

- **Slinné žlázy dutiny ústní a slina**
  - Obecná stavba slinných žláz
  - Velké slinné žlázy - topografie, stavba a popis
  - Přehled malých slinných žláz
- **Základy srovnávací anatomie zubů**
- **Dentice** - zuby a okolní struktury (základní pojmy), značení zubů, směry
- **Základní data o složení a vlastnostech tvrdých tkáních zubu**
- **Přehled metod užívaných ke studiu mikroskopické stavby zubů** (výbrusy, řezy z odvápněných zubů, SEM)

# Slinné žlázy, glandulae salivariae

exokrinní žlázy s řídkou vodnatou, hlenovitou nebo smíšenou sekrecí

## slina (saliva)

většina je ektodermového původu a vznikla proliferací ektodermu stomodea do okolního ektomezenchymu

dělí se:

- **malé (neopouzďené)** - vloženy do **tela submucosa**, počet 800 až 1000
- **velké (opouzďené)** - 3 páry - **gl. parotis, gl. submandibularis a gl. sublingualis** / souhrnná hmotnost 60-90 g

všechny dohromady vyprodukují cca **0,7 až 1,5 l sliny/den** (malé - 10 %, velké 90 %)

# Obecná stavba slinných žláz

2 složky: **vazivo** a **žlázový epitel (tkáň)** neboli **parenchym**

u velkých žláz vazivo zhuštěno v **pouzdro** a **septa**, která člení parenchym na **lalůčky**

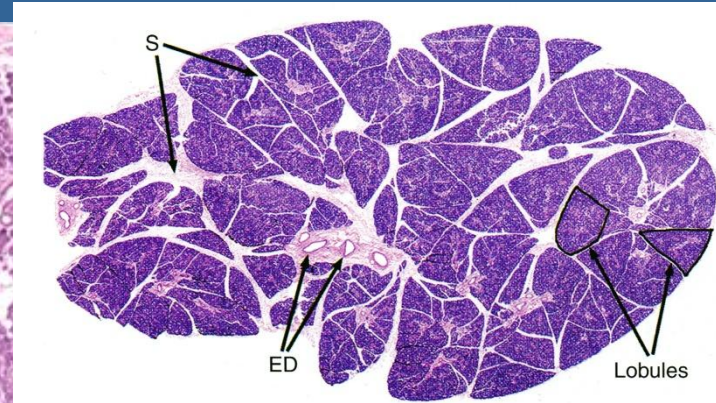
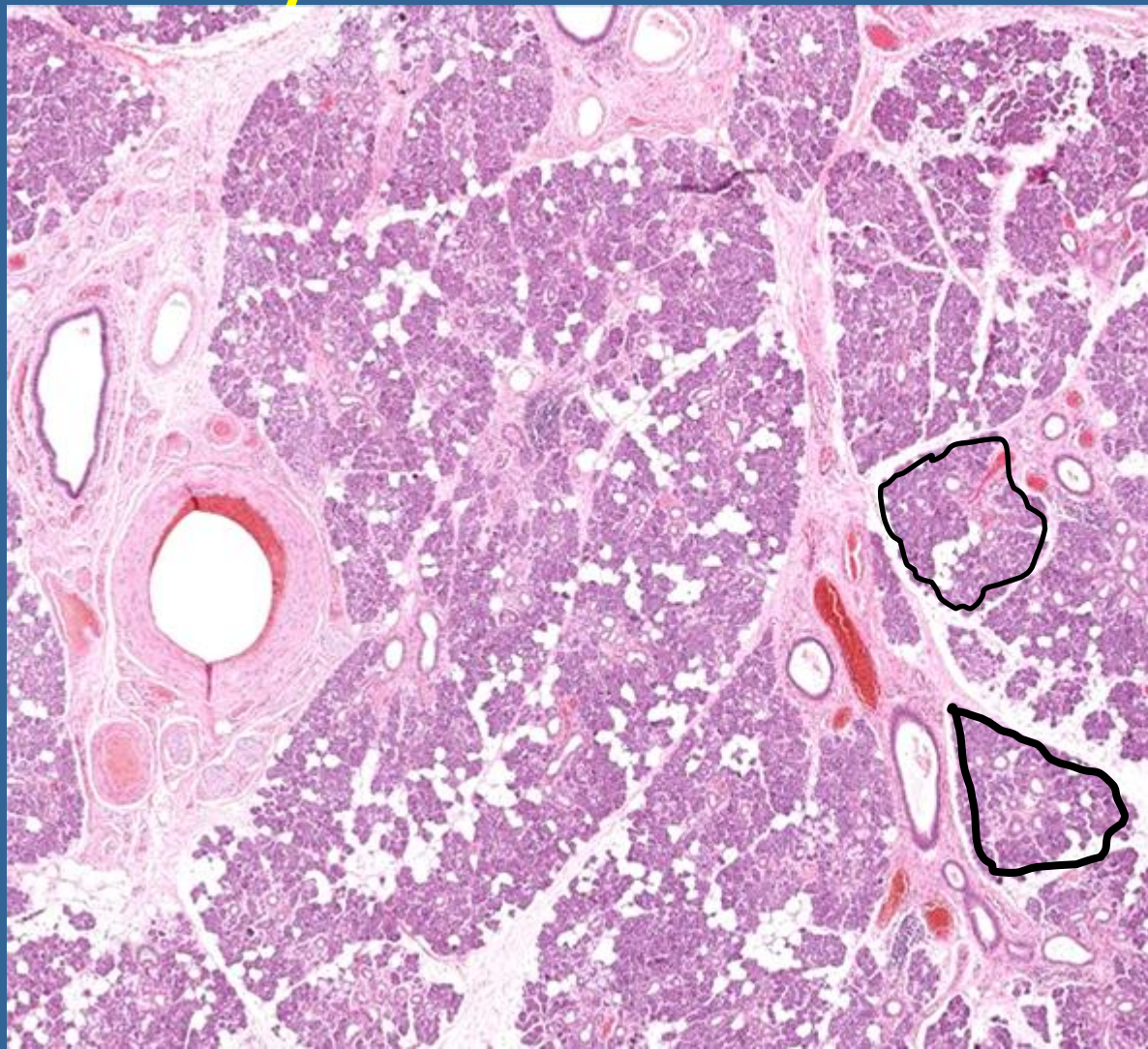
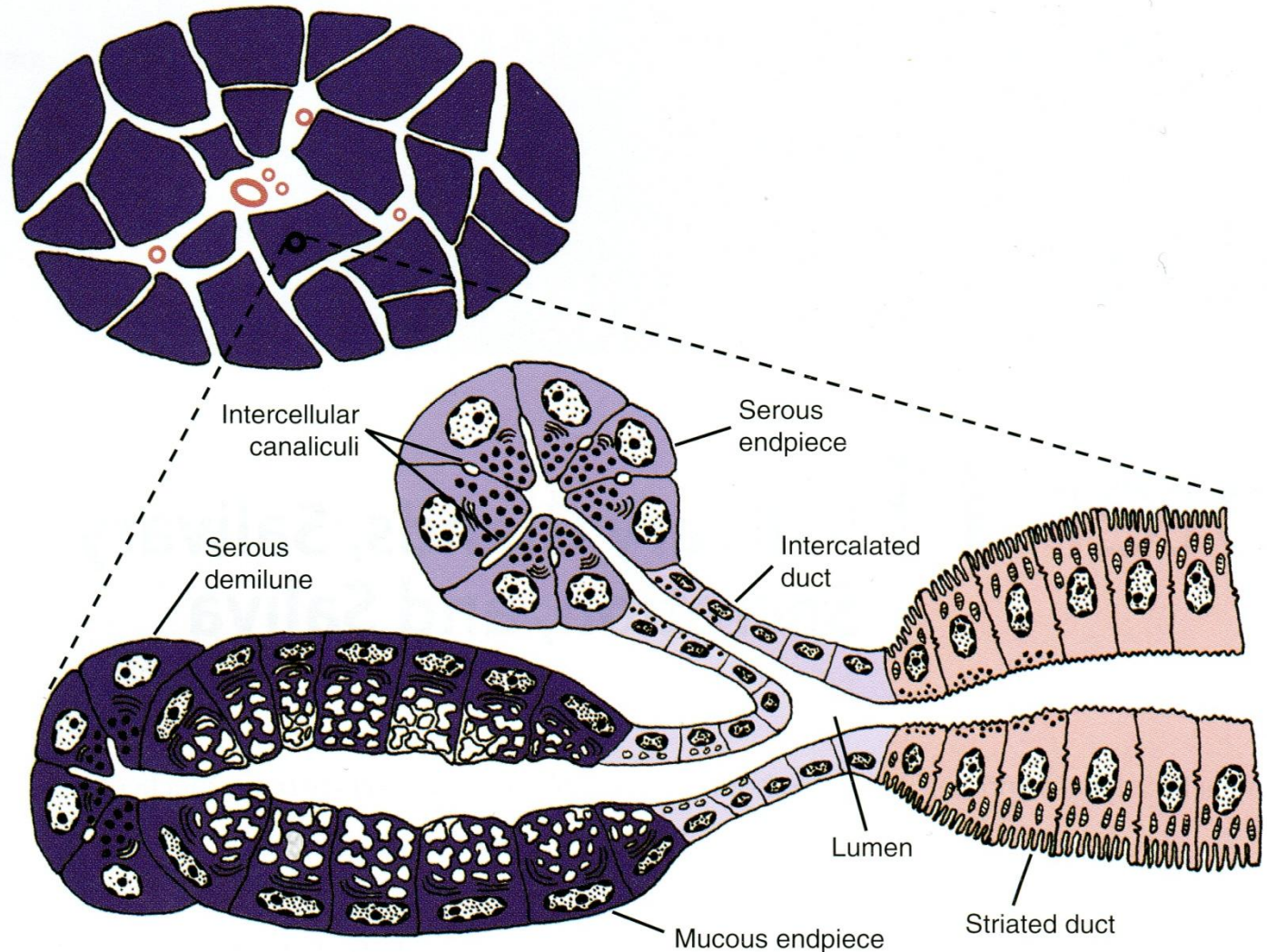


Figure 11.2 Submandibular gland illustrating lobular organization of the gland. Individual lobules (two examples are outlined) are separated by connective tissue septa (S) containing excretory (interlobular) ducts (ED), blood vessels, and nerves.



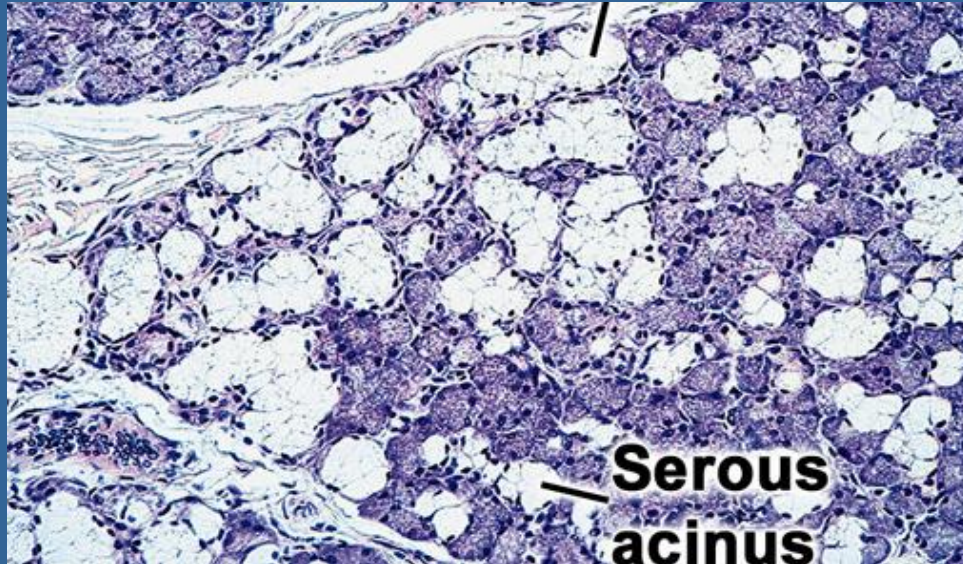
## Stavba lalůček

- **sekreční oddíly:** serózní aciny, mucinózní tubuly, tubuly se serózními lunulami (Gianuzziho, von Ebnerovy) - tubuloacinární jednotky
- **vsunuté a žíhané vývody (intralobulární vývody)**

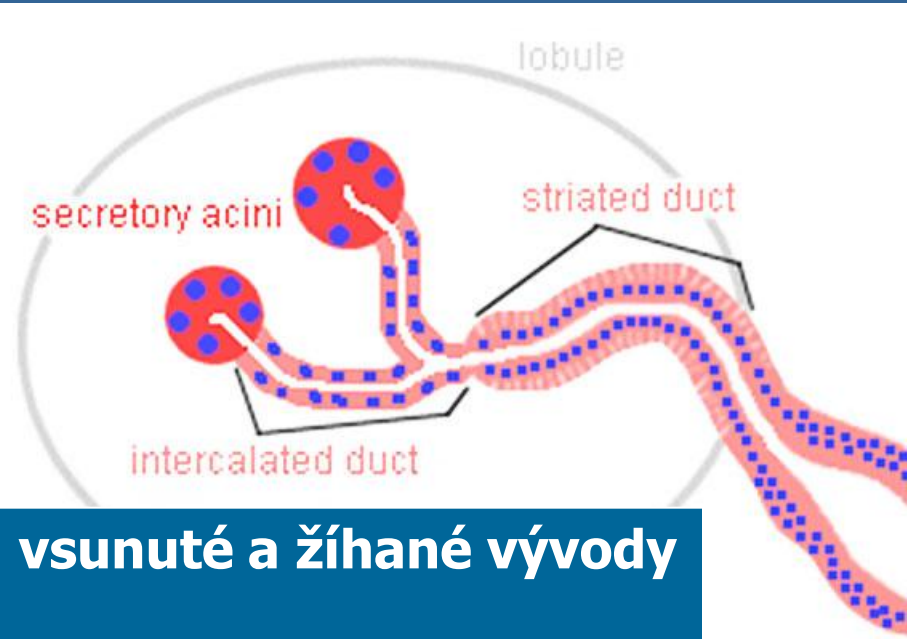
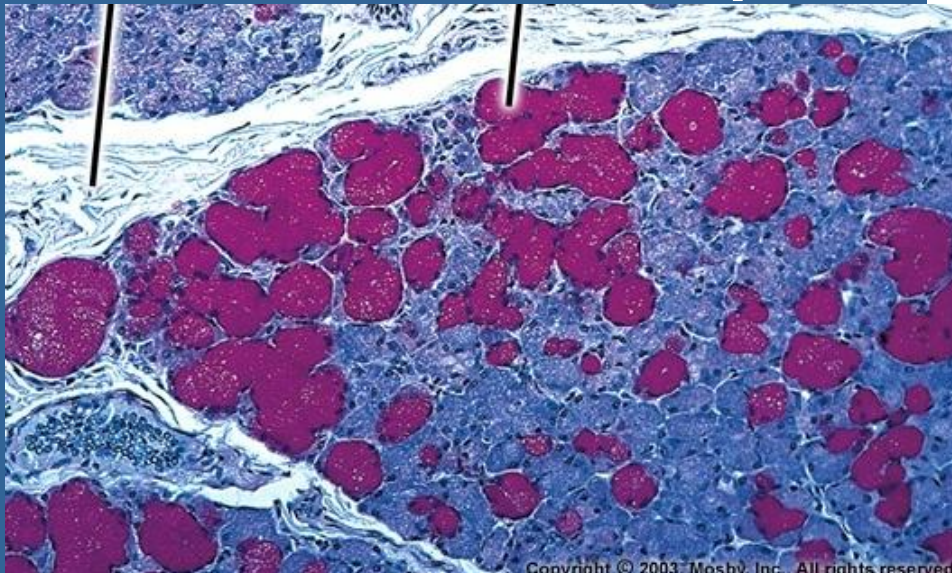




# Stavba lalůček



mucinózní tubuly



vsunuté a žíhané vývody



### Stěna sekrečních oddílů:

- bazální membrána
- myoepitelové buňky
- žlázové buňky

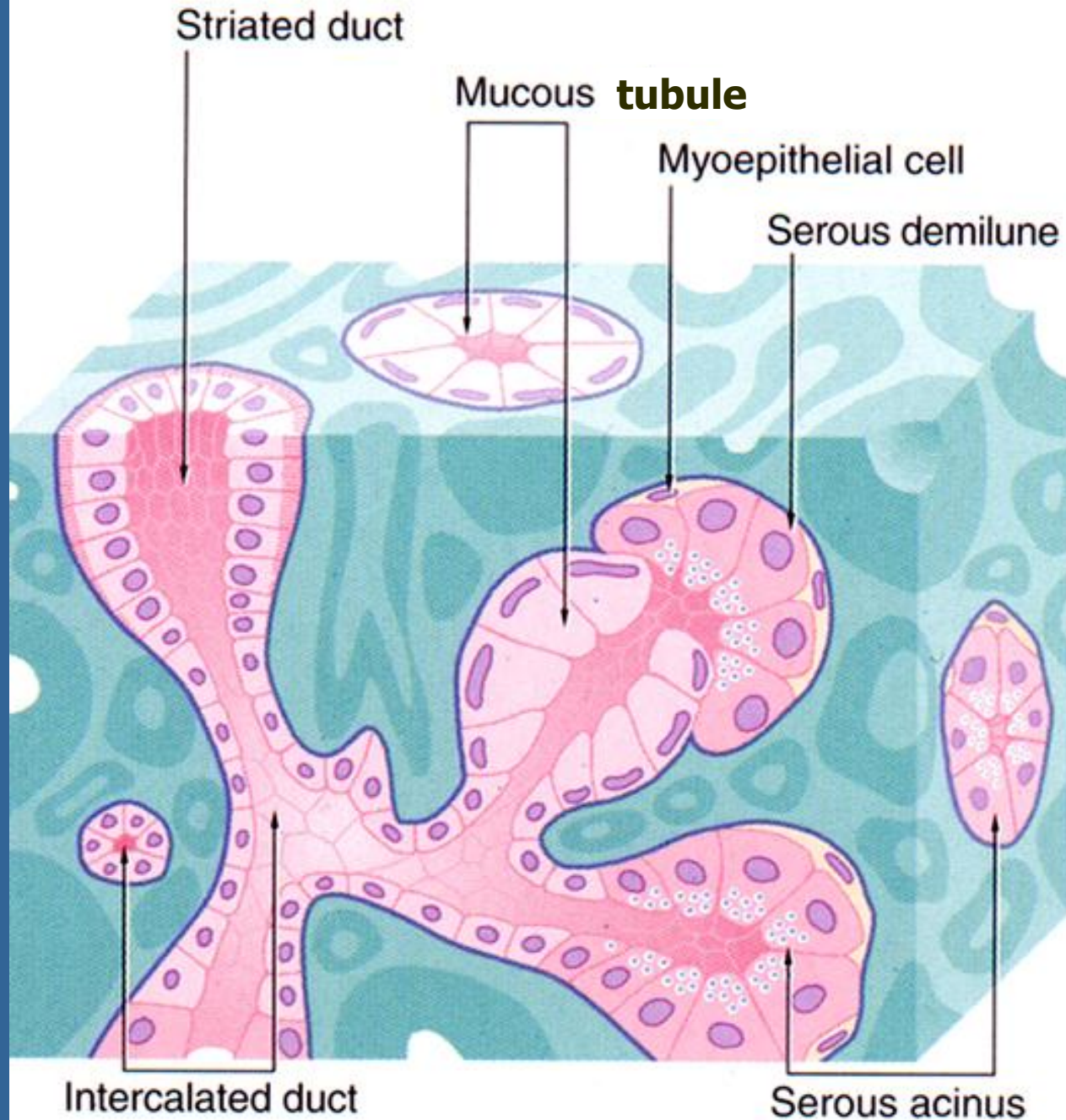
### Stěna intralobulárních vývodů:

#### VSUNUTÉ výv.:

- bazální membrána
- myoepitelové buňky
- buňky krycího epitelu

#### ŽÍHANÉ výv.:

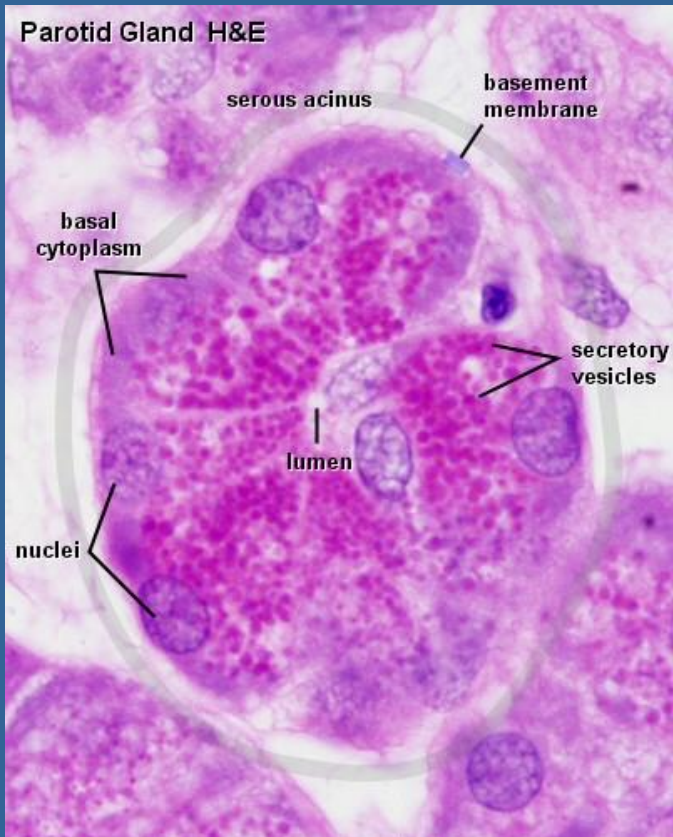
- bazální membrána
- buňky krycího epitelu



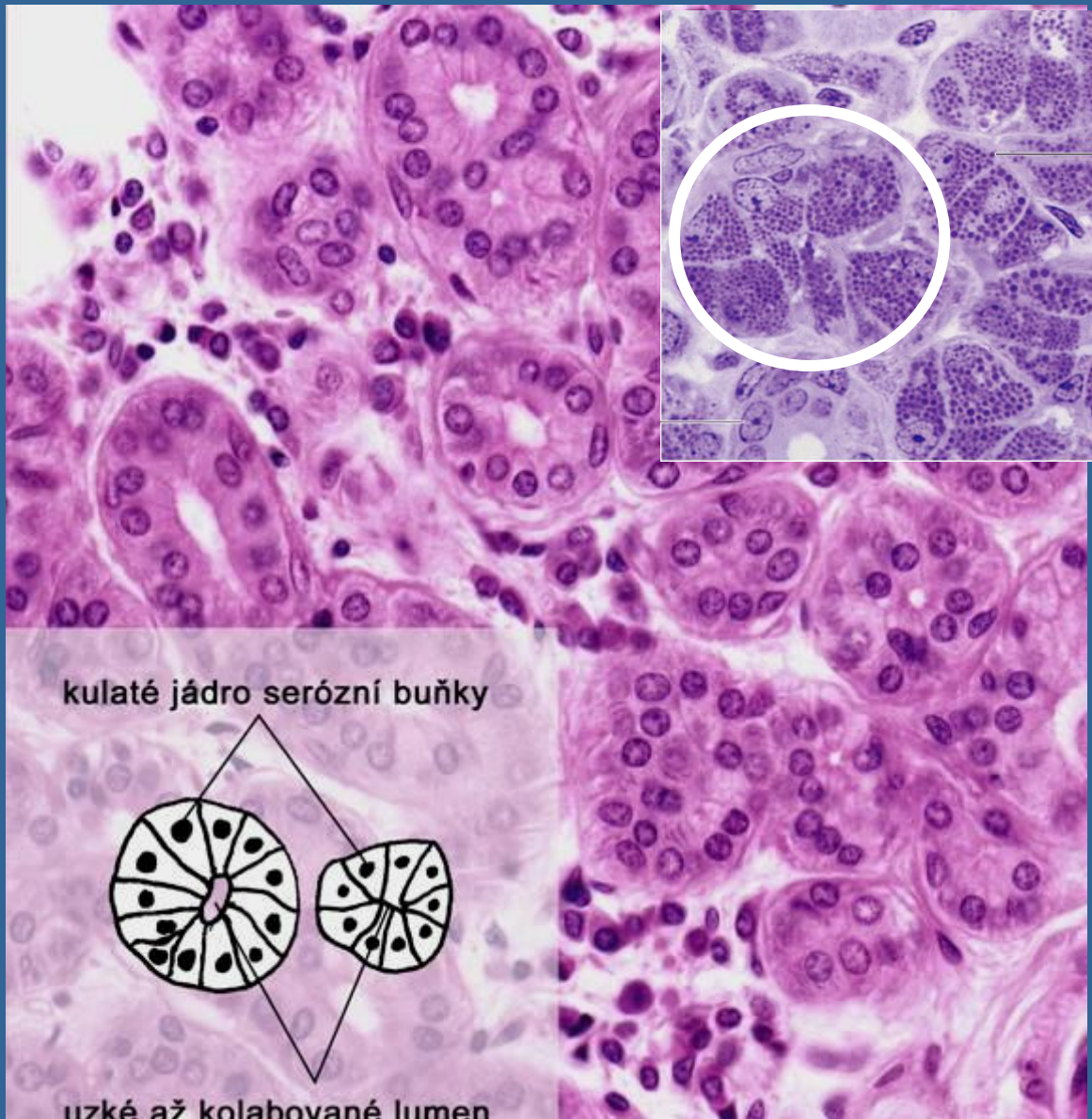


# Serózní aciny

kulovité až ovoidní váčky (60 – 150  $\mu\text{m}$ ) s úzkým lumenem  
stěna: **bazální membrána, myoepitelové buňky, serózní buňky**

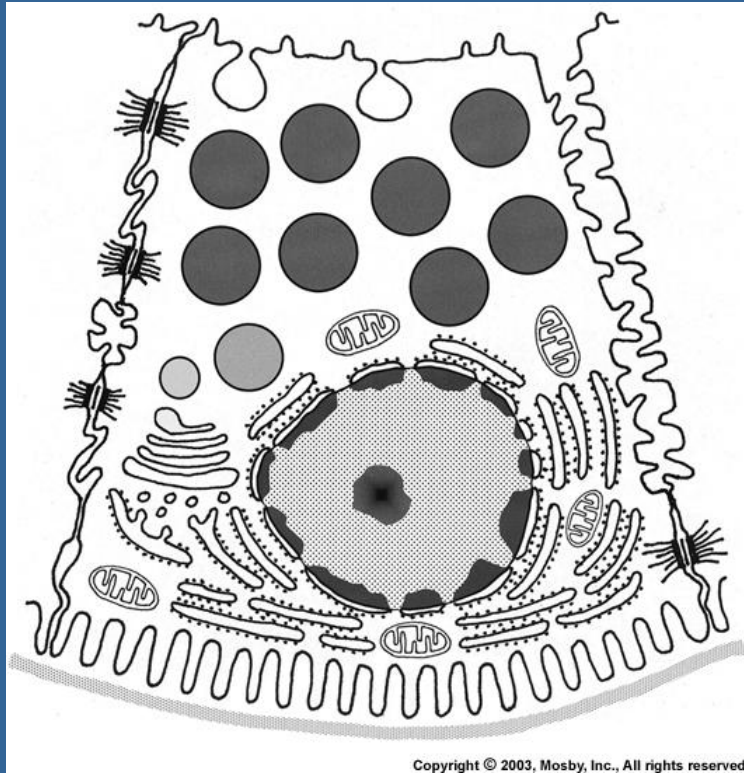


serózní váček

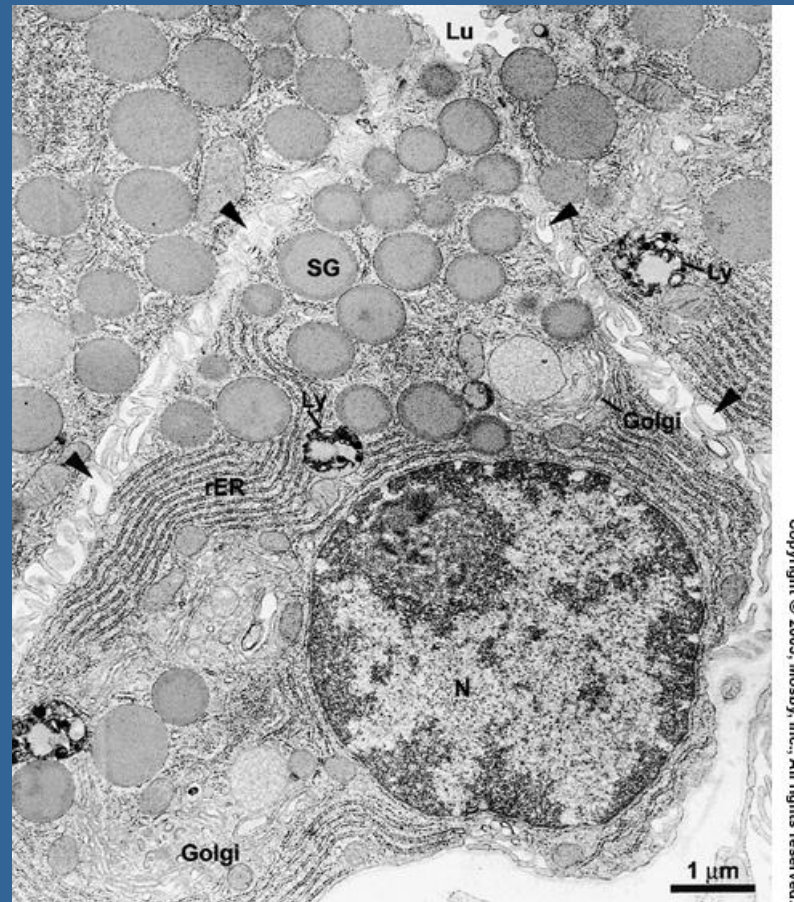




zaobleně trojboký až pyramidový tvar, při bázi kulovité jádro  
infranukleární cytoplazma bazofilní (GER, volné ribosomy, mitochondrie)  
supranukleárně - eozinofilní sekreční zrna /zymogenní = **proenzymová**  
(zymogen = neaktivní enzymový prekurzor)



serózní buňka - schéma



**řidký až vodnatý sekret, obsahující hlavně bílkoviny  
a enzymy**





**Parenchym slinné žlázy potkana: SA–serózní acinus, SG–sekreční granula, K–kapilára. TEM, primární zvětšení 1 500x**

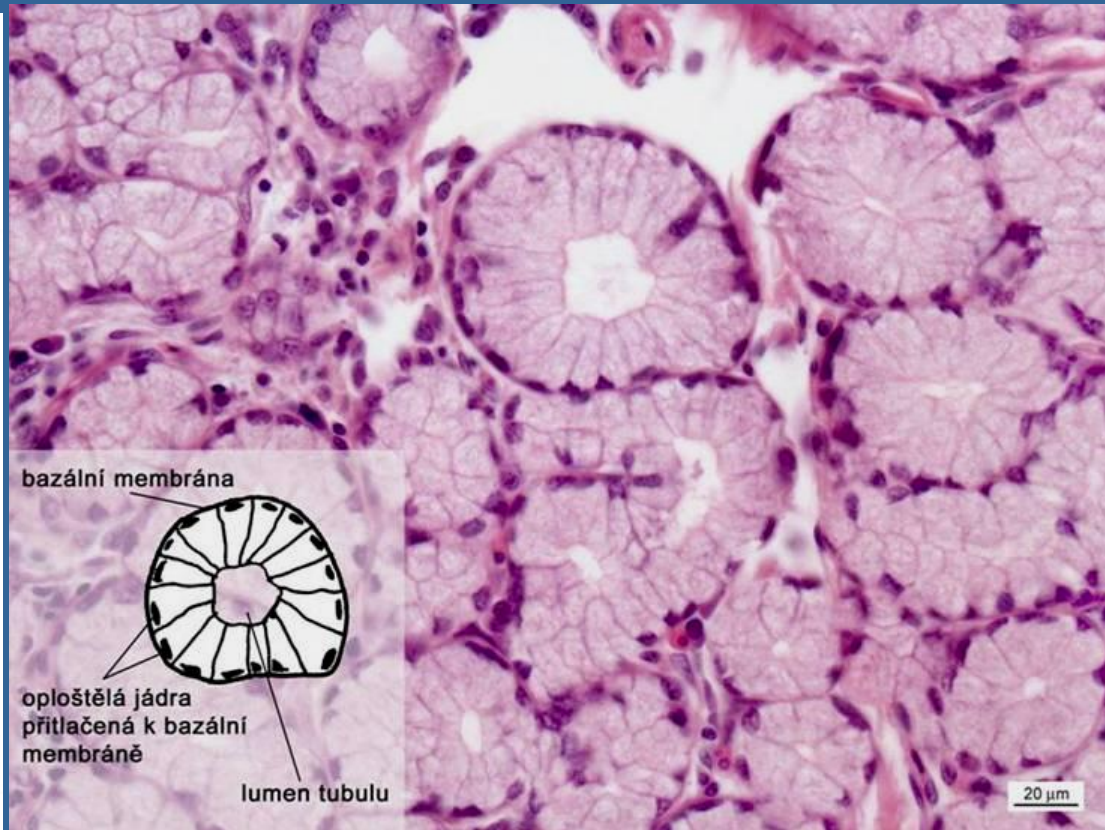
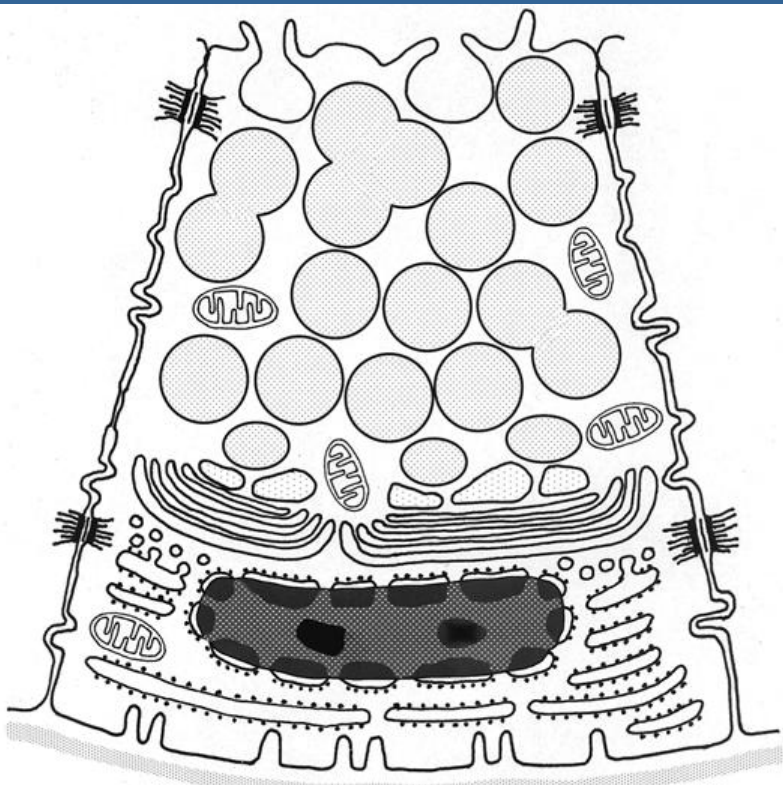


# Mucinózní tubuly

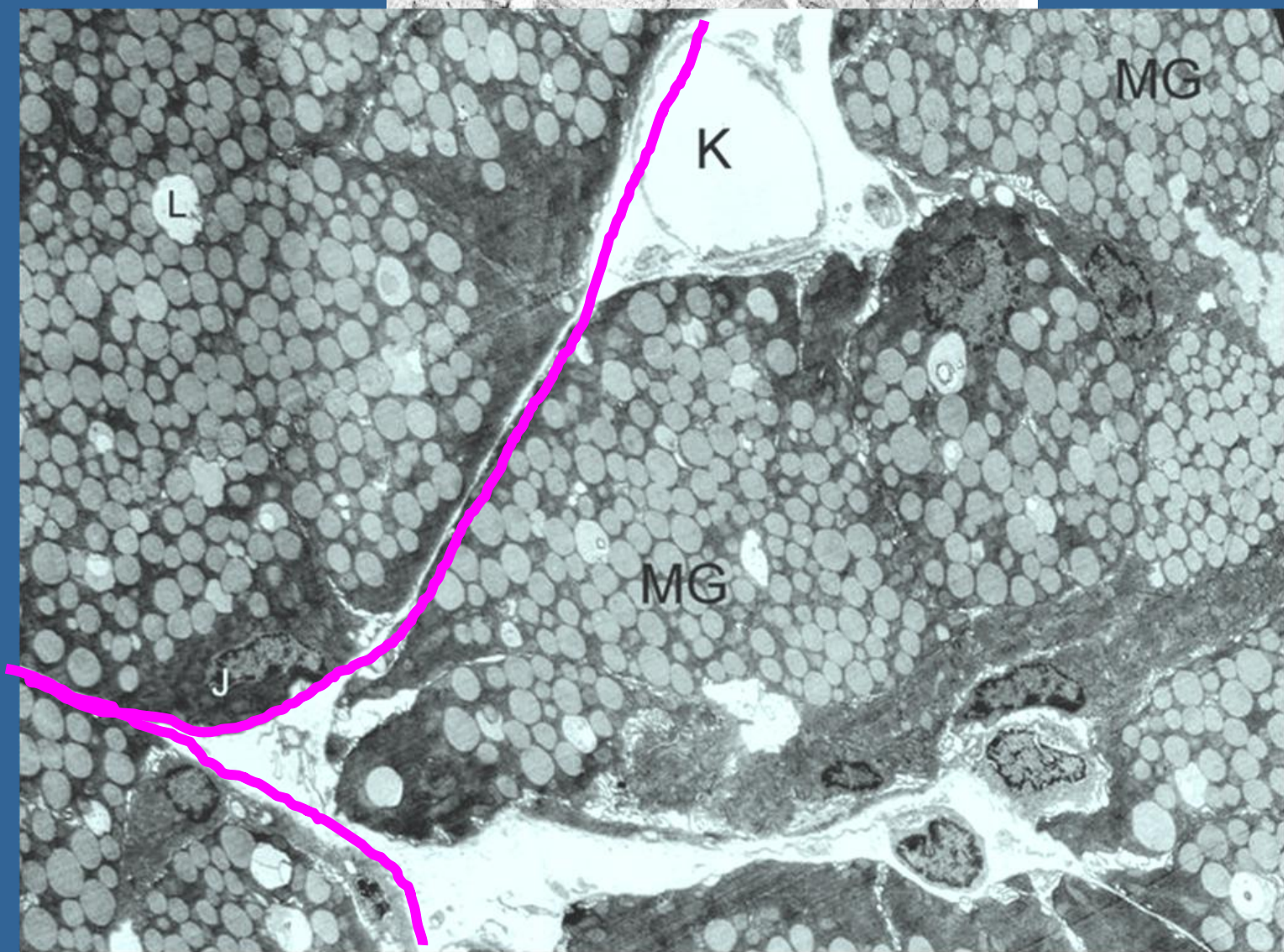
obvykle větší průměr než serózní aciny (cca 200  $\mu\text{m}$ ), lumen vždy zřetelné na řezech zastiženy příčně, šikmo nebo podélně

stěna: **bazální membrána**, **myopitelové buňky**, **cyлиндrické buňky** s oploštělými jádry apoxy vyplněny **zrny mucinogenu** - po vyloučení se mění ve vazký hlen - **mucin** (sestává z polypeptidového jádra, které je vysoce glykozylováno)

2 druhy mucinu: vysokomolekulární mucin **MUC 5B** a nízkomolekulární mucin **MUC 7** buňky mucinózních tubulů gl. submandibularis - produkují navíc protein zvaný **trefoil faktor 3 (TFF 3)** - stimuluje regeneraci epitelu orální sliznice







**Parenchym slinné žlázy potkana:** L- lumen mucinózního tubulu, J – jádro mucinózní buňky, MG-mucinózní granula, K- kapilára. TEM, primární zvětšení 1 050x



# Tubuly se serózními lunulami

(Gianuzziho, von Ebnerovy) - tubuloacinární jednotky

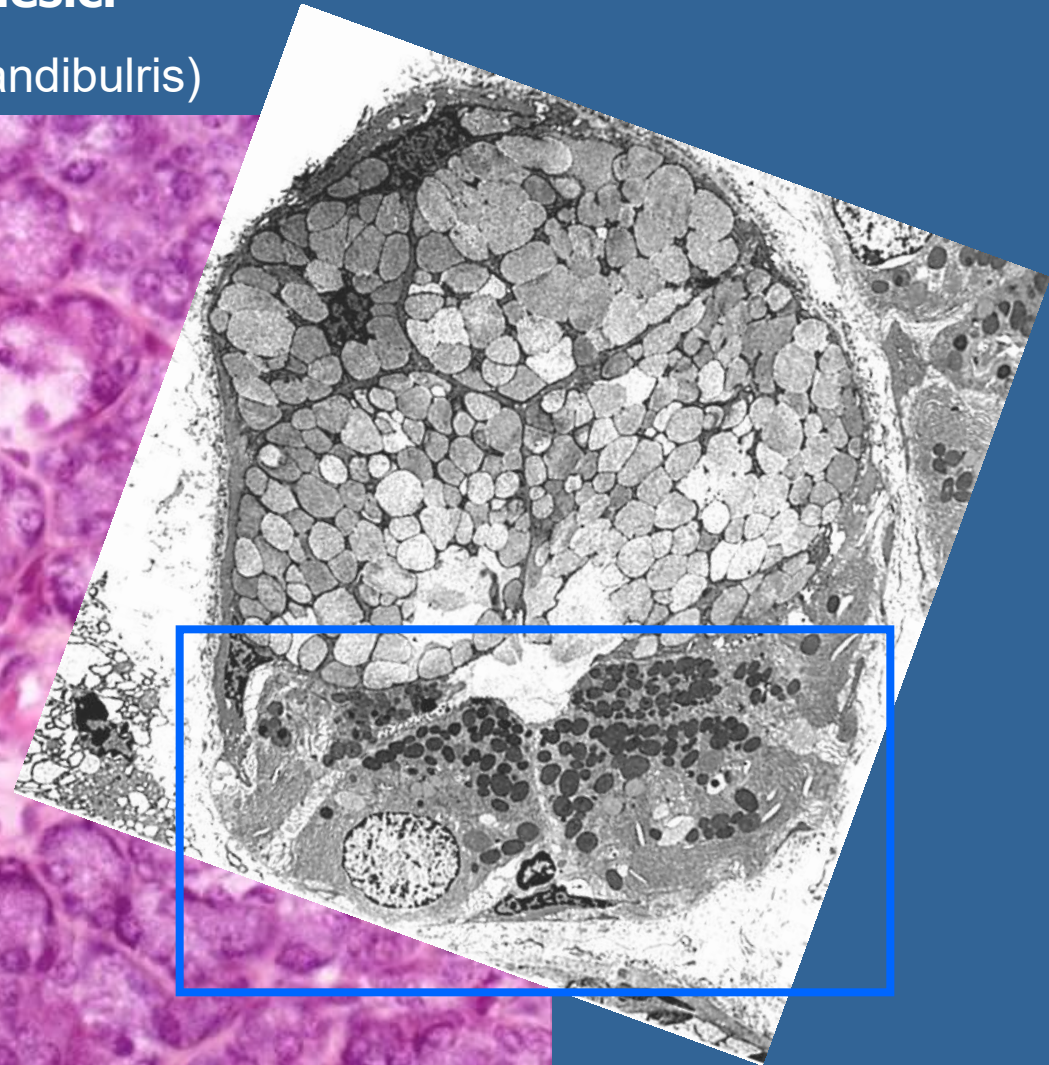
**lunula** = agregace serózních buněk na jednom nebo obou koncích mucinózní trubičky, podobá se srpku nebo půlměsíci

u žláz smíšeného typu (např. gl. submandibularis)



mucinózní buňky

Gianuzziho lunuly  
(serózní buňky)



20 μm



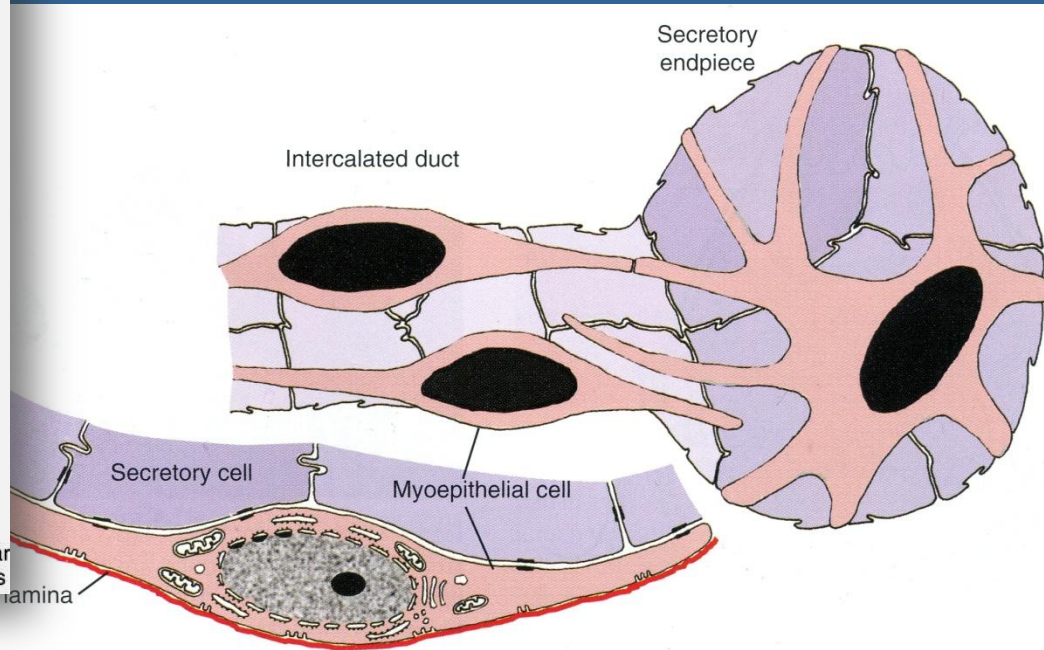
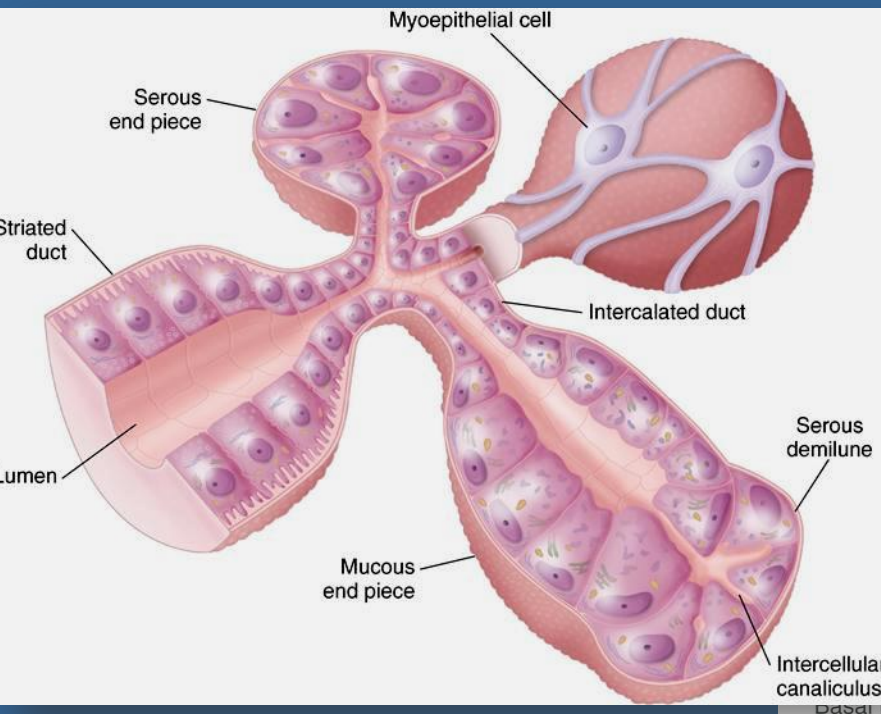
# Myoepitelové buňky

vloženy mezi báze **sekrečních buněk a bazální membránu** (v acinech i tubulech)

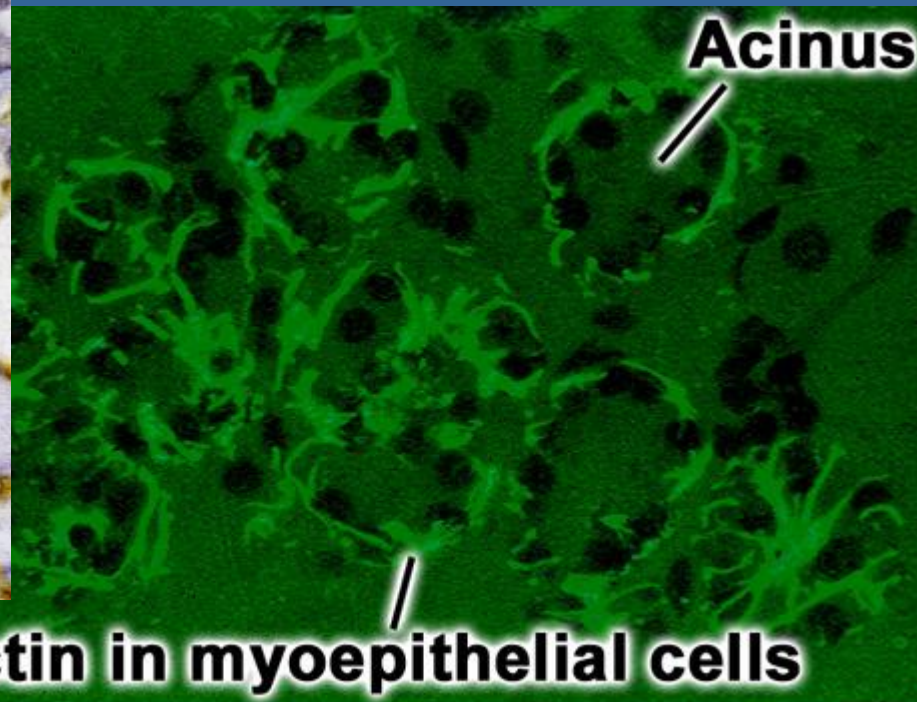
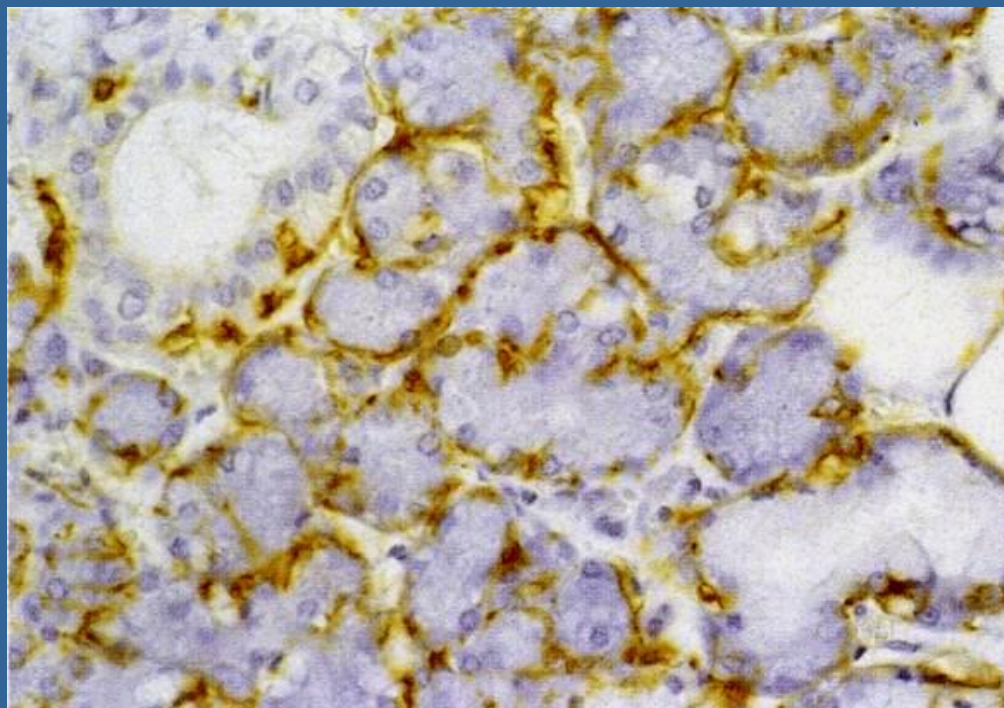
velmi oploštělé tělo, vybíhá v 4-8 výběžků, četné **dezmosomy** mezi sekrečními a myoepitelovými buňkami / na straně lamina basalis pak **hemidezmosomy**

v cytoplazmě **aktinová mikrofilamenta** (svazečky) + **cytokeratinová filamenta**

imunohistochemická detekce nebo TEM







Copyright © 2003, Mosby, Inc., All rights reserved.

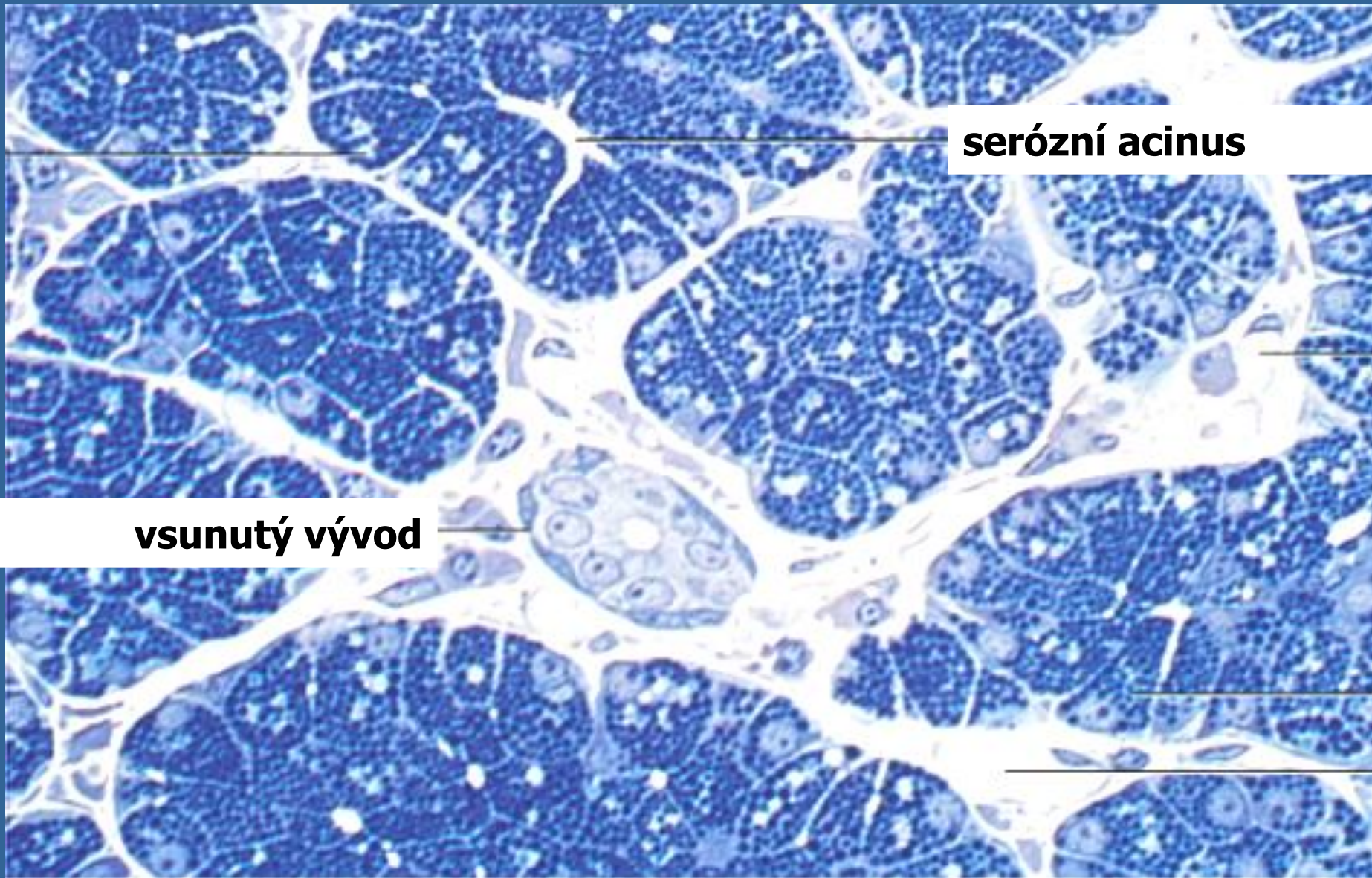
- buňky napomáhají **vyprazdňování** sekretu do lumina sekrečních oddílů a podporují pasáž sekretu skrz **vsunuté vývody**

(jsou rovněž přítomny v jejich stěně)

- secernují inhibitory proteáz

původ: z ektodermu - crista neuralis, jsou aktivní cca od 25. týdne prenat. vývoje





**serózní acinus**

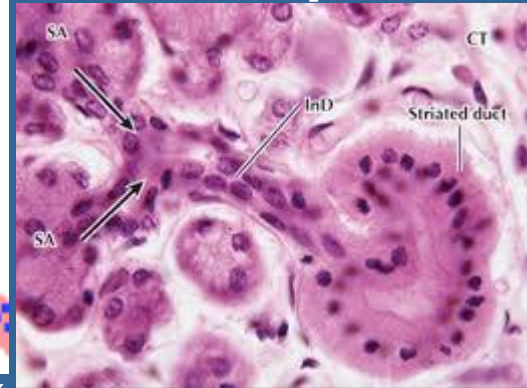
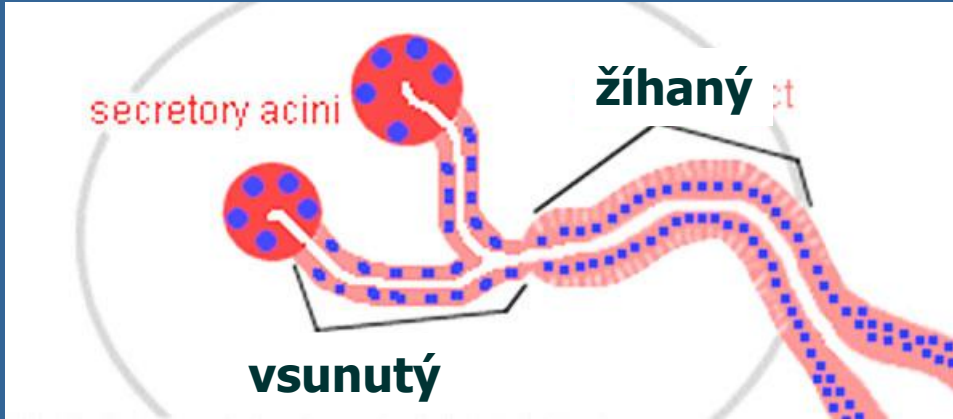
**vsunutý vývod**

**Myoepitelové buňky ve stěně vsunutého vývodu (polosilný řez)**



# Vývodní systém slinných žláz

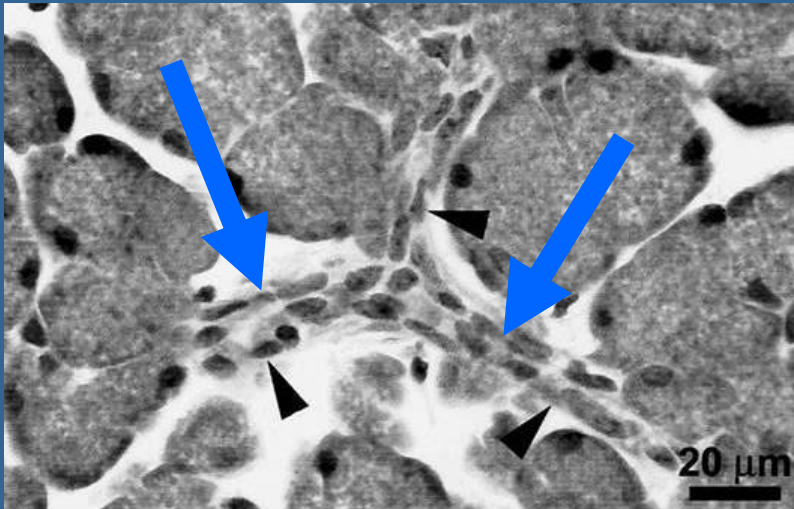
4 oddíly: vsunuté (interkalární), žíhané, interlobulární a hlavní vývod(y)  
uloženy uvnitř lalůček



## Vsunuté (interkalární) vývody

úzké a tenkostěnné kanálky, na preparátech bývá splasklé (kolabované)

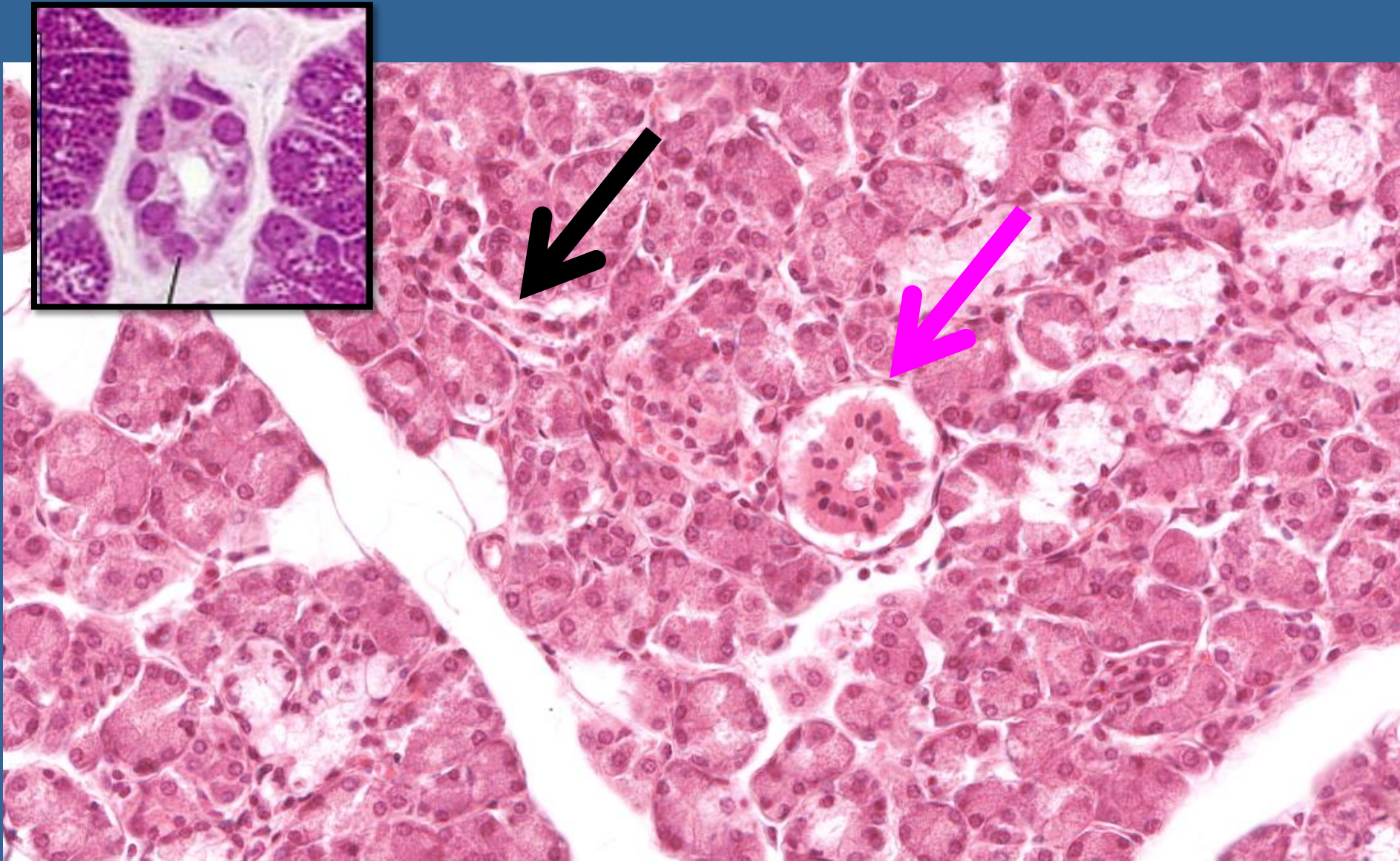
**stěna:** bazální membrána, **myoepitelové buňky** a jednovrstevný plochý až nízce kubický epitel; početné jsou u serózních žláz



Copyright © 2003, Mosby, Inc., All rights reserved.





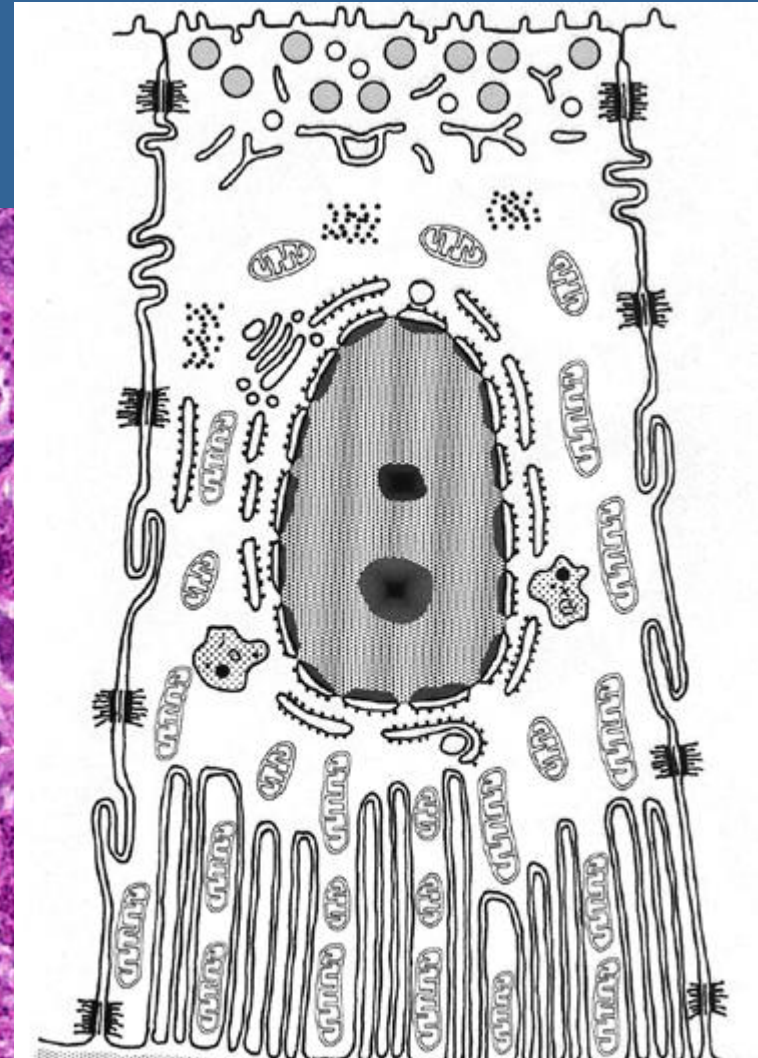
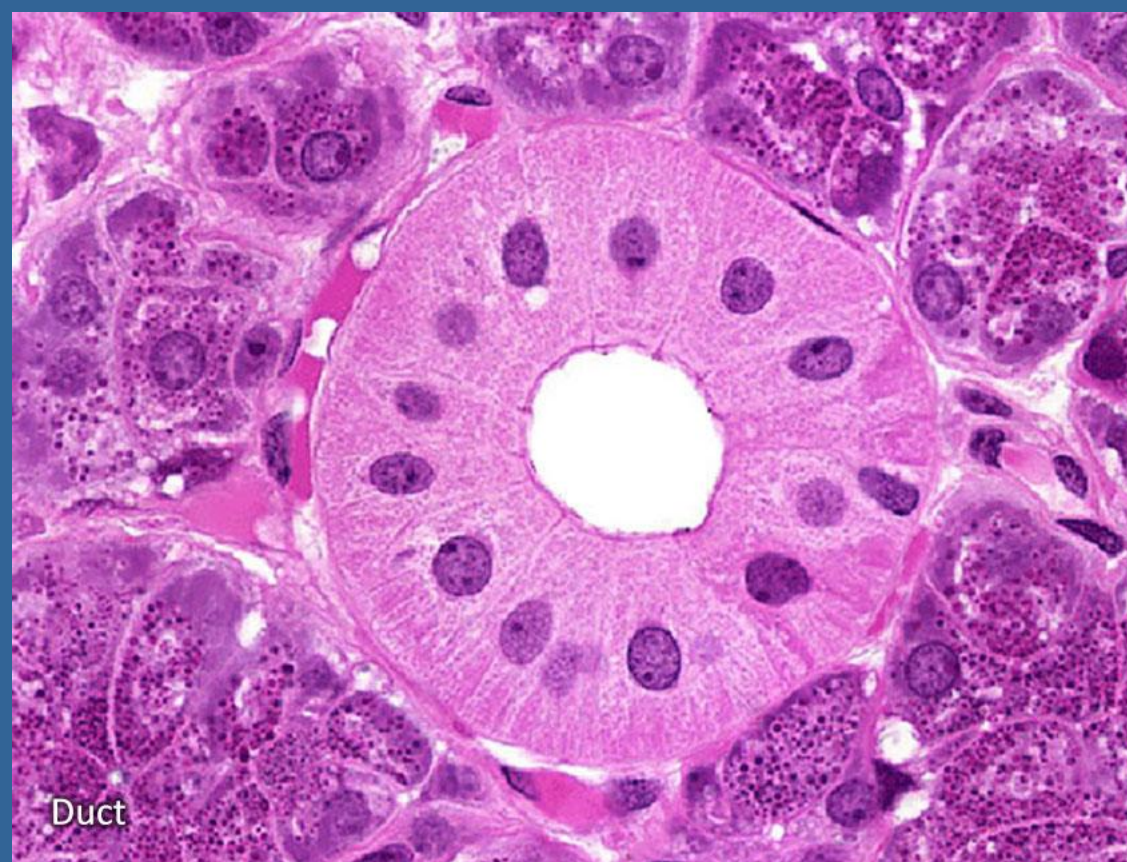


pozn.: buňky vsunutých vývodů vylučují do sliny makromolekulární látky - **lysozym** + **laktoferin**

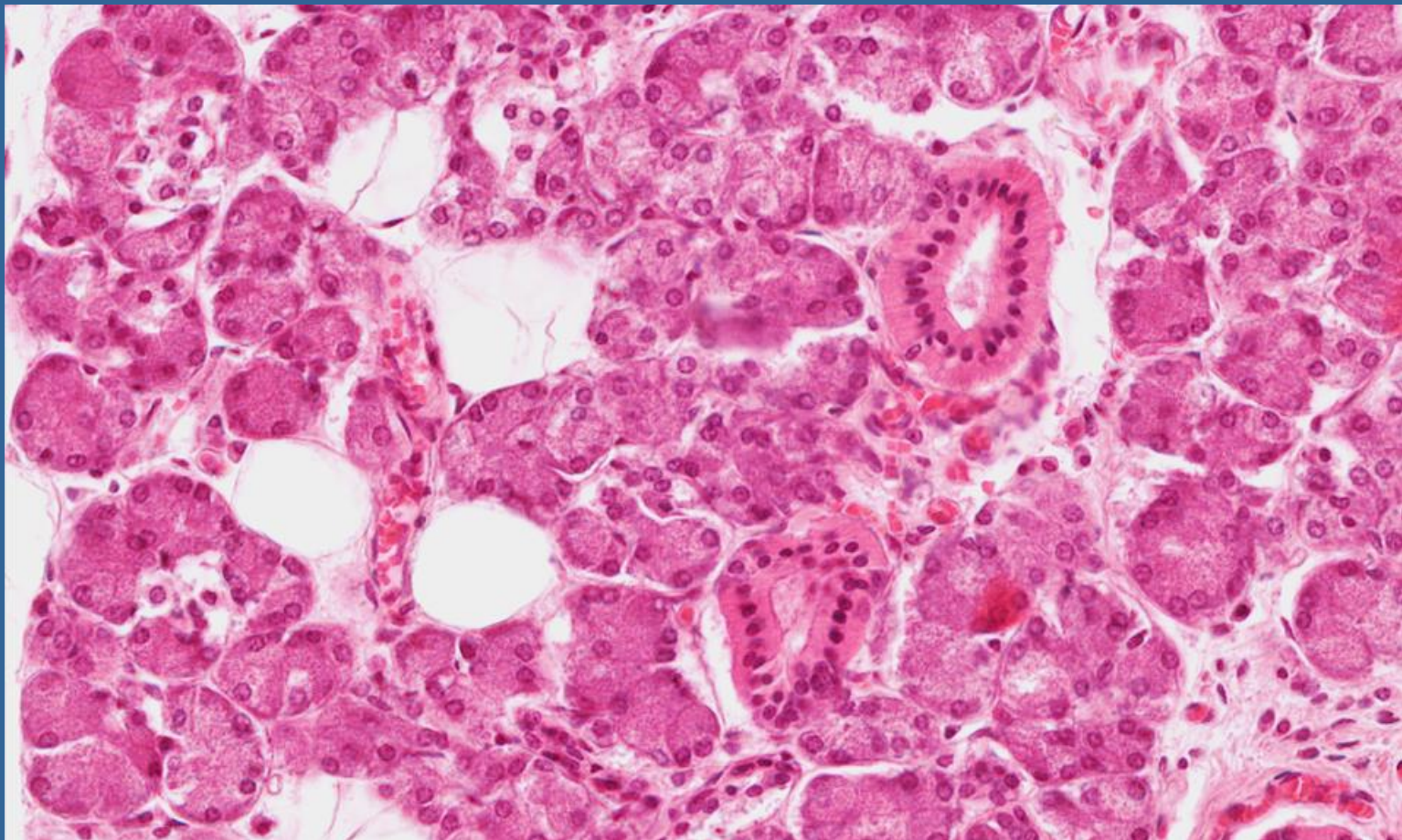


# Žíhané vývody

širší průsvit (v preparátech nejč. uprostřed lalůček, vzácněji při okraji)  
stěna: **bazální membrána a jednovrstevný nízcce cylindrický epitel**  
buňky se intenzivně barví kyselými barvivy, na apexech mikrokly, báze buněk vykazují radiální žíhání (bazolaterální labyrint)  
v cytoplasmě cytokeratinová filamenta







buňky žíhaných vývodů upravují ve slině obsah vody a elektrolytů ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ )

**proti koncentračnímu gradientu resorbce  $\text{Na}^+$ , a  $\text{Cl}^-$  // a po spádu sekrece  $\text{K}^+$  a  $\text{HCO}_3^-$**

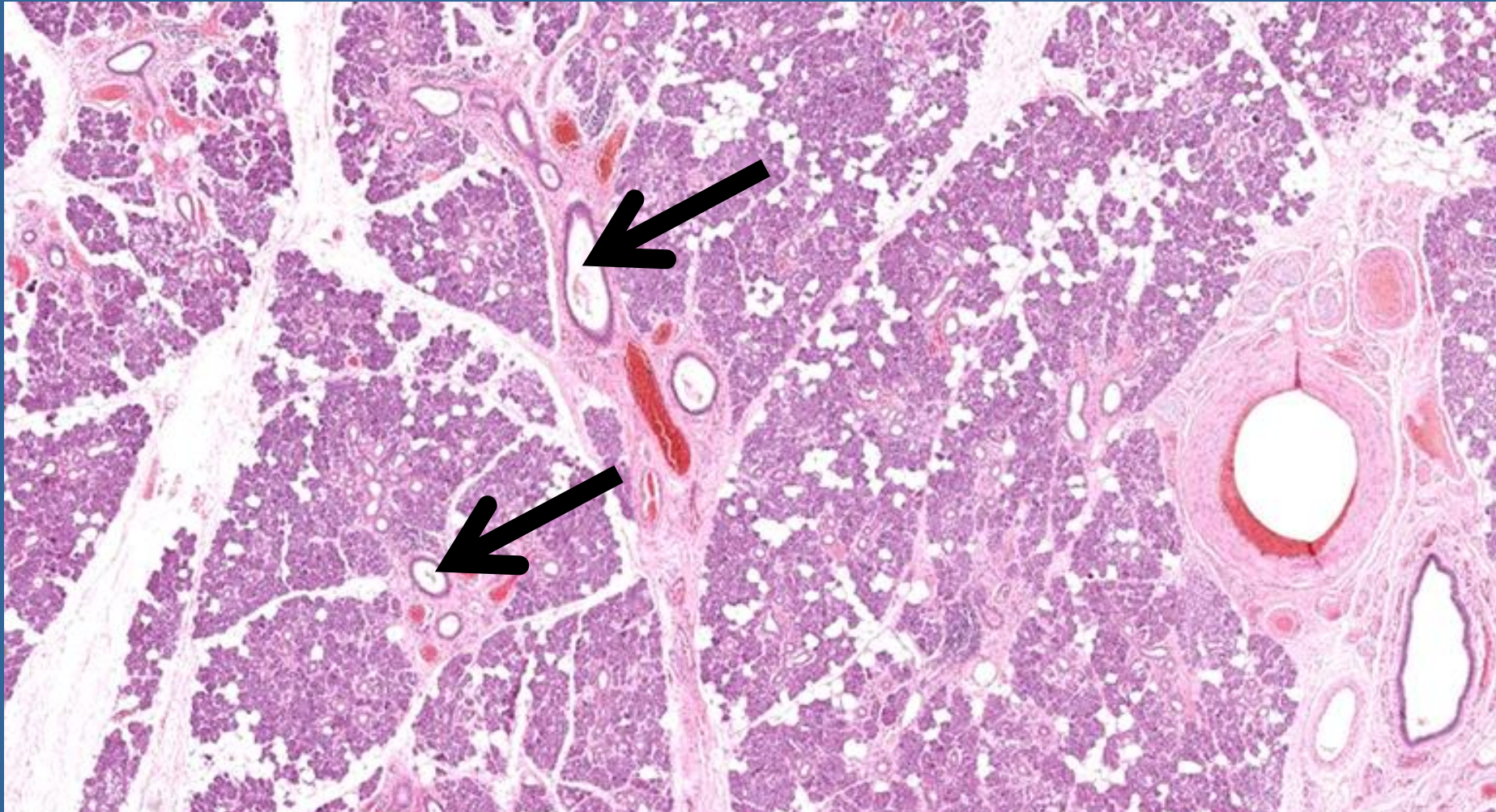
nervová kontrola



## Interlobulární vývody

ve vazivových septech mezi lalůčky, vznikly spojením několika žíhaných vývodů ; stěna: epitel, lamina basalis, membrana propria

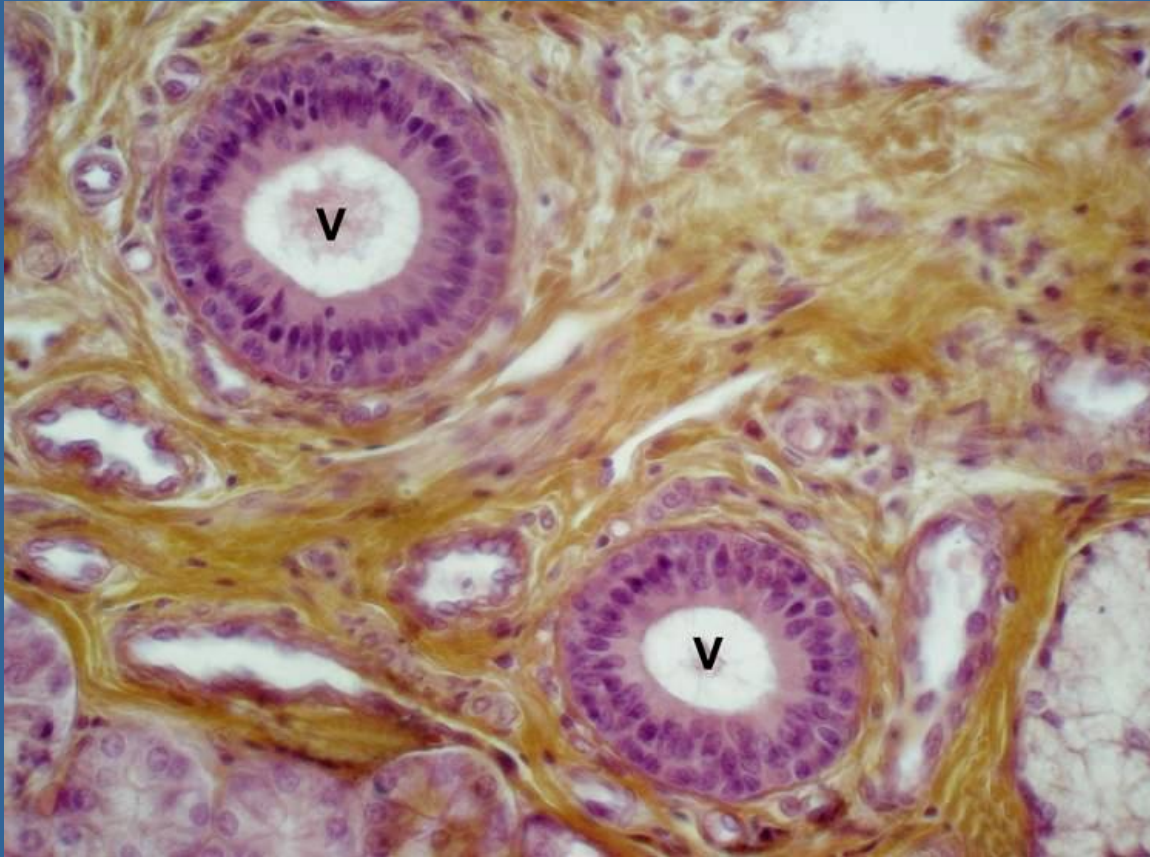
vysoký jednovrstevný cylindrický, v terminálních úsecích i dvouřadý cylindrický





## Hlavní vývody

- ductus parotideus (cca 4-5 cm), ductus submandibularis ( 5 cm), ductus sublinguales (major 1 et minores - 5-10) - **dvouřadý cylindrický epitel** do epitelu mohou být vloženy pohárkové buňky (např. ductus parotideus), do membrana propria i hladké svalové buňky - v místě vyústění (napojení) na sliznici



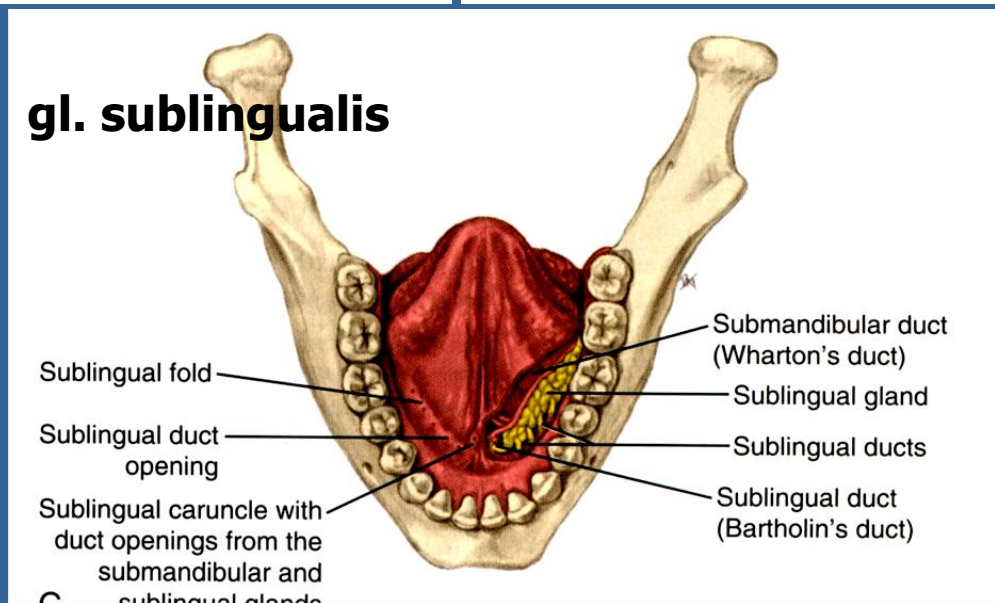
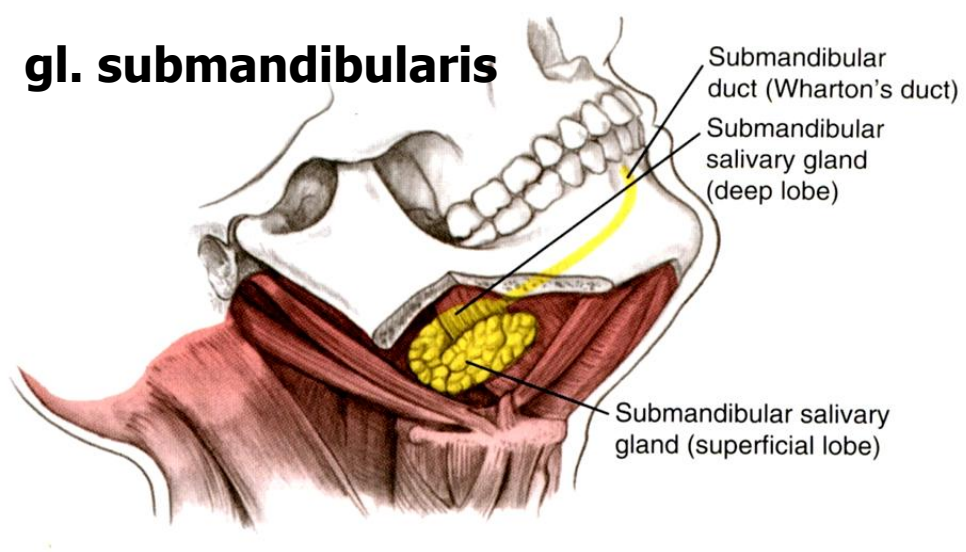
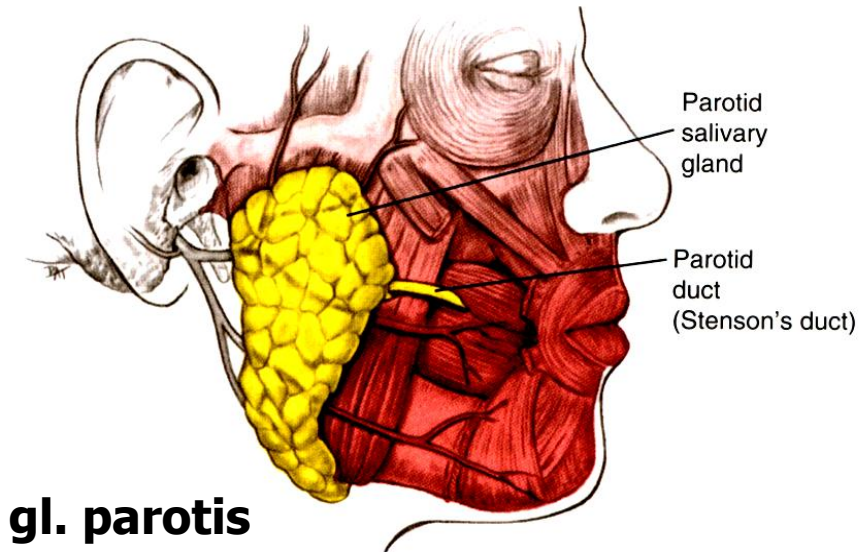
Ductus Rivini (V) s dvouřadým cylindrickým epitelem v septu gl. sublingualis. Massonův žlutý trichrom, obj. 40x

**Poznámka:** v terminálním úseku hlavního vývodu je dvouřadý cylindrický epitel vystřídán vrstevnatým cylindrickým epitelem, který v místě vyústění střídá mnohvrstevný dlaždicový epitel



# Anatomické uložení velkých slinných žláz

celkem 6, 3 páry





## Glandula parotis

složená čistě serózní žláza s pouzdrém

14 - 28 g

serózní aciny

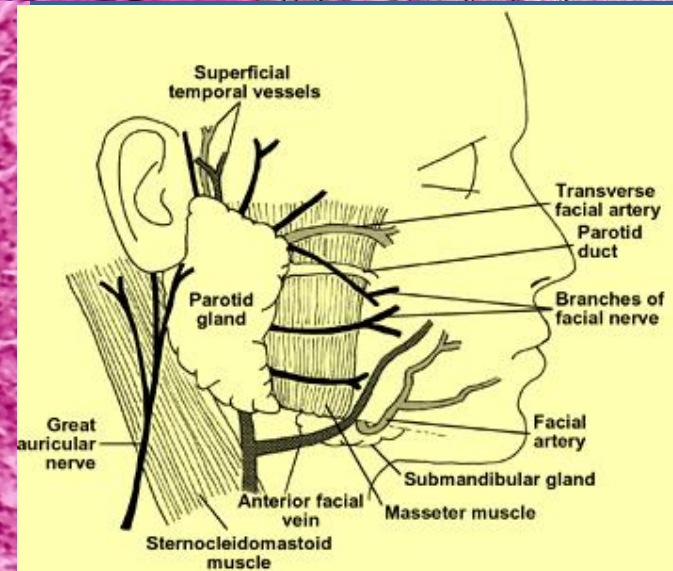
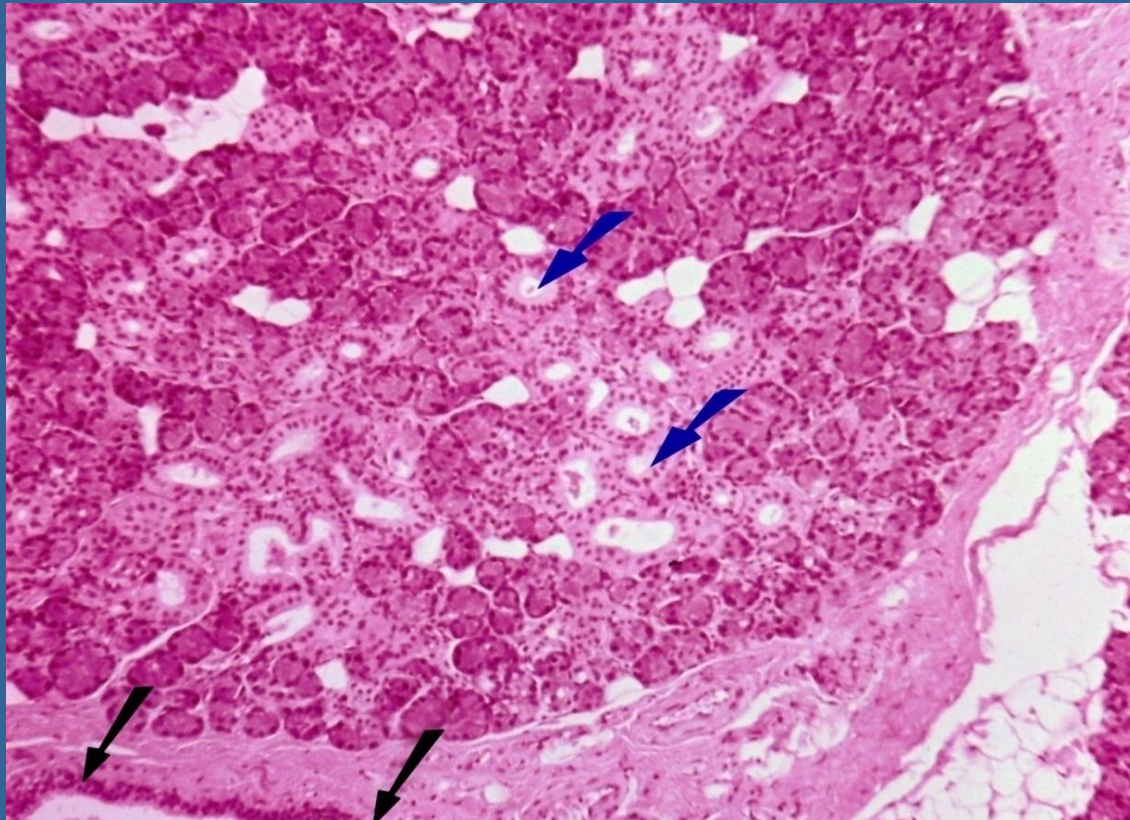
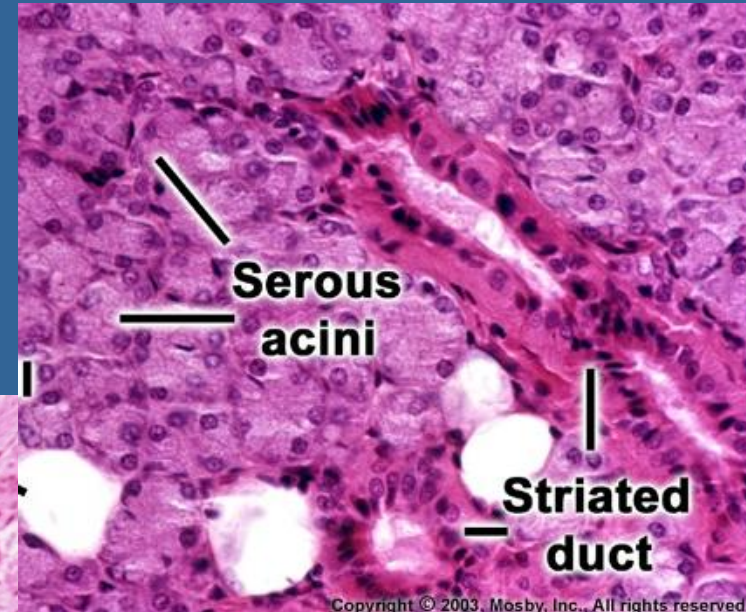
vývodní systém - všemi úseky

dlouhé vsunuté vývody, žíhané úseky kratší, ale velmi početné

ductus parotideus (**Stenoni**) 4 - 5 cm

2. horní molár

adipocyty



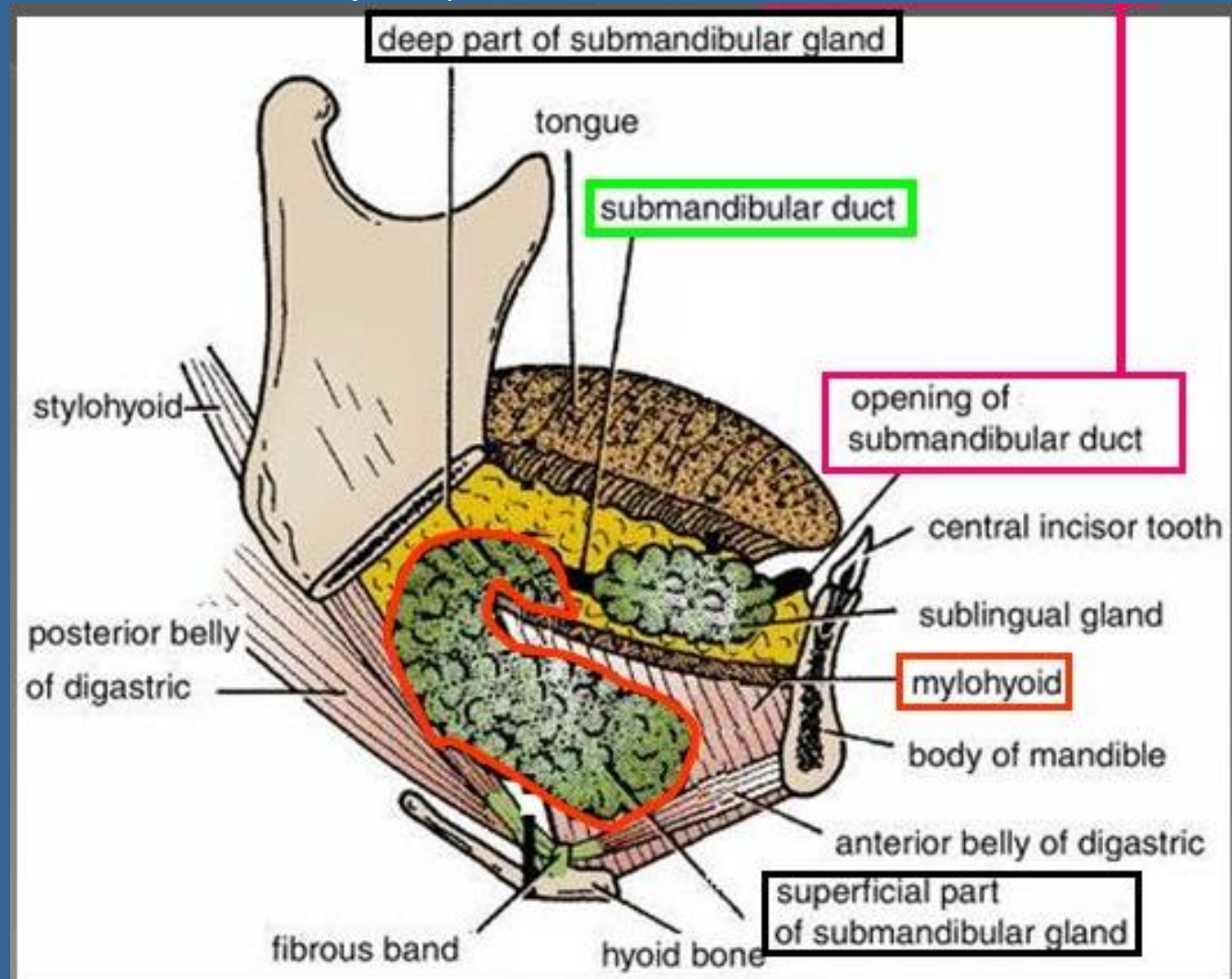


# Glandula submandibularis

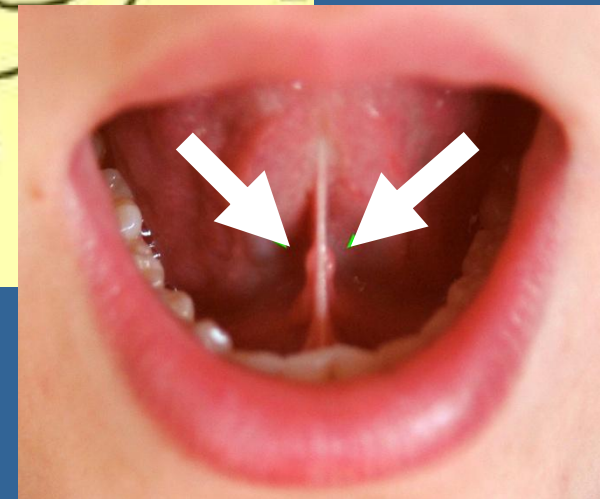
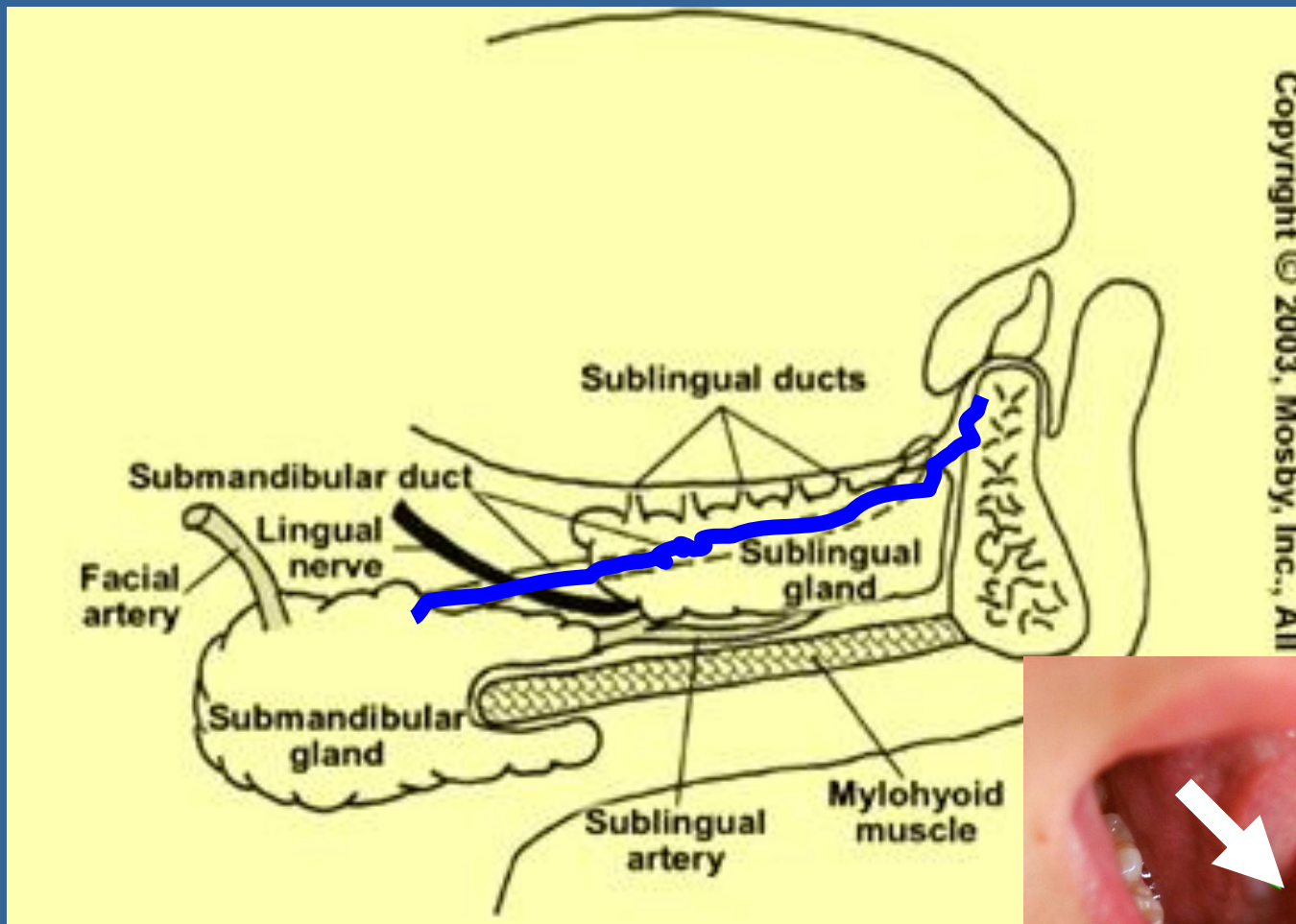
složená tuboalveolární smíšená žláza převážně serózní s vlastním pouzdrém trojúhelník. tvar (5 x 1,5 cm), 10-15 g

**trigonum submandibulare:** lat. krajina na krku ohraničená tělem mandibuly a oběma bříšky m. digastricus (*venter ant. a venter post.*)

- uložena při zadním okraji m. mylohyoideus a rozdělena na část uloženou pod sliznicí spodiny ústní a část pod mylohyoidním svalem







**ductus submandibularis (Whartoni) - točitý průběh, délka až 5 cm - frenulum linguae**



# Glandula sublingualis

složená **tuboalveolární smíšená žláza převážně mucinózní**

hmotnost asi **2g**

vpředu na spodině ústní dutiny poblíž střední roviny na m. mylohyoideus

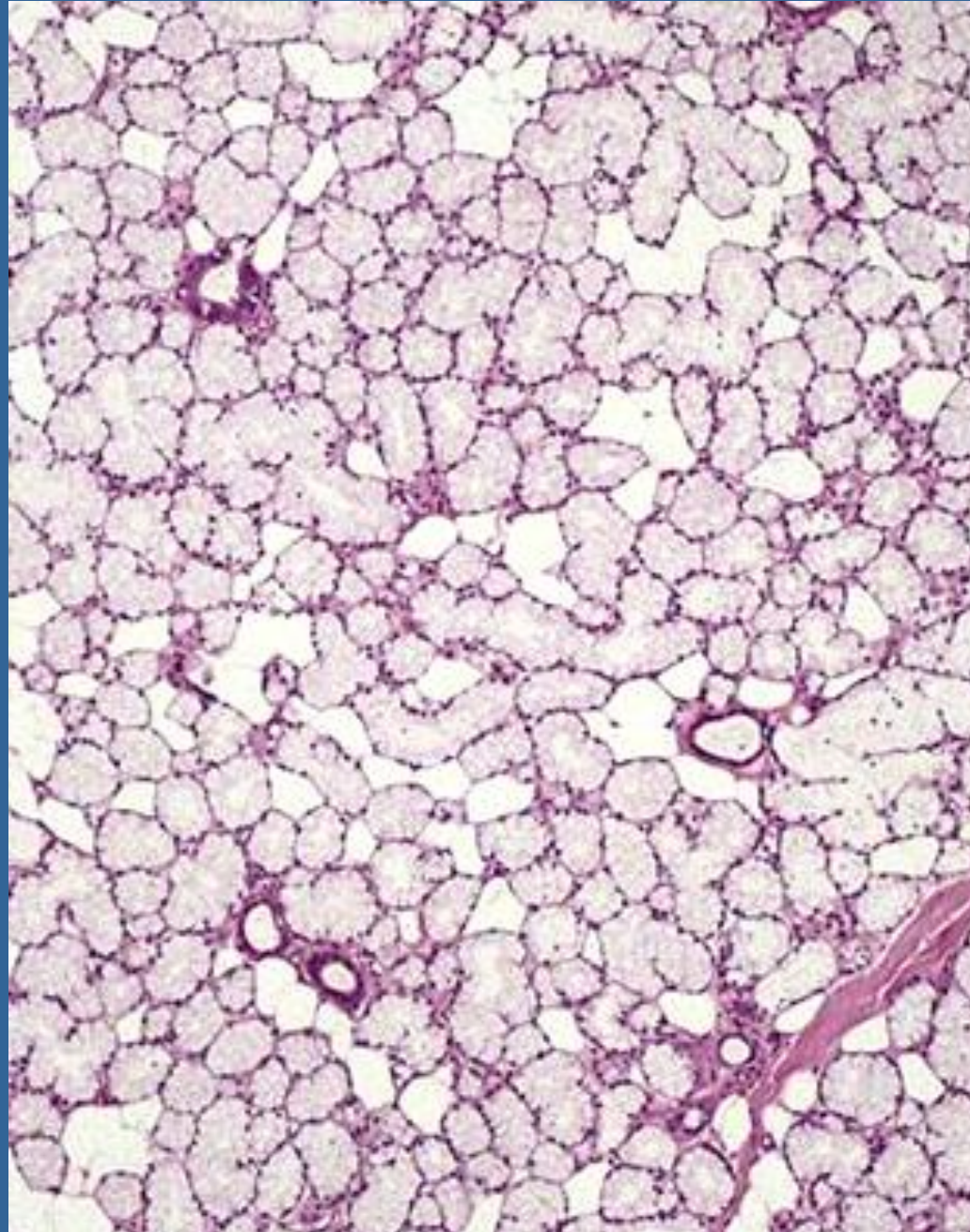
**neúplné vazivové pouzdro**

sekreční oddíly typu **mucinózních tubulů**  
serózní aciny velmi vzácné, spíše Gianuzziho lunuly

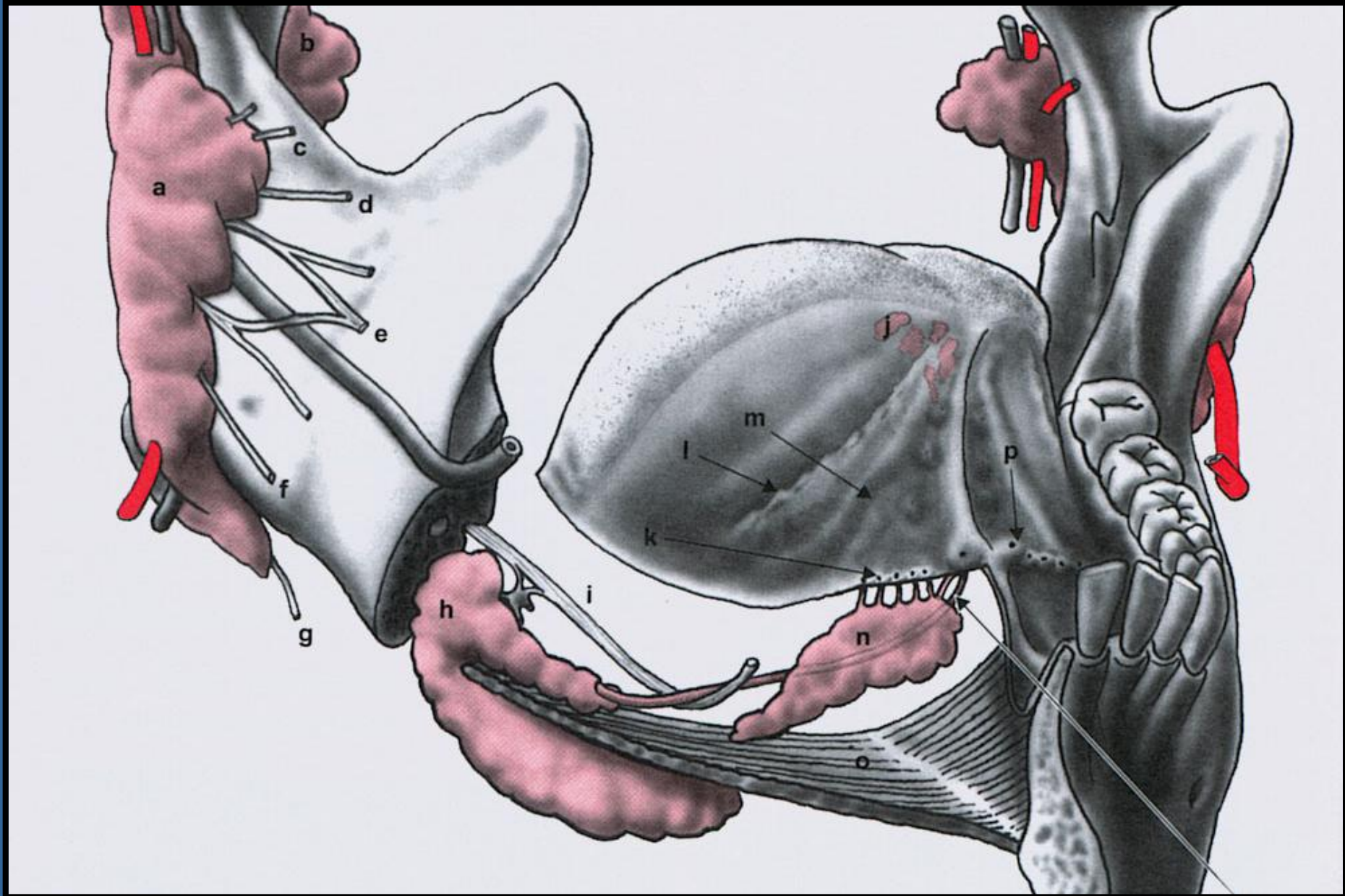
**chybějí vsunuté vývody**, žíhané krátké (mohou i chybět)

**ductus sublinguales minores** (Rivini)  
podél plica sublingualis

**ductus sublingualis major** (Bartholini)



**ductus sublinguales minores (Rivini)** - podél plica sublingualis (počet 5-10)  
**ductus sublingualis major (Bartholini)**





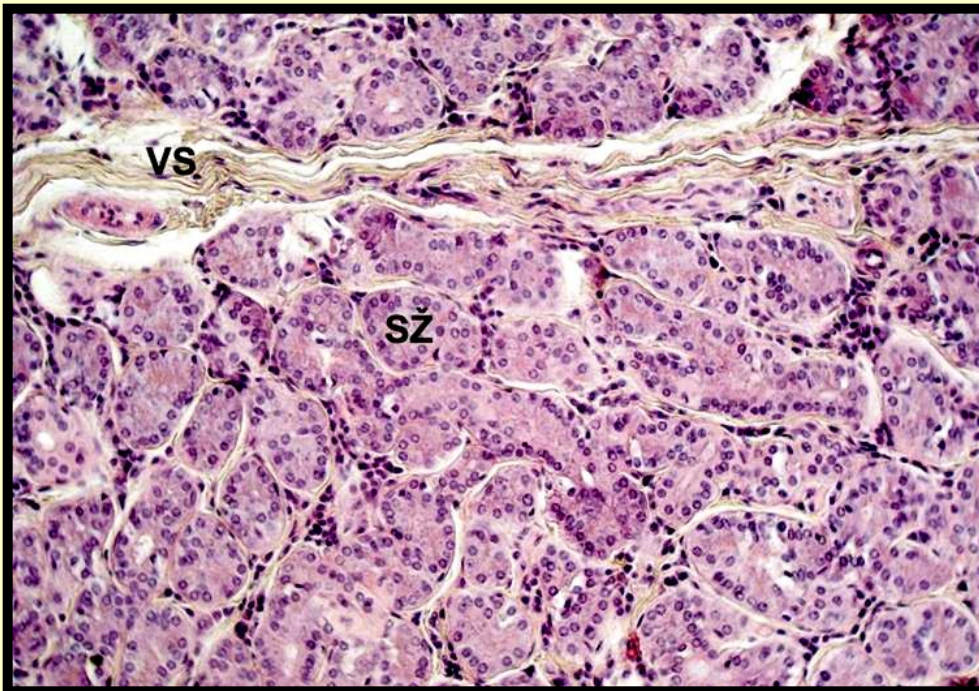
# Malé slinné žlázy

- mikroskop. rozměry, většinou v podslizničním vazivu - nemají pouzdro, ani členění na lalůčky
- **žlázám většinou chybějí žíhané vývody**

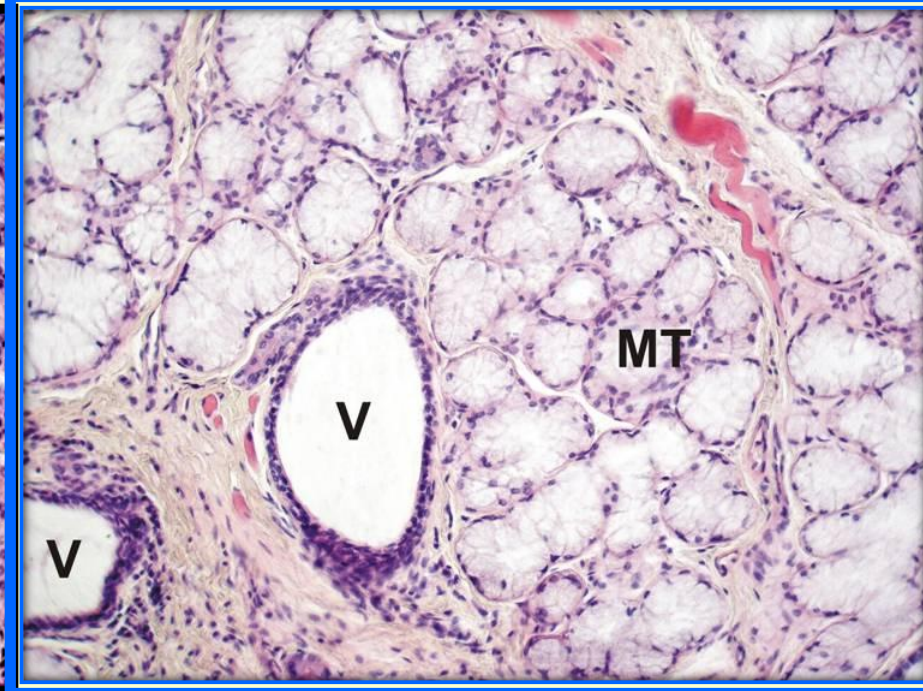
## Přehled

lokalizace		název	zařazení (typ)	velikost
<b>Rty</b>		<b>gll. labiales sup. et inf.</b>	<b>smíšené, přev. mucinózní</b>	<b>malé</b>
<b>Tváře</b>		<b>gll. buccales</b>	<b>smíšené, přev. mucinózní</b>	<b>malé</b>
		<b>gll. molares (retromolares)</b>	<b>smíšené, přev. mucinózní</b>	<b>malé</b>
<b>Patro</b>	<b>tvrdé</b>	<b>žlázová zóna - gll. palatinae</b>	<b>mucinózní</b>	<b>malé</b>
	<b>měkké</b>	<b>gll. palatinae /v submukóze/</b>	<b>mucinózní</b>	<b>malé</b>

Jazyk	gl. lingualis anterior (Blandini-Nuhni)	smíšená, přev. mucinózní	jsou 2
	žlásky Ebnerovy (gll. papillae vallatae, gll. gustatoriae)	serózní	malé
	žlásky Weberovy (gll. linguales post.)	mucinózní	malé



**Ebnerovy žlázy - gll. gustatoriae**  
sekret **obsahuje linguální lipázu** - která v žaludku zahajuje trávení lipidů obsažených v potravě (asi 10 %)



**Weberovy žlázy - gll. linguales post.**

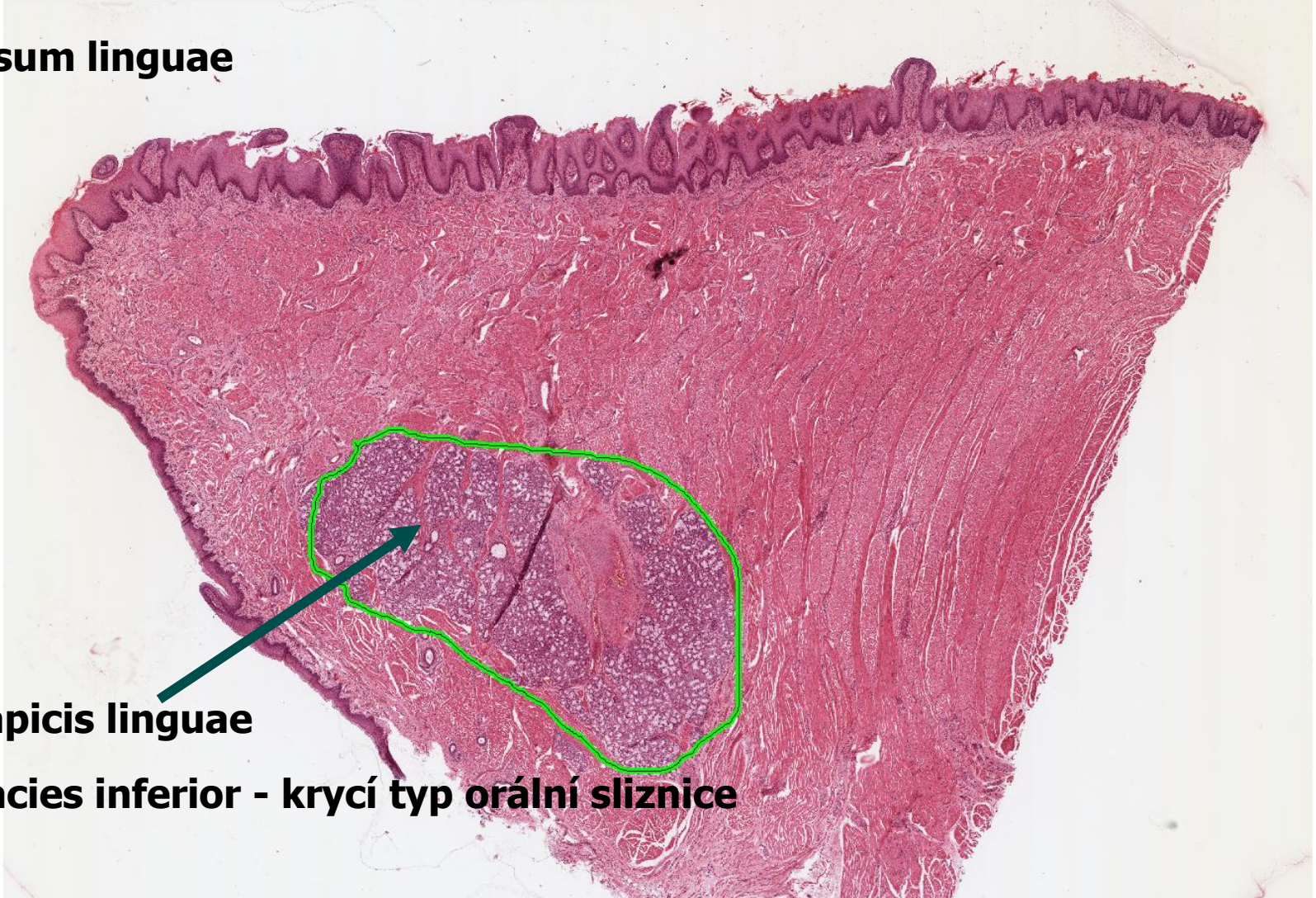


## **Gl. apicis linguae (Nuhni, Blandini)**

**párová žláza uložená v apexu po stranách septum linguae**

jde cca o 1 cm velký komplex smíšených žlázek, které ústí na povrch na spodní straně jazyka  
několika vývody

**dorsum linguae**



**gl. apicis linguae**

**facies inferior - krycí typ orální sliznice**

# Slina

saliva - čirá nebo lehce opaleskující viskózní tekutina, tvořená sekretem **malých a velkých slinných** žláz ústní dutiny + tekutinou **liquor gingivalis** - podobná plazmě - obsahuje proteiny a sacharidy a má antimikrobní a protizánětlivé vlastnosti

**PAMATUJ: primární slina** (izotonická s krevní plazmou) - před žíhanými vývody a hypotonická **definitivní slina** - pozměněná činností buněk žíhaných vývodů

- **množství: 0,75–1,5 litru/24 h** (0,3 - 0,6 ml/min)

**malé žlázy 10% / velké žlázy 90%** (gl. parotis 25%, gl. submand. 60 -65%, gl. sublingualis 10%)

- **pH:** mírně kyselá reakce - **pH 6,8** (6,65 -7,15)

- **osmolarita:** 50-75 mOsm/kg

- **konc. proteinů:** 0,5 -1,5 mg/ml

- **složení: tekutá a formovaná složka**

**tekutá: voda** (95%) + **ionty** - **Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**, aj.  
(koncentrace cca 160 mmol/l) + stopové prvky (Fe, Co, Br, F aj.)

**bílkoviny: amyláza** a maltáza, linguální **lipáza**, proline-rich proteins, peroxidasa, lysozym, laktoferin,

**hlen (mucin)** - glykoproteiny

**imunoglobuliny** (sekreční imunoglobulin A, IgG a IgM)

**malé organické molekuly** (glukóza, aminokyseliny, močovina, kys. močová



## **formovaná:**

- odloupané buňky epitelu ústní dutiny
- slinná tělíska (jde o pozměněné lymfocyty)
- nepatogenní saprofytické bakterie

## **Funkce sliny**

- **protektivní:** - tvoří na povrchu sliznice a zubů tenký film - **slinný film** (0,07 - 0,1 mm) - chrání zuby a sliznici před působením bakteriálních kyselin
  - udržuje integritu zubů - účastní se remineralizace a (slina = nasycený roztok vápenatých a fosfátových iontů – proline-rich proteins a statherin)
  - zajišťuje stálou vlhkost a samočištění sliznice ústní dutiny
- **antimikrobní:** obsahuje proteiny s bakteriostatickým účinkem – lysozym, peroxidasa, laktoferin, histatiny
- **digestivní:** - usnadňuje žvýkání a polykání soust. potravy
  - štěpení polysacharidů (amyláza) a v žaludku i tuků (ling. lipáza)
- **stimulační:** podporuje diferenciační a reparační procesy v ústní dutině
- **rozpuštědlo** pro látky percipované chuťovými pohárky,

slina představuje **citlivý indikátor orálního zdraví**  
(změny při onemocnění periodontu, karies, kandidózy aj.)

## Řízení činnosti slinných žláz

### autonomní nervový systém

vlákna z **hlavového oddílu parasymptiku** a **hrudního sympatiku**  
na povrchu sekrečních oddílů i vývodů husté pleteně a terminální arborizace

mediátory - noradrenalin a acetylcholin

**Pamatuj:** stimulace sympatických vláken - útlum tvorby a **sekrece sliny**  
stimulace parasympatických vláken - zvýšení tvorby a **sekrece sliny**

**malé slinné žlázy vylučují sekret neustále**

**velké slinné žlázy pouze na podnět** (např. chemický, mechanický aj.)



## Věkové změny slinných žláz

**atrofie** - úbytek žlázového parenchymu

důsledkem atrofie je snížená produkce sliny - **hyposalivace**  
subjektivně se projevuje pocitem „**sucha v ústech**“ - **xerostomia**

(atrofie provází také některá systémová onemocnění, indukována léky, ozářením)

**poznámka:**

opakem hyposalivace je **sialorrhea** - **zvýšené vylučování sliny**  
(častý příznak zánětu slinných žláz, poruch autonomní inervace žláz)

# Poznámky k fylogenezi a srovnávací anatomii zubů

## **zuby – tvrdé orgány dutině ústní**

minulosti některými embryology pokládány za deriváty kůže, vývoj zubů podstatně komplikovanější

**pravé zuby (z emailu a dentinu) se ve fylogenezi objevují až u čelistnatých obratlovců - Gnathostomata - od ryb výše**

za předchůdce zubů - **plakoidní šupiny u paryb (Selachii - žraloci)**, které pokrývaly povrch těla a dutinu ústní



# Fylogenetické třídění zubů

podle tvaru zubu a tvaru korunky:

- **haplodontní zuby** – tvar jednoduchých kuželů (dochovaly se u některých ryb a obojživelníků) - obr. C
- **protodontní zuby** - mají rovněž kuželovitý tvar, ale korunka je rozlišena v přední a zadní hrbolek (fosilní vačnatci)
- **trikonodontní zuby** - s korunkou sestávající ze 3 hrbolků, které jsou uloženy v jedné řadě ve směru zubního oblouku (prapředci savců) - obr. D
- **trituberkulární zuby** - korunky mají také 3 hrbolky, které tvořily 2 řady: bukální a linguální (vačnatci, hmyzožravci, šelmy a kopytnatci) - obr.E

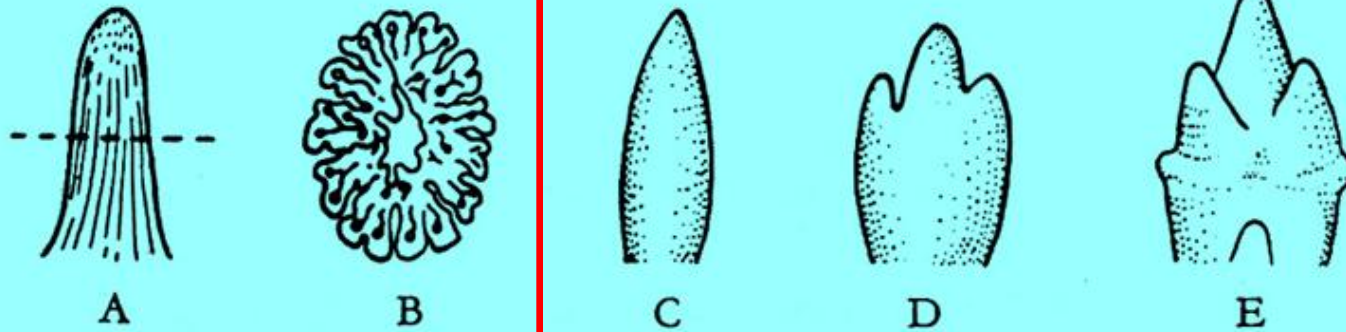
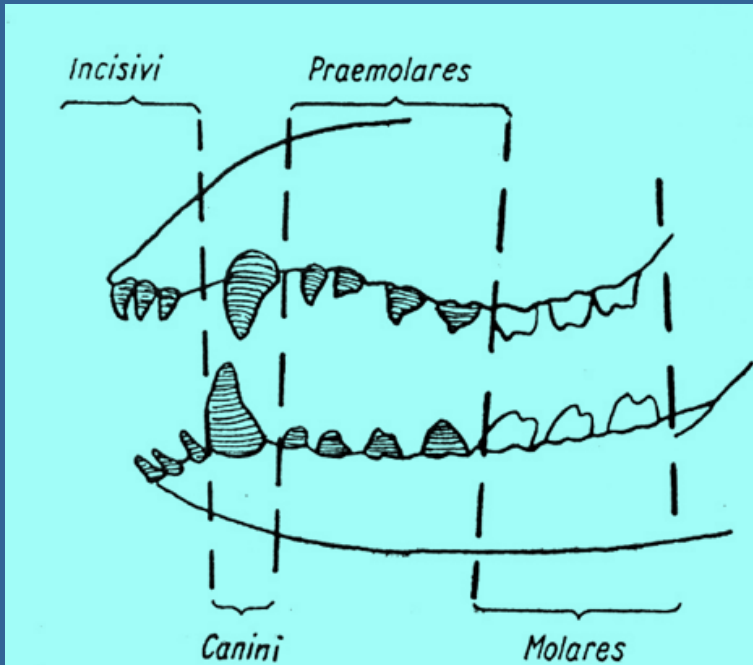


Abb. 71. Zahntypen von Wirbeltieren. A: labyrinthodonte Zahn (Crossopterygier); B: Querschnitt durch einen labyrinthodonten Zahn (vergrößert); C: Kegeldahn (Reptilien); D: triconodonte Zahn (anzestrale Säugetiere); E: trituberculater Zahn (Marsupialier, Insektivoren). (Kombiniert nach BY-

**počet zubů** – variabilní, od asi 15 až po cca 170 (např. crocodilia 64-68)  
 u difyodontů je počet trvalých zubů **u každého druhu jedinečný** (počet zubů  
 představuje důležitý taxonomický znak - kritérium)

**prapředci savců - trvalá dentice - 44 zubů** (prase **44**; kůň: hřebci - **40**  
 /3,1,3,3// klisna - **36** /3,0,3,3/



links nach rechts beginnt man mit der  
 Zahl der Incisiven und beschränkt sich  
 im allgemeinen auf die Darstellung einer  
 Kieferhälfte. Als Formel für ursprüng-  
 liche Säugetiere wird folgende angenom-  
 men (s. Abb. 73):

3	I	4	3
3	I	4	3

Abb. 73. Permanentes Gebiß eines ursprünglichen  
 Säugetieres. Schraffiert: Zähne, die bereits im  
 Milchgebiß angelegt sind. (Verändert nach ROMER)

**u primátů a člověka: 32**

**2 1 2 3**



**2 1 2 3**



soubor všech zubů = **dentice**

## Typy dentice

➤ **dle tvaru zubů: homodontní** - tvarově shodné

**heterodontní** - tvarově odlišné  
(u savců dentes incisivi, canini, praemolares a molares)

➤ **dle počtu výměn (sad zubů) během života:**

**monofyodontní** - např. Holocephala -  
chiméry)

**difyodontní** (dentes decidui,  
dentes permanentes) - např. savci

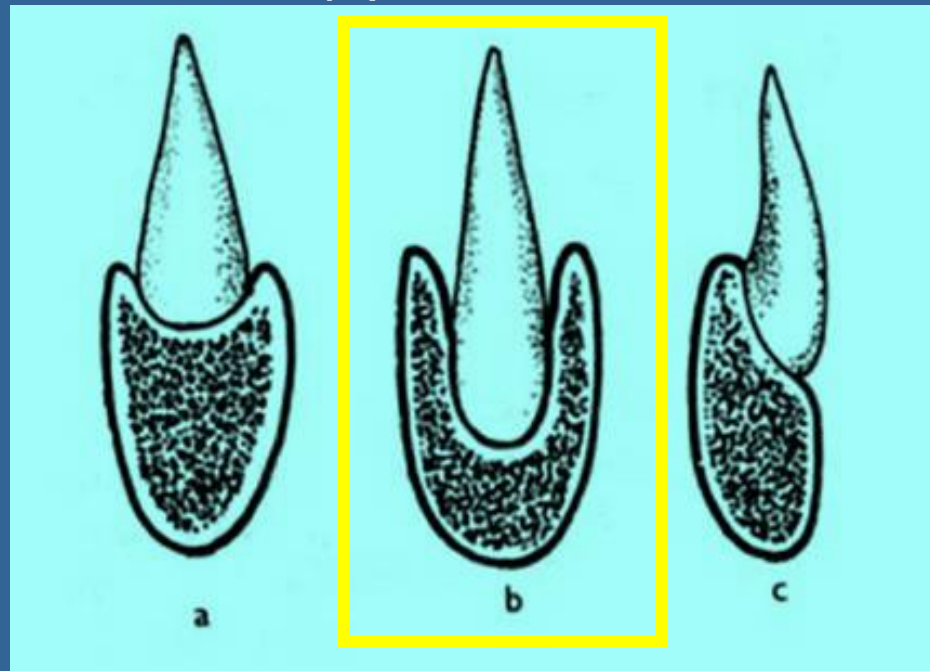
**polyfyodontní** - např. ryby, nižší amfibia

➤ **dle upevnění zubů k čelisti:**

**akroodontní (a)**- nasedají na čelist shora (kostnaté ryby, obojživelníci)

**pleuroodontní (c)**- na čelist z boku (u plazů)

**thekodontní - vsazeny do zubních jamek (lůžek)** - recentní savci (dinosauři, krokodýli)



**znaky dentice člověka: heterodontní, difyodontní, thekodontní**  
**zaujímá cca 20 % plochy ústní dutiny, váží asi 40g**

(maxila 23 g/ mandibula 17 g)



# Označení zubů v chrupu

existuje několik způsobů:

❖ pomocí počátečního písmena

řezáky – dentes incisivi  $I_1, I_2 / i_1, i_2$

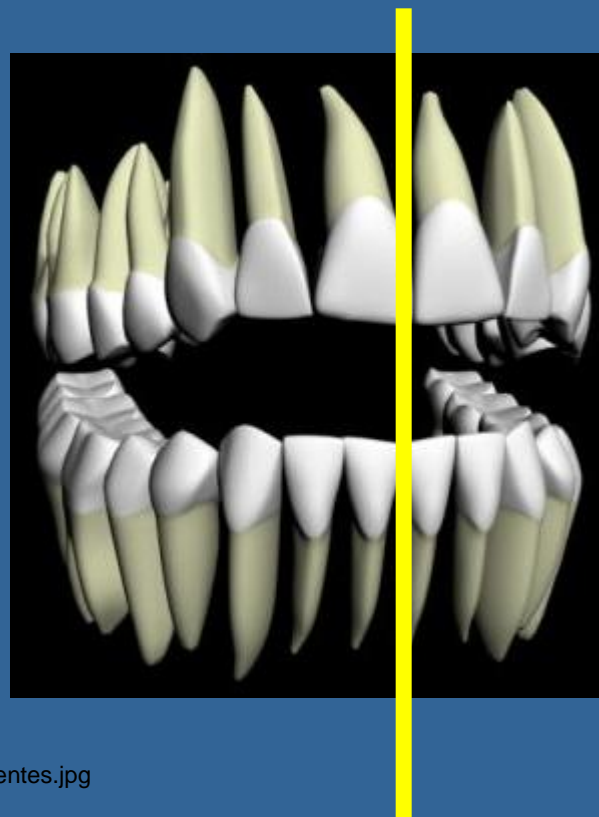
špičák – dens caninus  $C / c$

třenové zuby – dentes premolares  $P_1, P_2 / p_1, p_2$

stoličky – dentes molares  $M_1, M_2, M_3 / m_1, m_2, m_3$

❖ pomocí číslice:

číslují se od středové roviny směrem distálně:  
střední řezák 1, postranní řezák 2,....., třetí stolička  
8





## C) ISO System - International Standards Organization Designation system („two-digit code“):

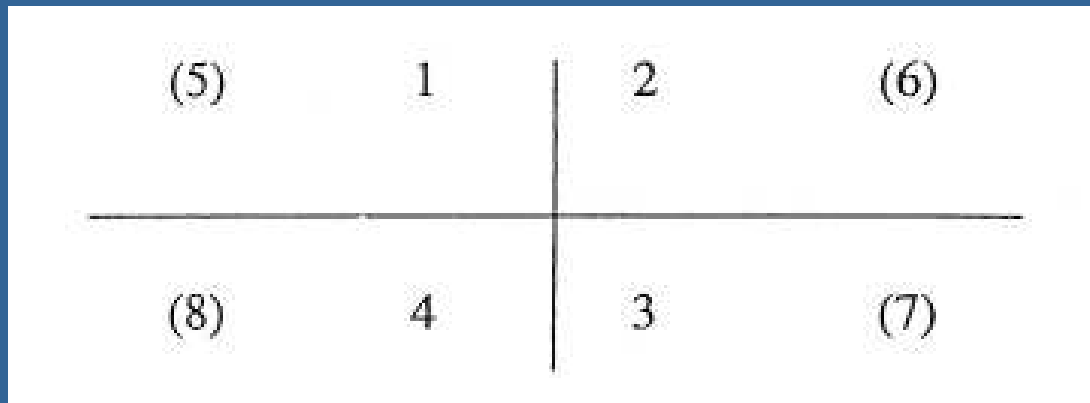
první číslice kódu určuje kvadrant, druhá číslice zub v tomto kvadrantu

1 - 4 - kvadranty trvalé dentice

5 - 8 - kvadranty dočasné dentice

(ve směru otáčení ručiček u hodin)

pravá



levá

## trvalý chrup

	P+		+L
18 17 16 15 14 13 12 11			21 22 23 24 25 26 27 28
<hr/>			
48 47 46 45 44 43 42 41			31 32 33 34 35 36 37 38
	P-		-L

## dočasný chrup

			+L
55 54 53 52 51			61 62 63 64 65
<hr/>			
85 84 83 82 81			71 72 73 74 75
	P-		-L



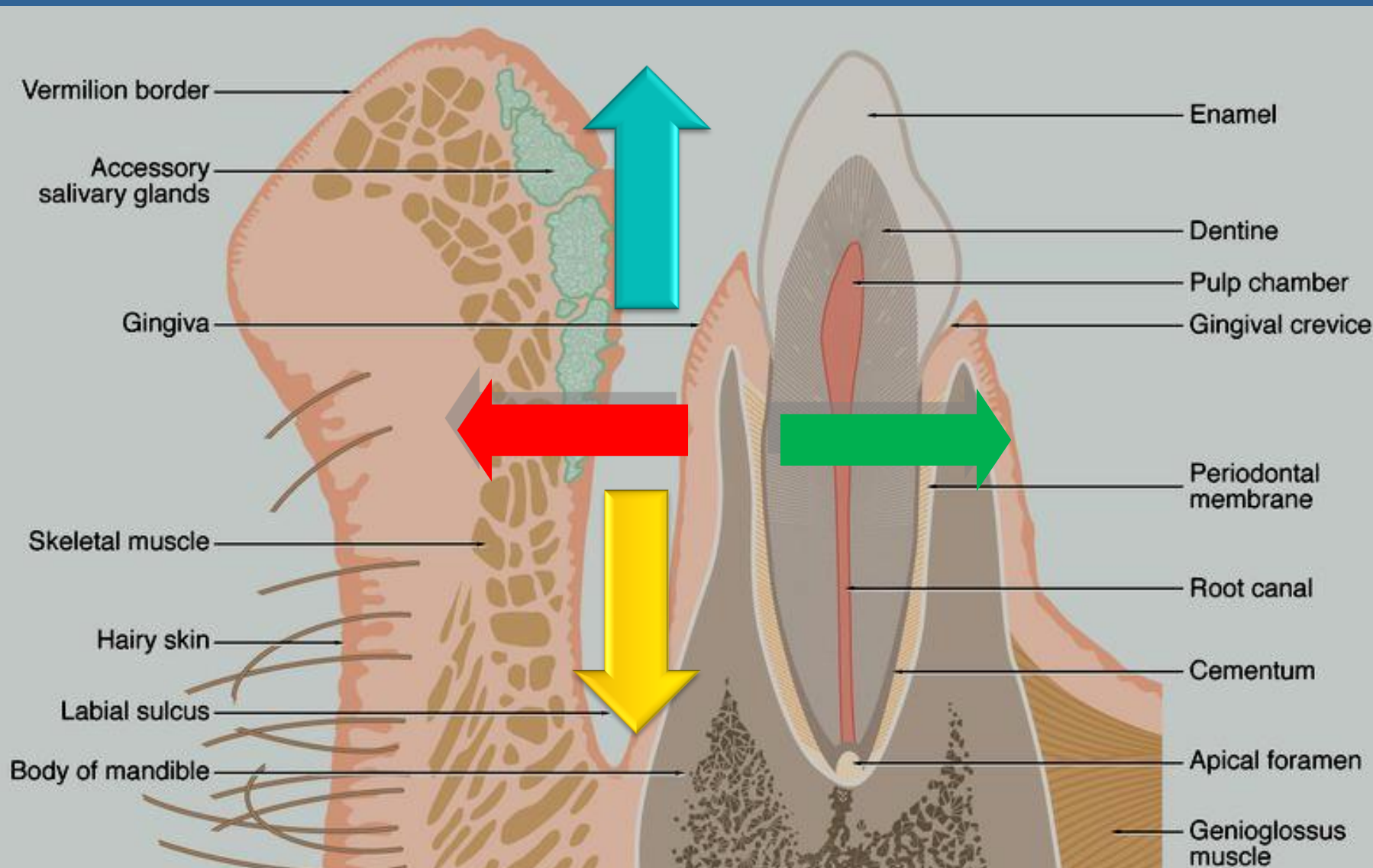
# Značení směrů

**koronární**

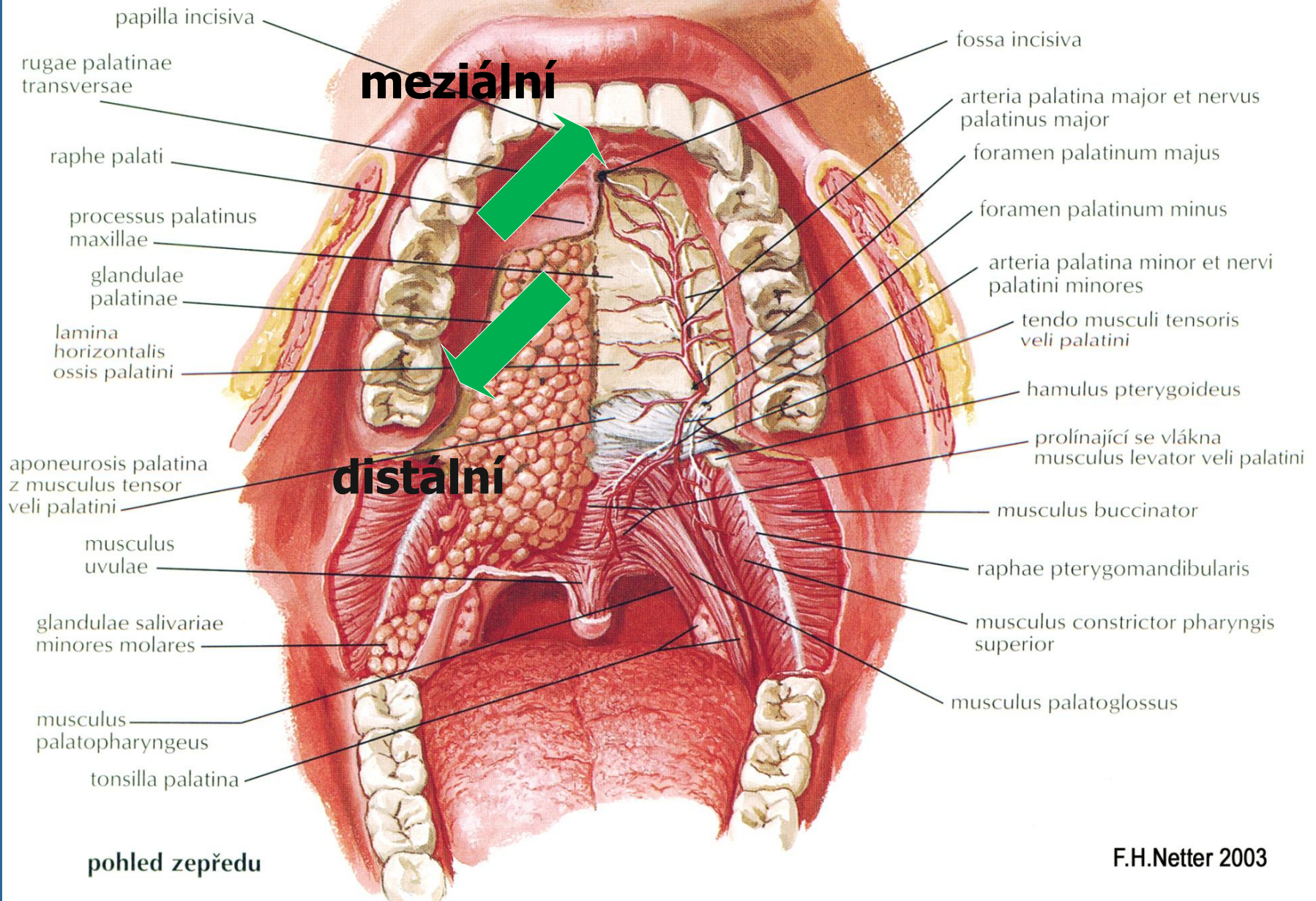
**apikální**

**vestibulární (labiální, bukální)**

**linguální (palatinální)**



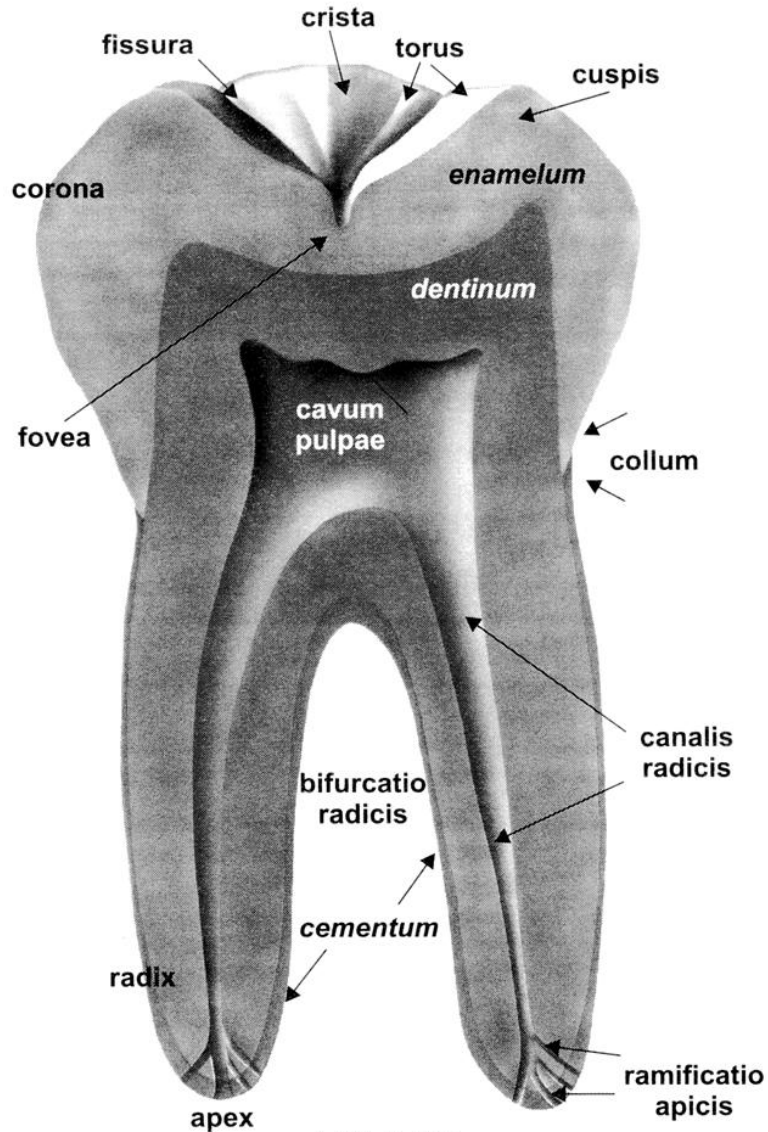
# Strop dutiny ústní - patro





# Zub a zubní lůžko, periodontium, parodont, gingiva

Části zuby:



Klepáček, Mazánek a kol. 2001

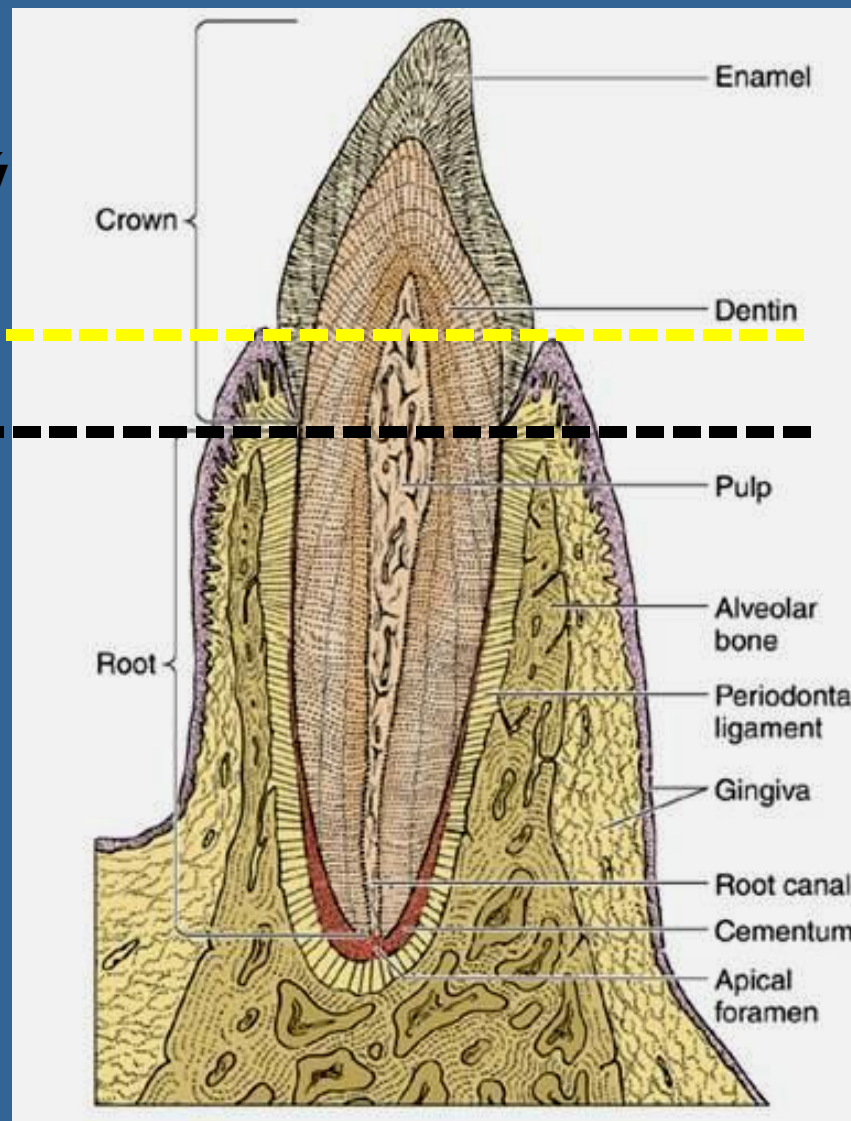
**korunka, krček, kořen**



dutina **cavitas dentis** přecházející do  
**canalis radialis dentis**

ústí na apexu kořene foramen apicis radialis  
dentis

**anatomická** vs **klinická** korunka, **anatomický**  
vs **klinický** kořen





kořen zuby vsazen do samostatného **zubního lůžka (alveolus)**

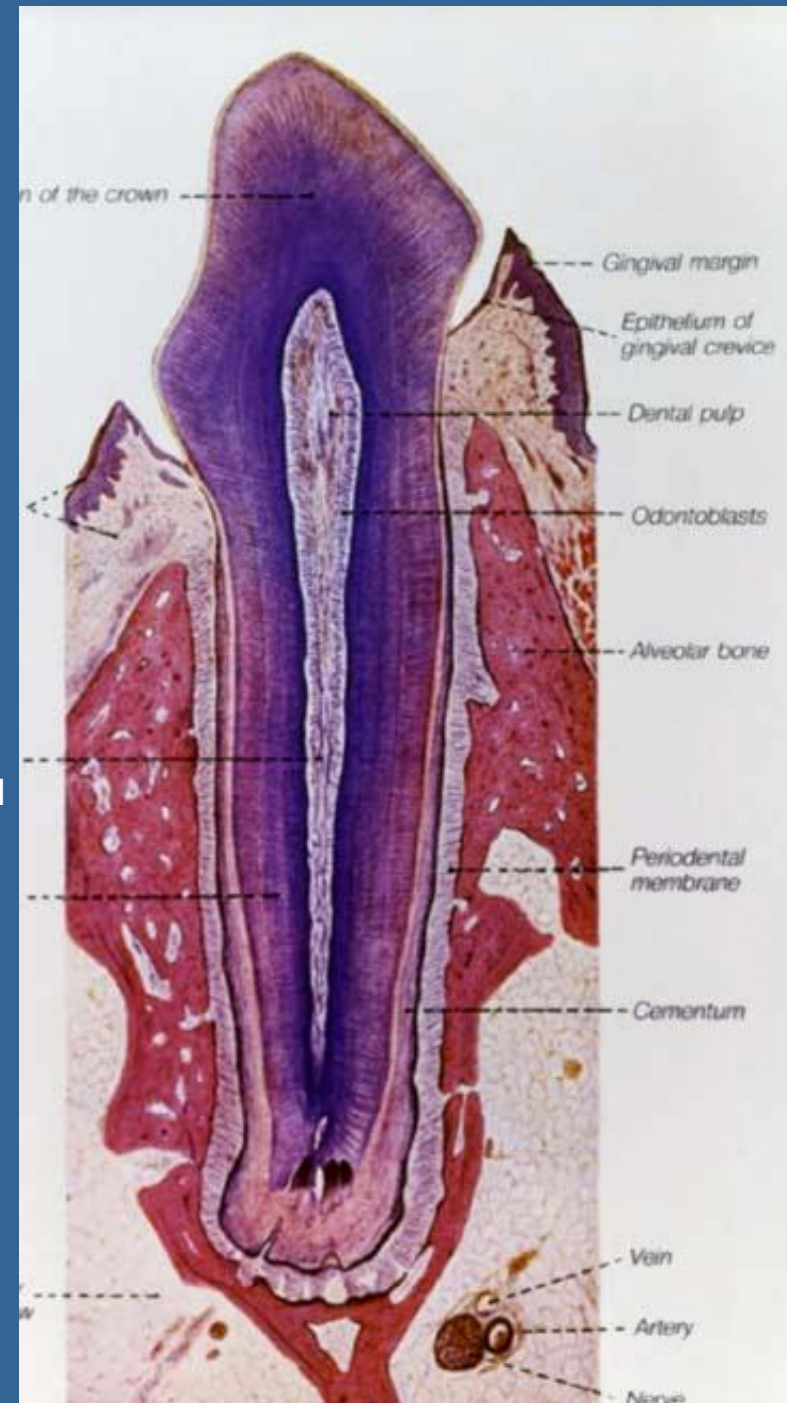
k lůžku je uchycen pomocí proužků hustého kolagenního vaziva = **ozubice (periodontium)**

ozubice společně s cementem zubního kořene a stěnou zubního lůžka tvoří anatomicko-funkční celek = **závěsné zařízení (aparát) zuby**

**dáseň - gingiva** odděluje závěsné zařízení od dutiny ústní a její epitel je srostlý s krčkem zuby a vytváří **Gottliebovu epitelovou těsnicí manžetu**

**parodont** = souhrnné označení pro dáseň

+ závěsné zařízení zuby (tj. cement, ozubici a stěnu zubního lůžka)



## Tkáně zubu

**sklovina - email**, subst. adamantina (ř. adamas, adamantos = ocel diamant), substantia vitrea (lat. vitrum = sklenice)

**zubovina - dentin**, substantia eburnea (l. ebur = slonovina)

**cement** - substantia ossea, crusta petrosa

**zubní dřeň** - pulpa dentis

**Tvrdé tkáně zubu -  
vlastnosti, původ a základní morfologické rozdíly**



# Porovnání tvrdých zubních tkání (a lamelózní kosti)

	<b>sklovina</b>	<b>zubovina</b>	<b>cement</b>	<b>lamelózní kost</b>
<b>barva</b>	<b>modrobílá</b>	<b>nažloutlá (slonová kost)</b>	<b>žlutohnědá</b>	<b>žlutohnědá</b>
<b>anorganická složka</b> váh. % (obj.%)	<b>96 (86)</b>	<b>70 (45)</b>	<b>61 (33)</b>	<b>45 (23)</b>
<b>organická složka</b> váh. % (obj.%)	<b>1 (2)</b>	<b>20 (30)</b>	<b>27 (31)</b>	<b>30 (37)</b>
<b>H<sub>2</sub>O</b> váh. % (obj.%)	<b>3 (11)</b>	<b>10 (25)</b>	<b>12 (36)</b>	<b>25 (40)</b>
<b>kolagenní vlákna</b>	<b>žádná</b>	<b>ano /kolmo k dentinovým tubulům /</b>	<b>ano /plst' /</b>	<b>ano /v lamele stejným směrem/</b>
<b>buňky</b>	<b>ameloblasty chybějí</b>	<b>odontoblasty (uloženy na pulpární straně dentinu)</b>	<b>cementoblasty (cementocyty)</b>	<b>osteoblasty osteocyty</b>
<b>krevní cévy</b>	<b>ne</b>	<b>ne</b>	<b>ne</b>	<b>ano (v Haversových kanálcích)</b>
<b>nervy</b>	<b>ne</b>	<b>ano (na začátku dentinových tubulů)</b>	<b>ne</b>	<b>ano (v Haversových kanálcích)</b>

# Postupy a preparáty používané ke studiu stavby zubů

- zubní výbrusy
- obarvené řezy z odvápněných zubů
- **SEM vyšetření celých nebo rozlomených zubů** (SEM - rastrovací elektronový mikroskop)

## Zubní výbrusy

50 - 70 um tlusté preparáty zhotovené broušením z cca 2 mm zubních plotének

použít lze čerstvé nebo macerované zuby, u nichž organická složka vyschla nebo se rozložila pomocí hnilobných procesů

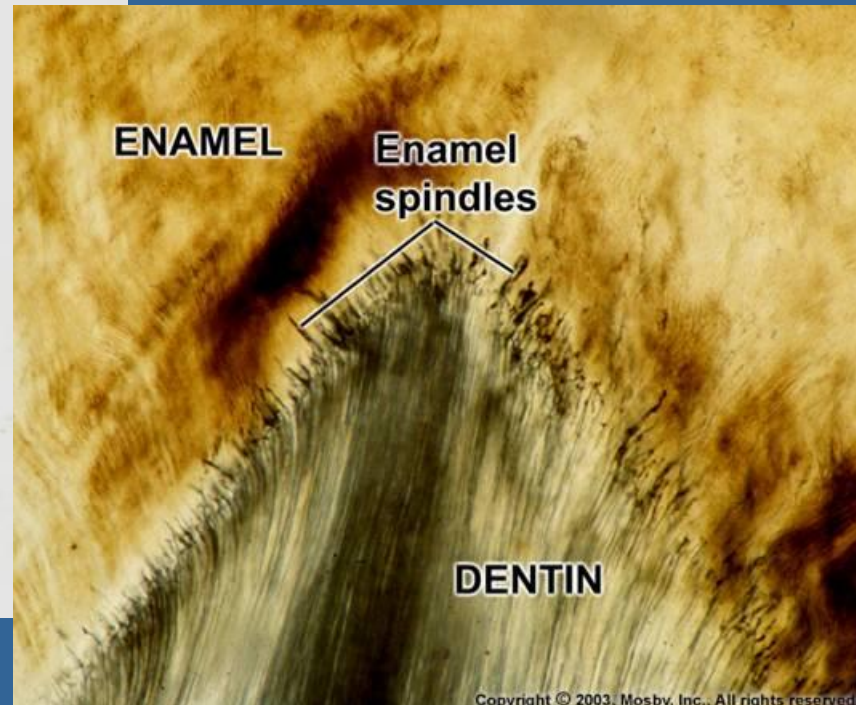
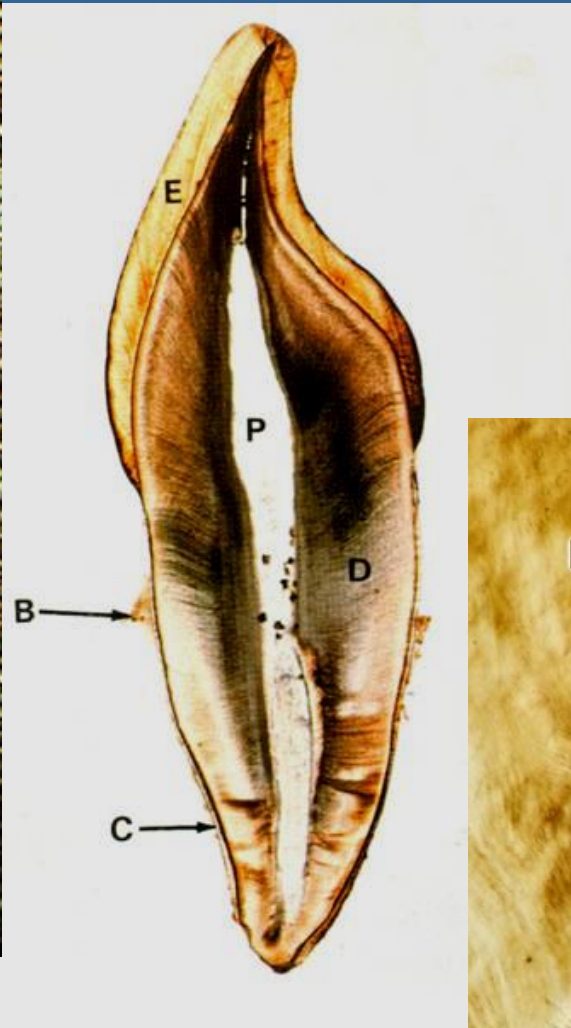
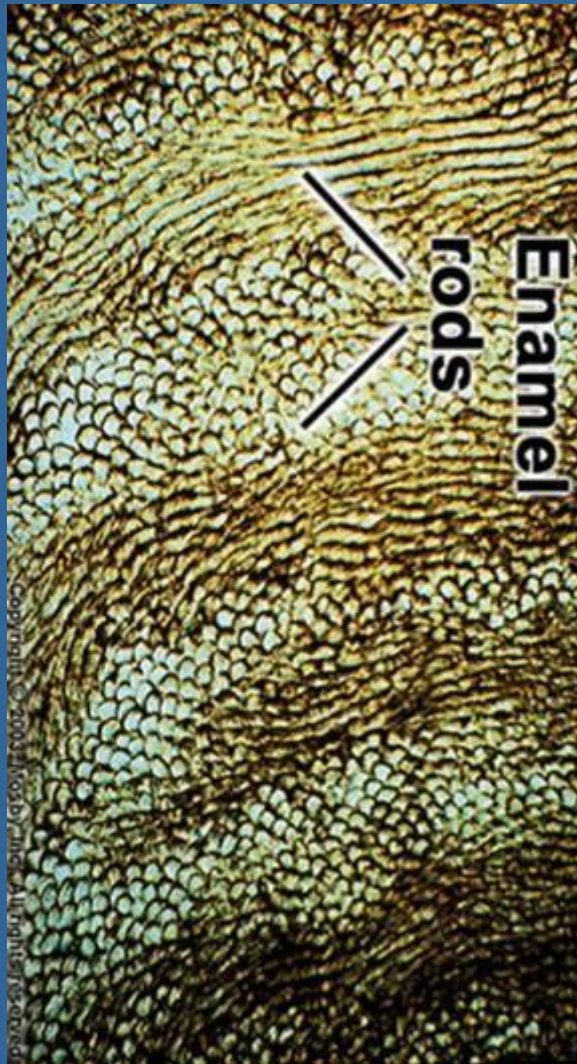
**Postup:** zub se pilkou nebo karborundovým kotoučkem nasazeným na držák zubní vrtačky rozdělí na 2 mm plátky, které se vybrušují na stále jemnějších brousících kamenech a nakonec na matném skle s použitím speciálních brusných prášků a past (během broušení se ploténka svlažuje vodou)

hotový a dobře vysušený výbrus se uzavře do tuhého kanadského balzámu, který se při montování nad plamenem ohřeje - tak ve výbrusu zůstanou zachovány všechny dutinky a kanálky

příprava výbrusu vyžaduje velkou zručnost



# zubní výbrusy



# Řezy z odvápněného zubu (po obarvení)

příprava zdlouhavá: odvápnění zubu, zalití zubu, zhotovení a obarvení řezů

**odvápnění - dekalifikace zubu:** postup, při kterém se účinkem odvápnovacích činidel převedou nerozpustné vápenaté soli (fosfát a karbonát) na soli ve vodě rozpustné

doba potřebná k odvápnění závisí na velikosti objektu a na druhu dekalifikační tekutiny a činí několik **dnů až týdnů**

průběh dekalifikace a změna konzistence odvápněvané tkáně se ověřuje zkusmo (naříznutím skalpelem nebo vpichy preparační jehlou)

**dekalifikační tekutiny:** používány jsou

- **kyseliny** (např. 0,79 mol/l - 5 % kyselina dusičná, 0,360 mol/l - 5 % kyselina trichlóroctová a 22 - 23 % kyselina mravenčí) - **1 týden**
- **komplexotvorné sloučeniny** - EDTA - etyléndiamintetraoctová kyselina - **2 až 8 týdnů**, velmi dobře zachovávají strukturu tkáně i její barvitelnost

**zalití** - celoidin nebo celoidin- parafin

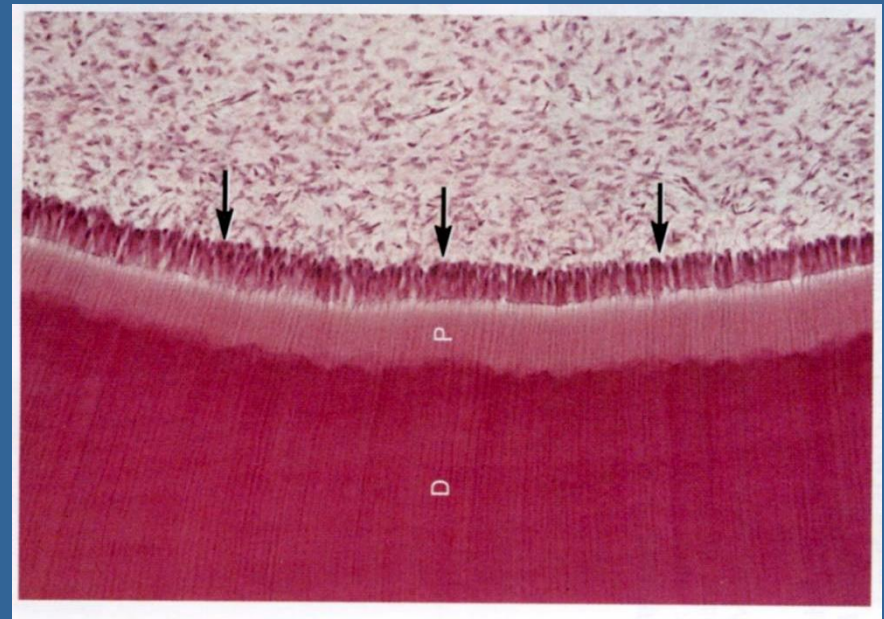
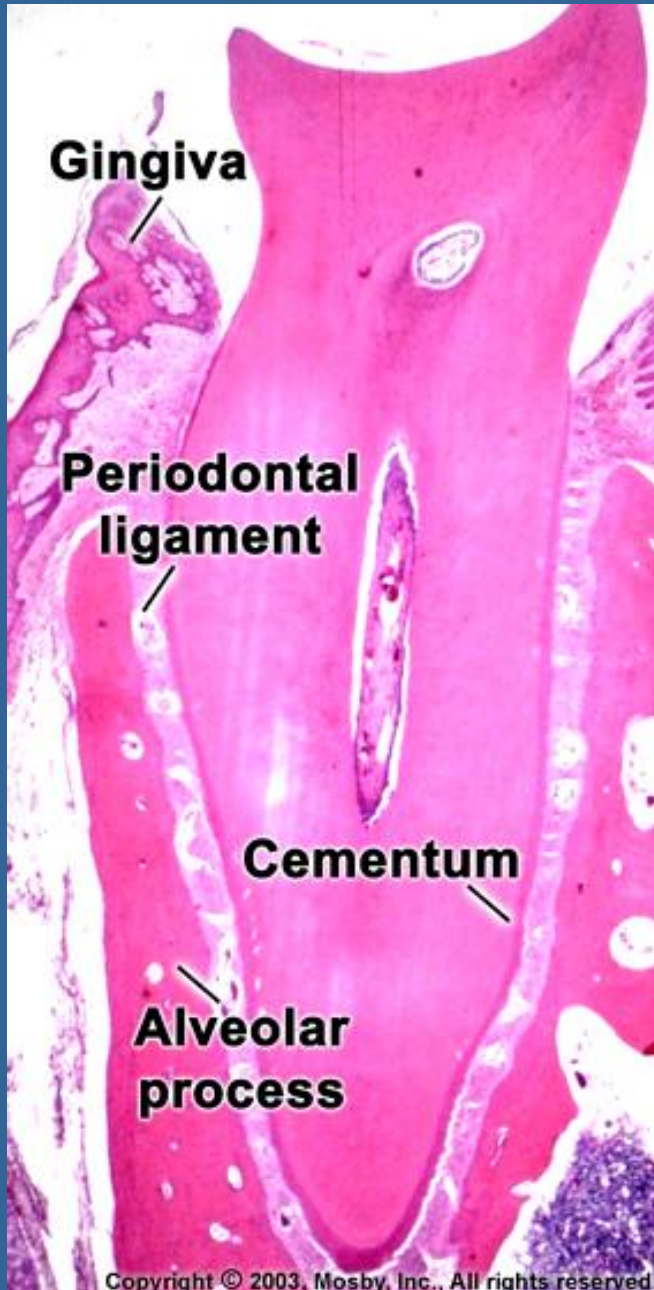
**krájení** - sáňkový mikrotom

(odvápněný zub lze zmrazit a krájet na zmrazovacím mikrotomu)

**barvení:** Harrisův hematoxylin a eozinem nebo jiná barviva



# obarvený řez z odvápněného zubu



## PAMATUJ

na výbrusech - nejsou zachovány měkké tkáně (dřeň, periodontium, gingiva)

na odvápněných zubech není sklovina

# Rastrovací elektronová mikroskopie (SEM)

cennou metodu pro studium tvrdých zubních tkání

obraz v rastrovací elektronovém mikroskopu má velkou hloubku ostrosti, což umožňuje umožňuje získat představu o prostorových vztazích a lze vyšetřovat velké objekty

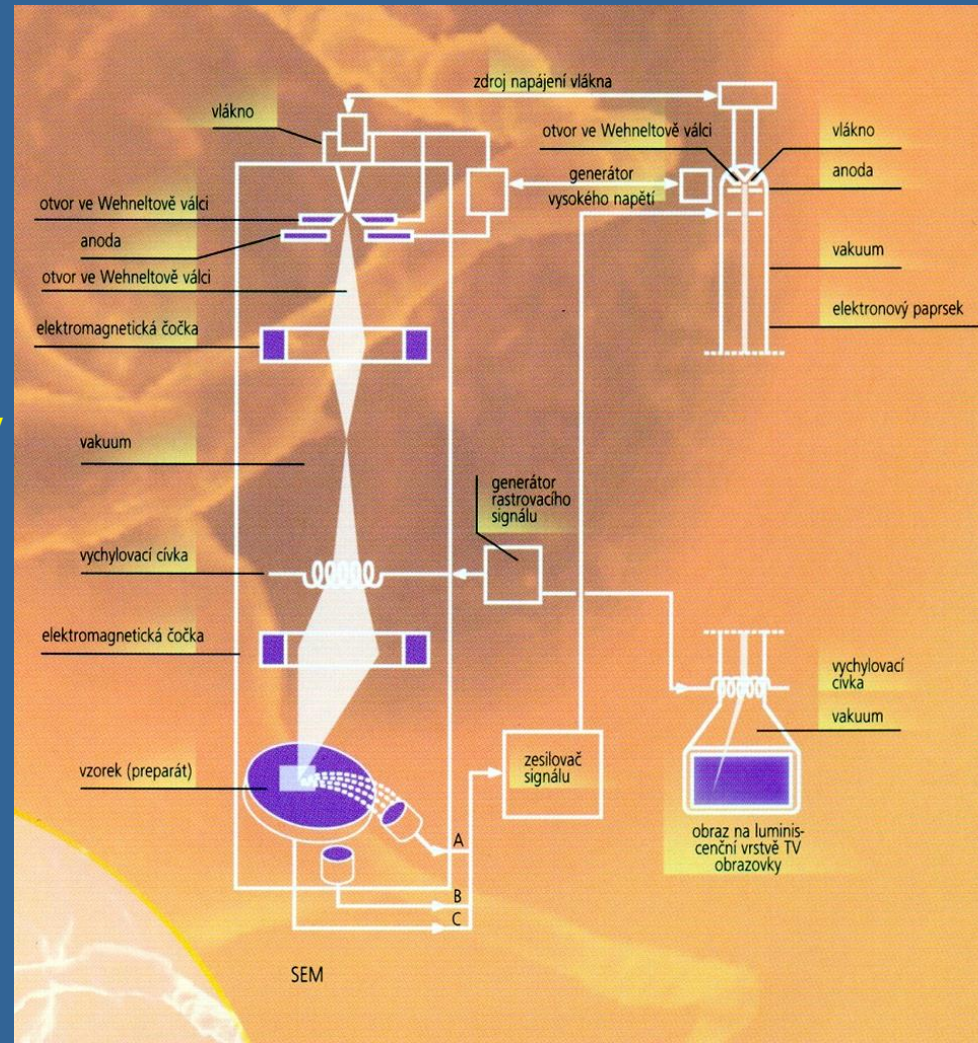
SEM zvětšují od 20 x až 50 000 x (zvětšení je plynule nastavitelné) a dosahují rozlišení cca 10-20 nm

princip SEM:

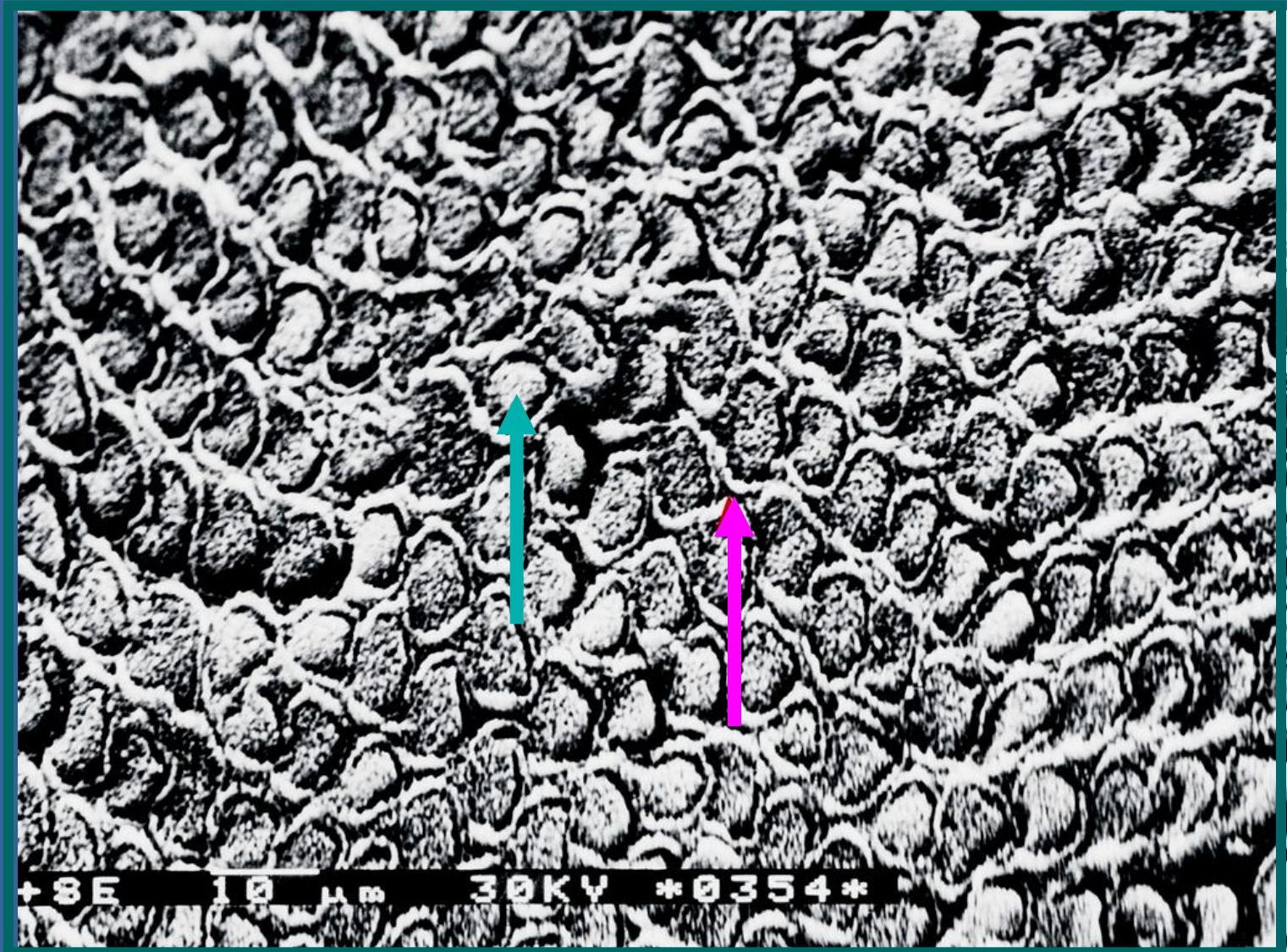
elektronový svazek řádkuje pomocí vychylovacích systémů po povrchu preparátu, část elektronů se odrazí, část je pohlcena a vyvolá vyzáření sekundárních elektronů

## zpětně odražené a sekundární elektrony

jsou přitahovány sběrnou elektrodou s kladným napětím a dopadem na scintilátor vybudí světelné impulsy, které jsou světlovodičem přivedeny k fotonásobiči

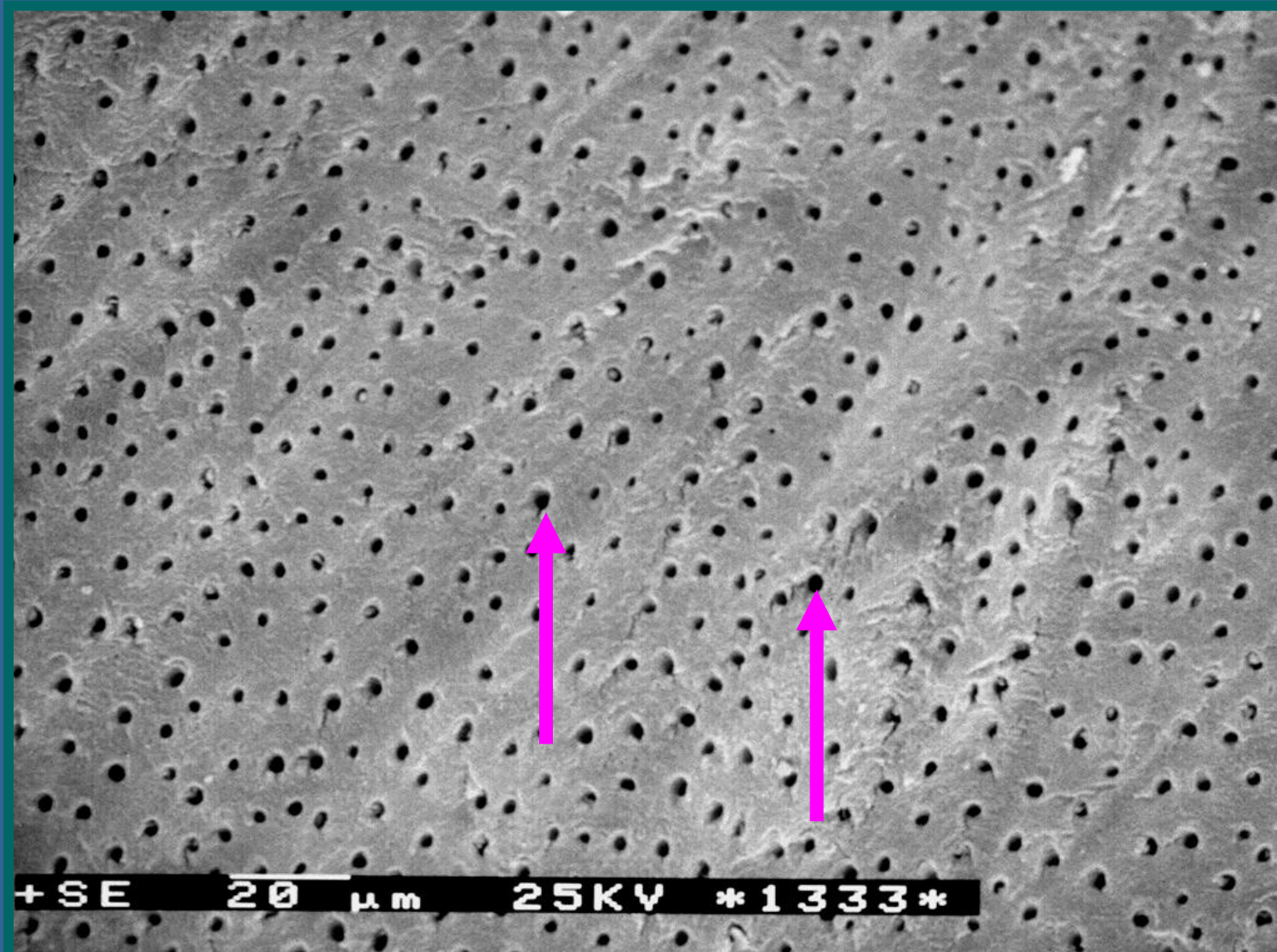






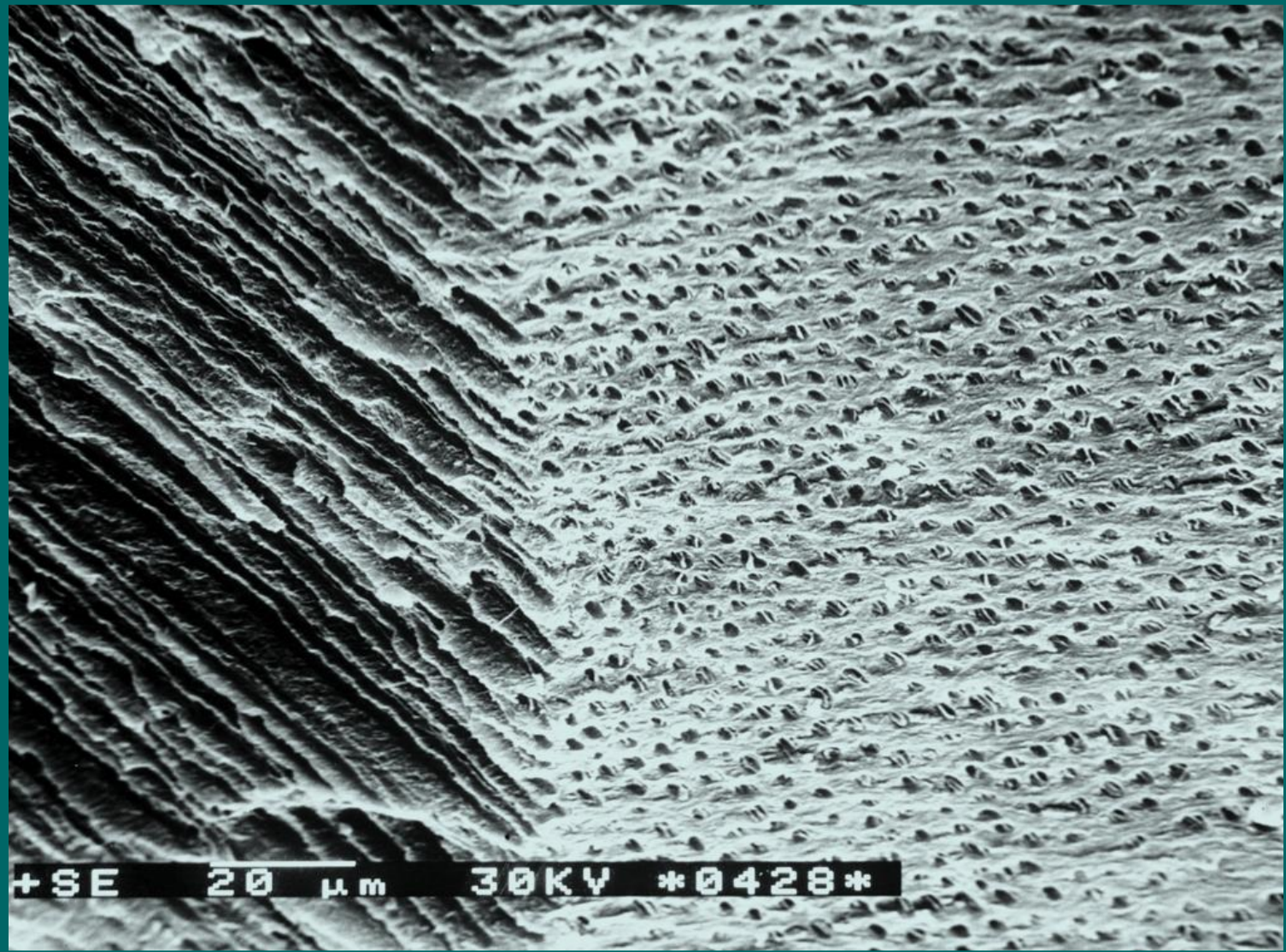
**Příčný lom sklovinnými prizmaty.** Interprizmatická substance – šipka. SEM, primární zvětšení 3 000x





**Šikmý řez dentinem s dentinovými kanálky. SEM, primární zvětšení 1 500x**





**Dentin na lomu:** vlevo dentinové tubuly podélně, vpravo–dentinové tubuly příčně se i zbytky Tomesových vláken. SEM, primární zvětšení 1 500x