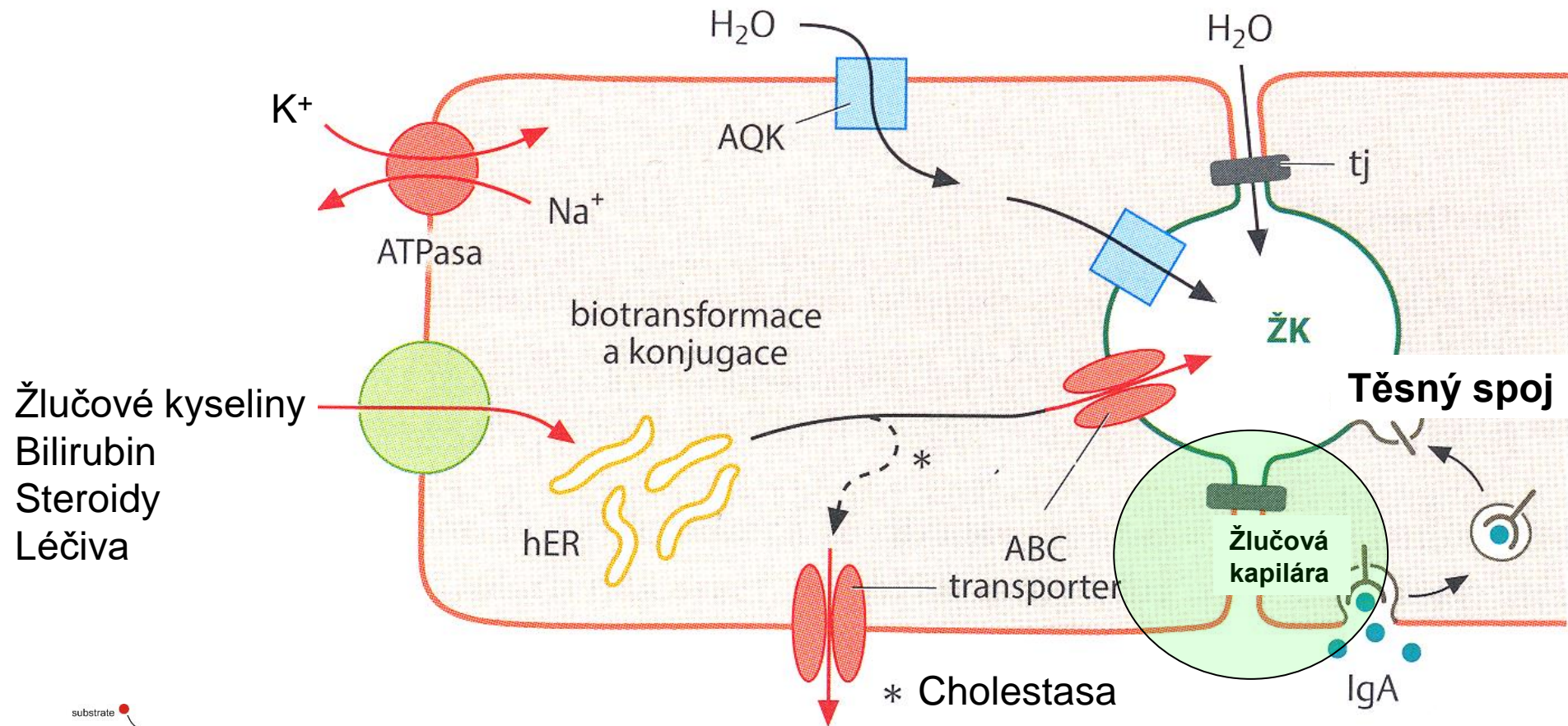
Z krevní plazmy:  
Glukóza, aminokyseliny, žlučové kyseliny



Krevní proteiny (sérový albumin, fibrinogen, protrombin, komplement, transferrin, atd.)



# FUNKČNÍ VZTAHY HEPATOCYTŮ

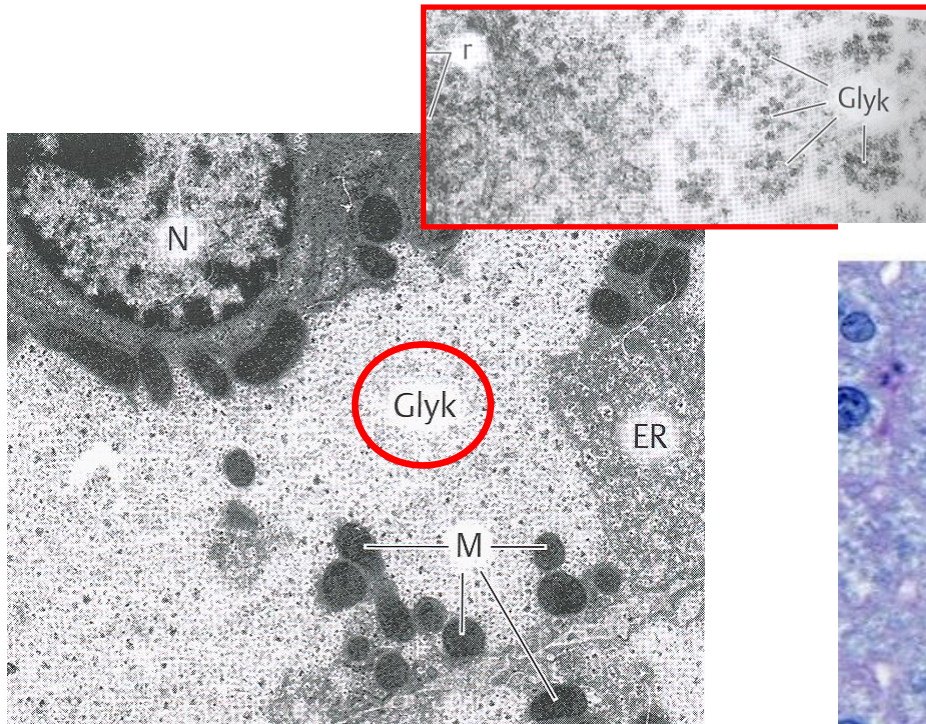




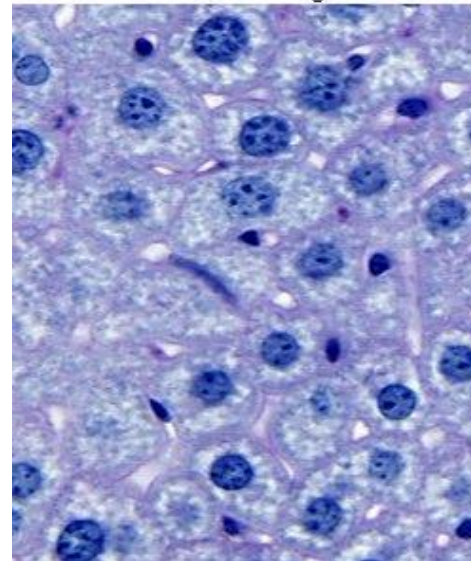
# METABOLICKÁ AKTIVITA HEPATOCYTŮ

- **Syntéza a metabolismus látek krevní plazmy**

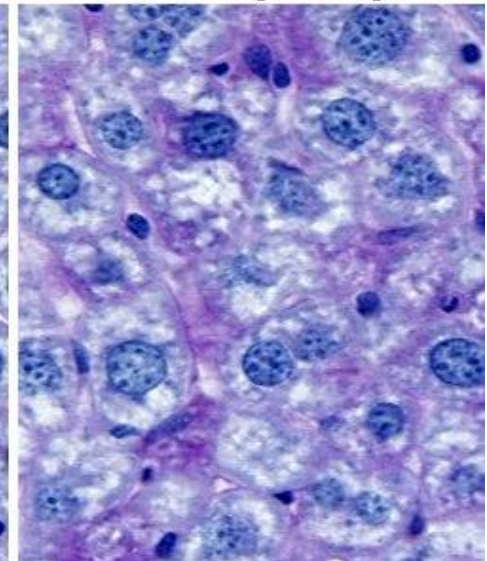
- Proteosyntéza –  $R$ ER + Golgi (plasmatické proteiny – albuminy, prothrombin, fibrinogen)
- Metabolismus tuků –  $S$ ER, peroxisomy (lipidová konverze mastných kyselin a glukózy, syntéza lipoproteinů)
- Metabolismus glukózy a sacharidů - syntéza glykogenu, glykogenolýza a glukoneogeneze (insulin / glukagon)



Fasted overnight



Two hours post-feeding





# METABOLICKÁ AKTIVITA HEPATOCYTŮ

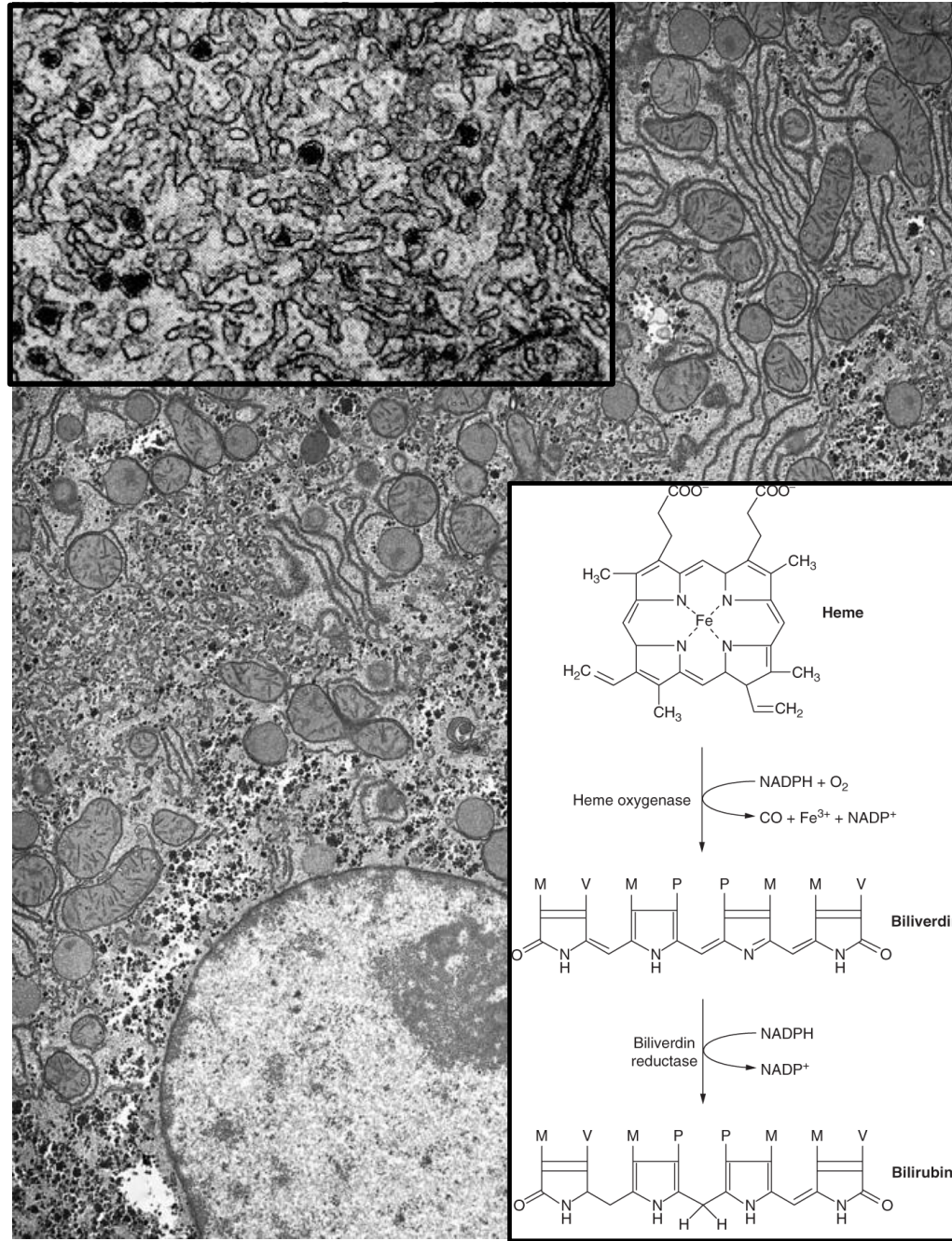
- **Detoxifikace**

- sER (steroidy, barbituráty, polyaromatické látky rozpustné v tucích atd., endo- a exotoxiny)
- Lysozomy (autofagie, degradace endocytovaných molekul)
- Peroxisomy

- **Metabolismus a deponování vitamínů a stopových prvků**

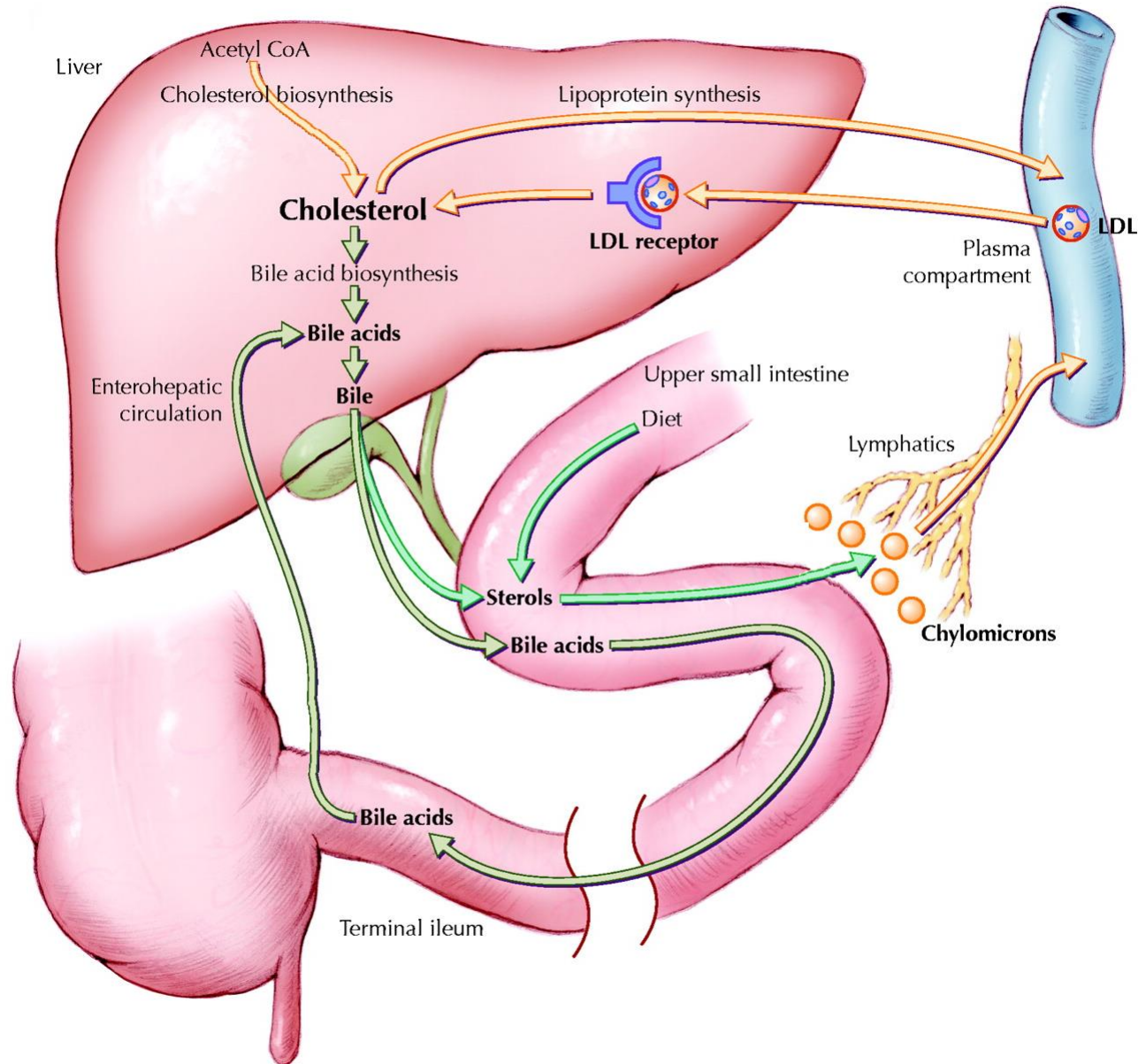
- **Produkce žluči**

- Recyklace žlučových kyselin (90%)
- 10% syntéza de novo
- konjugace nerozpustného (toxického) bilirubinu a glukuronové kyseliny na rozpustný (netoxický) komplex bilirubin-glukuronid
- sER
- hyperbilirubinemie (nekonjugovaný/konjugovaný bilirubin)





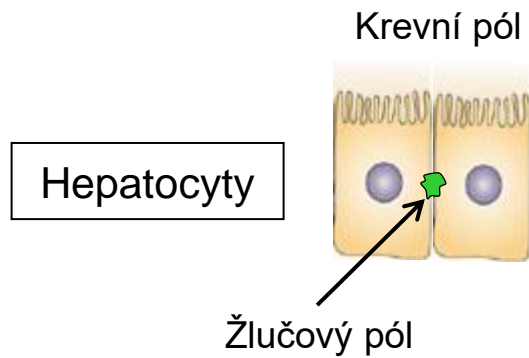
# ENTEROHEPATICKÝ OBĚH



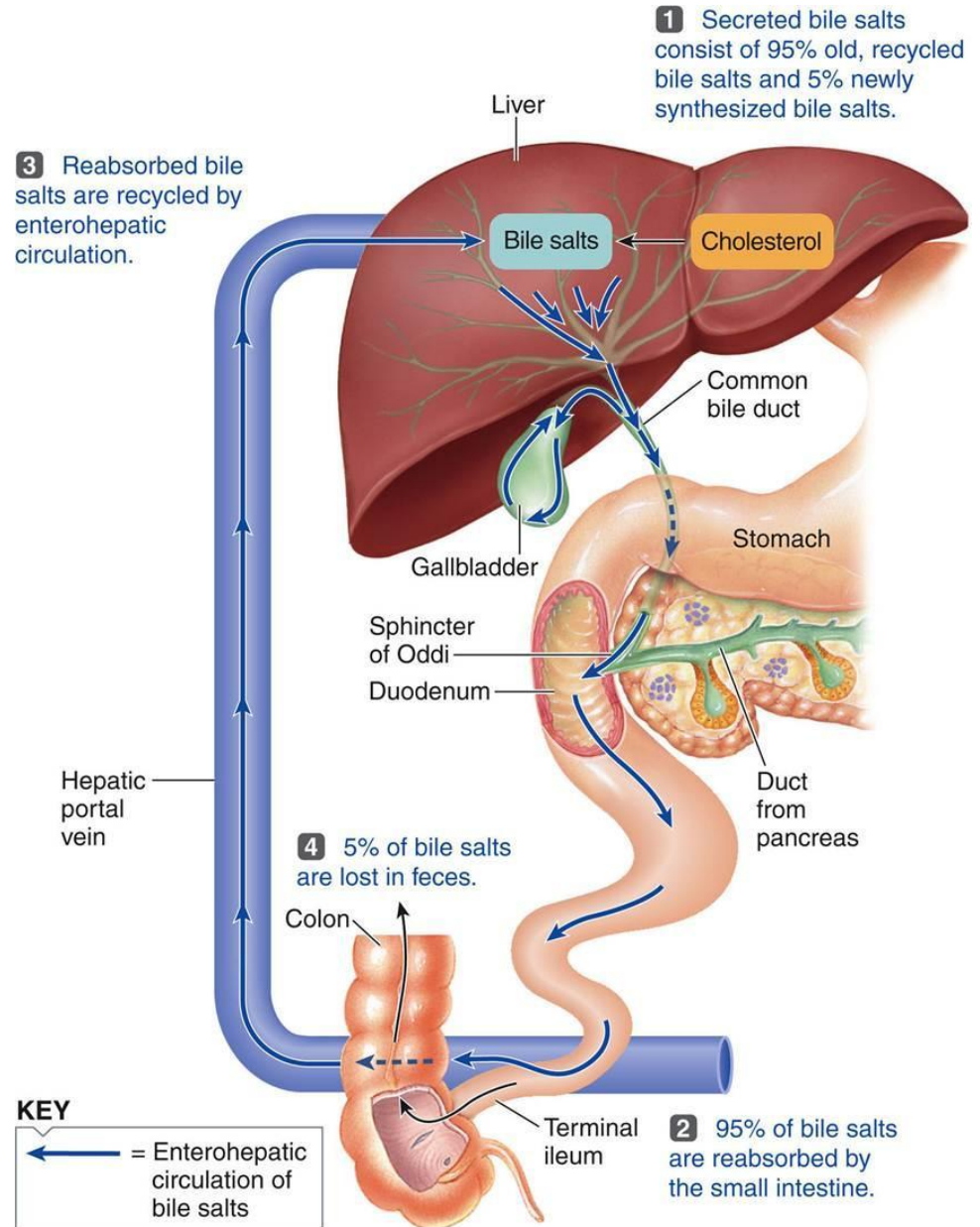


# ENTEROHEPATICKÝ OBĚH

- Resorpce v terminální části ilea
- Vena portae
- Sinusoidy



- Žlučové kapiláry
- Intra a extrahepatální cesty
- Duodenum





## INTRAHEPATÁLNÍ

### Žlučové kanálky

- mezibuněčný prostor mezi hepatocyty
- 1-2 $\mu$ m
- nemají stěnu, ohraničené jen membránami hepatocytů
- spojovací komplexy

### Heringovy kanálky

- navazují na žlučové kapiláry
- jednoduchý dlaždicový epitel

### Interlobulární žlučovody

- cholangiocyty
- kubický nebo nízký cylindrický epitel + vazivo

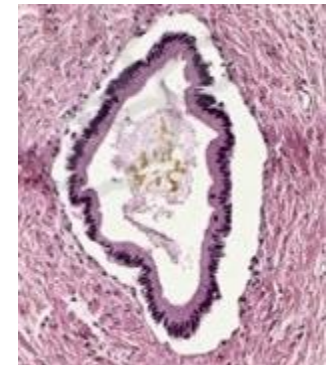
### Lobární žlučovody

- ductus hepaticus dexter et sinister
- vysoký jednovrstevný cylindrický epitel
- mucinózní žlásky

## EXTRAHEPATÁLNÍ

### Ductus hepaticus, ductus cysticus, ductus choledochus

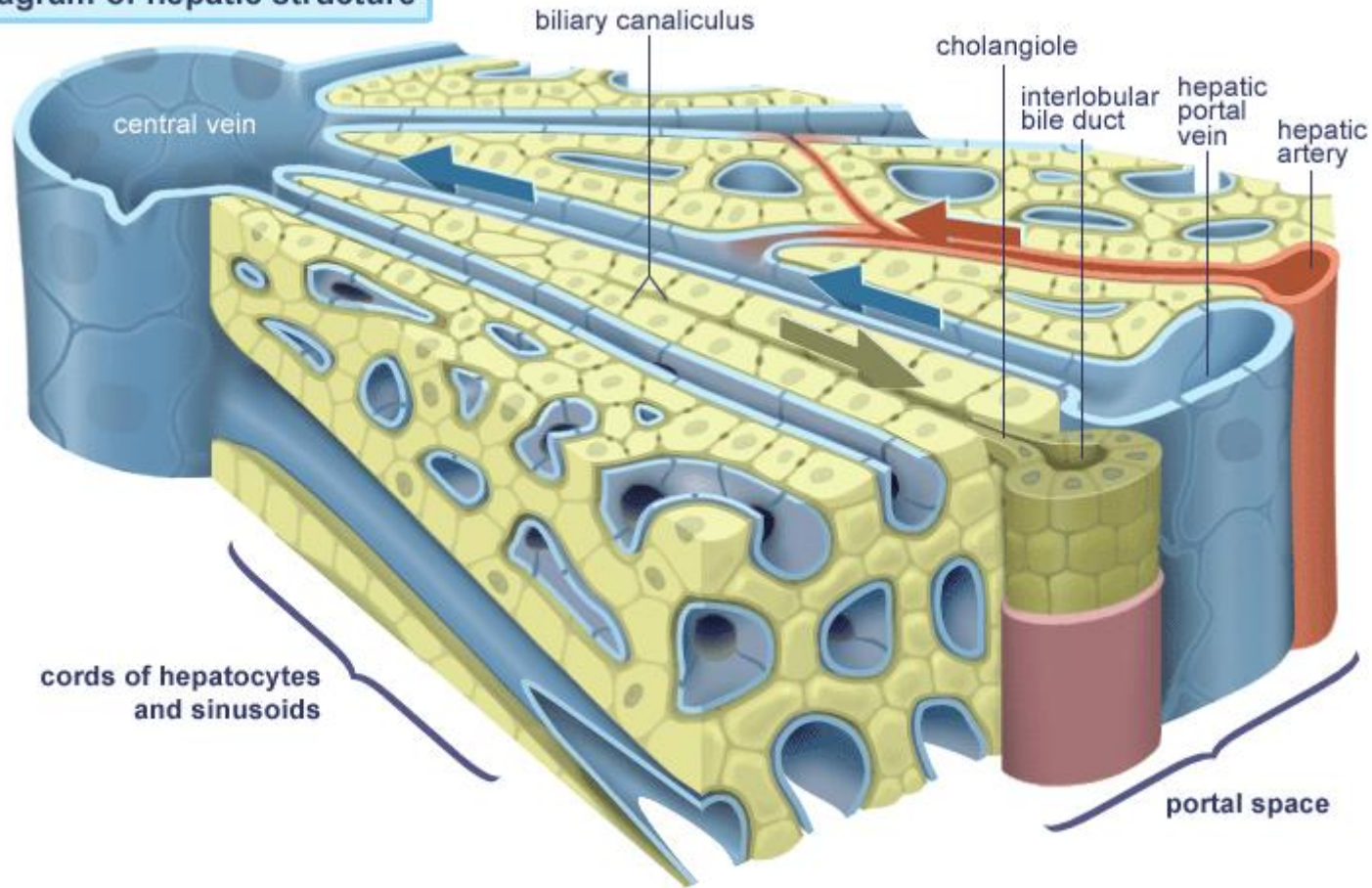
- sliznice
- fibromuskulární vrstva
- sfinkter





# INTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

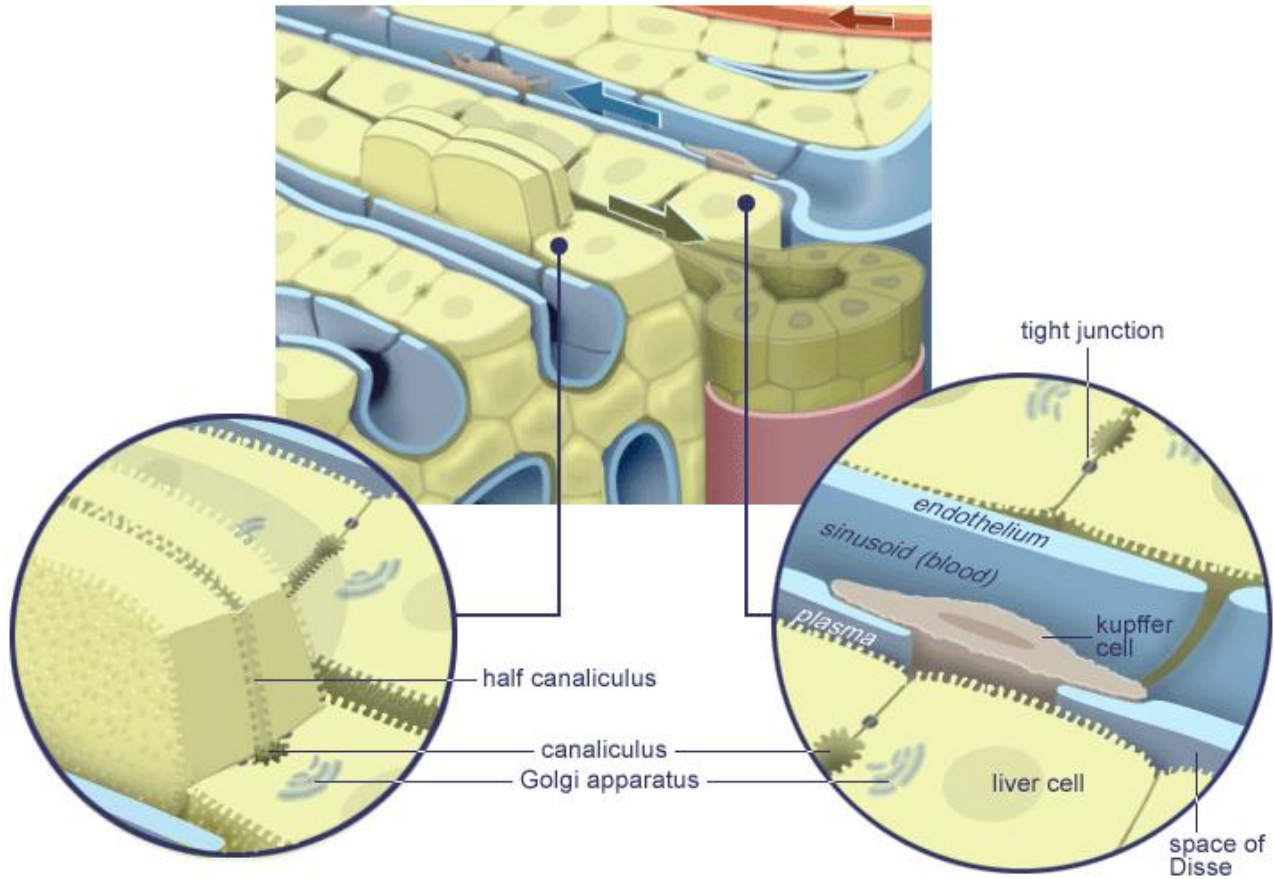
Diagram of hepatic structure





# INTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

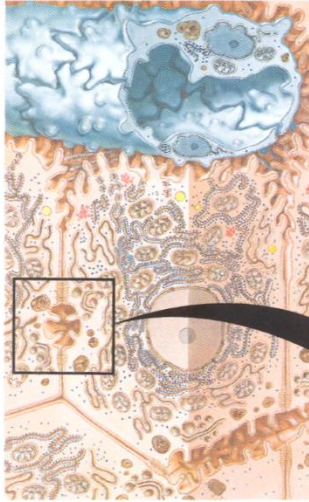
Hepatic structure (close-up)



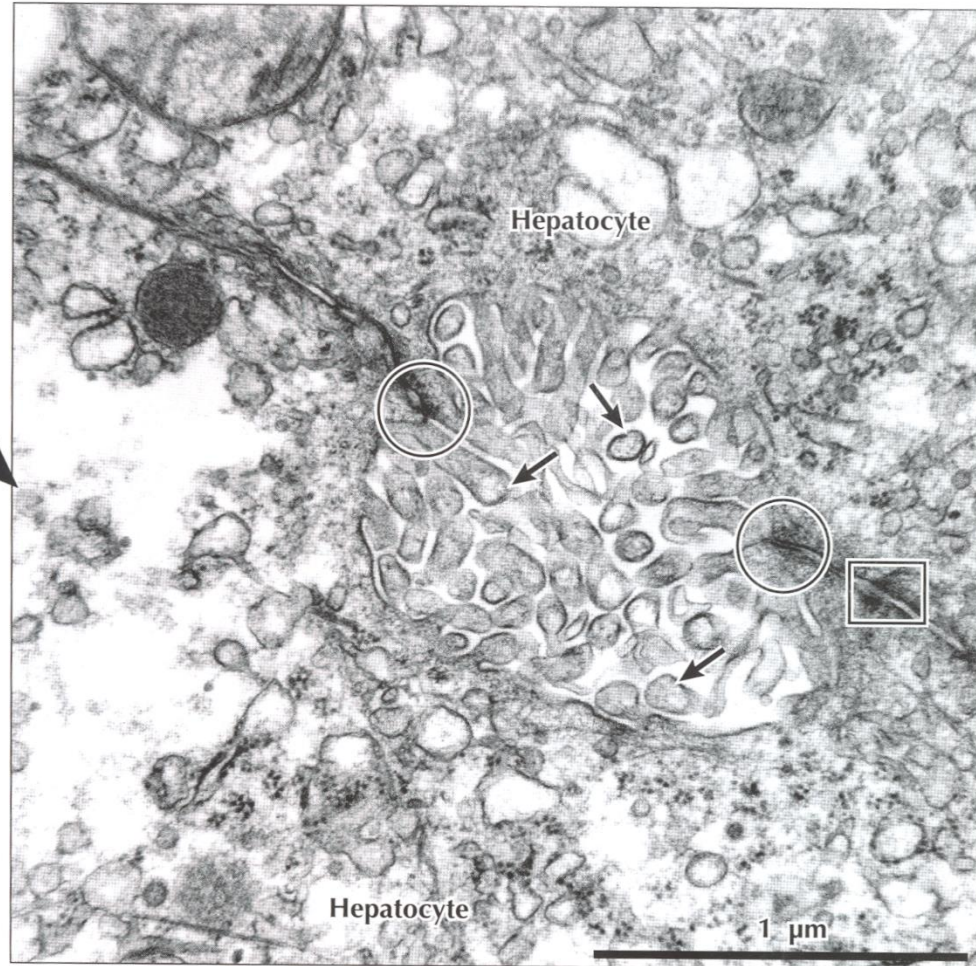


# INTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

▼ The box indicates a bile canaliculus.



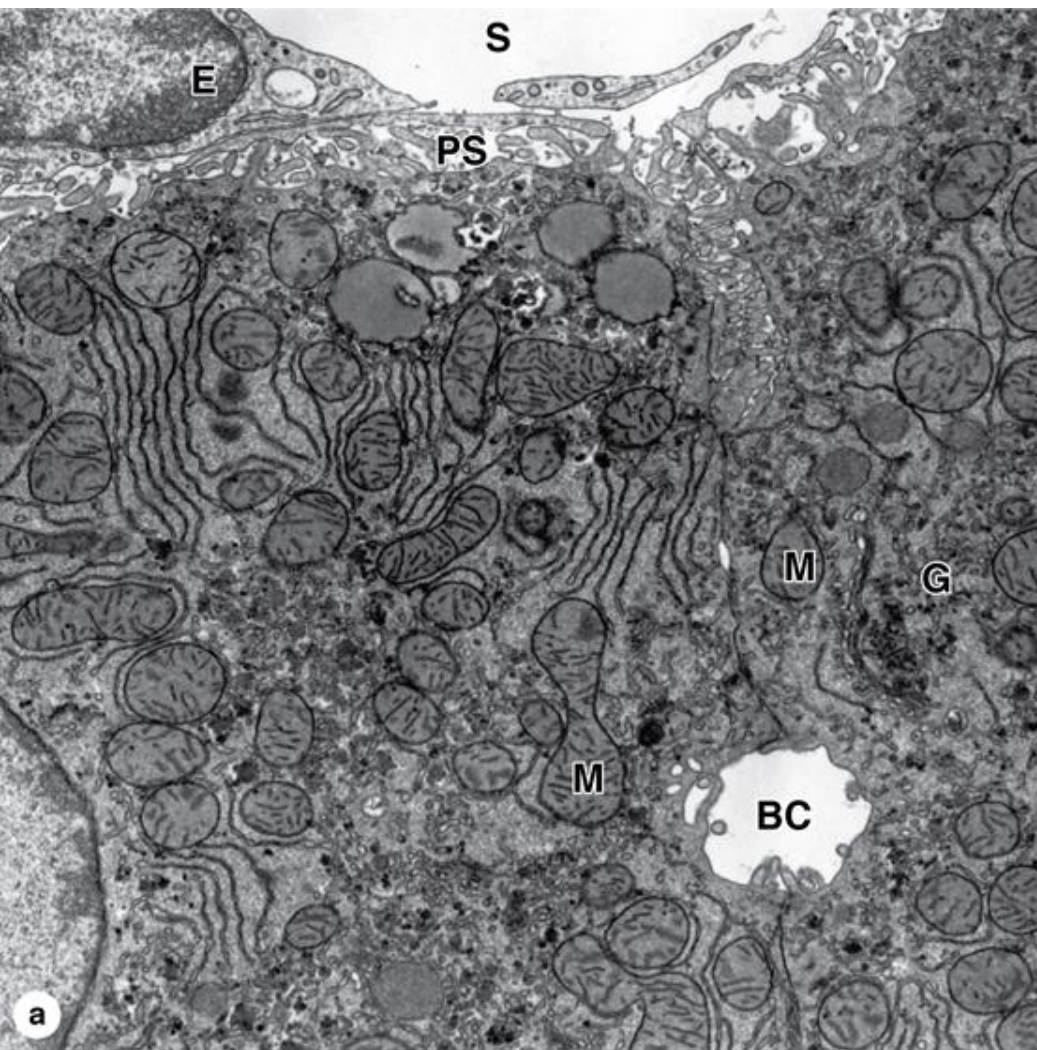
*F. Netter  
M.D.*



▲ EM of a bile canaliculus in transverse section. The lumen shows short stubby microvilli (arrows) of two hepatocytes. Desmosomes (rectangle) and tight junctions (circles) link cell membranes, which seals the canaliculus and prevents bile leakage to surrounding tissues. 47,000×



# INTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

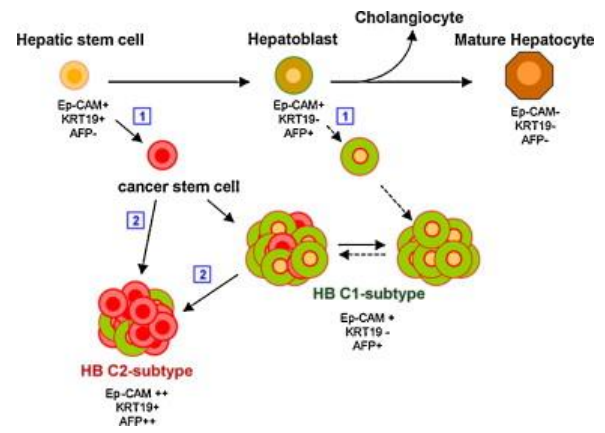
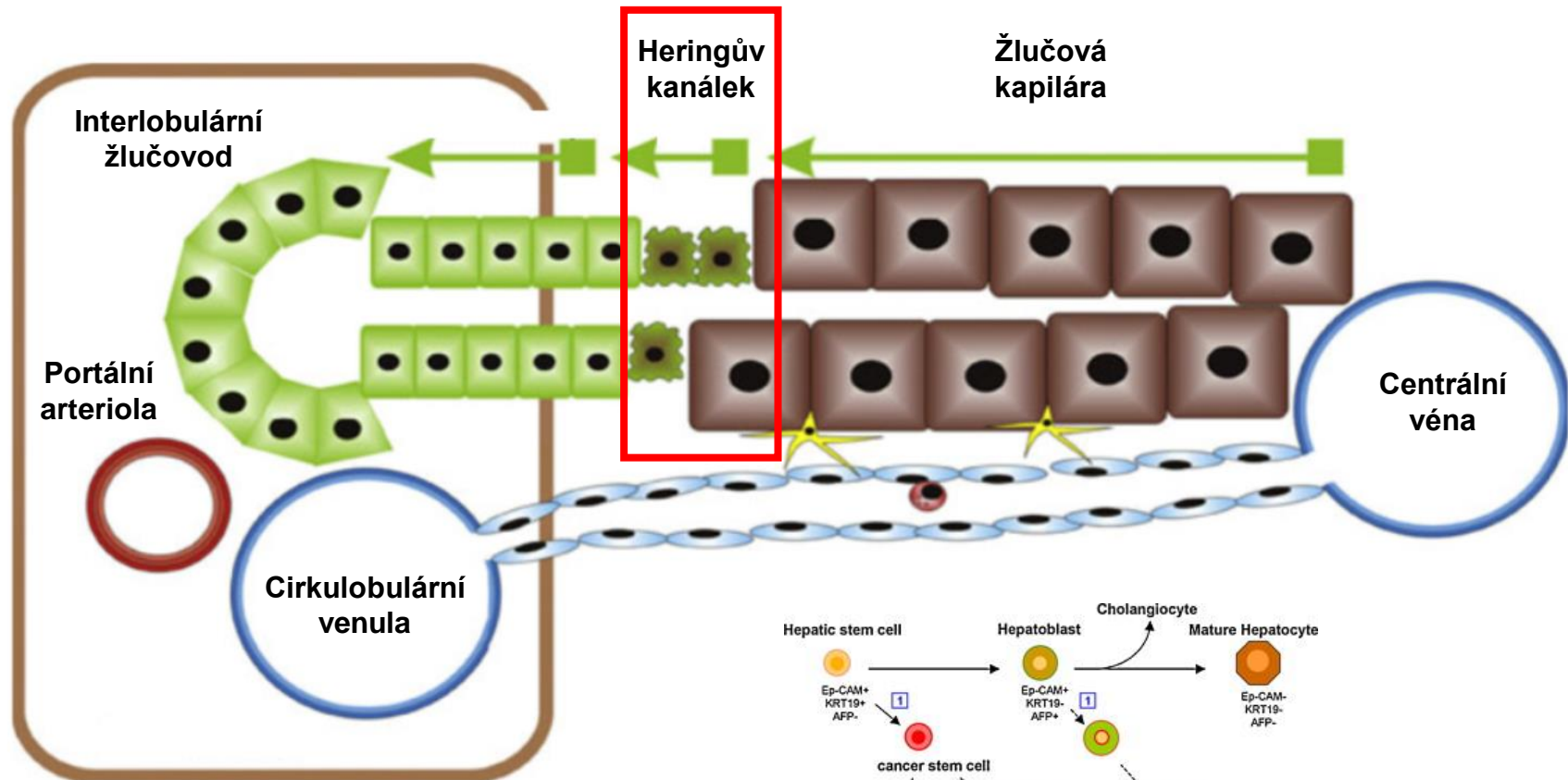




# INTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

CHOLANGIOCYTY

HEPATOCYTY

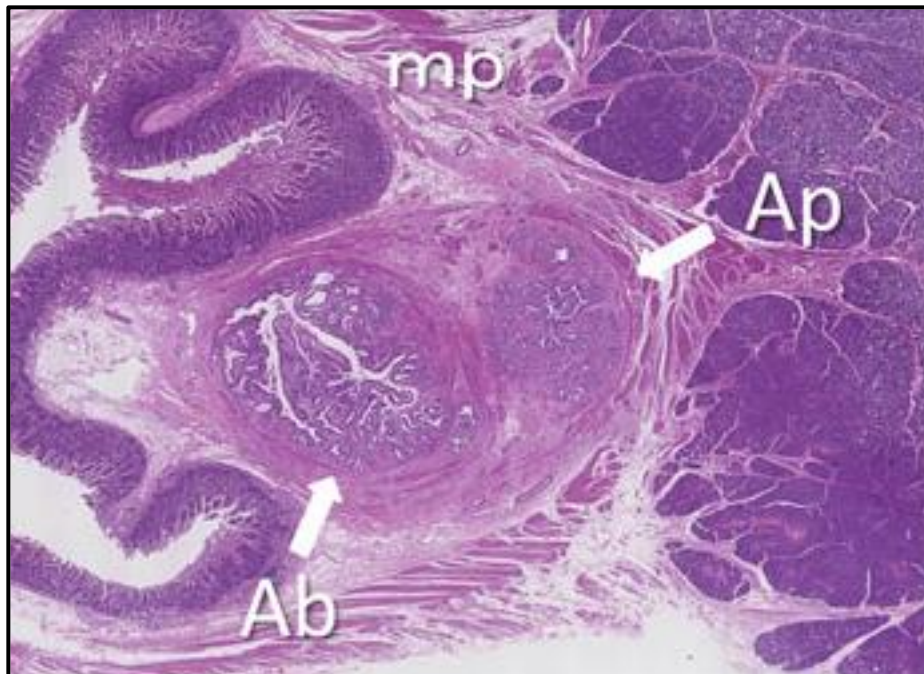
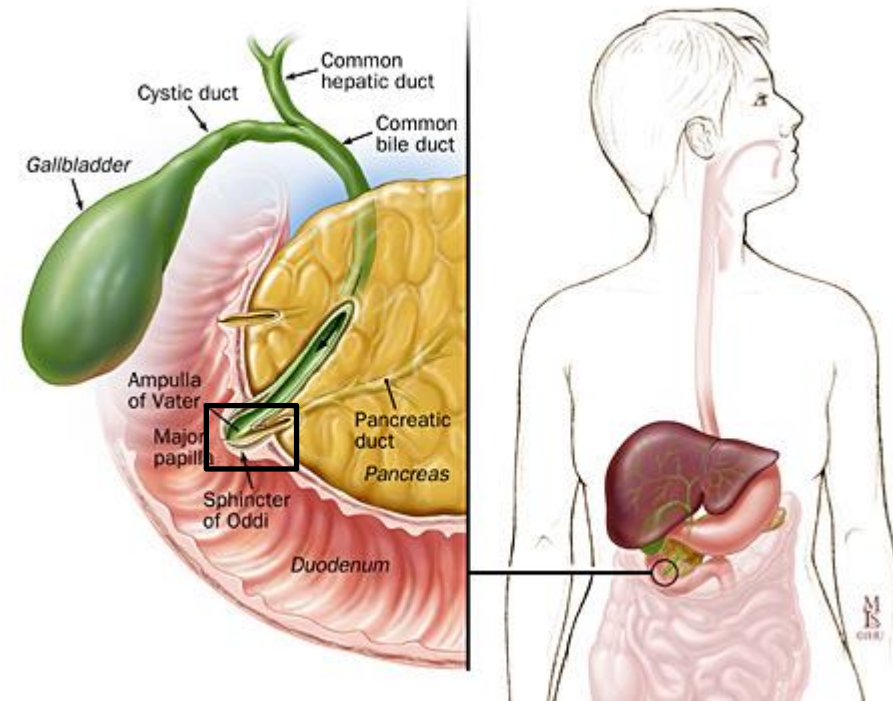




# EXTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

**d. hepaticus communis + d. cysticus → d. choledochus**

papilla duodeni major  
m. sphincter ampullae hepatoduodenalis (Oddiho sfinkter)



# EXTRAHEPATÁLNÍ ŽLUČOVÉ CESTY

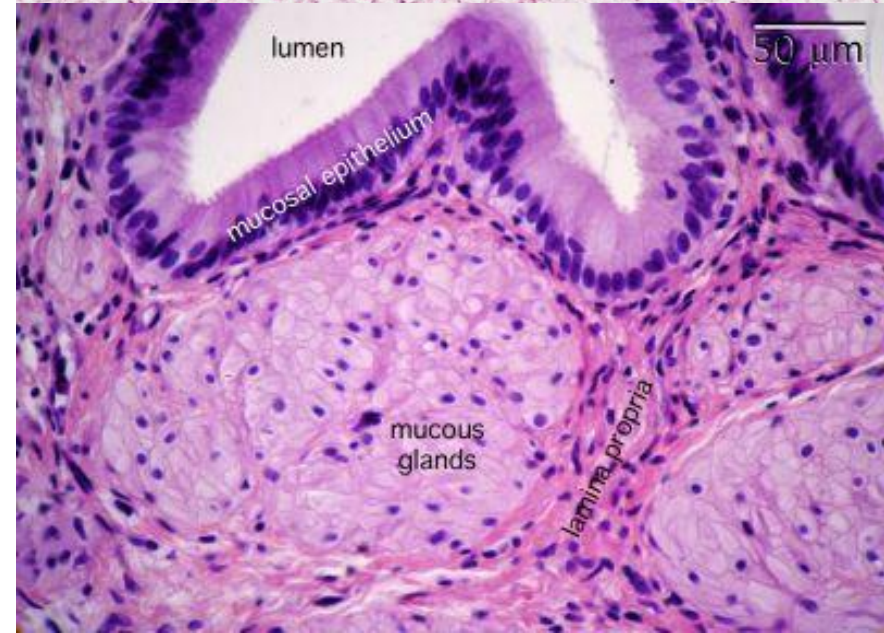
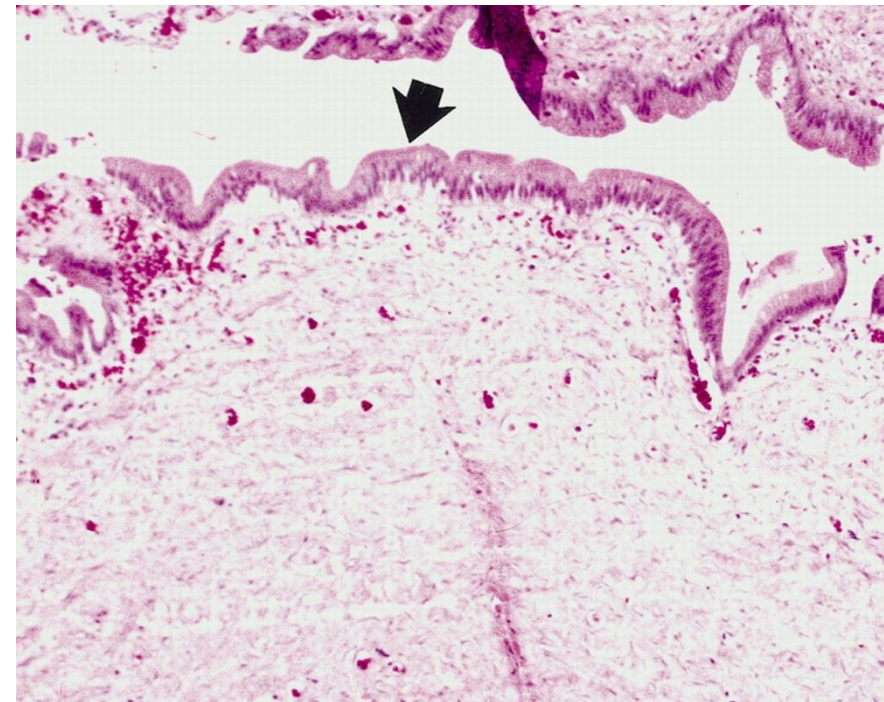
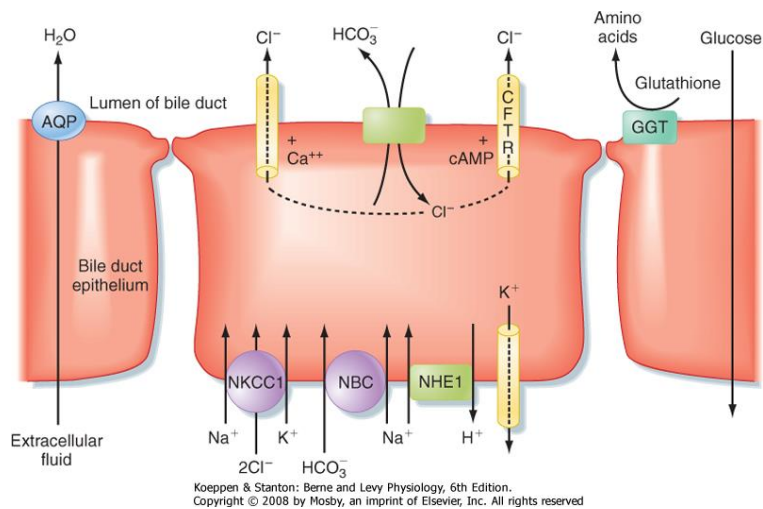
## Sliznice

- podélné řasy
- jednovrstevný cylindrický epitel (cholangiocyty)
- ve vazivu mucinózní žlázký a pohárkové buňky

## Fibromuskulární vrstva

- hustá síť kolagenních a elastických vláken
- leiomyocyty

## Modifikace žluči

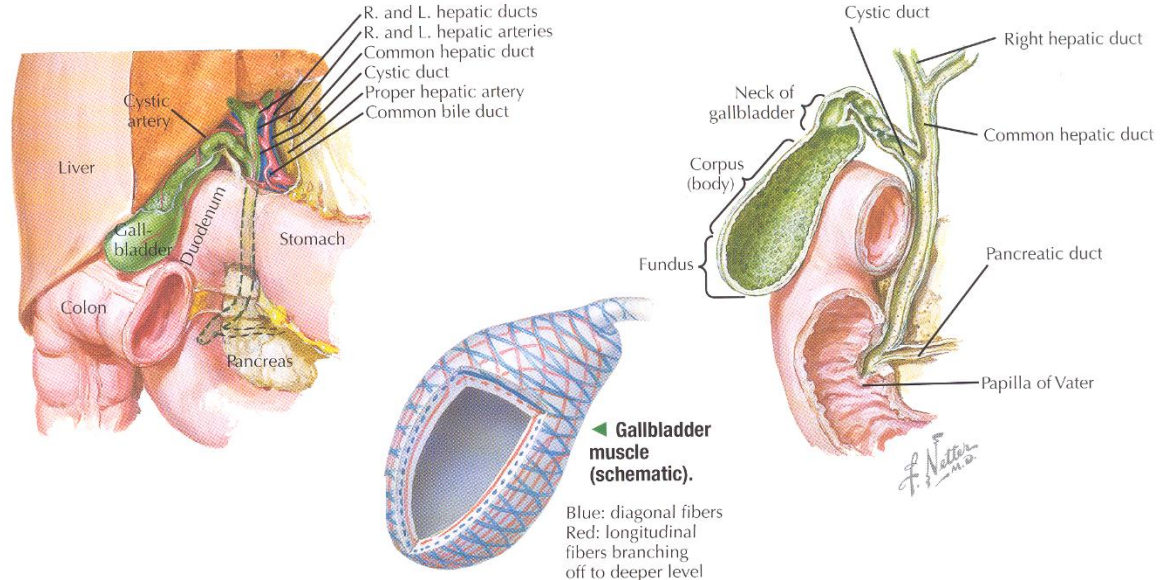




# ŽLUČNÍK (VESICA FELLEA)

## Stěna silná 1-2mm

- Sliznice
- Svalová vrstva
- Seróza/adventicie



## Sliznice

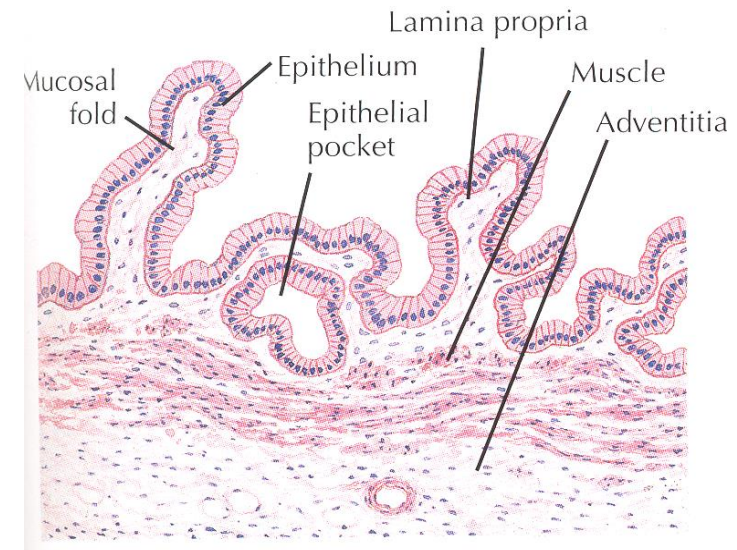
- slizniční řasy
- 20-50 $\mu$ m jednovrstevný cylindrický epitel s mikroklyky
- četné spojovací komplexy
- lamina propria mucosae - řídké kolagenní vazivo s mucinózními tuboalveolárními žlázkami
- lamina muscularis mucosae chybí

## Svalová vrstva (Muscularis propria)

- prostorová síť hladkých svalových buněk,
- elastická vlákna

## Seróza

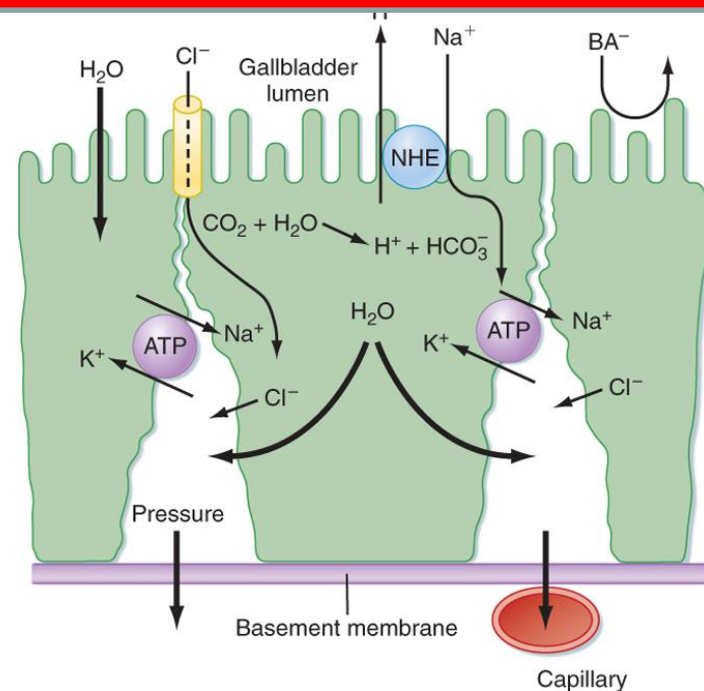
- mohutná vrstva **subserózního** vaziva (l. propria serosae)



# ŽLUČNÍK (VESICA FELLEA)

## Koncentrace žluči

- Sekrece žluči játry – cca 0,8-1l denně
- Cholecystokinin (enteroendokrinní buňky)
- Objem žlučníku 15-60 ml
- Resorpce vody



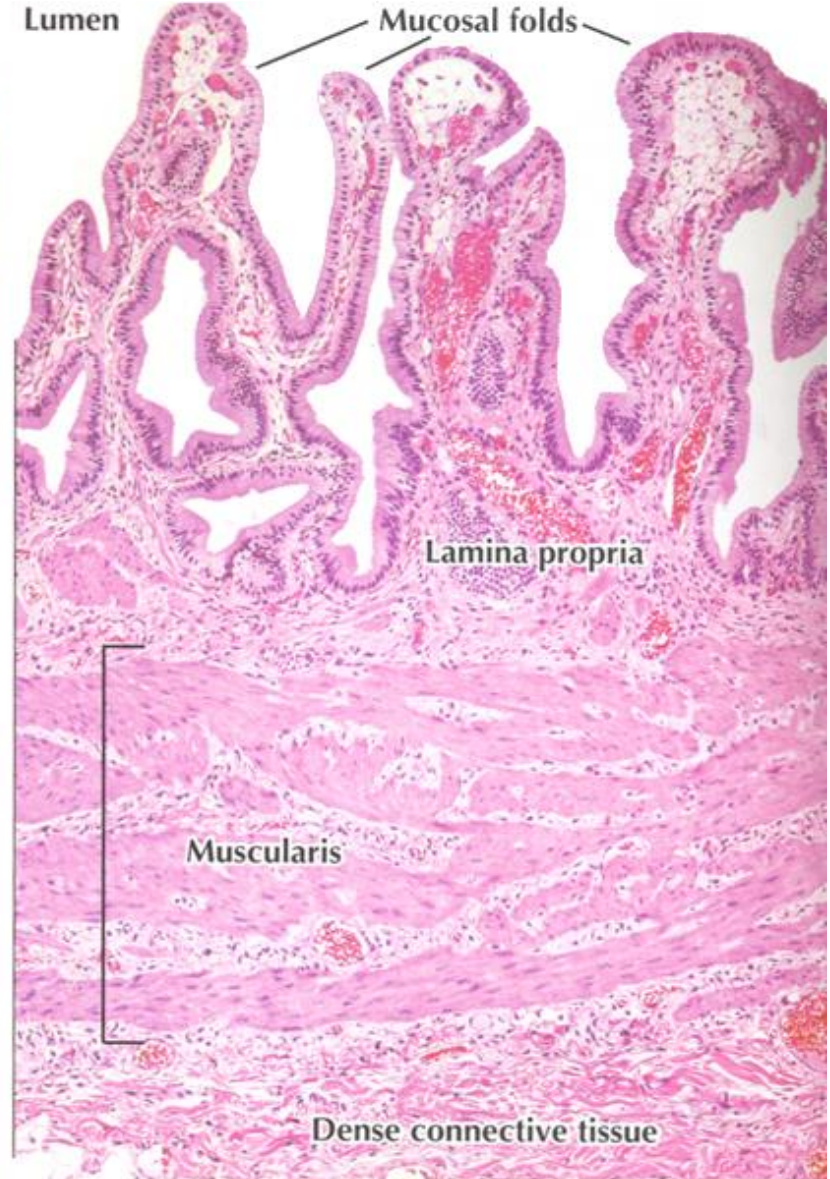
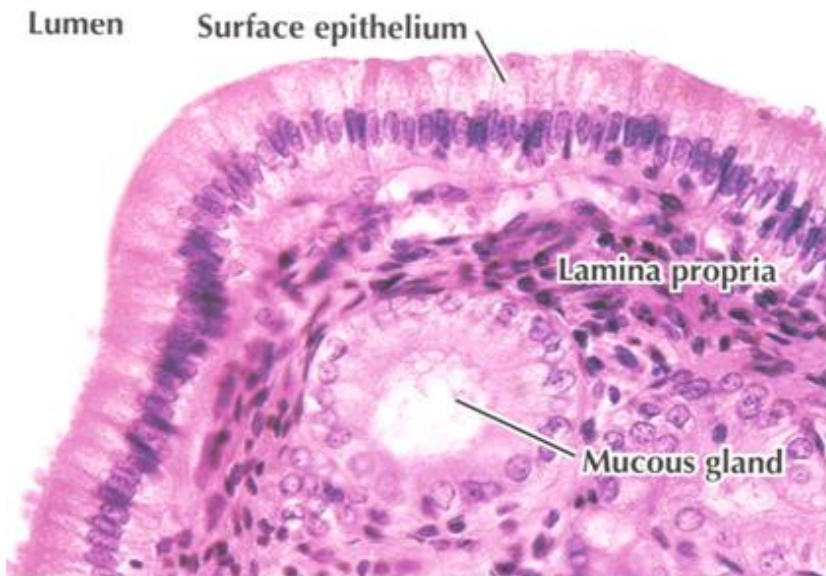
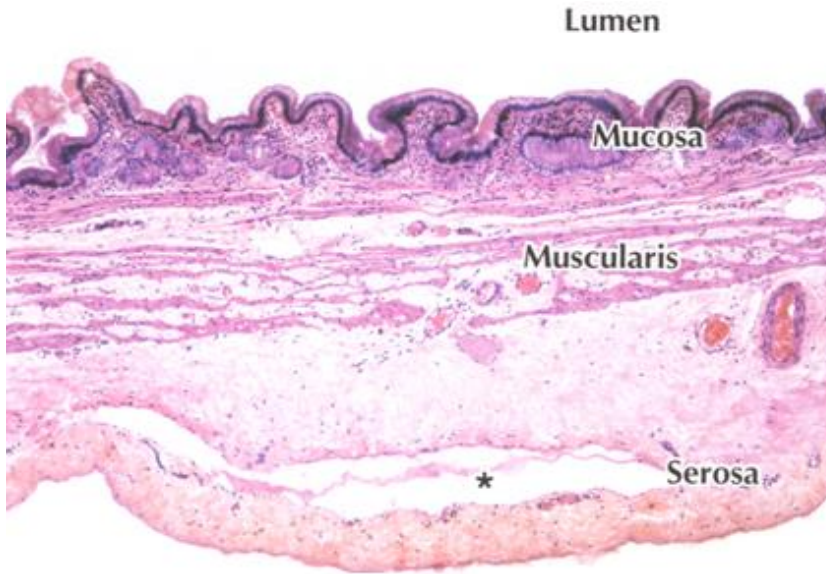
Koeppen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition.  
Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

*Approximate Values for Major Components of Liver and Gallbladder Bile*

COMPONENT	LIVER BILE	GALLBLADDER BILE
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	150	300 ↑
K <sup>+</sup> (mEq/L)	4.5	10 ↑
Ca <sup>++</sup> (mEq/L)	4	20 ↑
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	80	5 ↓
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	25	12 ↓
Bile salts (mEq/L)	30	315 ↑
pH	7.4	6.5
Cholesterol (mg/100 mL)	110	600
Bilirubin (mg/100 mL)	100	1000

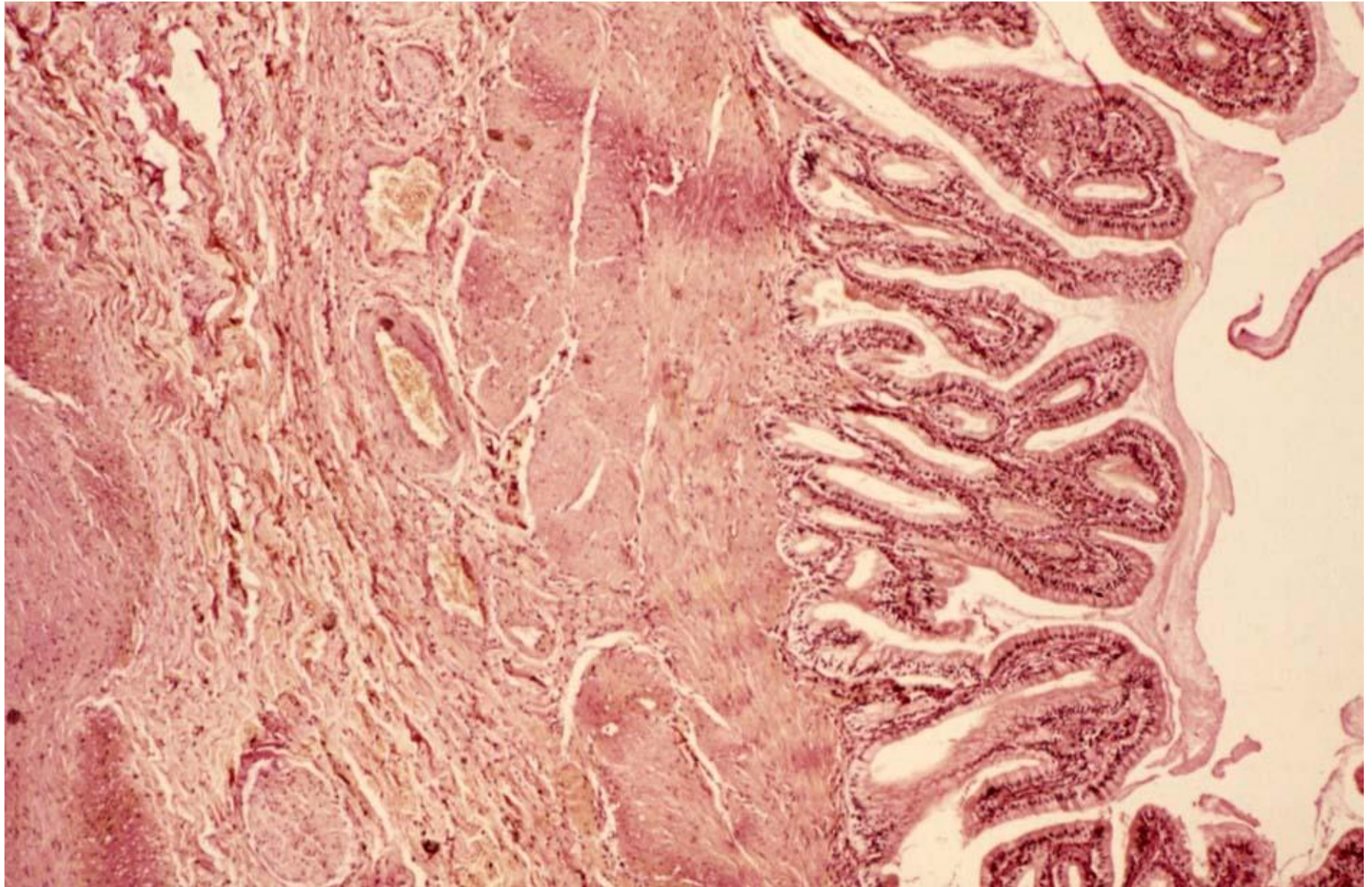


# ŽLUČNÍK (VESICA FELLEA)



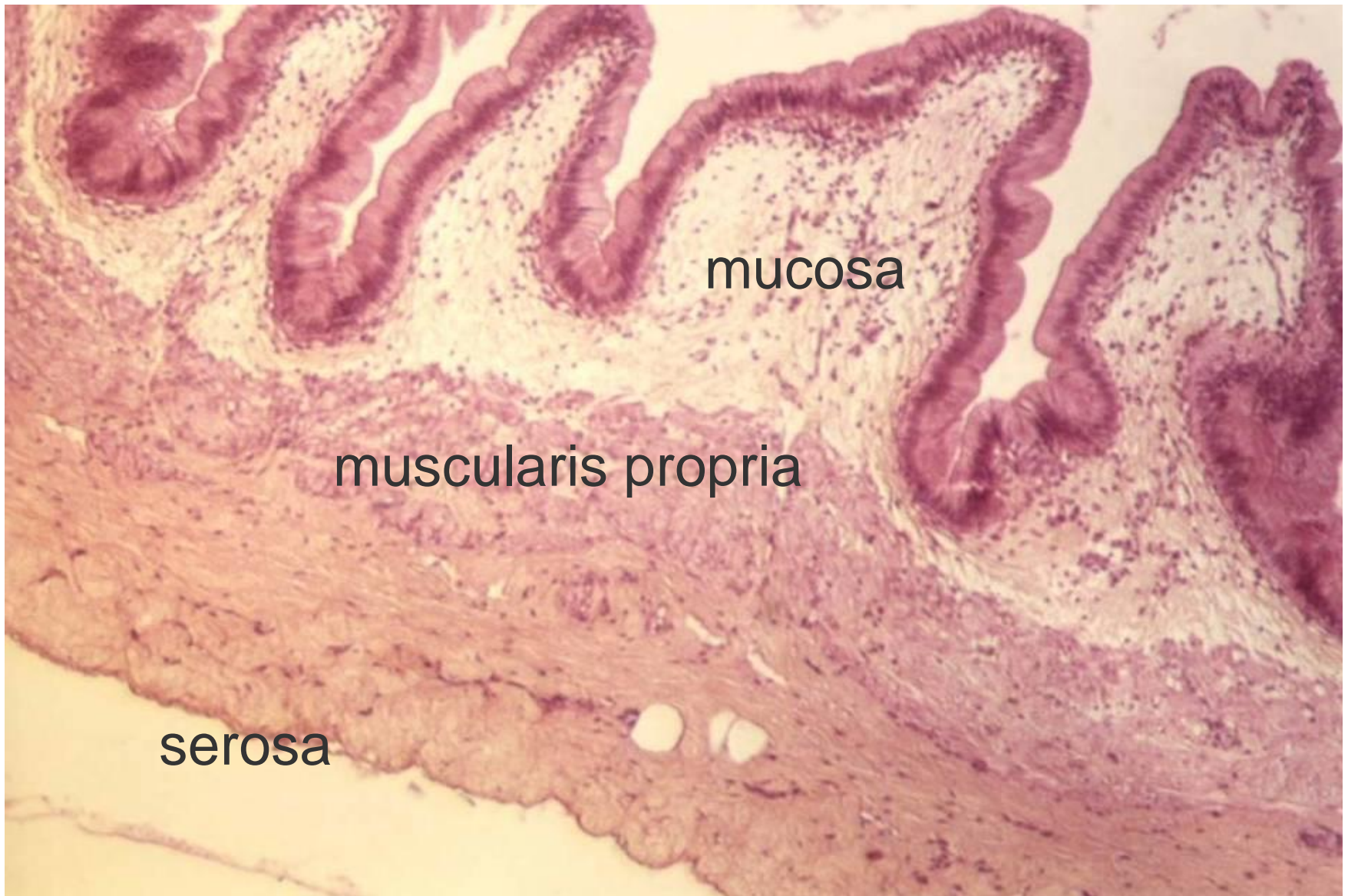


# ŽLUČNÍK (VESICA FELLEA)

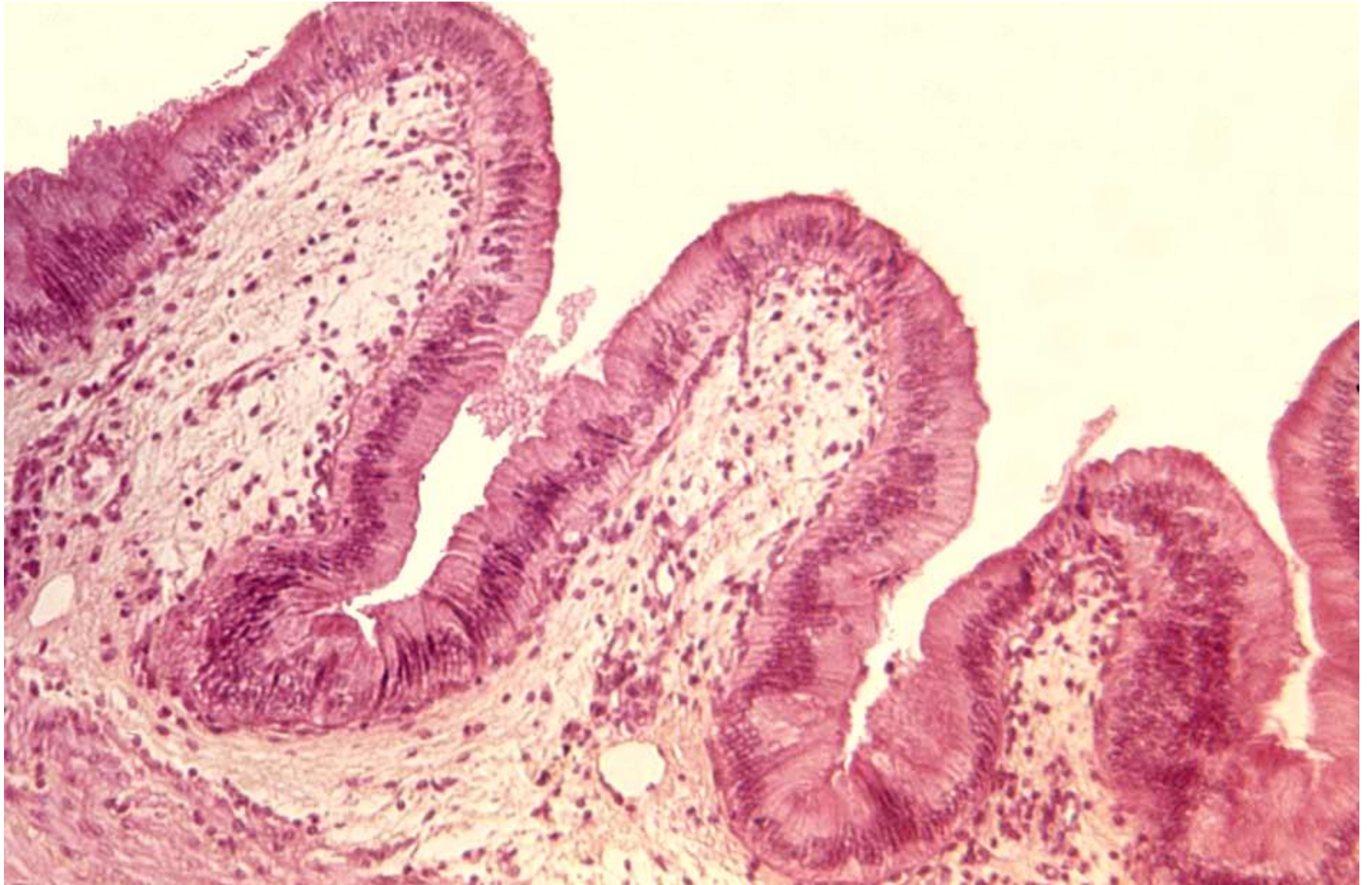




# ŽLUČNÍK (VESICA FELLEA)



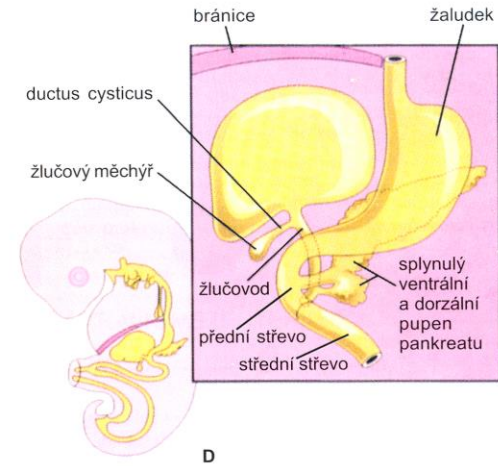
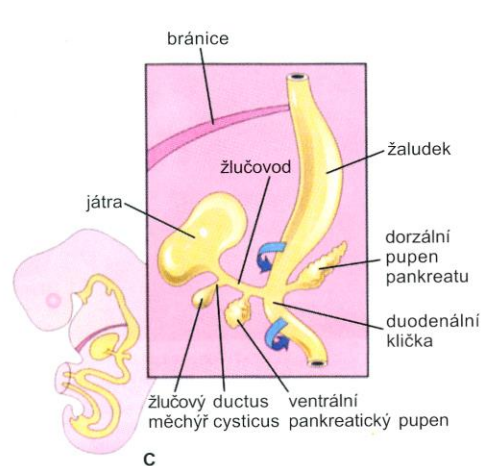
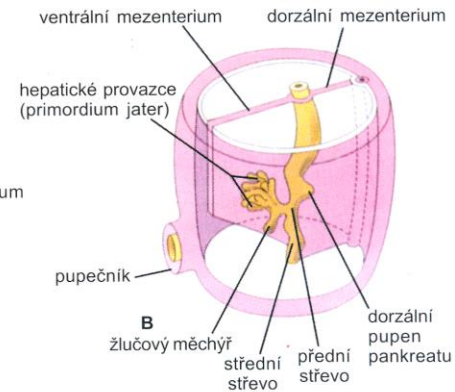
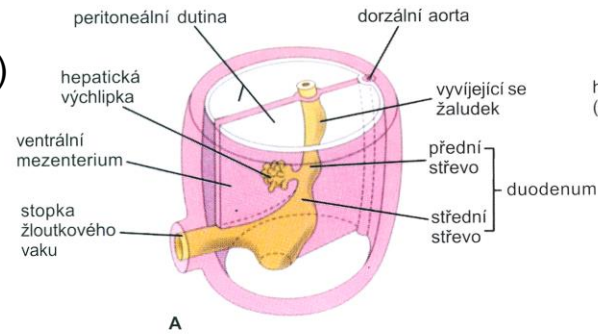
# ŽLUČNÍK (VESICA FELLEA)





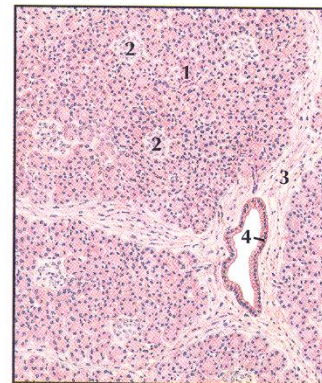
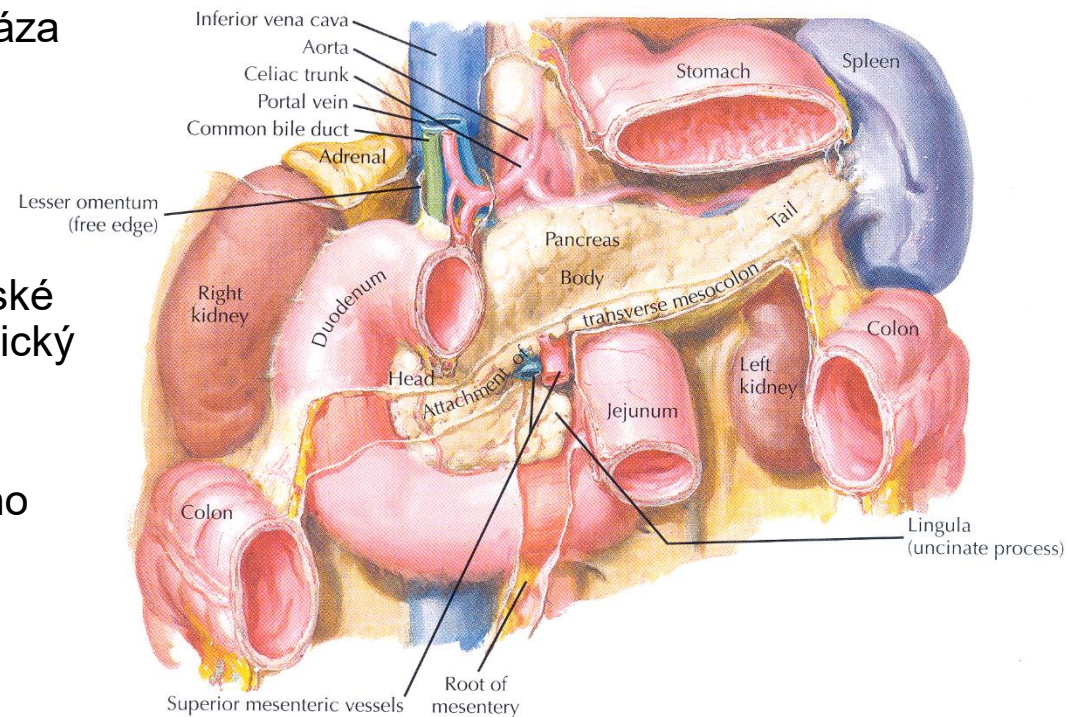
# VÝVOJ JATER A ŽLUČOVÝCH CEST

- Výchlipka ventrální stěny embryonálního duodena – **jaterní divertikulum**
- **Pars hepatica** (parenchym + ductus hepaticus) a **pars cystica** (ductus cysticus + žlučník) vytváří d. choledochus
- Rychle proliferující buňky pronikají do **septum transversum** (mesodermální ploténka mezi perikardiální dutinou a žloutkovým vakem) a vrůstají do **ventrálního mesenteria**
- Entoderm: jaterní trámce
- Interakce mezi buňkami jaterních trámců a vv. omphalomesentericae indukují vznik **jaterních sinusoid**
- Vazivo, Kupfferovy a hematopoetické buňky – z mesodermu septum transversum
- Mesoderm na povrchu diferencuje ve viscerální peritoneum
- 10. týden:
  - 10% těla
  - hematopoeze
- 12. týden: produkce žluči

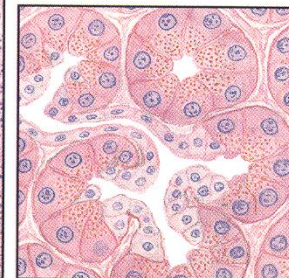


# SLIVKA BŘIŠNÍ (PANCREAS)

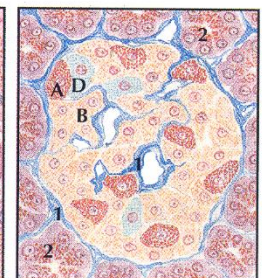
- Složená, čistě serózní tuboalveolární žláza
- Exokrinní i endokrinní charakter
  - pankreatický acinus
  - Langerhansovy ostrůvky
- Hlavní vývod (Wirsungův) ústí do Vaterské papily jako společný žlučový a pankreatický vývod
- Vazivové pouzdro z hustého kolagenního vaziva
- Septa – krevní cévy, inervace a interlobulární vývody



Low-power section of pancreas  
1. Acini, 2. islet, 3. interlobular septum, 4. interlobular duct



High magnification: acini, intercalated duct and zymogen granules

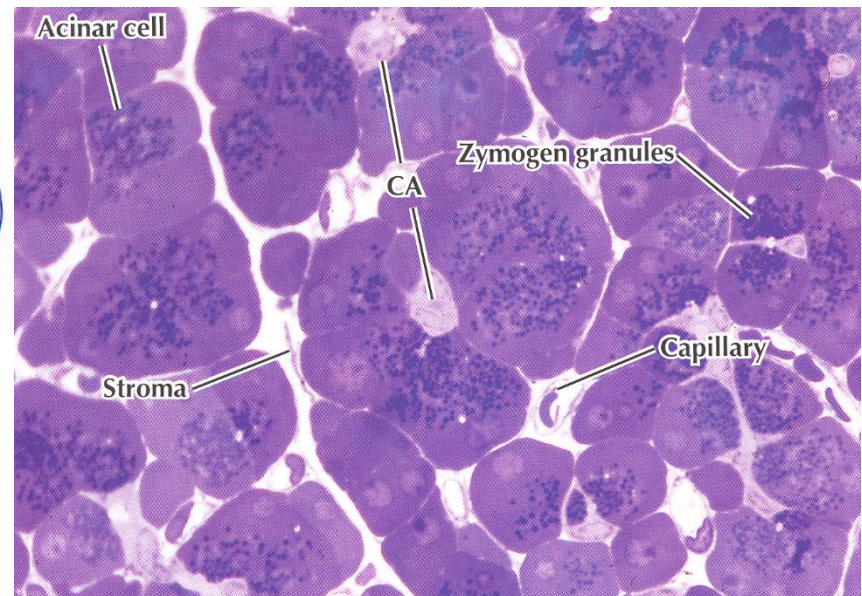
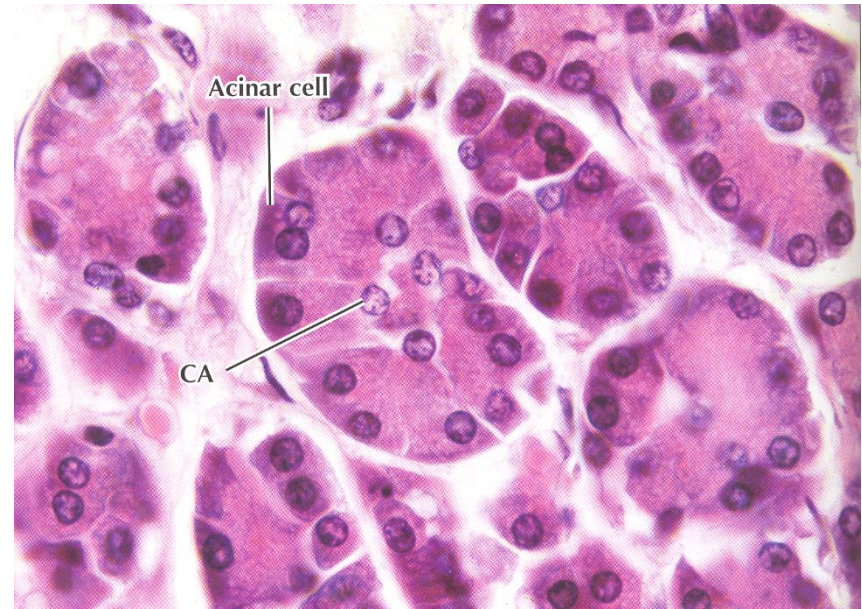
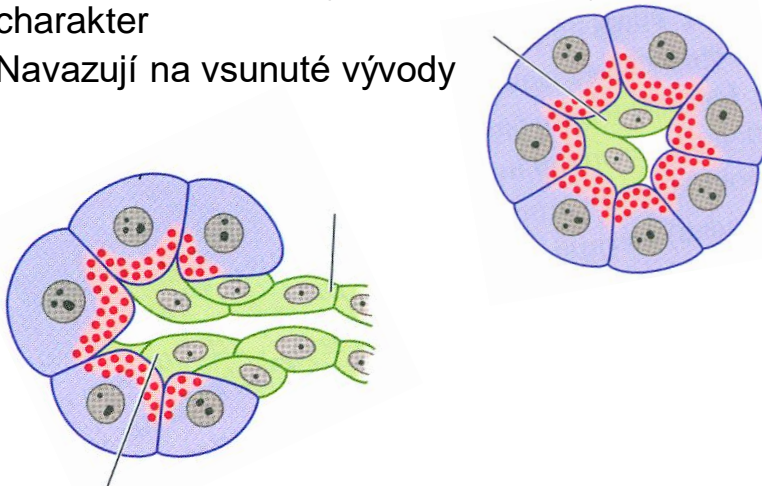


Pancreatic islet: A, B, and D cells. 1. Reticulum, 2. acini

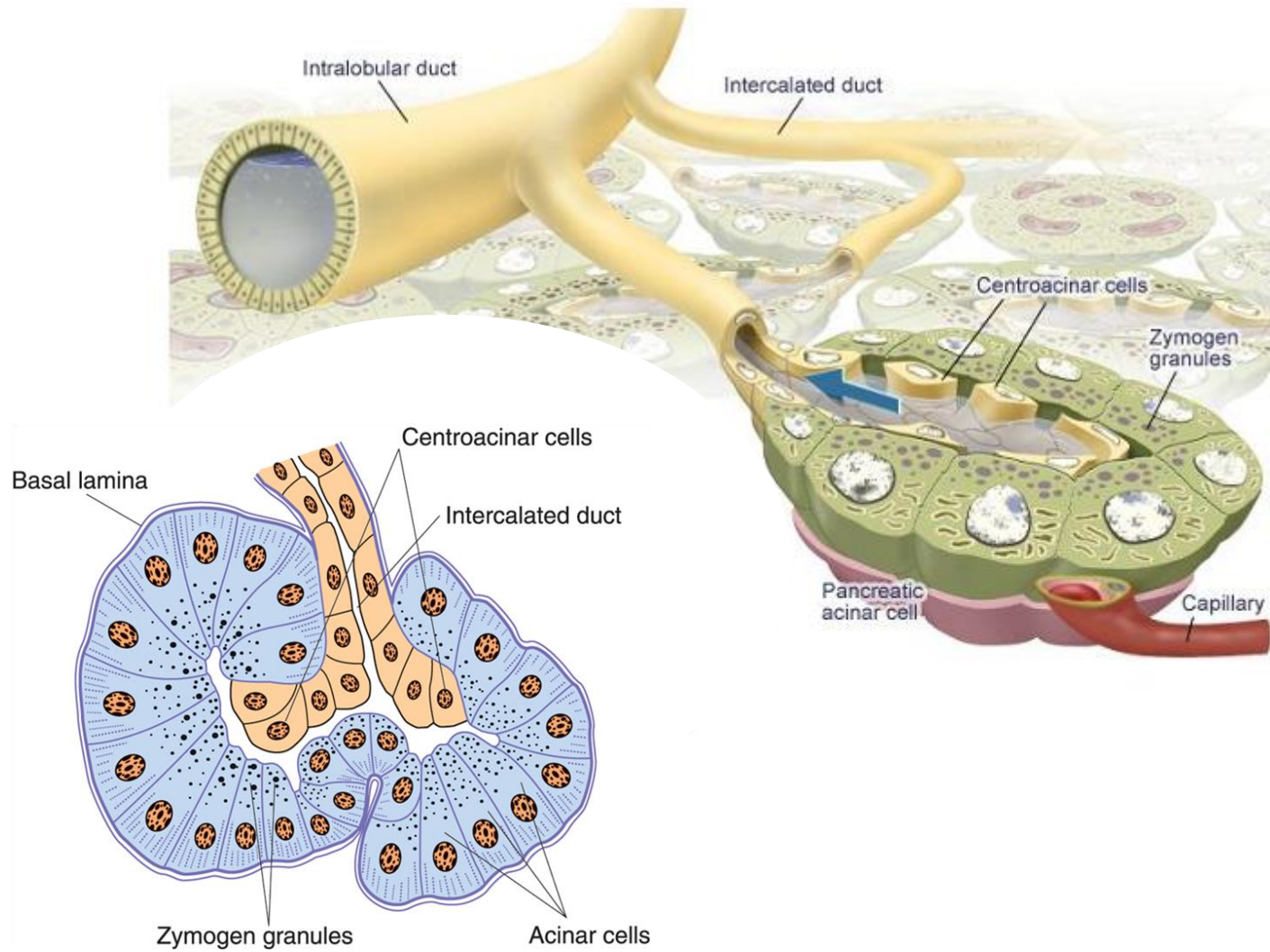


# PANKREATICKÝ ACINUS

- Epiteliální buňky pyramidového tvaru
- Pankreatické trávicí enzymy
- Vsunuté vývody
- Serózní buňky acinů
  - Polarizované sekreční buňky
  - Bazofilní
  - Apikální část – Golgi a zymogenní granula
  - Microklky
  - Spojovací komplexy
- Centroacinózní buňky
  - Centrálně umístěné jádro, dlaždicový charakter
  - Navazují na vsunuté vývody

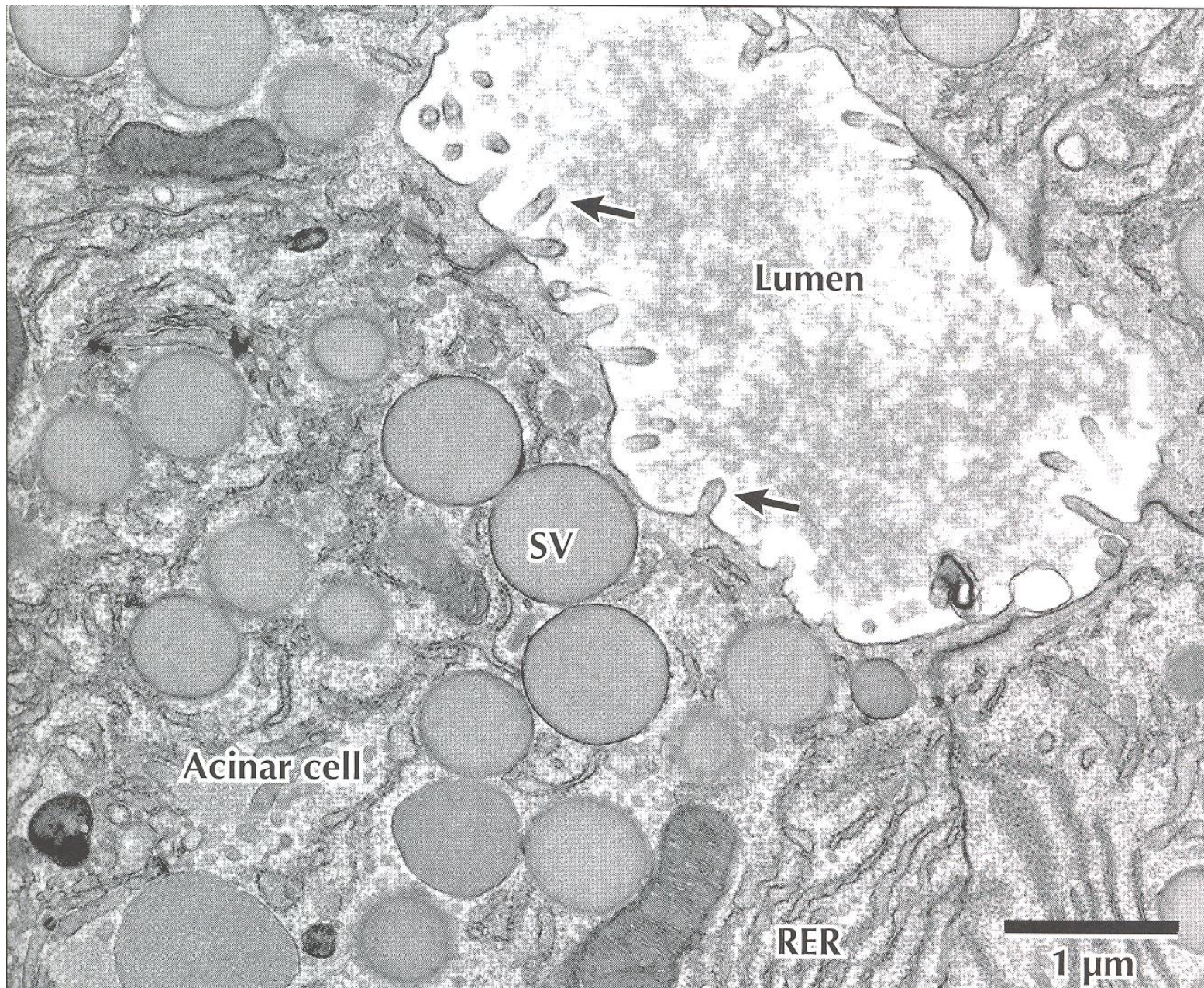


# PANKREATICKÝ ACINUS



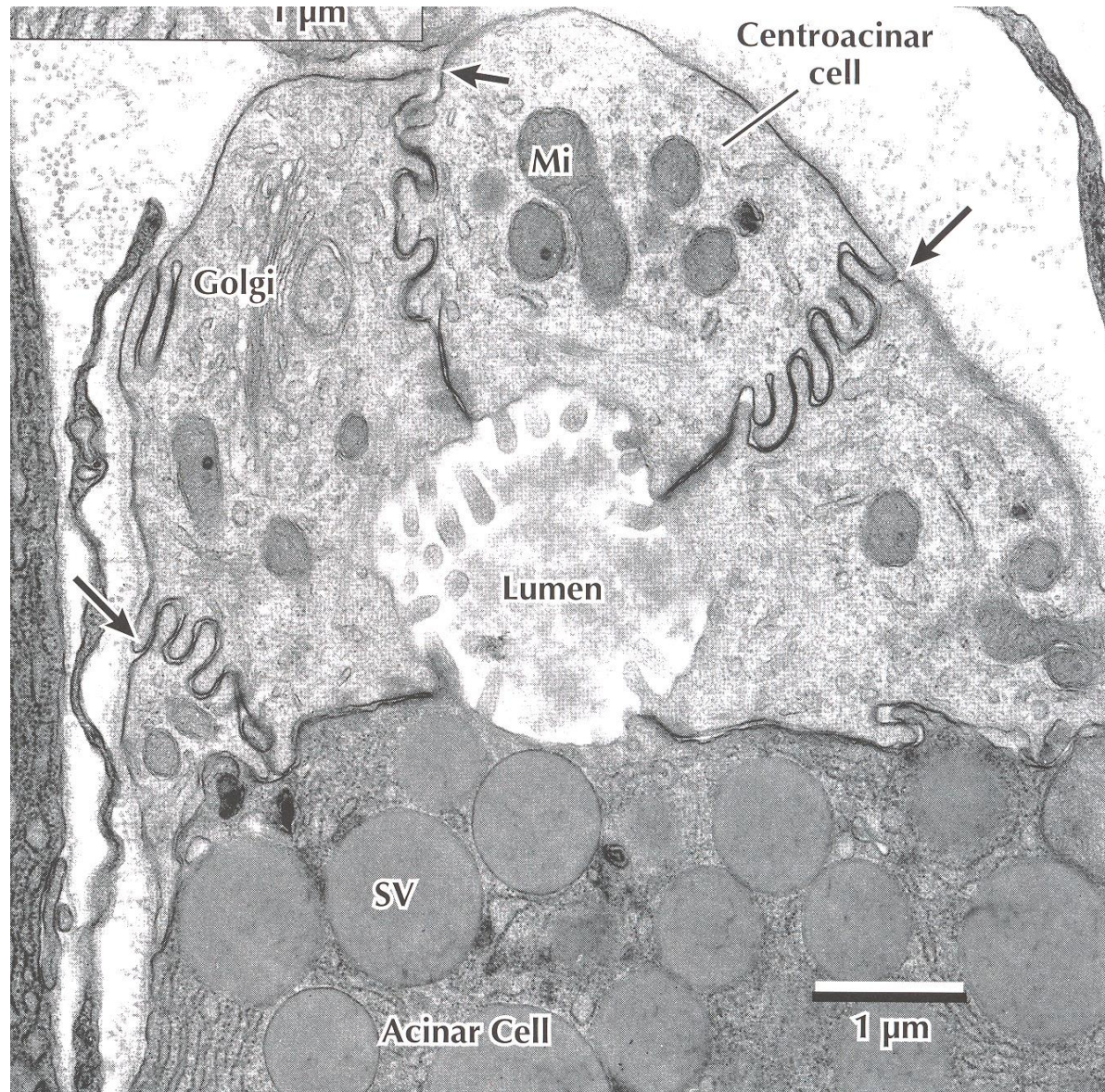


# PANKREATICKÝ ACINUS





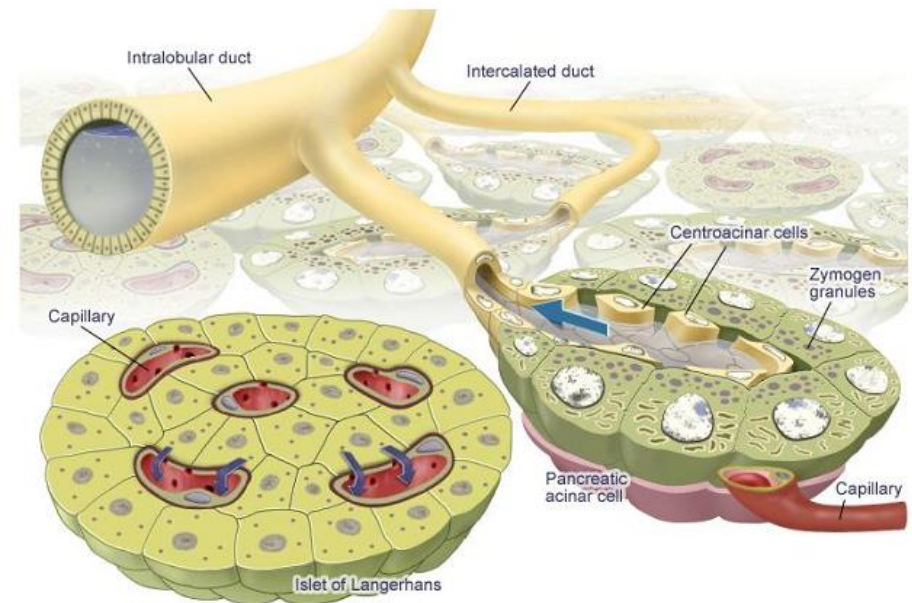
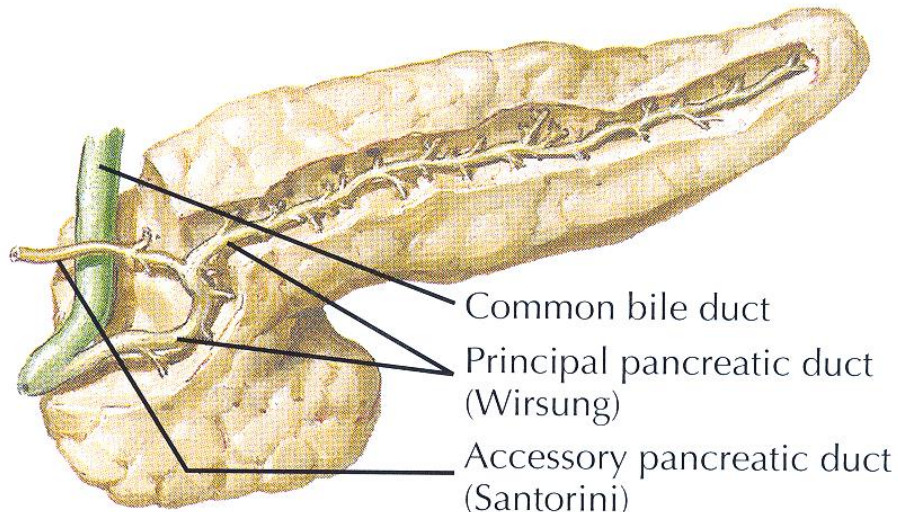
# PANKREATICKÝ ACINUS





# PANKREATICKÉ VÝVODY

- Centroacinózní buňky
- Vsunuté vývody
  - jednovrstevný plochý epitel + bazální membrána
- Intralobulární a interlobulární vývody
  - jednovrstevný kubický – nízký cylindrický epitel
- Hlavní pankreatické vývody
  - D. pancreaticus major – Wirsungi a D. pancreaticus accessorius - Santorini
  - dvouvrstevný cylindrický epitel a vrstva hustého kolagenního vaziva
  - intramurální mucinózní tubulózní žlázy, pohárkové buňky, EC buňky



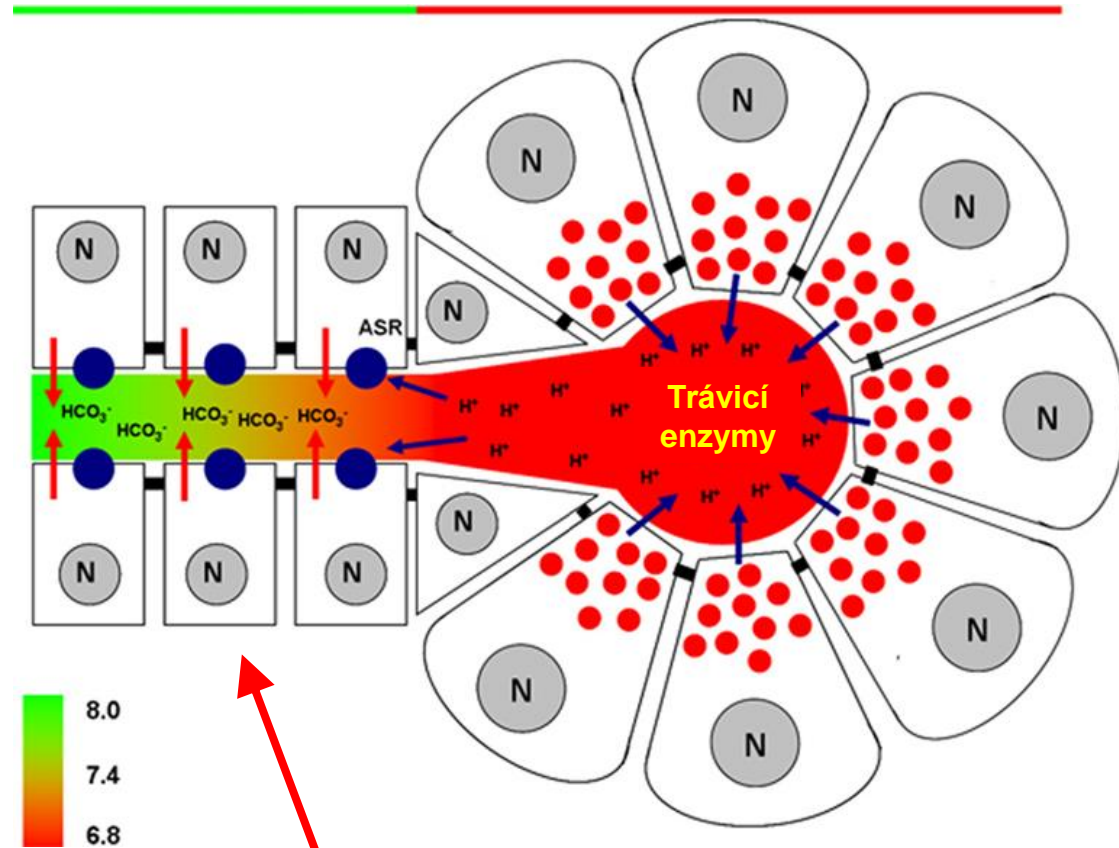
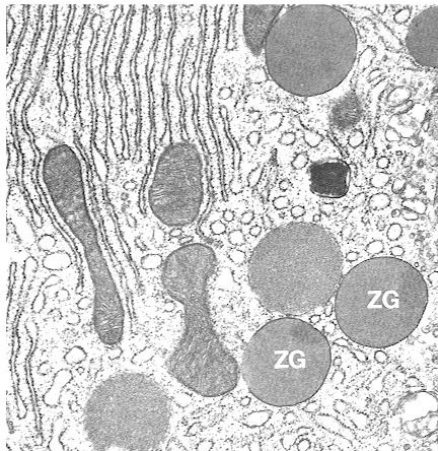


# EXOKRINNÍ FUNKCE PANKREATU

- cca 1000-2000 ml denně
- alkalické pH (8.8),  $\text{HCO}_3^-$  (epitel vsunutých vývodů)
- mucin (epitel velkých vývodů)

- **Hydrolázy různého druhu**

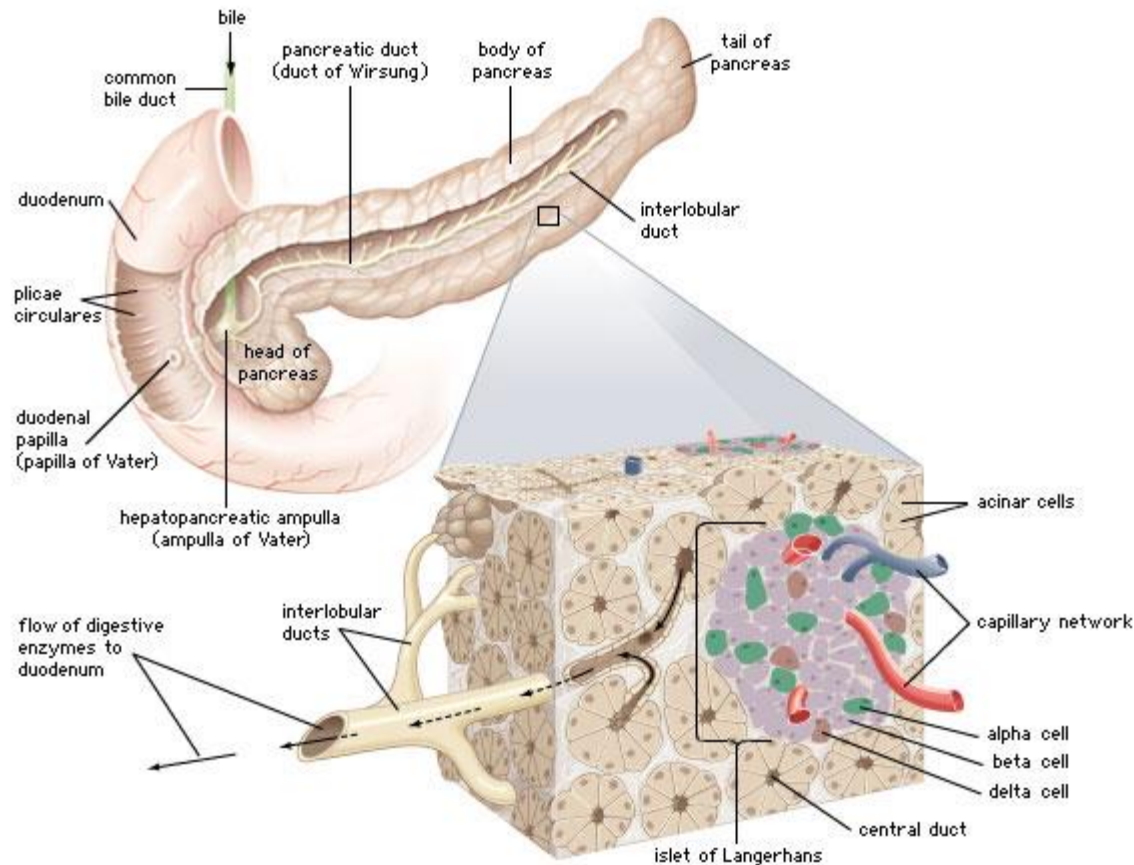
- Trypsinogen
- Chymotrypsinogen
- Proelastáza
- Karboxypeptidáza
- Pankreatická lipáza
- Amylázy
- ...



Hormonální regulace (sekretin, cholecystokinin) + parasympatikus



# ENDOKRINNÍ FUNKCE PANKREATU



## Glukagon

- Spotřeba glykogenu v játrech a svalech
- Zvýšení hladiny krevní glukózy

## Insulin

- Zvýšení permeability buněčných membrán pro glukózu
- Oxidace glukózy v tkáních
- Snížení hladiny krevní glukózy
- Syntéza glykogenu v játrech a svalech

## Pankreatický polypeptid

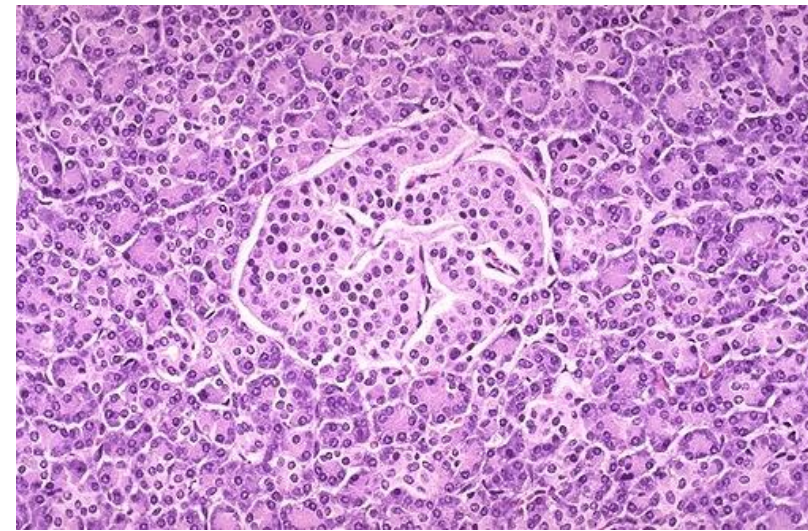
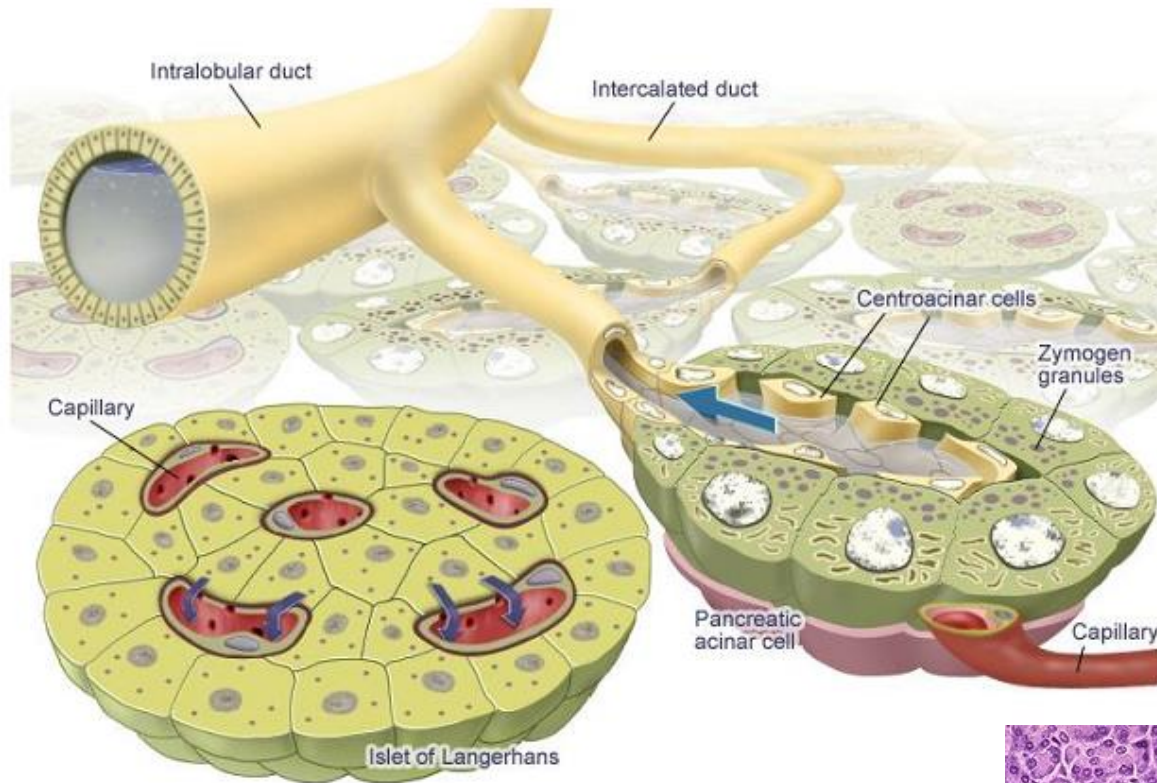
- Autoregulace pankreatické sekrece

## Somatostatin

- Zastavuje uvolňování GIT hormonů



# LANGERHANSOVY OSTRŮVKY



# LANGERHANSOVY OSTRŮVKY

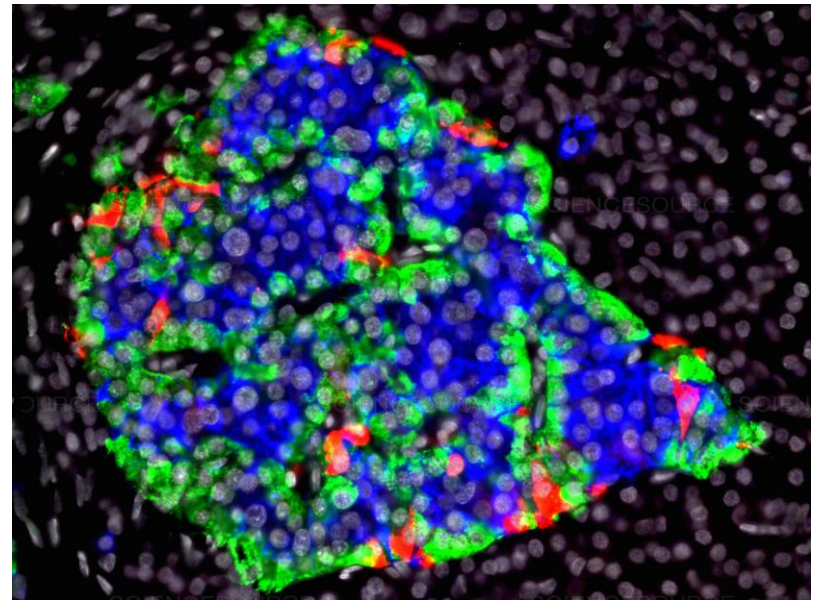
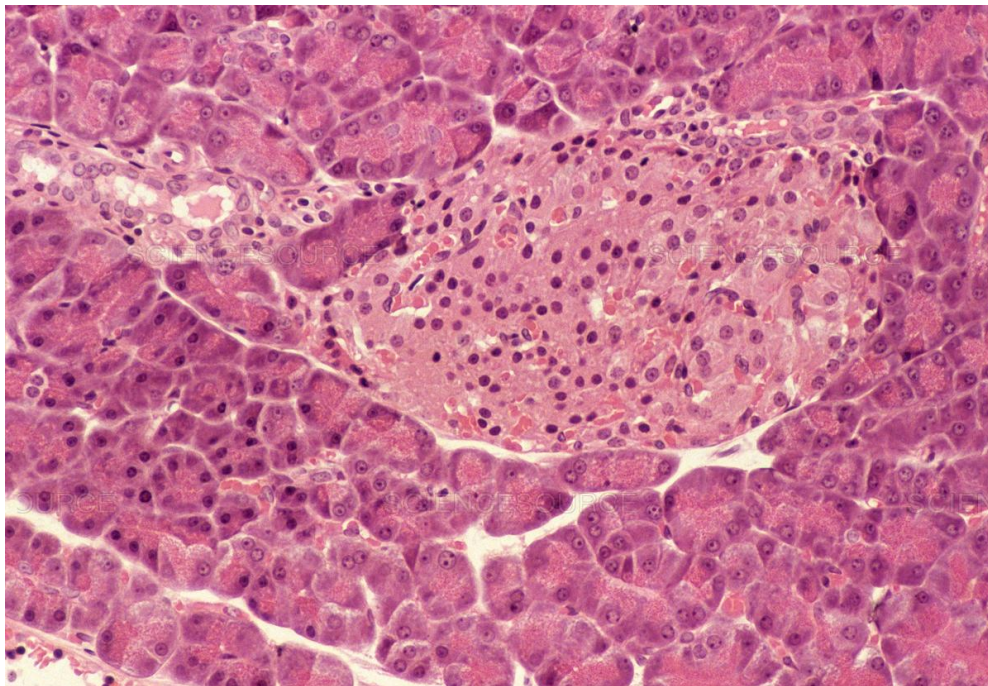
- Skupiny světle zbarvených buněk
- cca  $1,5 \times 10^6$
- Tenké vazivové pouzdro
- Trámce epiteliálních buněk
- Sinusoidy
- Obecné znaky APUD buněk

A buňky: 20%, glukagon ■

B buňky: 60-70%, insulin ■

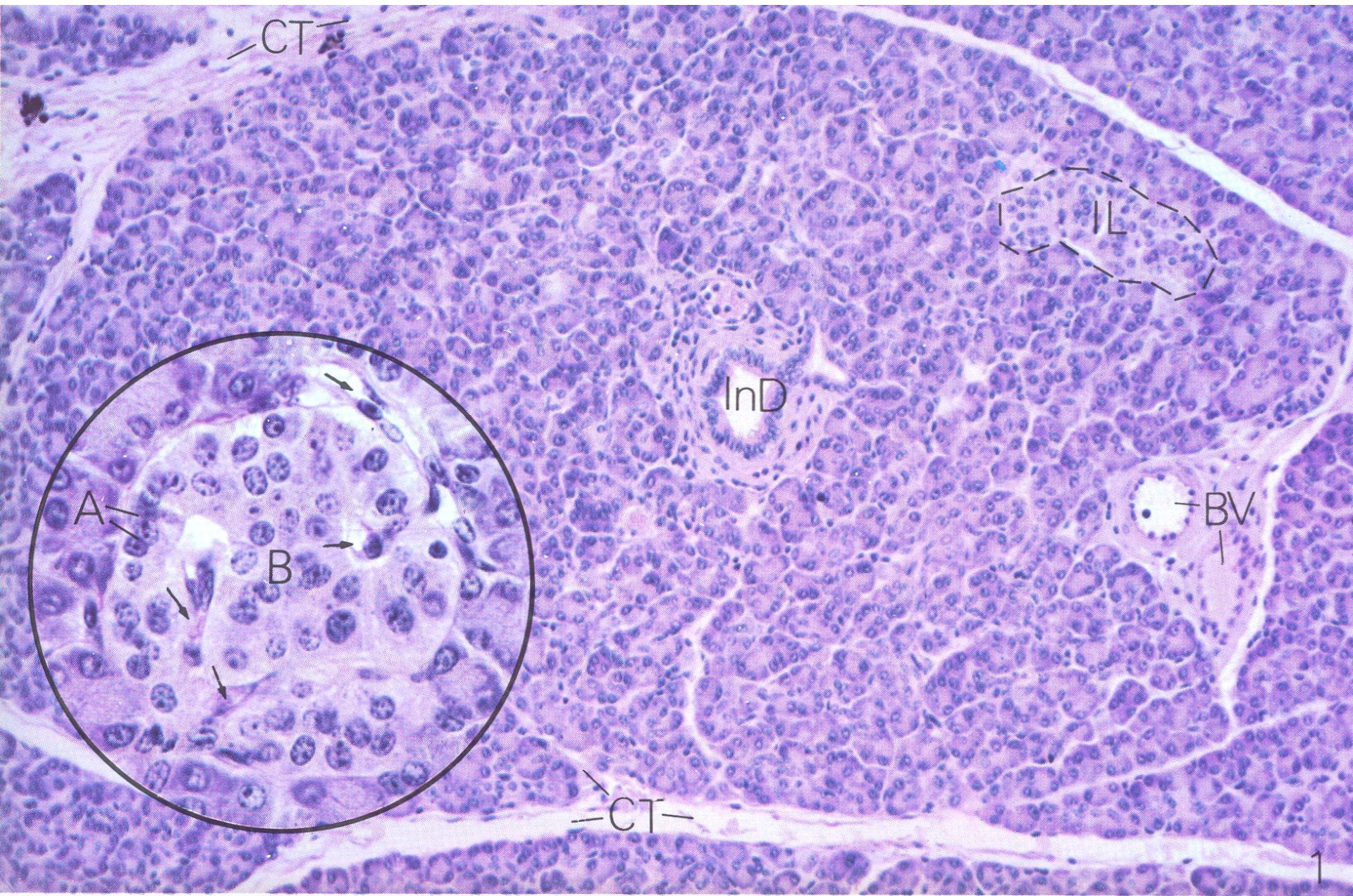
D buňky: minoritní, somatostatin ■

PP buňky: minoritní, pankreatický polypeptid





# LANGERHANSOVY OSTRŮVKY

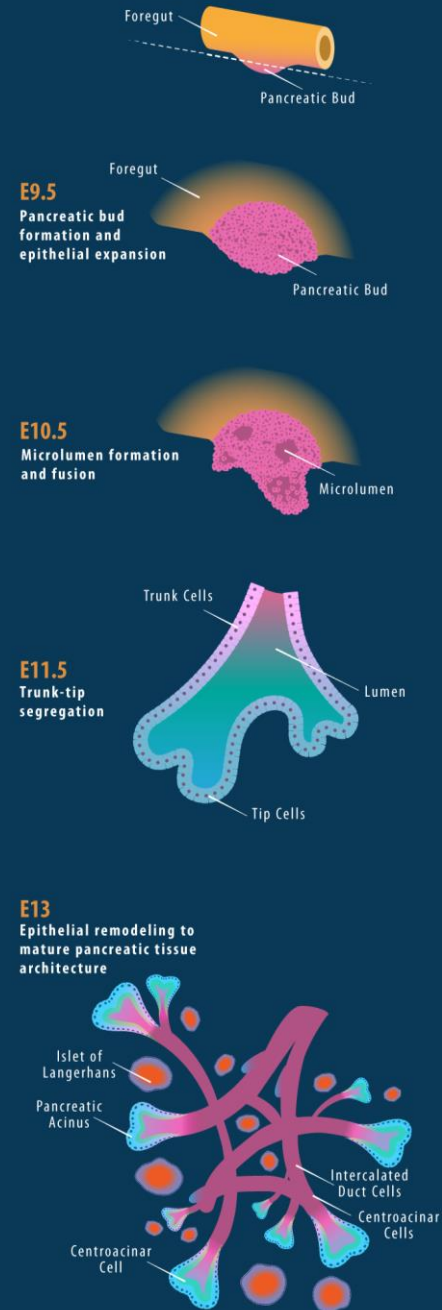
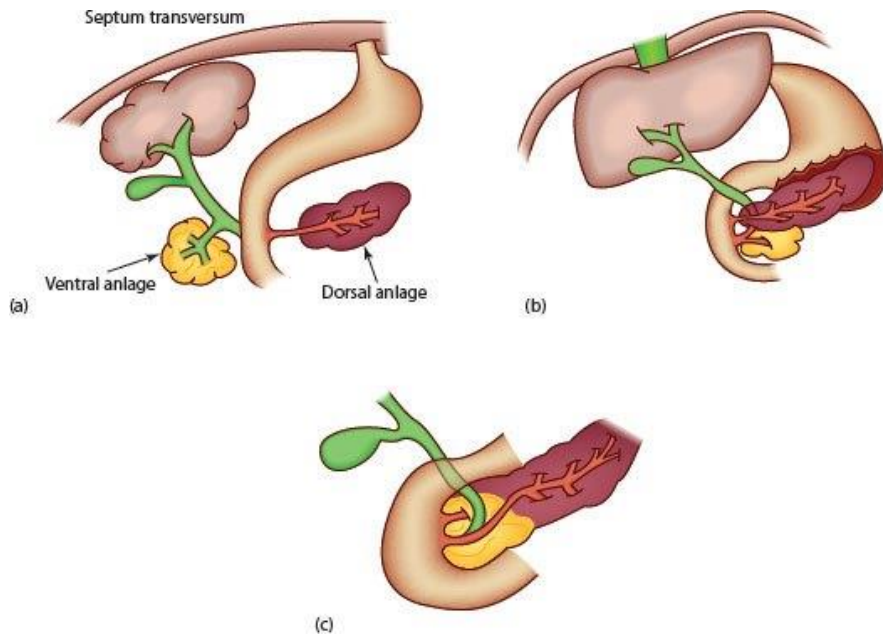




# VÝVOJ PANKREATU

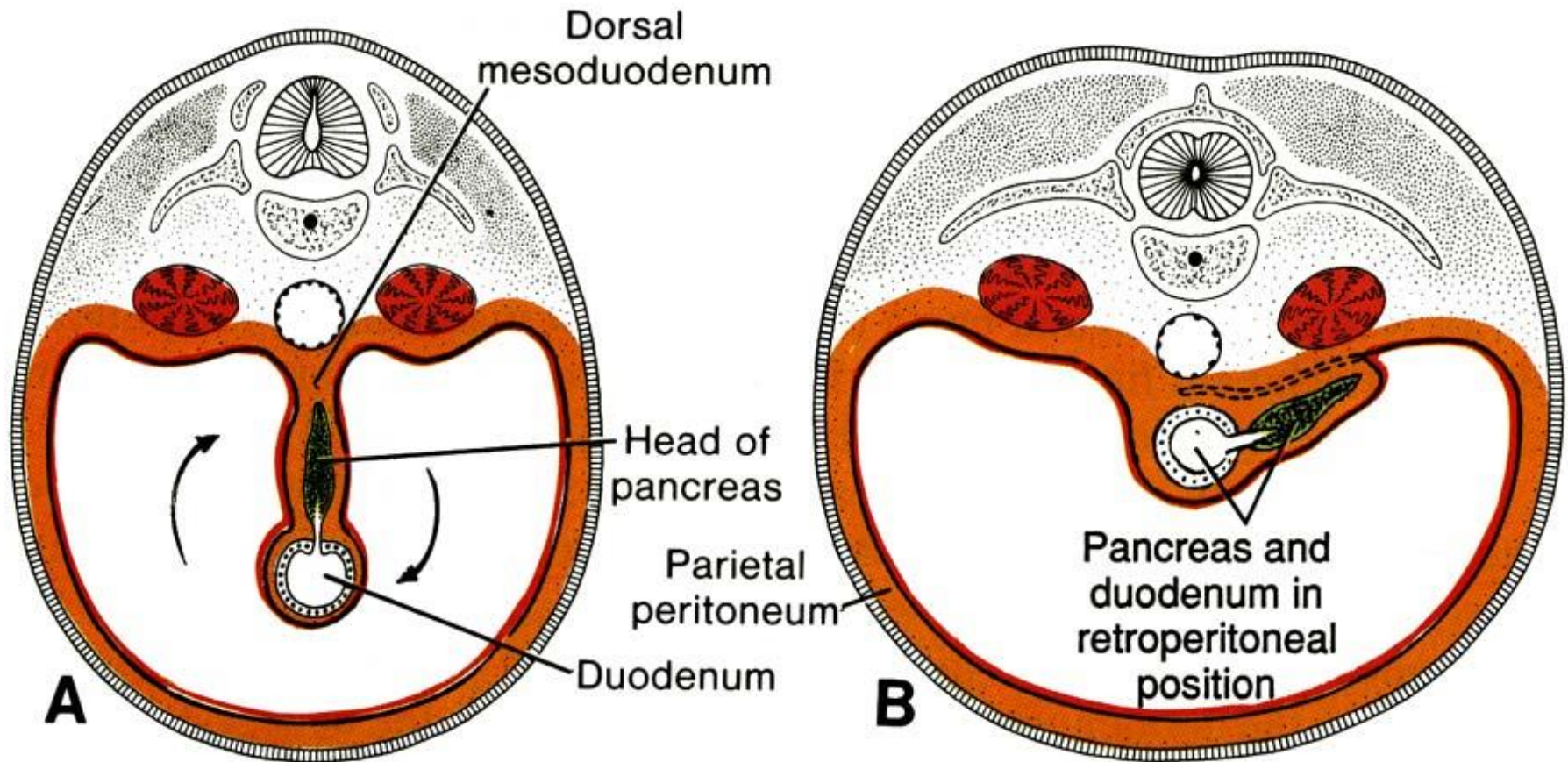
## Pankreas

- 4. týden
- Dvojí výchlipka kaudálního úseku předního střeva
- **pancreas dorsale**
- **pancreas ventrale**
- rotace
- ductus pancreaticus
- sekundárně retroperitoneální
- Langerhansovy ostrůvky aktivní od 4. měsíce





## Retroperitoneal position of pancreas is **SECONDARY**

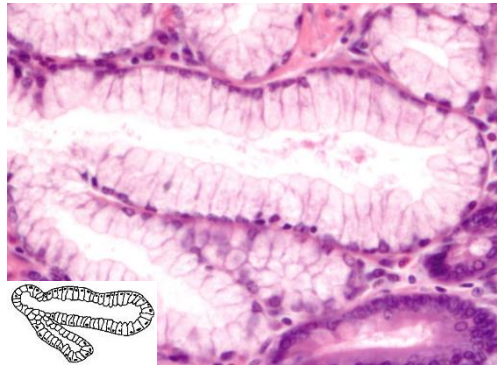
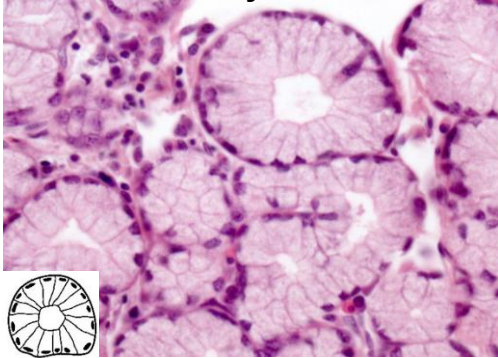




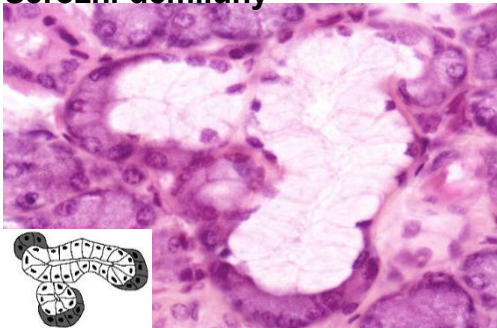
# VELKÉ SLINNÉ ŽLÁZY

- Serózní aciny
- Serózní demiluny
- Mucinózní tubuly

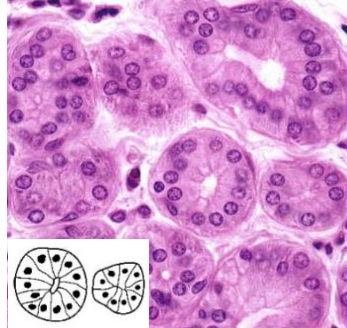
Mucinózní tubuly



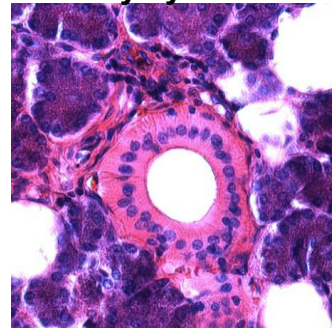
Serózní demiluny



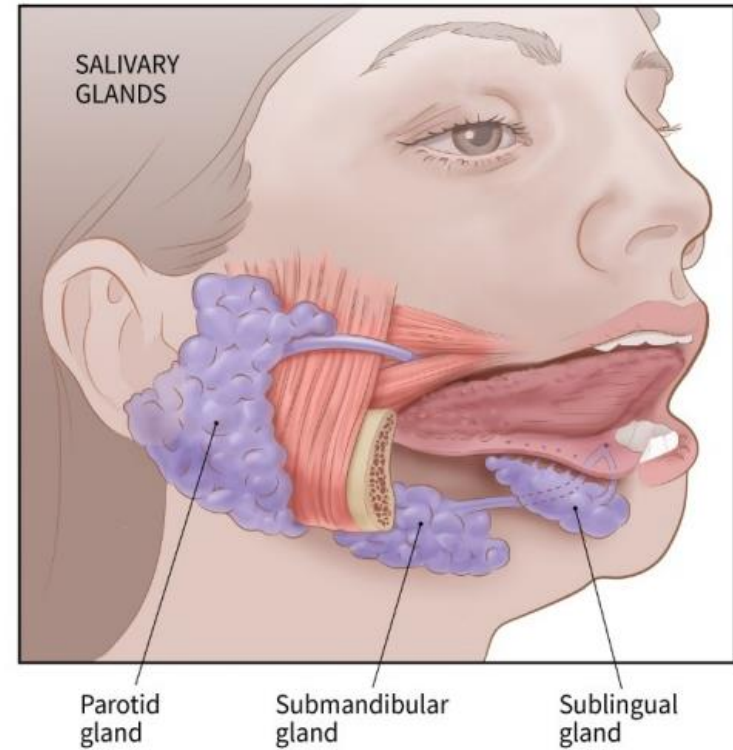
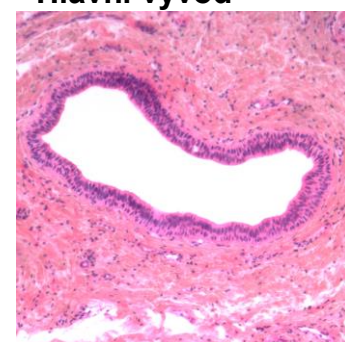
Serózní aciny



Žíhaný vývod

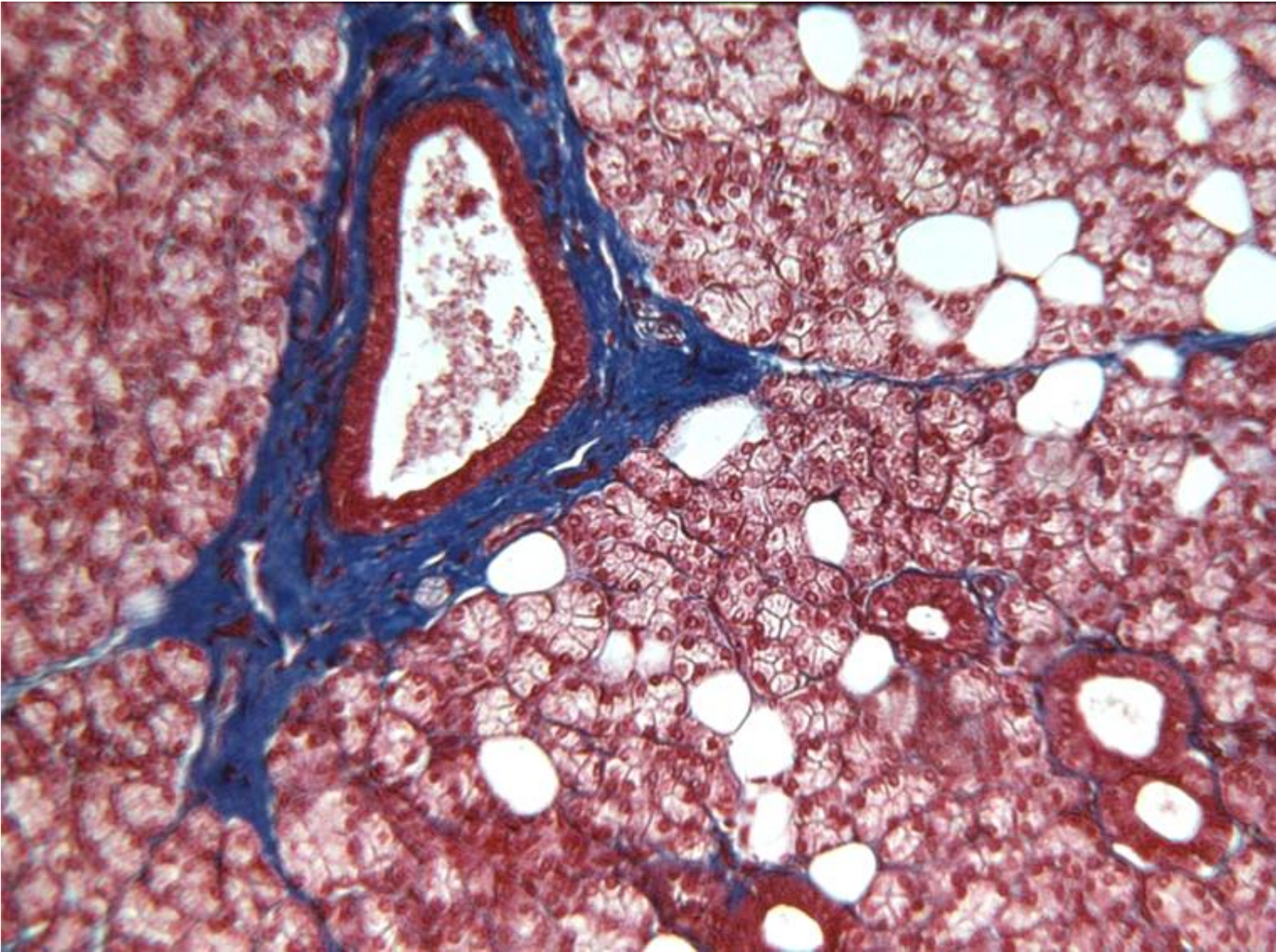


Hlavní vývod



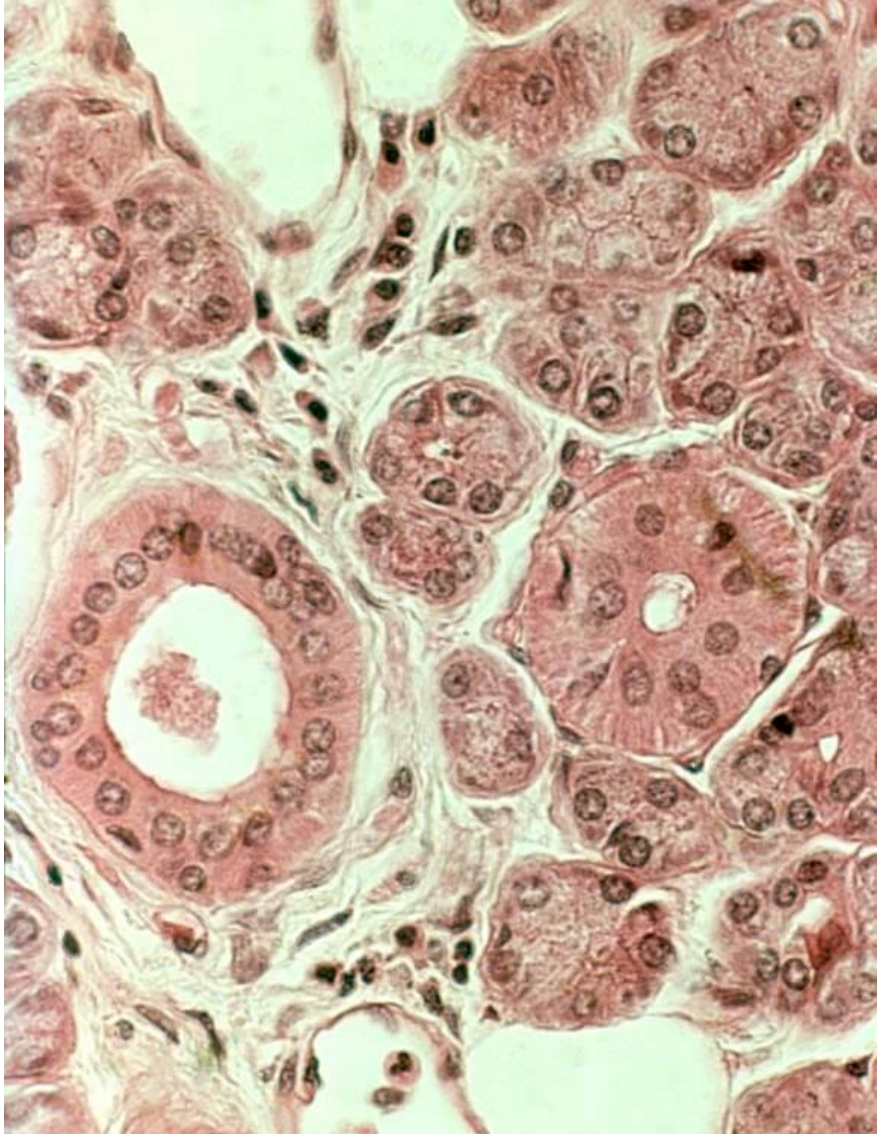
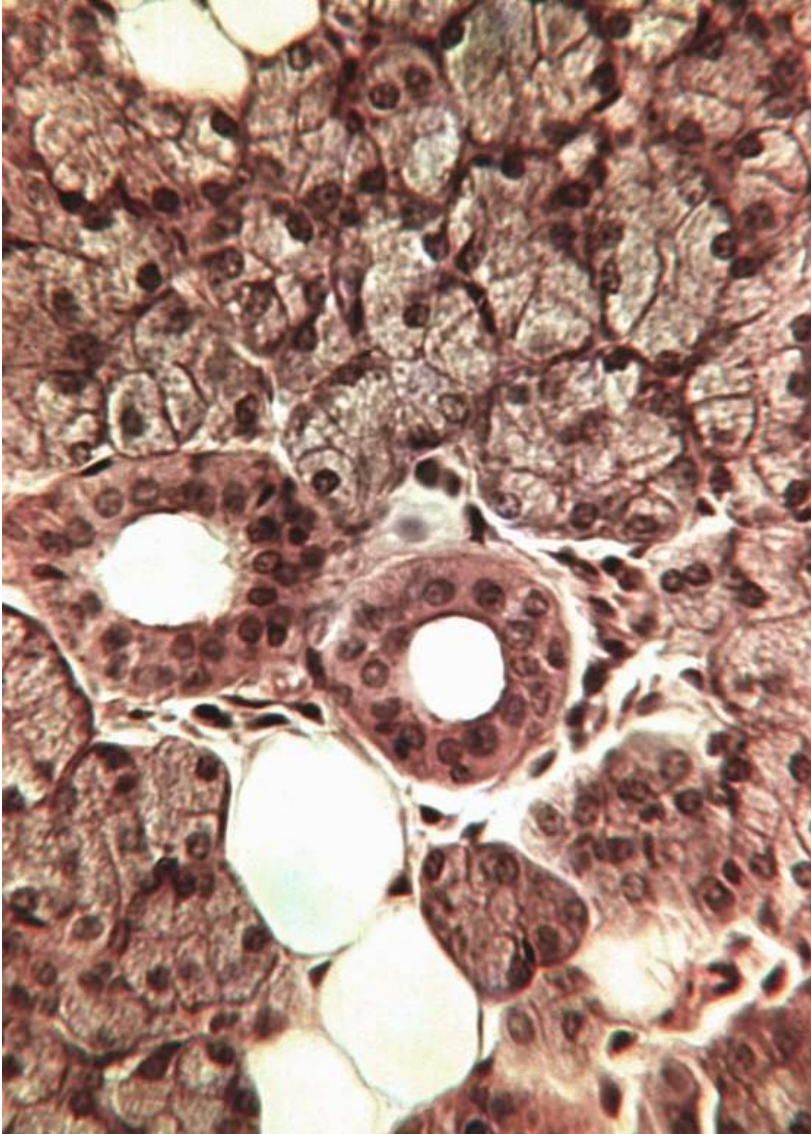


GL. PAROTIS



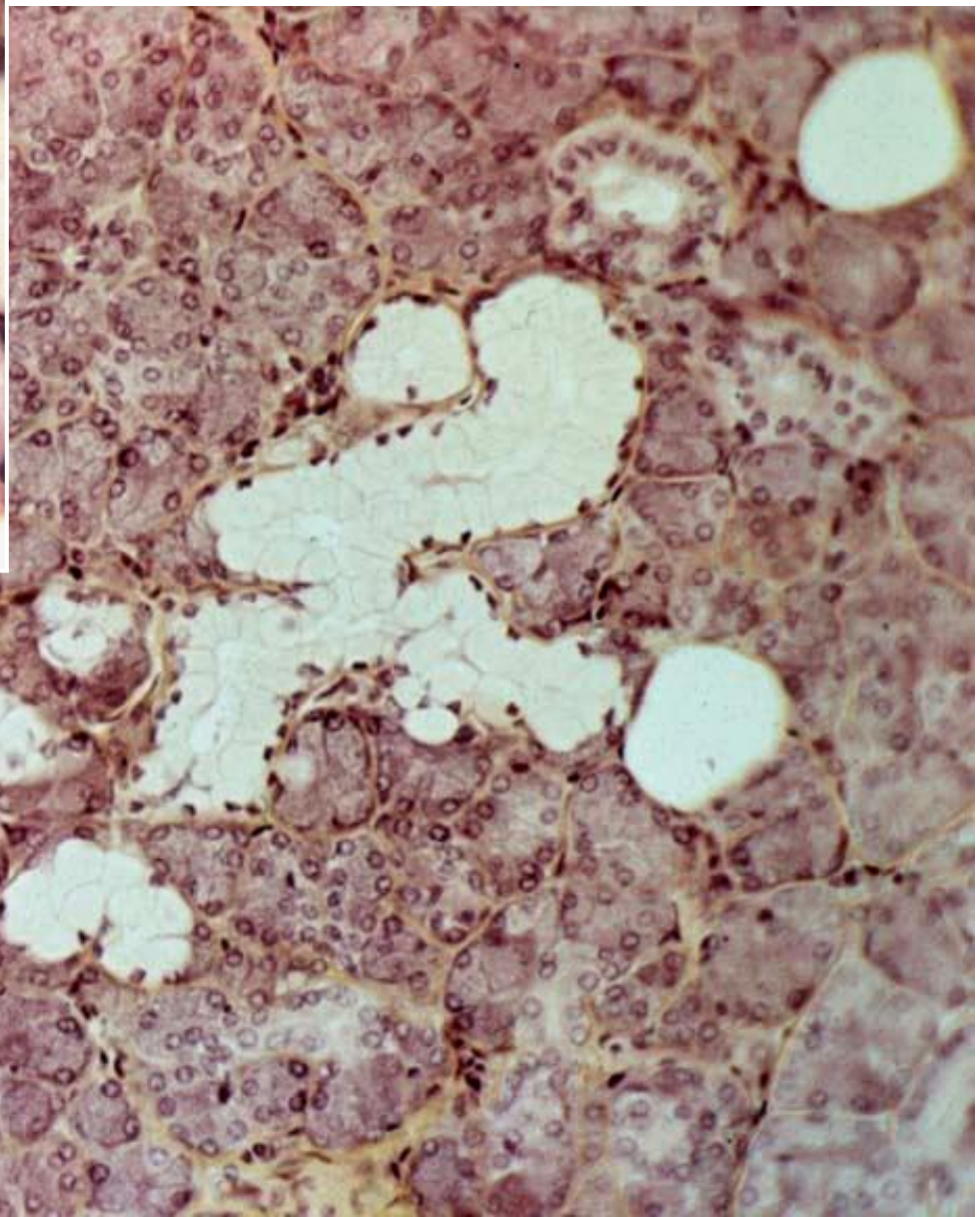
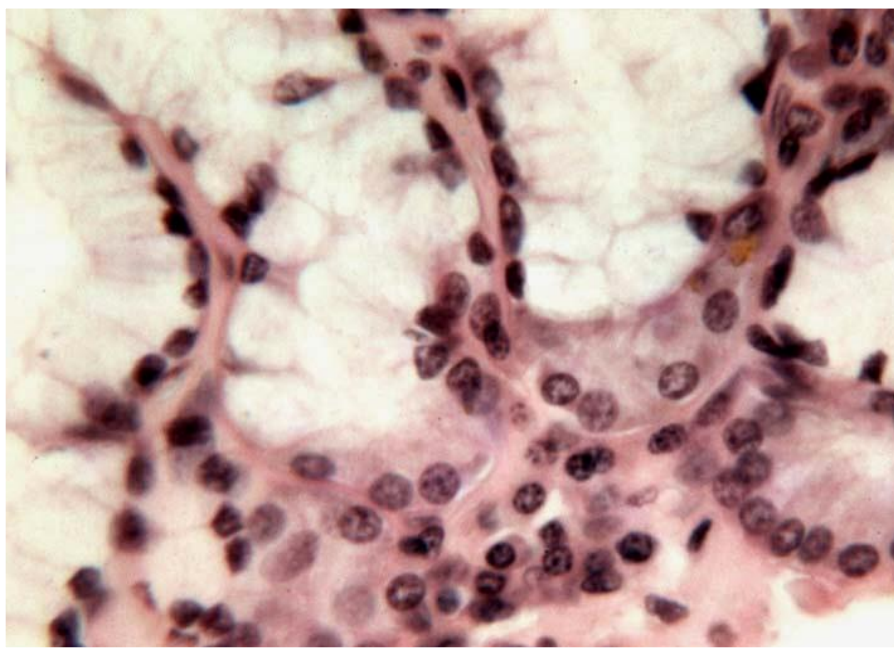


# GL. PAROTIS



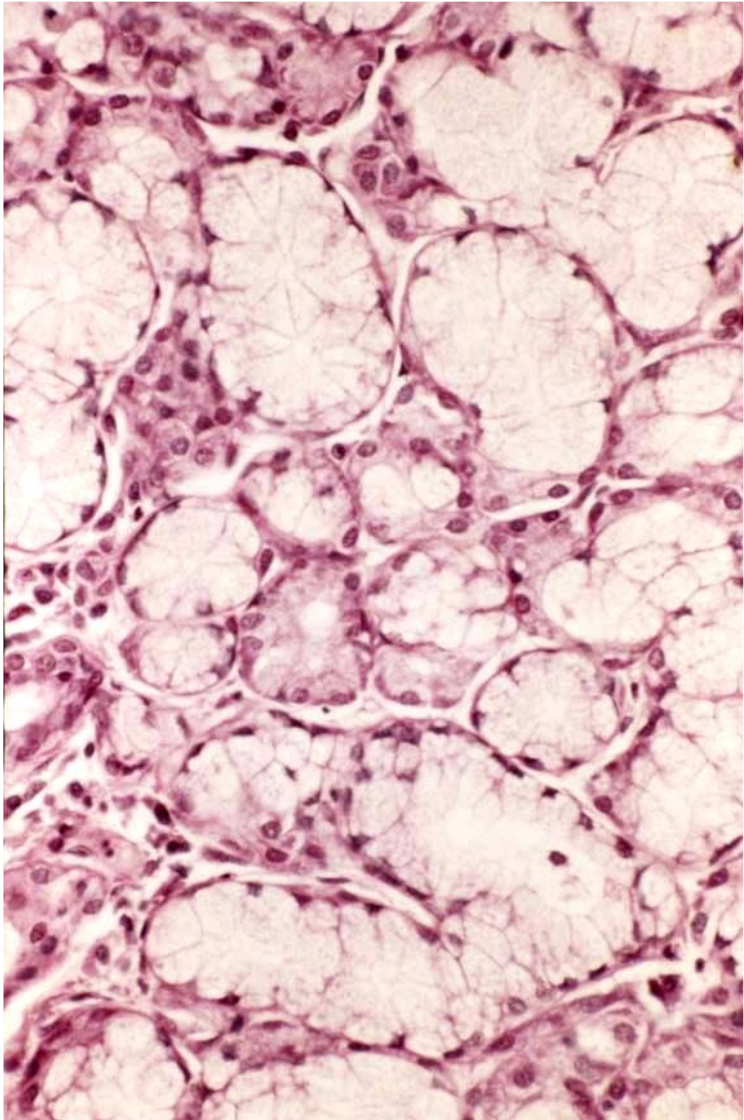
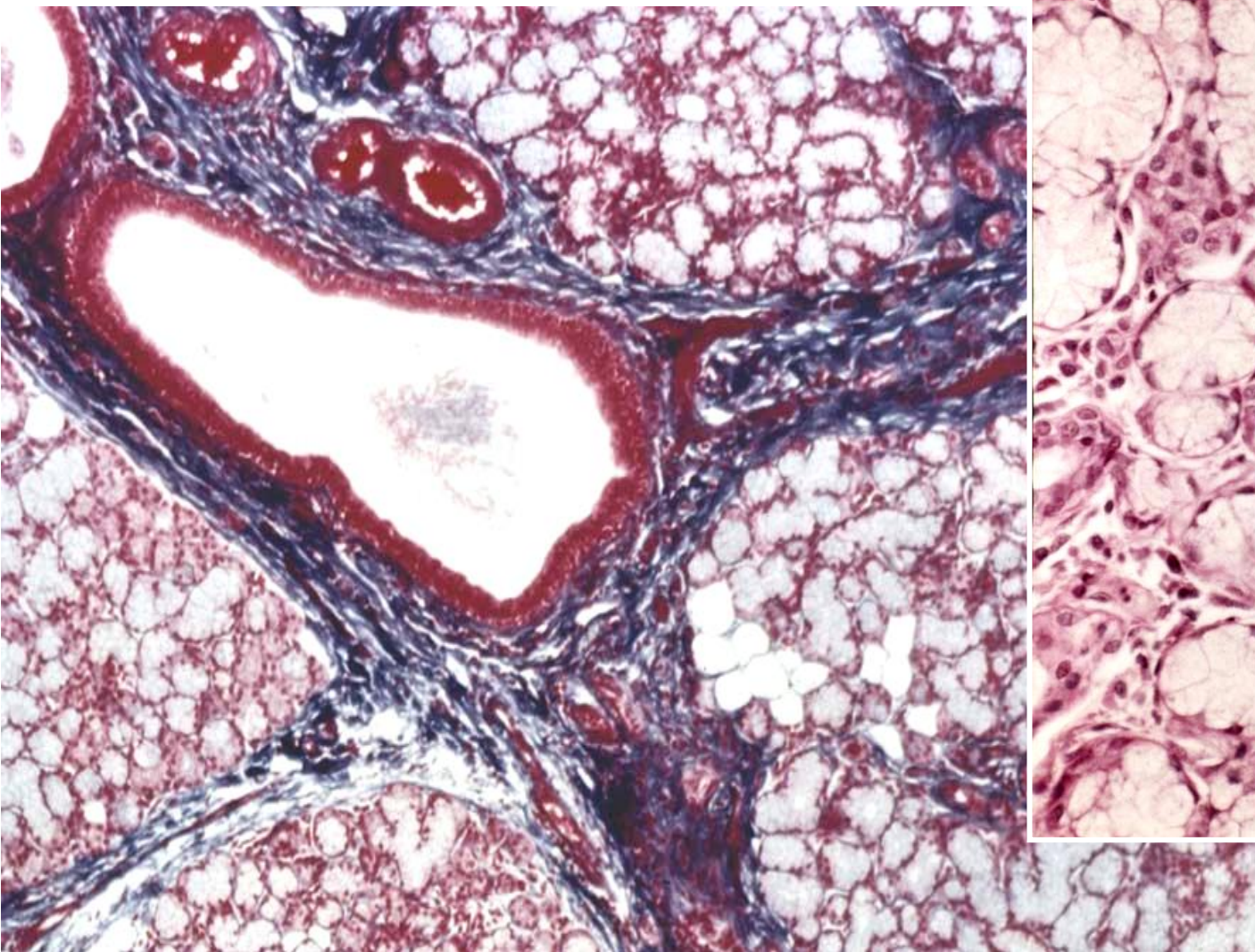


# GL. SUBMANDIBULARIS



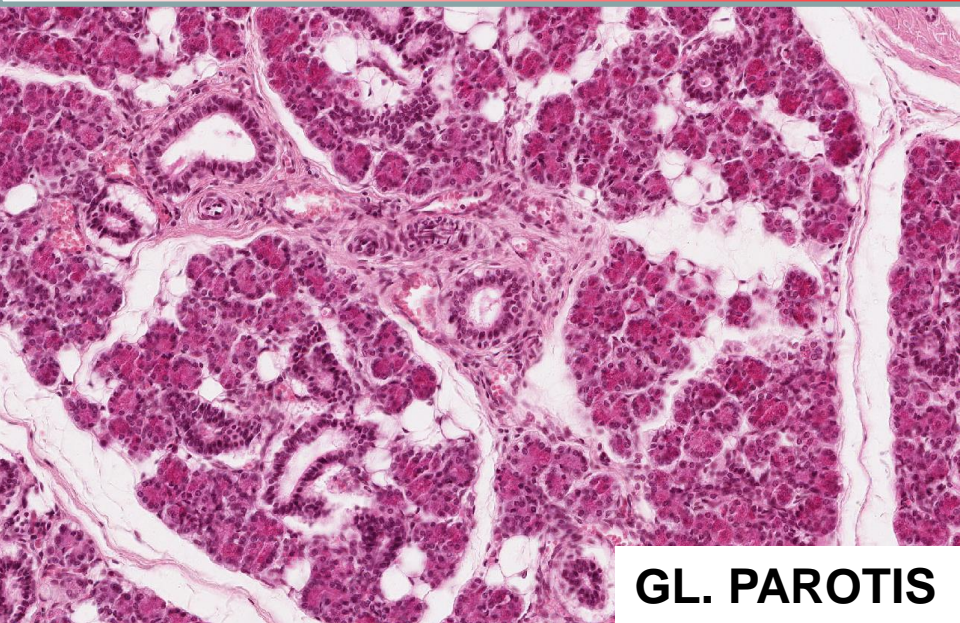


GL. SUBLINGUALIS

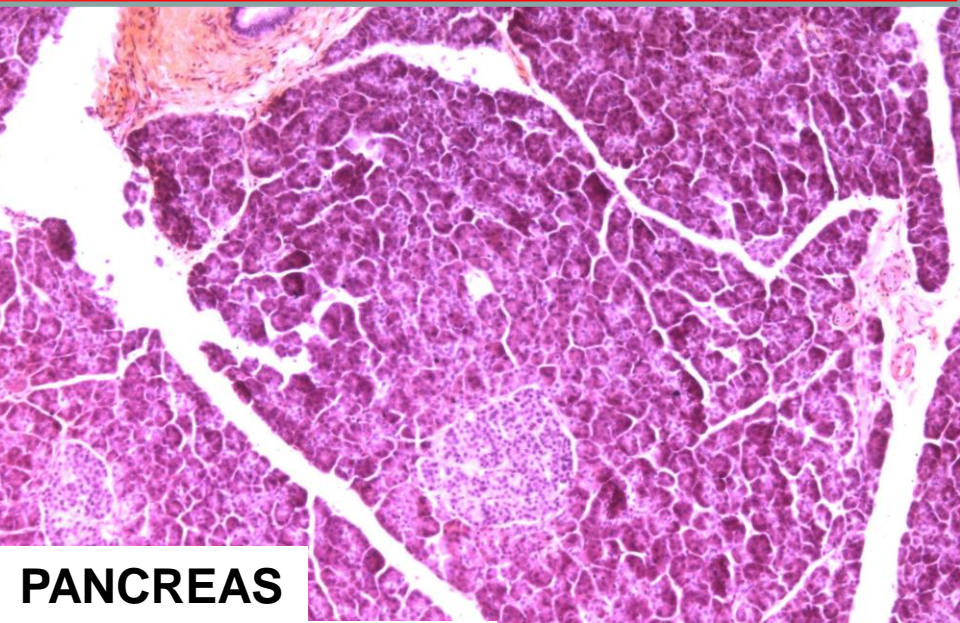




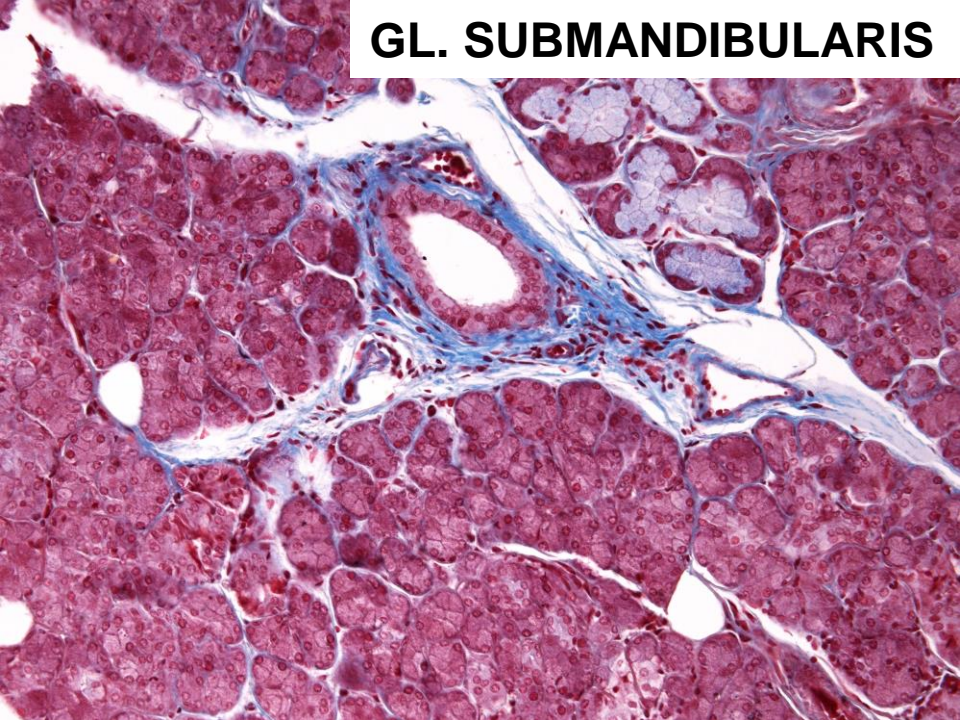
# VELKÉ SLINNÉ ŽLÁZY



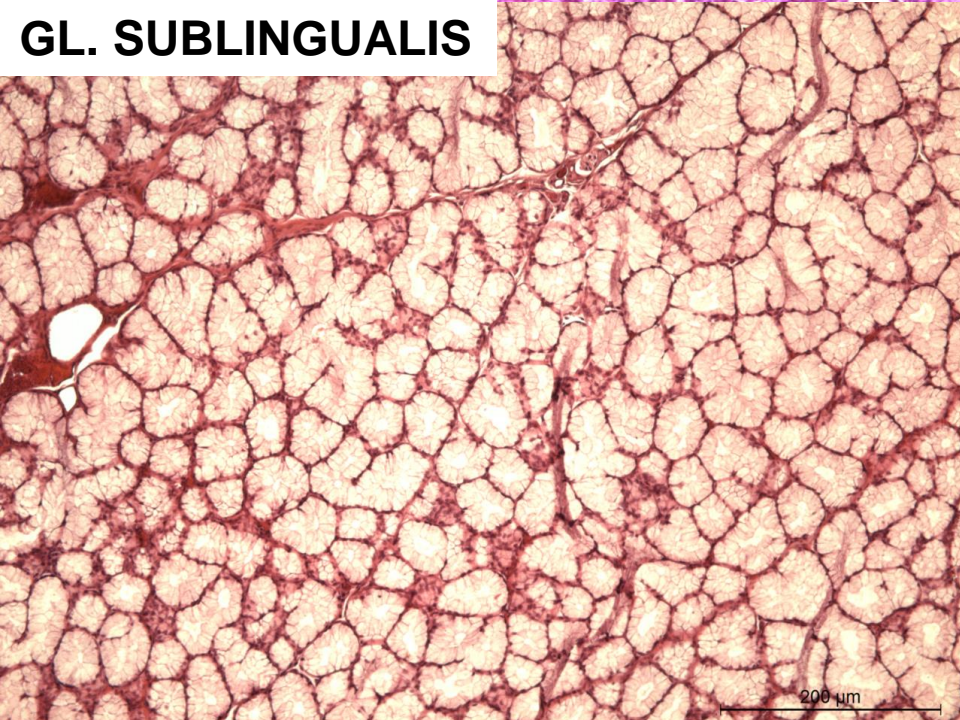
**GL. PAROTIS**



**PANCREAS**



**GL. SUBMANDIBULARIS**



**GL. SUBLINGUALIS**



# VÝVOJ VELKÝCH SLINNÝCH ŽLÁZ

## **Gl. parotis**

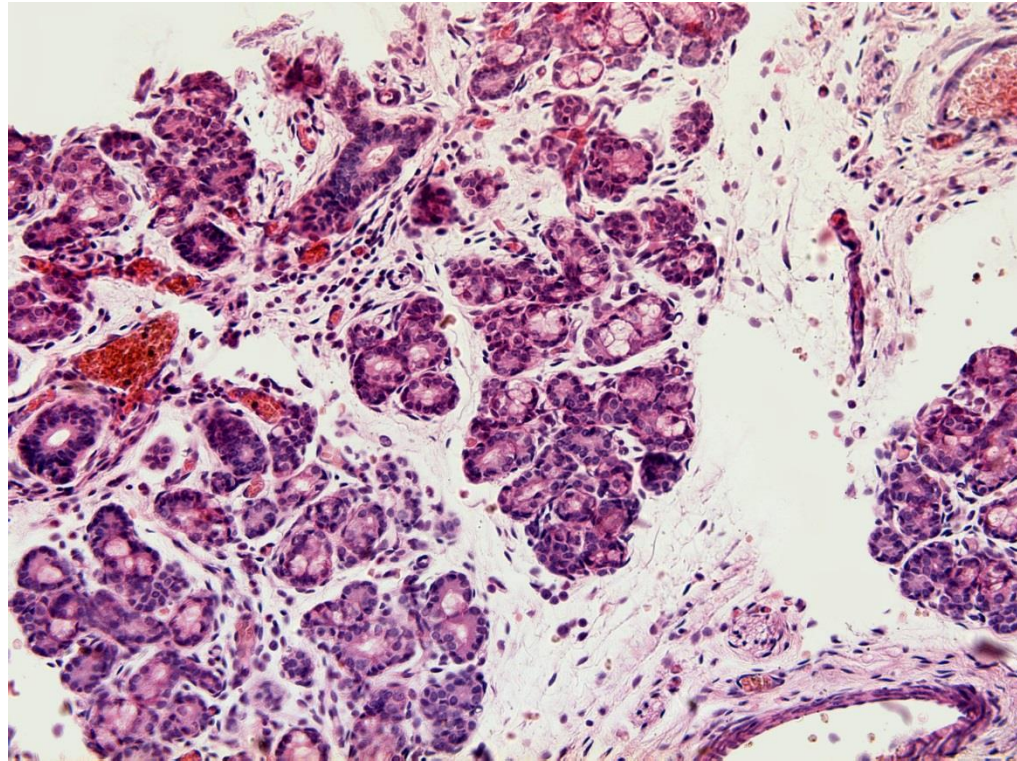
- první (6. týden)
- ektodermové pupeny koutků stomodea
- proliferace solidních provazců
- luminizace a vývoj acinů (10. týden)
- vazivo - mesenchym

## **Gl. submandibularis**

- konec 6. týdne
- entodermové pupeny báze stomodea
- proliferace solidních provazců paralelně s vyvíjejícím se jazykem
- luminizace a vývoj acinů (12. týden)
- vazivo – mesenchym
- růst i po narození

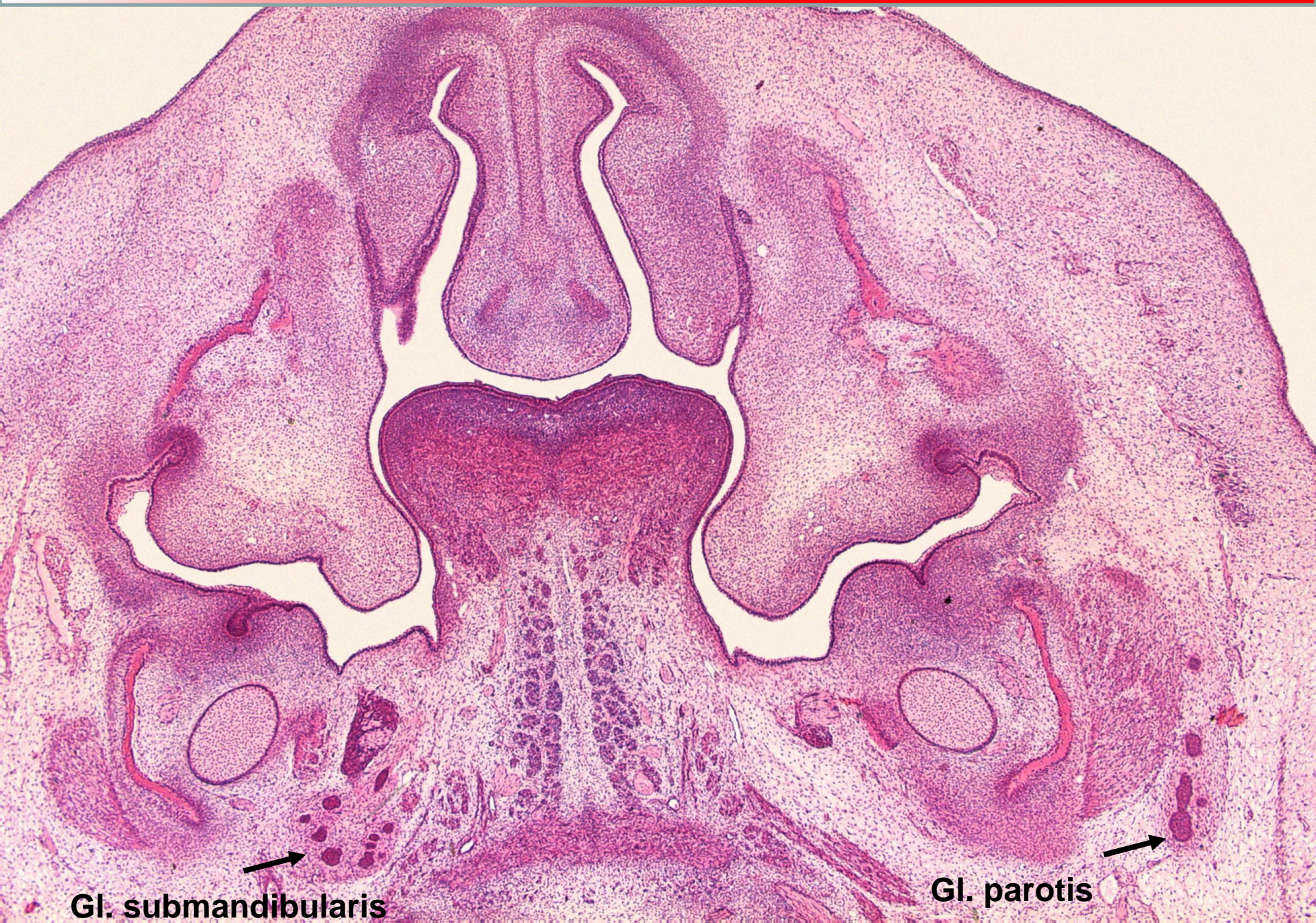
## **Gl. sublingualis**

- 8. týden
- vícečetné entodermové pupeny v paralingválním žlábkku
- proliferace solidních provazců
- luminizace a vývoj žlázového parenchymu
- vazivo – mesenchym
- 10-12 nezávislých vývodů





# VELKÉ SLINNÉ ŽLÁZY - VÝVOJ

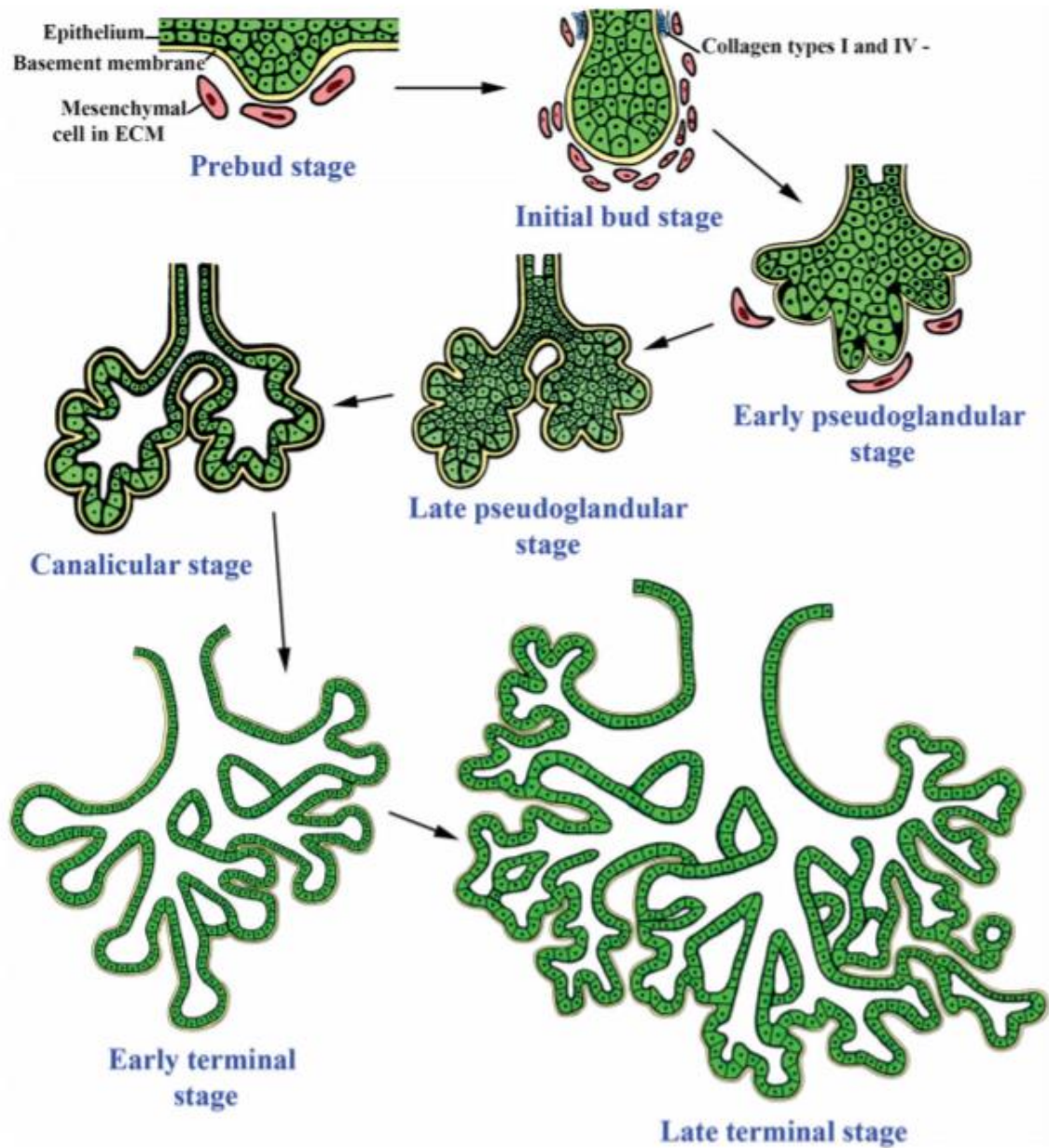


**Gl. submandibularis**

**Gl. parotis**

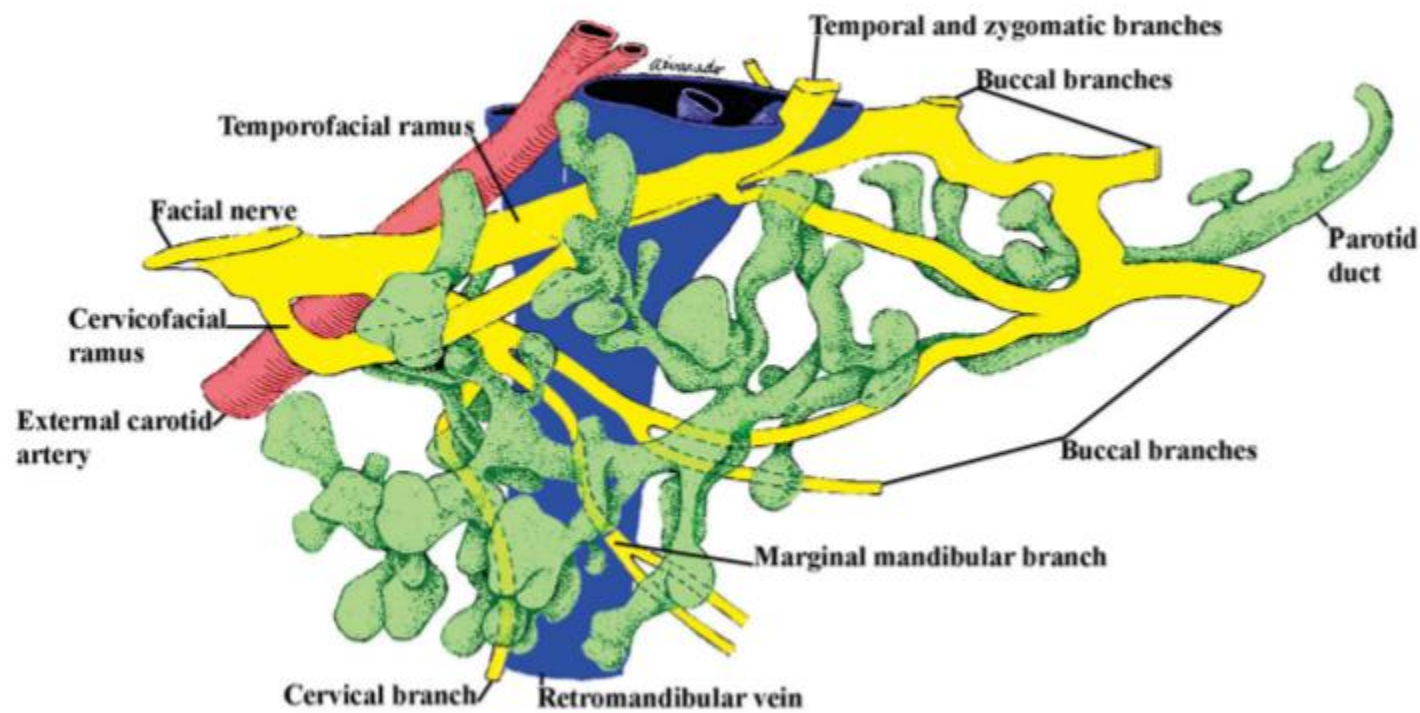
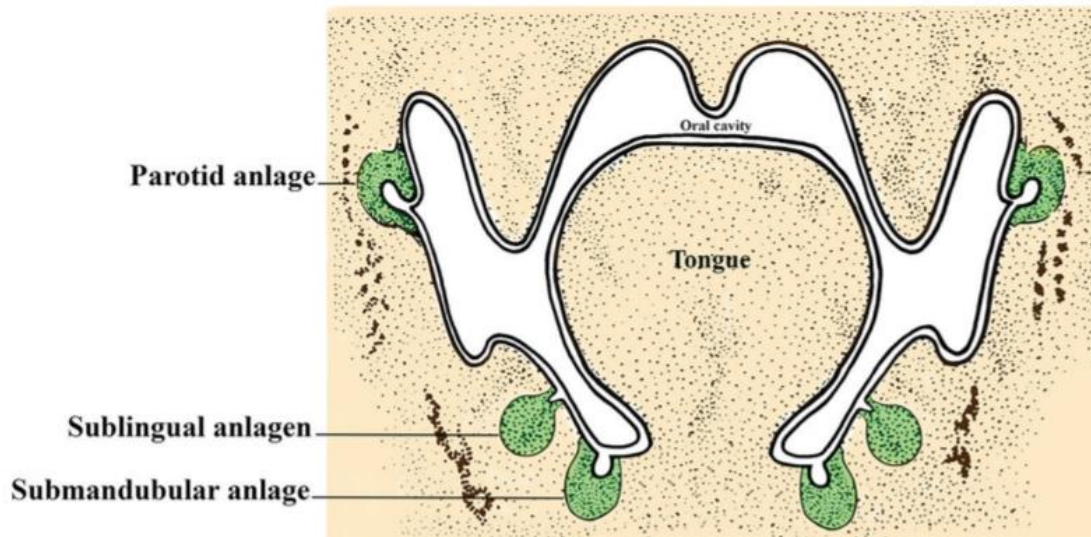


# VÝVOJ VELKÝCH SLINNÝCH ŽLÁZ



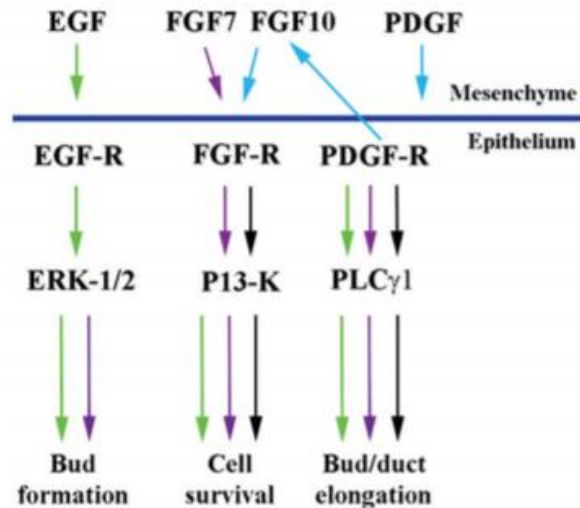
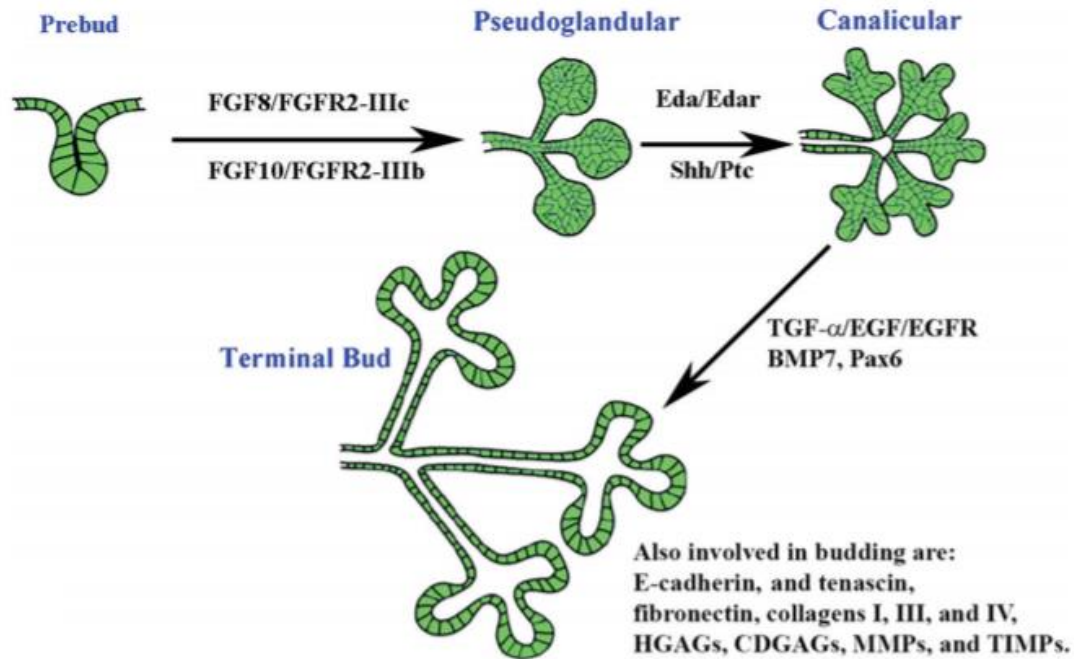


# VÝVOJ VELKÝCH SLINNÝCH ŽLÁZ



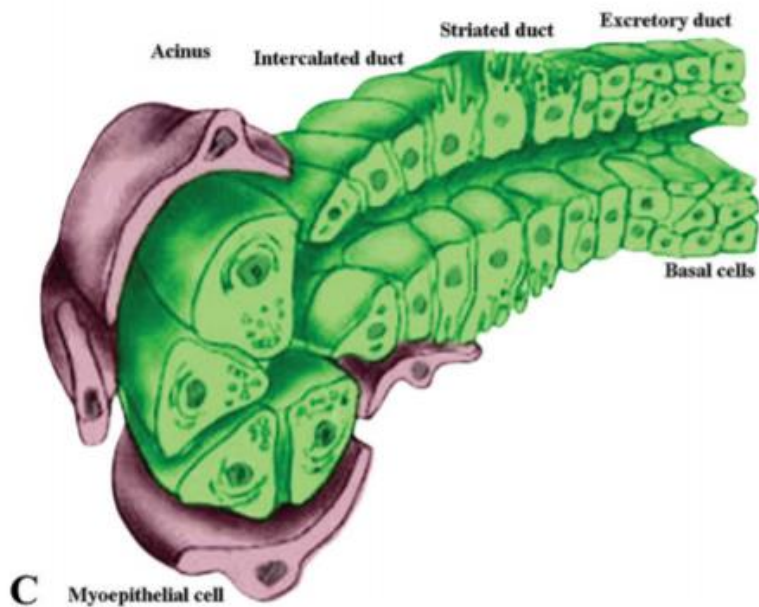
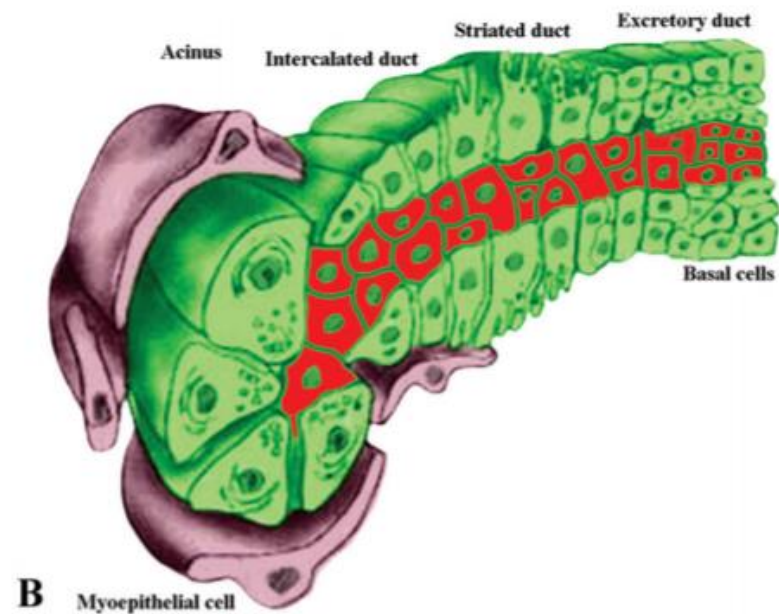
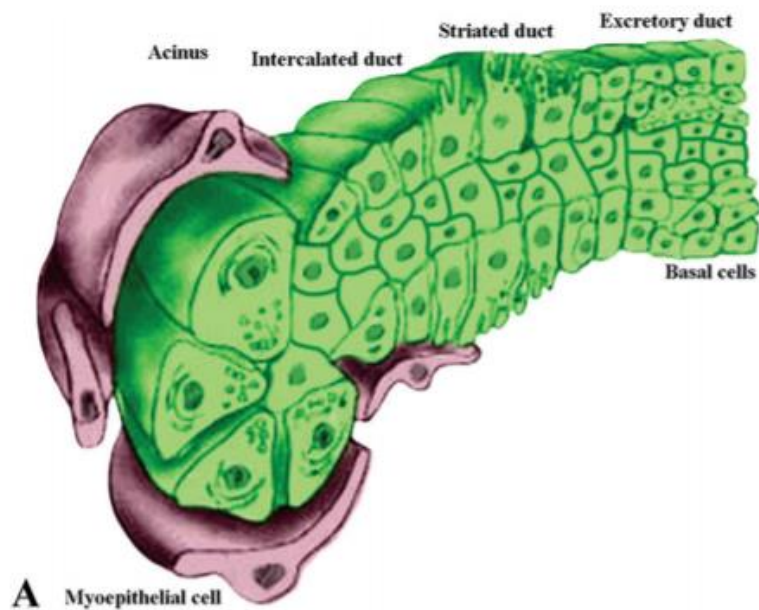


# VÝVOJ VELKÝCH SLINNÝCH ŽLÁZ



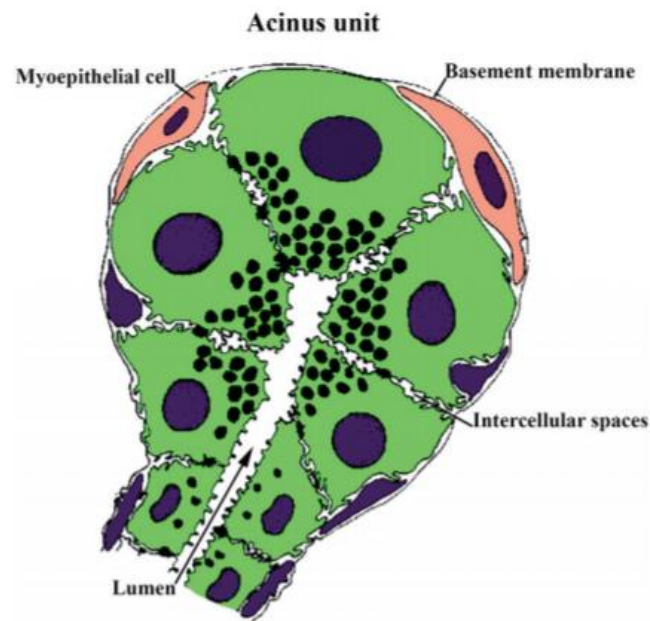
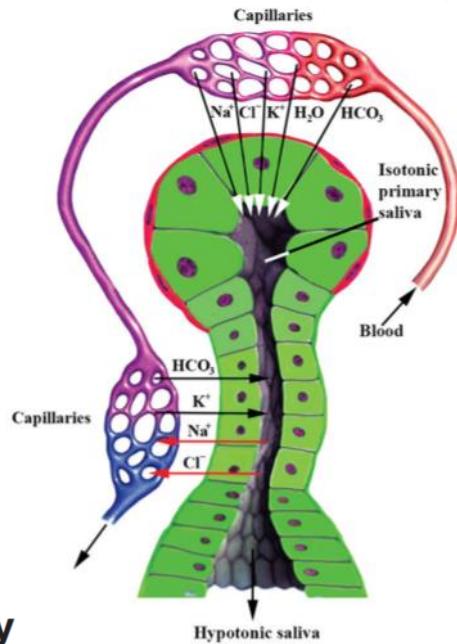
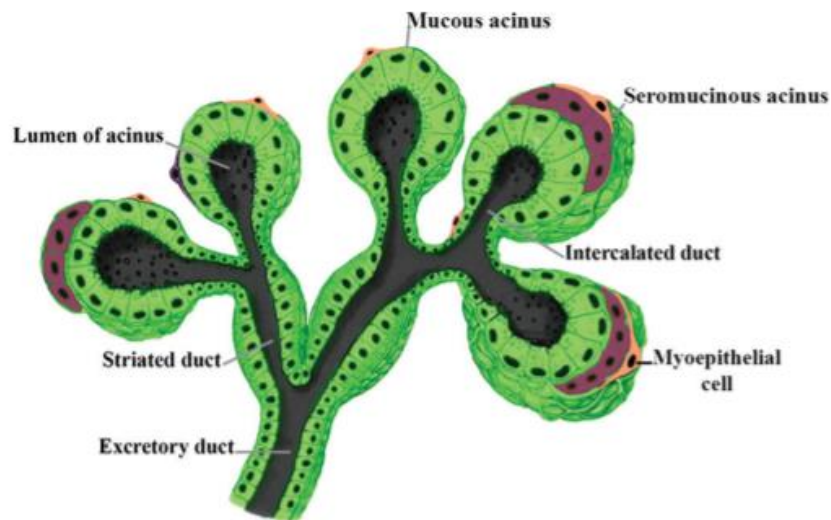
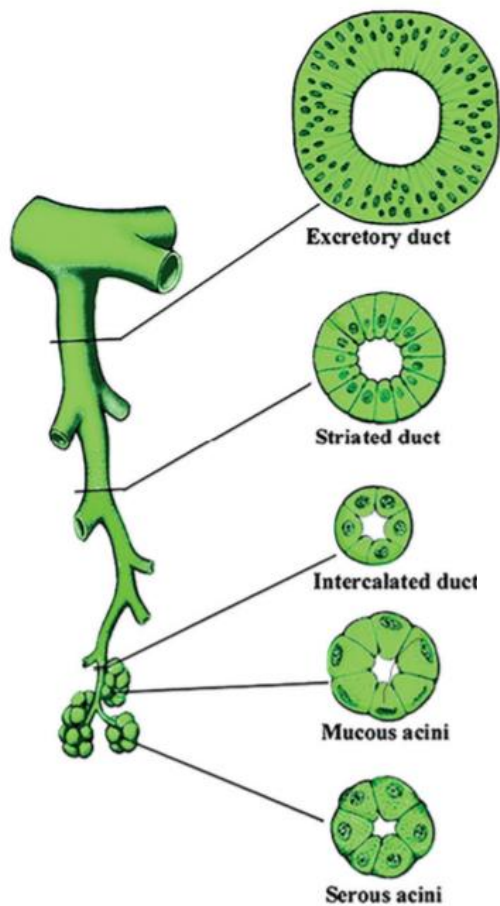


# VÝVOJ VELKÝCH SLINNÝCH ŽLÁZ





# VÝVOJ VELKÝCH SLINNÝCH ŽLÁZ



Další čtení:

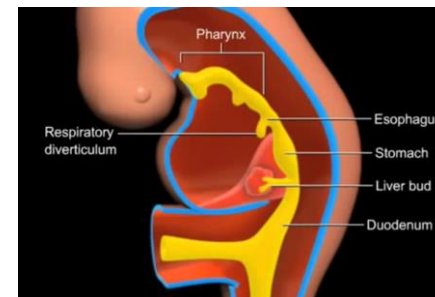
**The Embryology of the Salivary Glands: An Update**

P.M. Som and I. Miletich

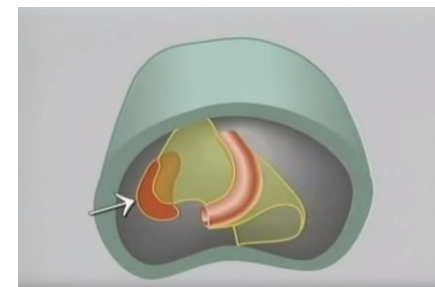
Neurographics 2015 July/August; 5(4):167–177; [www.neurographics.org](http://www.neurographics.org)



<https://www.youtube.com/watch?v=cBSyOgjTGVU>



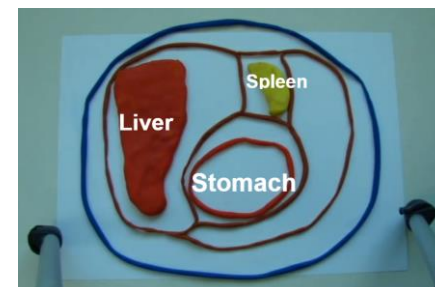
<https://www.youtube.com/watch?v=C8z10UanCKg>



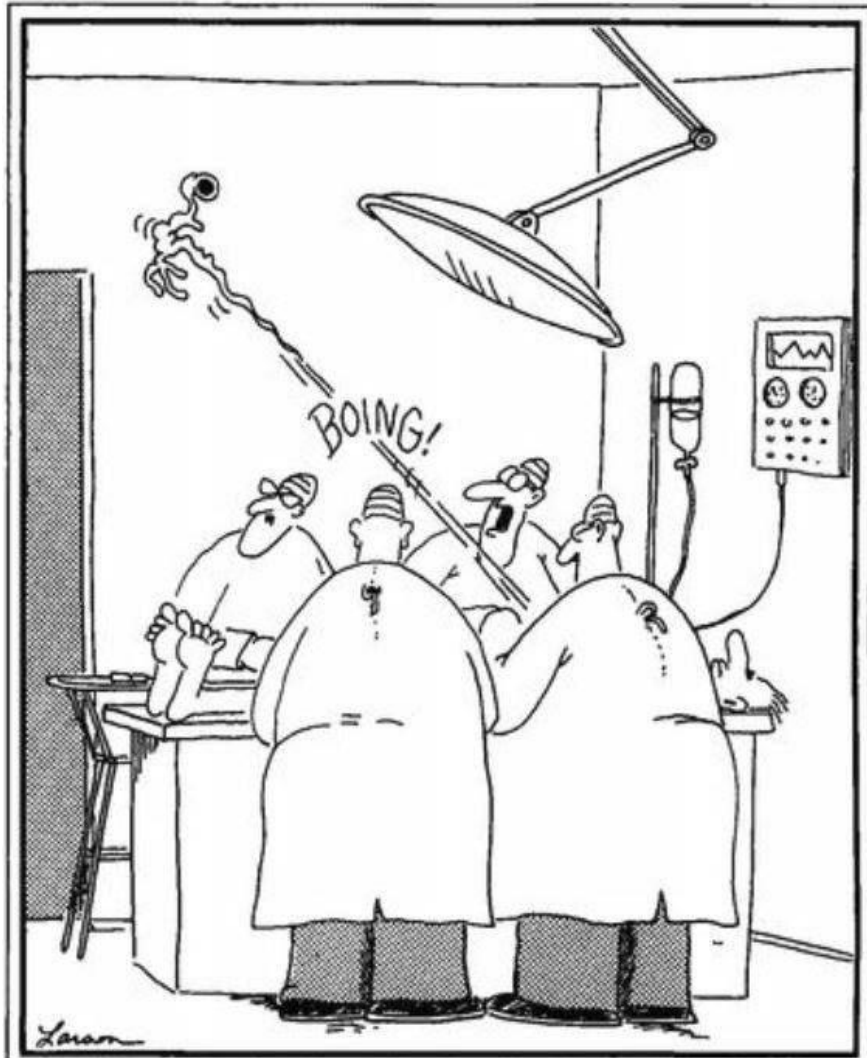
[https://www.youtube.com/watch?v=W\\_twYPeBSRg](https://www.youtube.com/watch?v=W_twYPeBSRg)



[https://www.youtube.com/watch?v=UuHI\\_FsM8IA](https://www.youtube.com/watch?v=UuHI_FsM8IA)







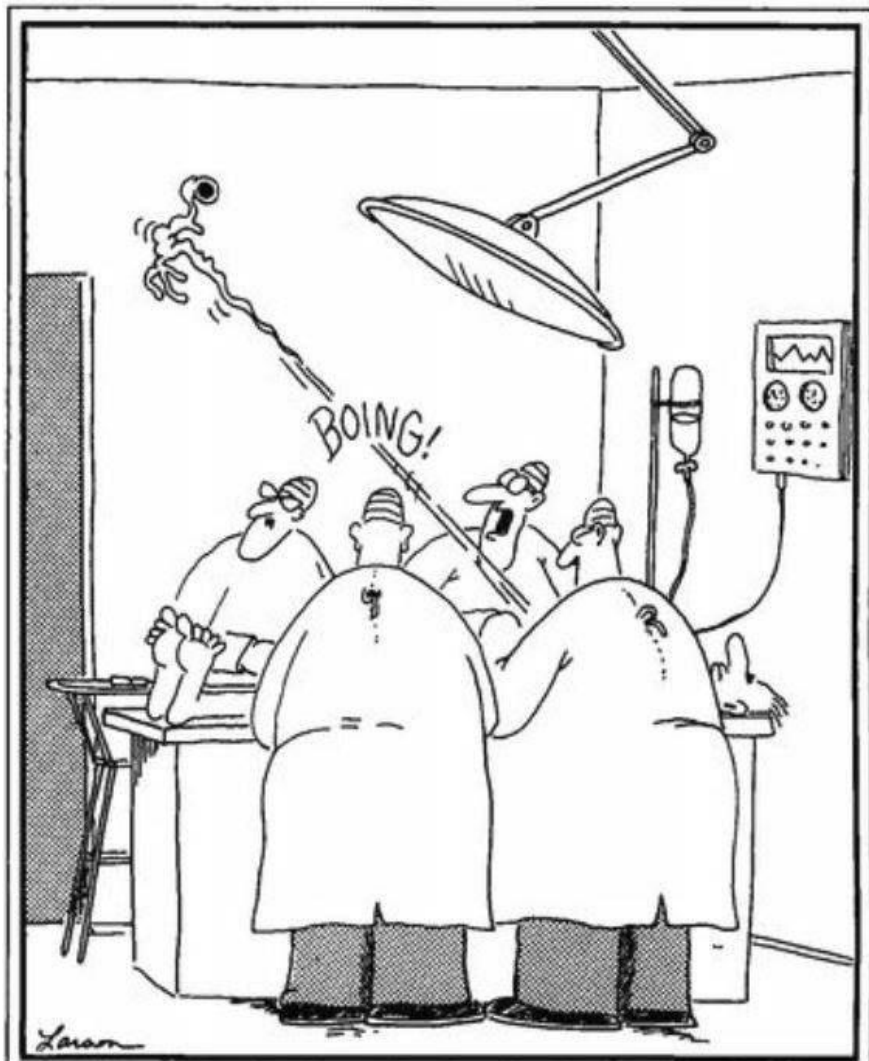
# Děkuji za pozornost

Petr Vaňhara, PhD  
Ústav histologie a embryologie LF MU

[pvanhara@med.muni.cz](mailto:pvanhara@med.muni.cz)  
<http://www.med.muni.cz/histology>

“Whoa! Watch where that thing lands — we’ll probably need it.”

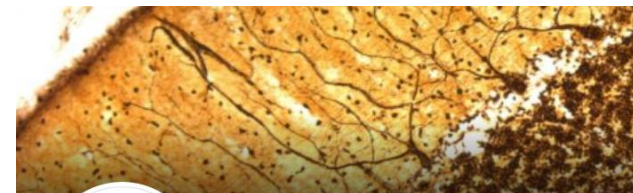




“Whoa! Watch where that thing lands — we’ll probably need it.”

# Děkuji za pozornost

Otázky? Komentáře?



Department  
Histology and  
Embryology

**HistoKlub MED MUNI**

@HistoKlubMEDMUNI · Vzdělávací web

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