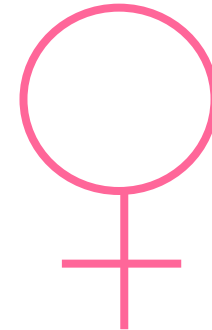


# Ženský pohlavní systém

Aleš Hampl

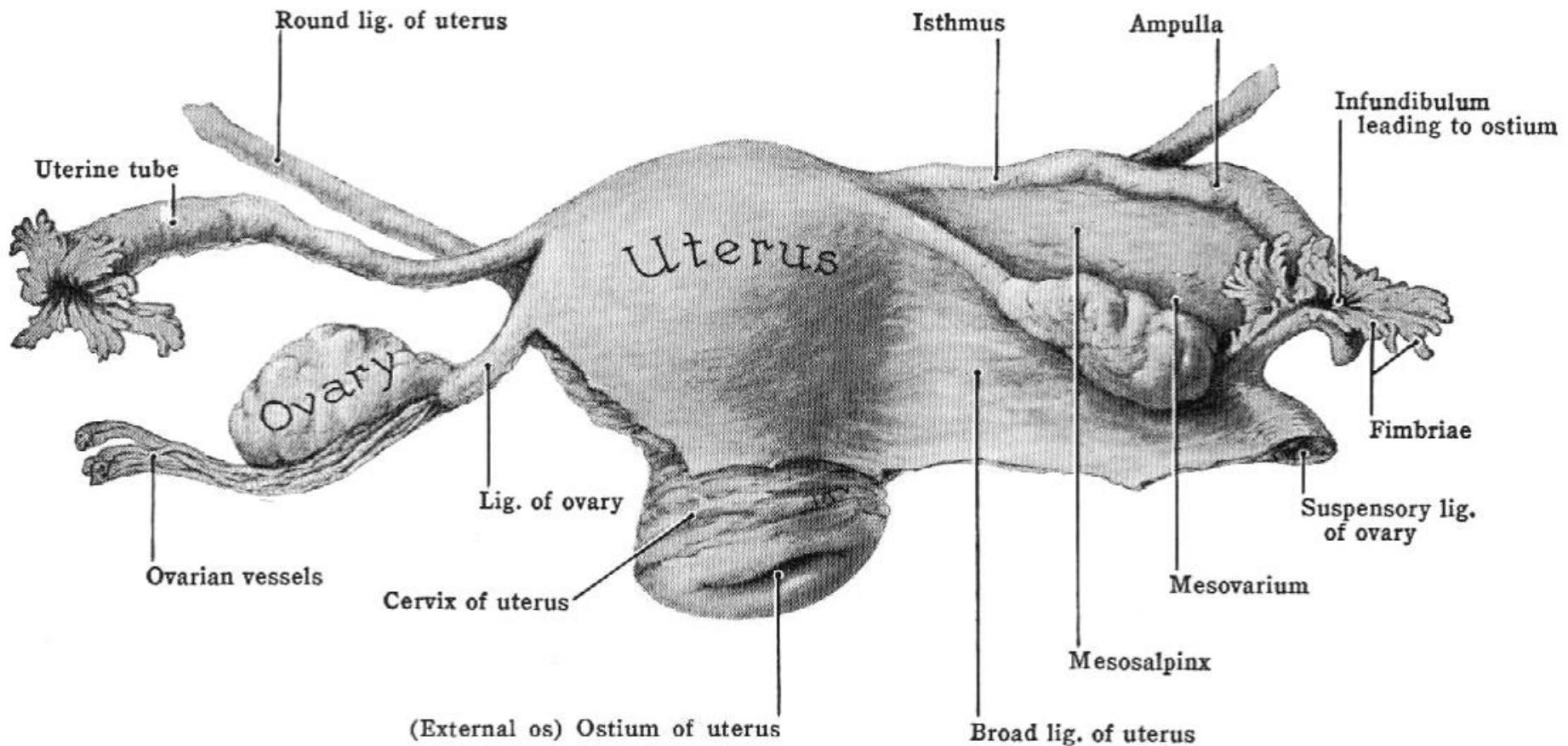
Listopad 2023



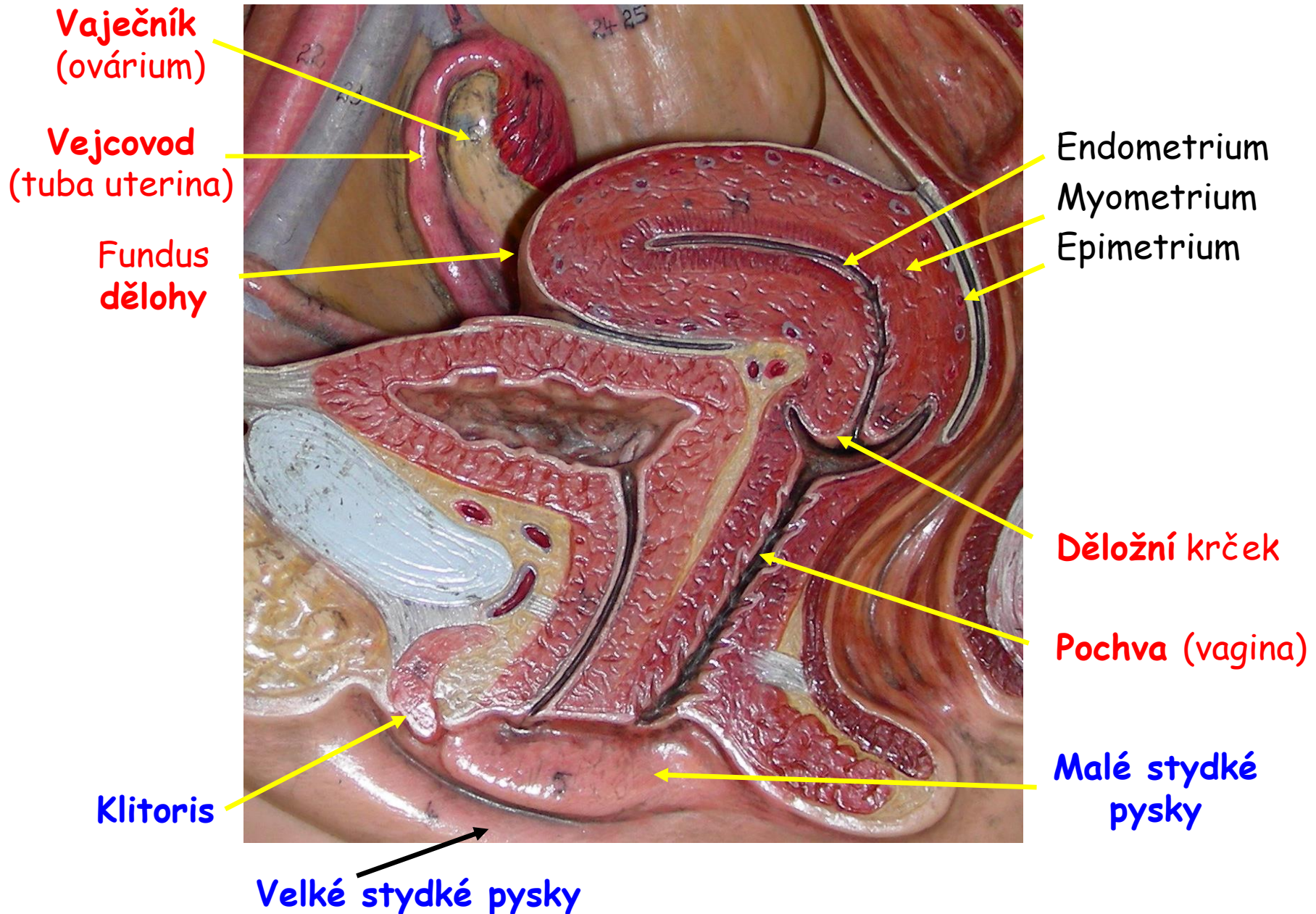
# Funkce ženského pohlavního systému

1. **Oogeneze**
2. **Kopulace** - zachycení spermatu muže
3. **Produkce hormonů**
4. Vytváří prostředí pro **fertilizaci, implantaci a vývoj zárodku**
5. Představuje **porodní cestu**

# Ženské pohlavní orgány - Anatomické poměry 1

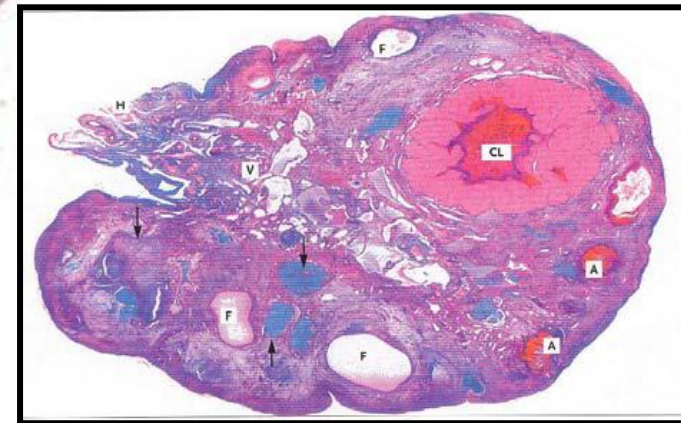
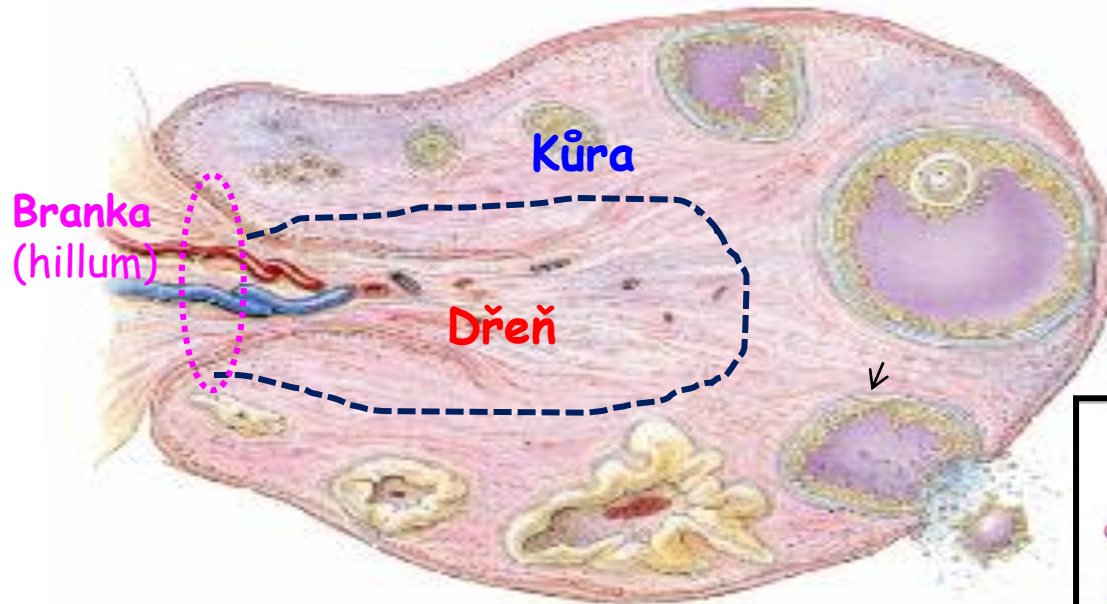


# Ženské pohlavní orgány - Anatomické poměry 2



Délka - 3 cm  
Šířka - 1.5 cm  
Tloušťka - 1 cm

# Vaječník - Všeobecné stavba



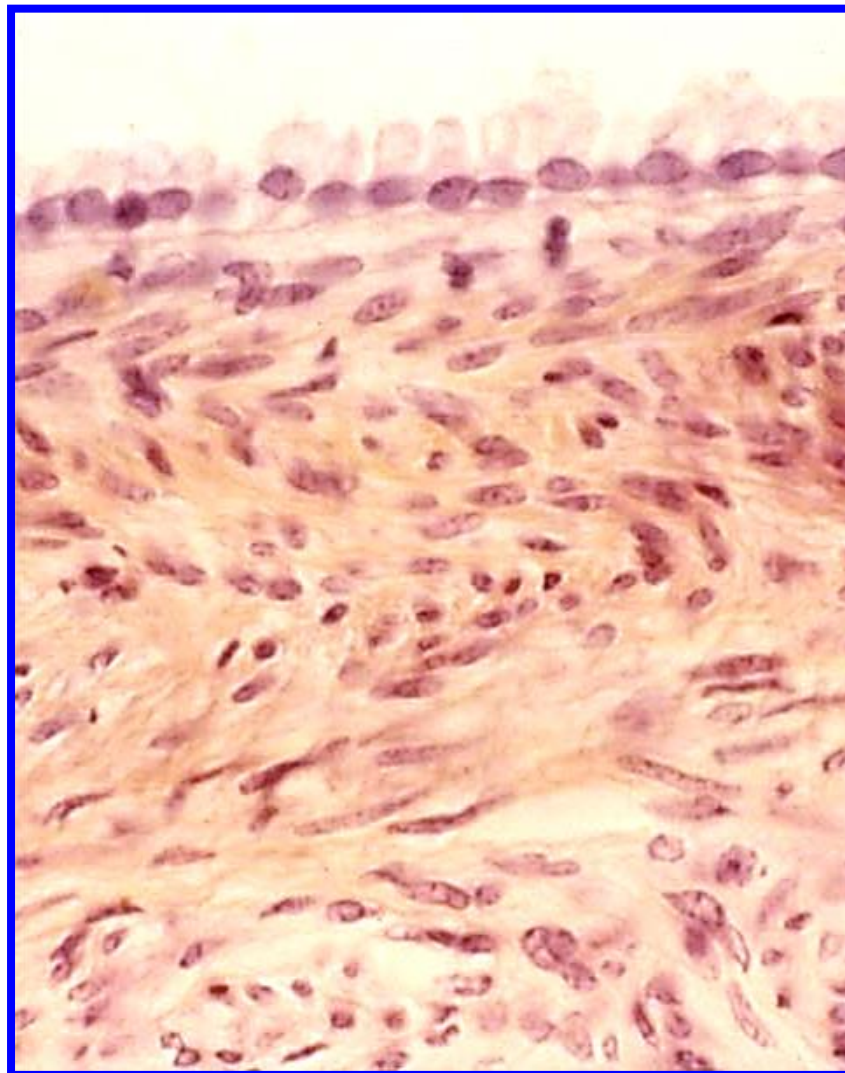
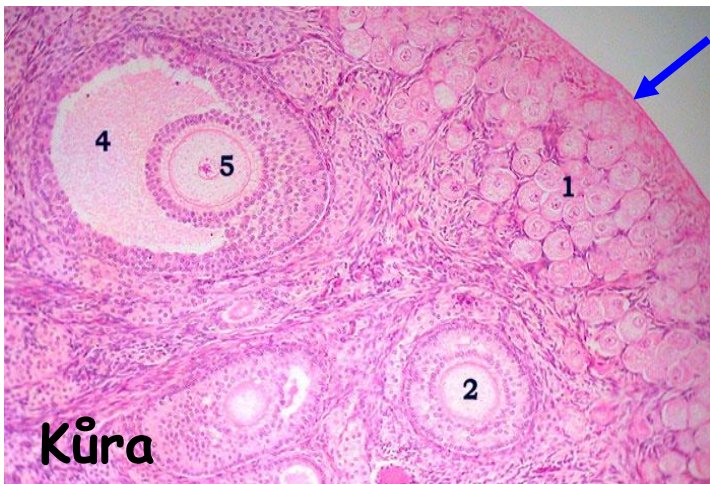
## Kůra

- Folikuly
- Značně vaskularizované stroma

## Dřeň

- Cévy
- Řídká pojivová tkáň

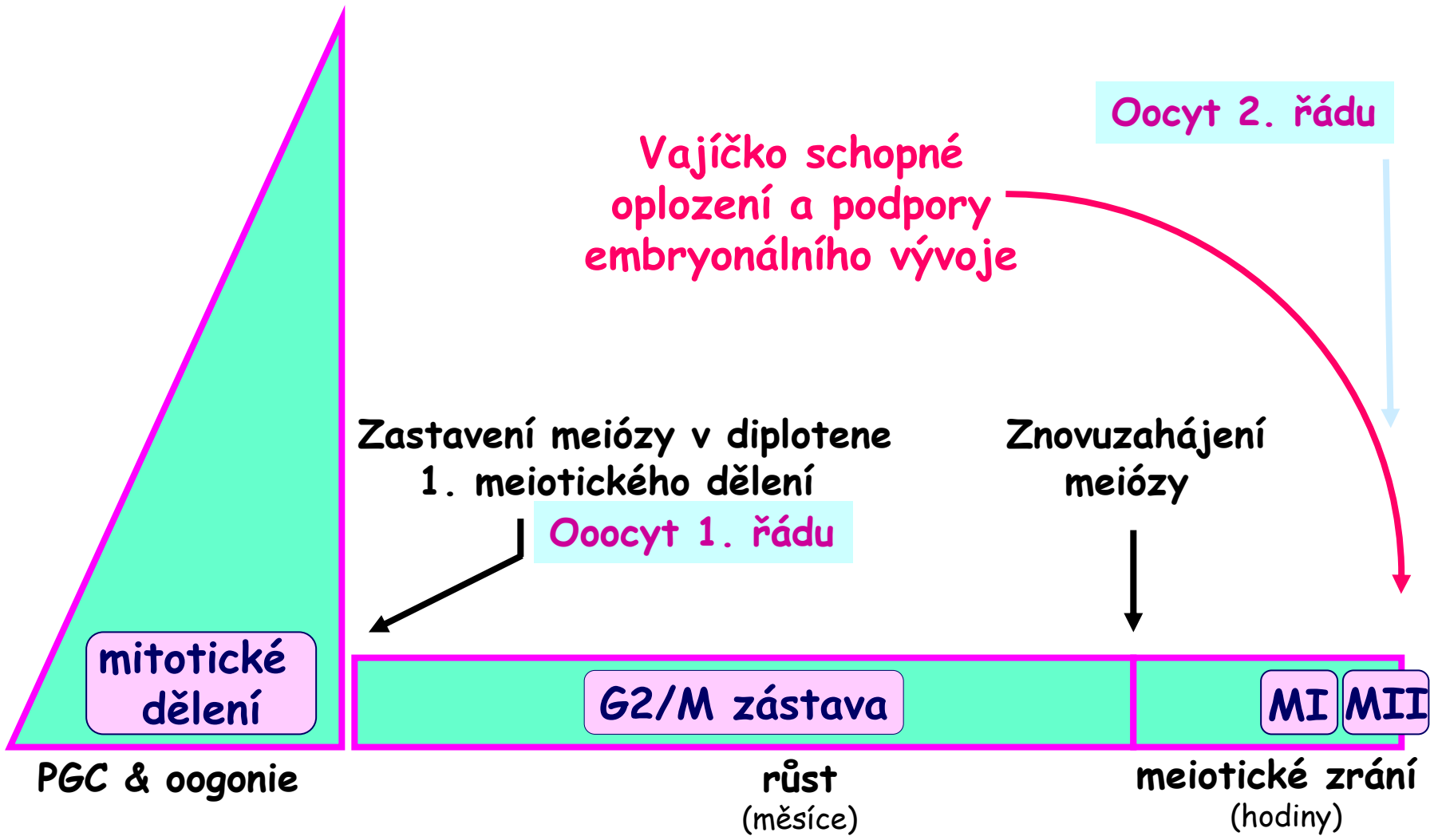
# Vaječník - Povrch

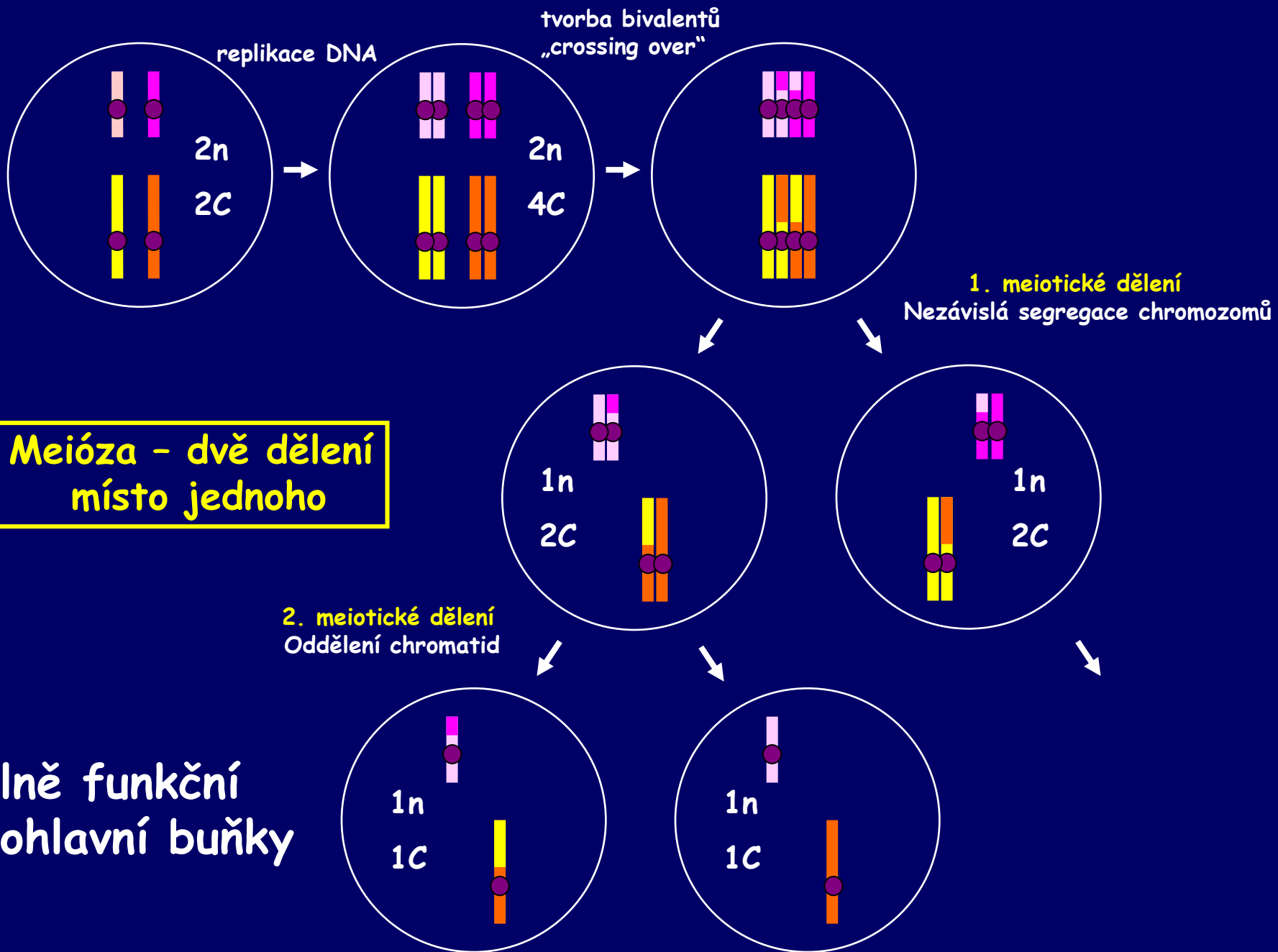


**Povrchový epitel (zárodečný)**  
kubické buňky

**Tunica albuginea**  
husté vazivo

# Klíčová období vývoje vajíčka - oogeneze







# Oogeneze - celoživotní průběh

Na konci 6. měsíce fetálního vývoje  
~ 6 - 7 milionů oocytů 1. řádu



Atrézie

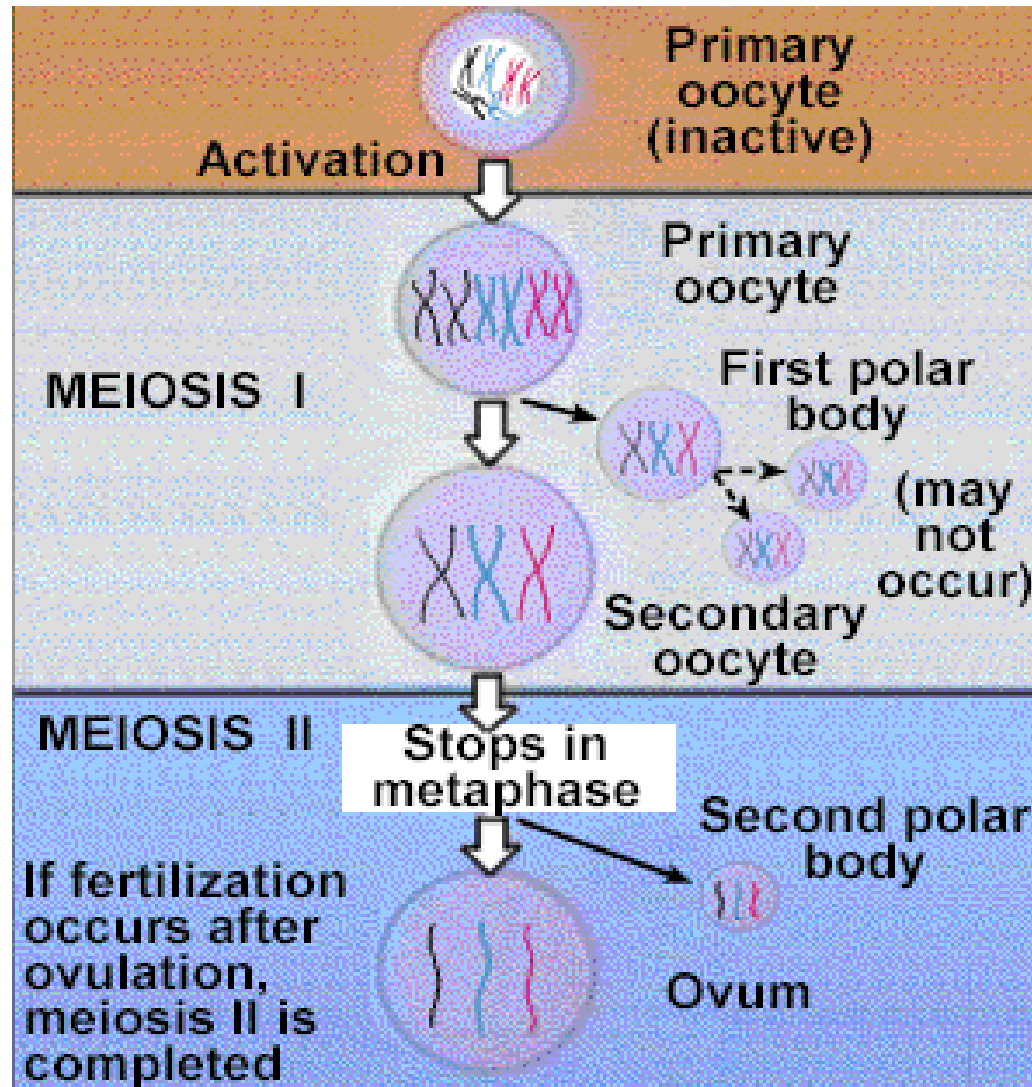
V době narození  
~ 500 tisíc oocytů 1. řádu



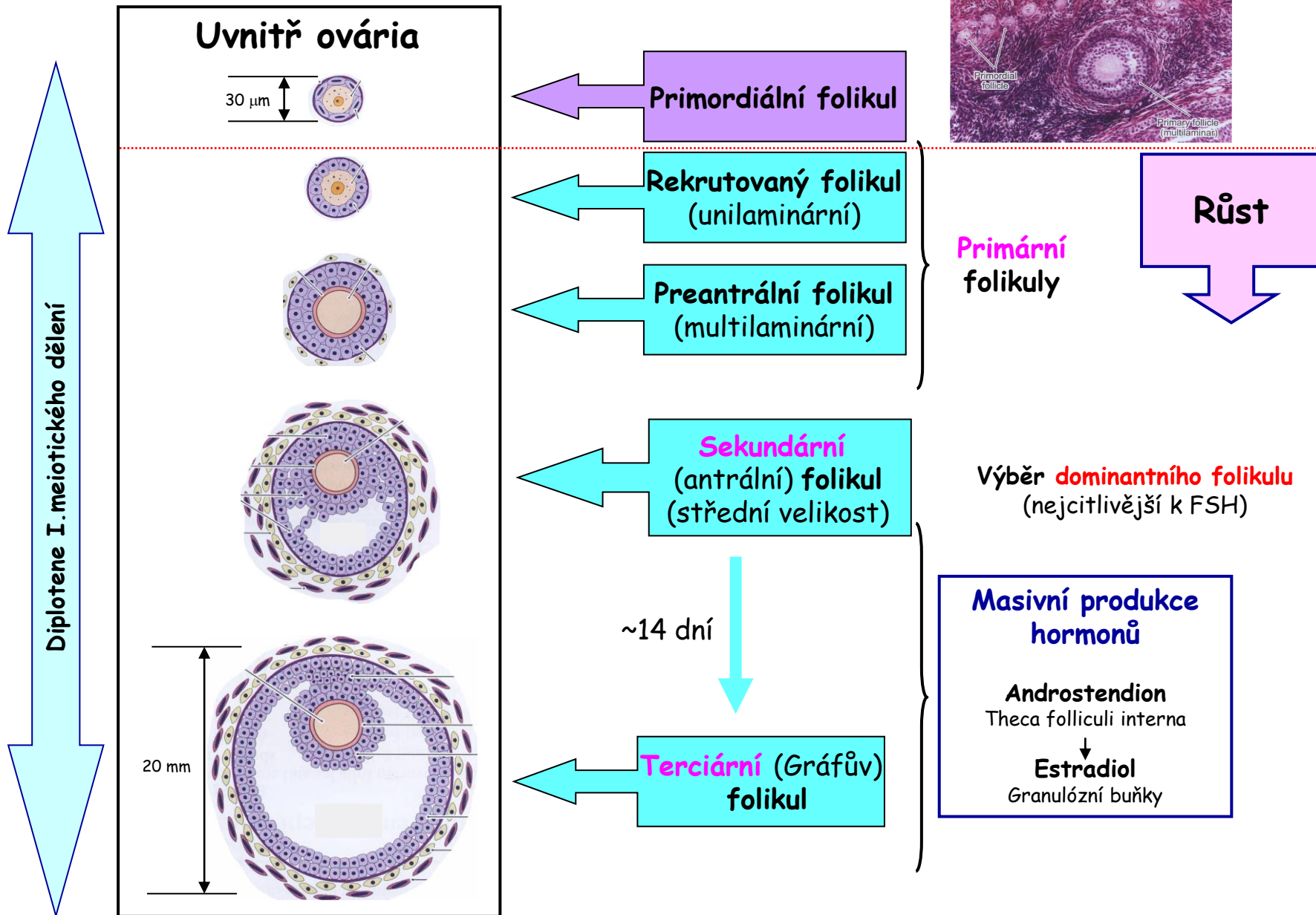
Atrézie  
Ovulace (~ 500 oocytů)

V době nástupu menopauzy  
max. 100 - 1000 zbývajících oocytů

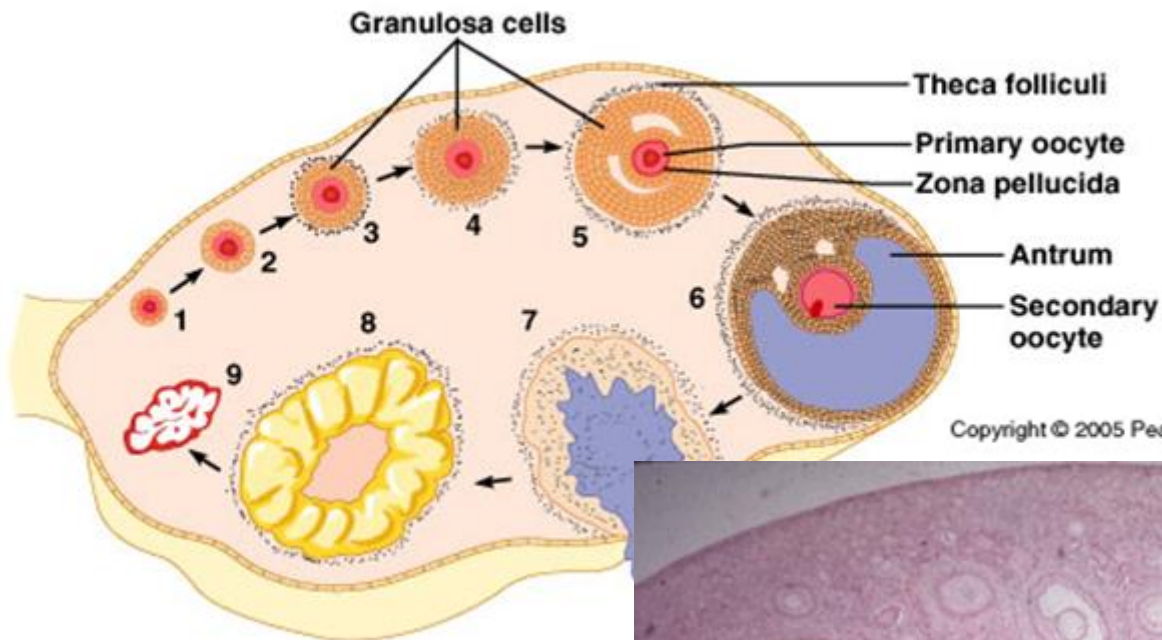
# Oogeneze - produkce pólových tělísek



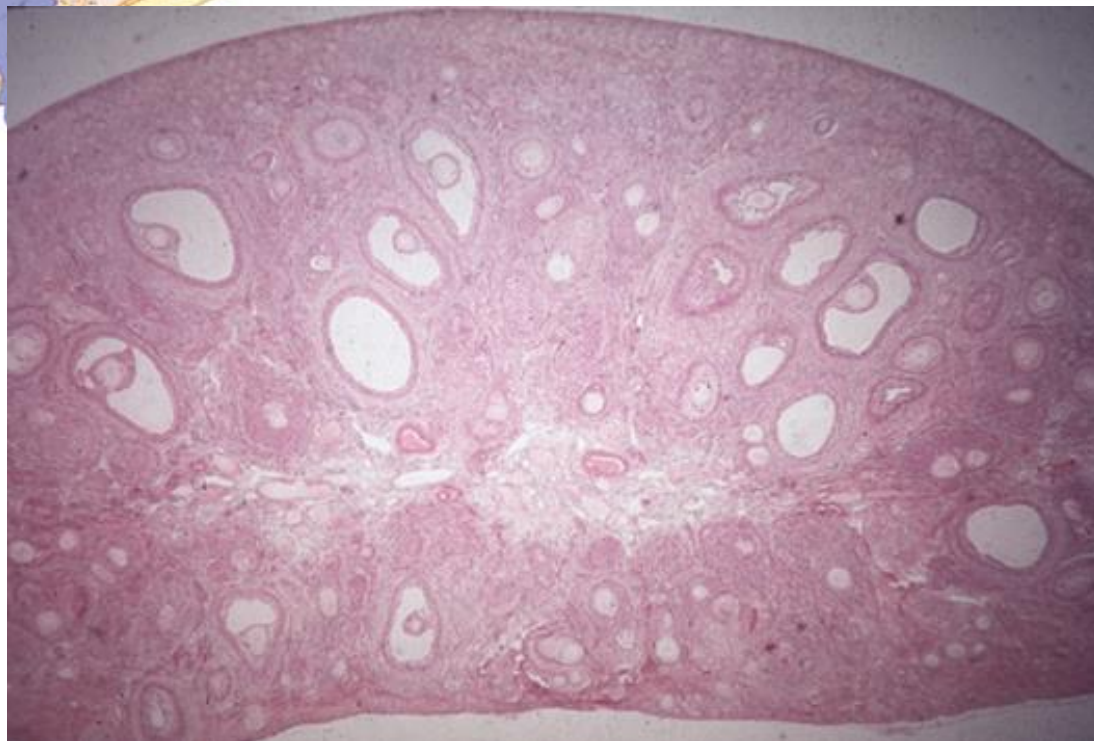
# Oogeneze - stádia vývoje oocytu



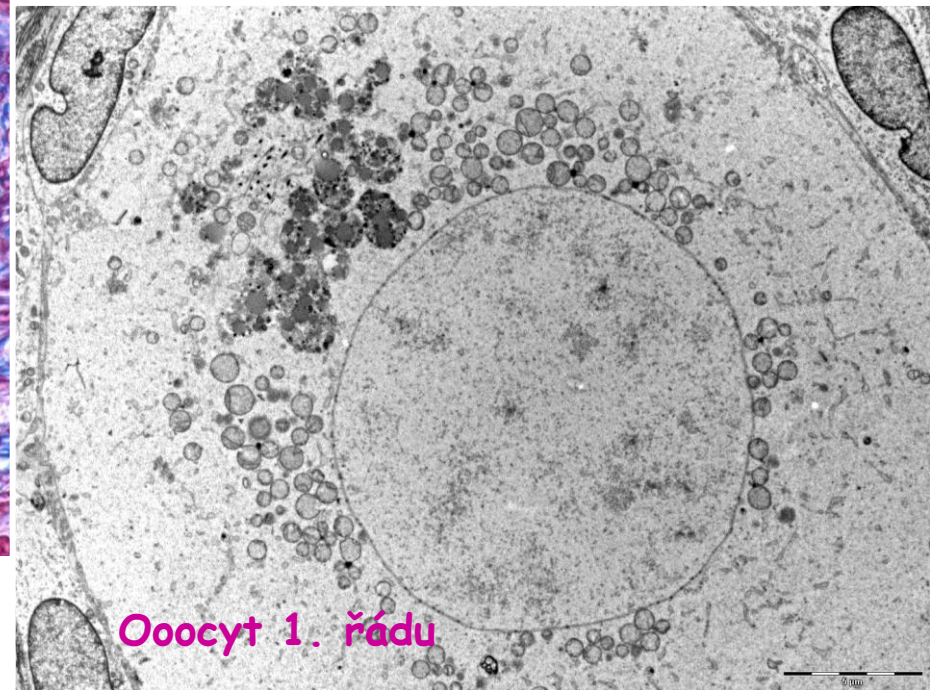
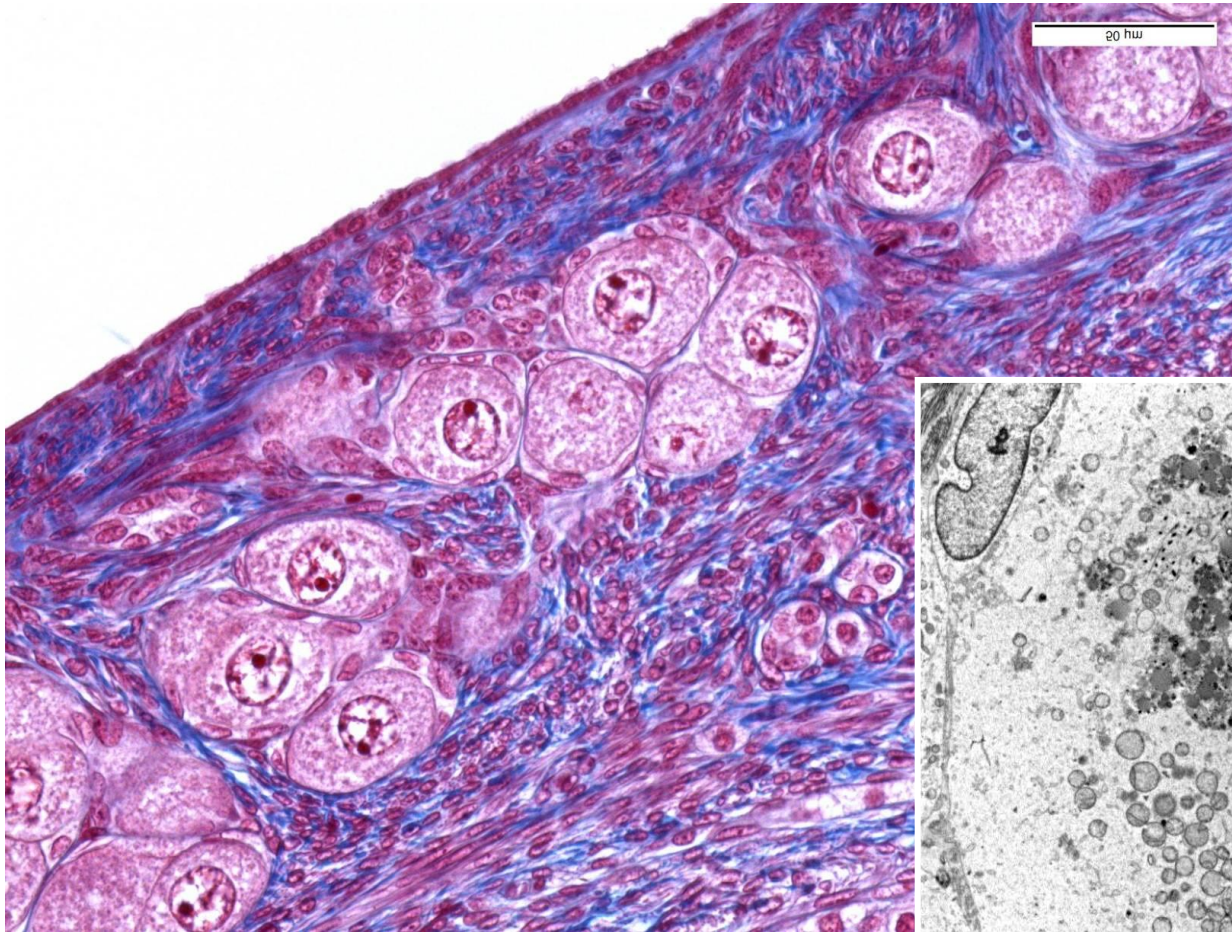
# Oogeneze - Celkový obraz stavu uvnitř vaječníku



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

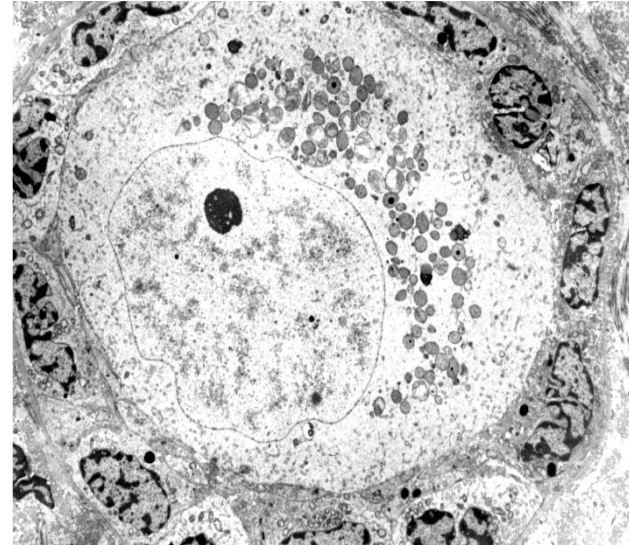
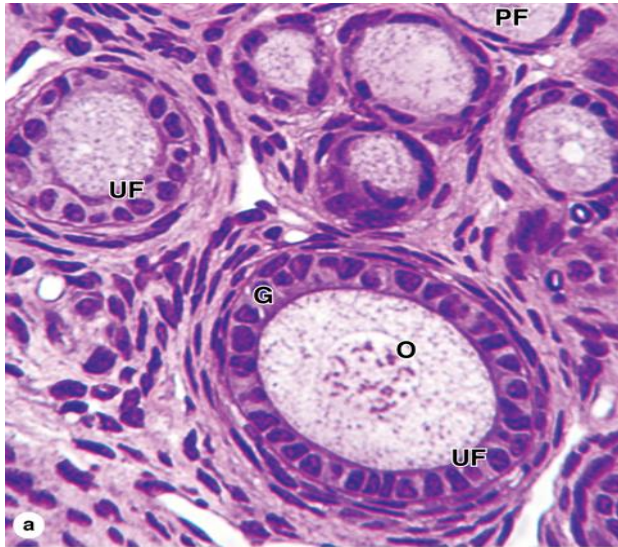


# Oogeneze - Primordiální follikuly

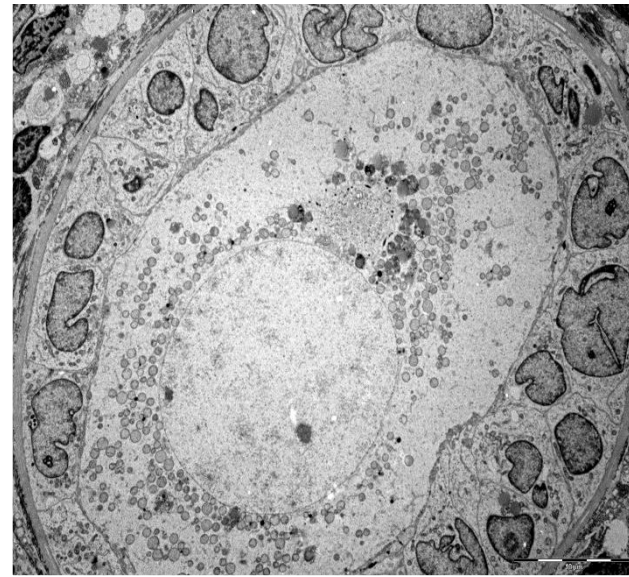


- Organely v okolí jádra
- Hojné mitochondrie
- Hojné drsné ER

# Oogeneze - Primární folikuly

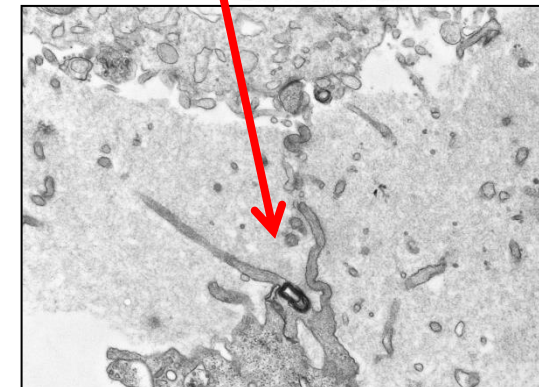
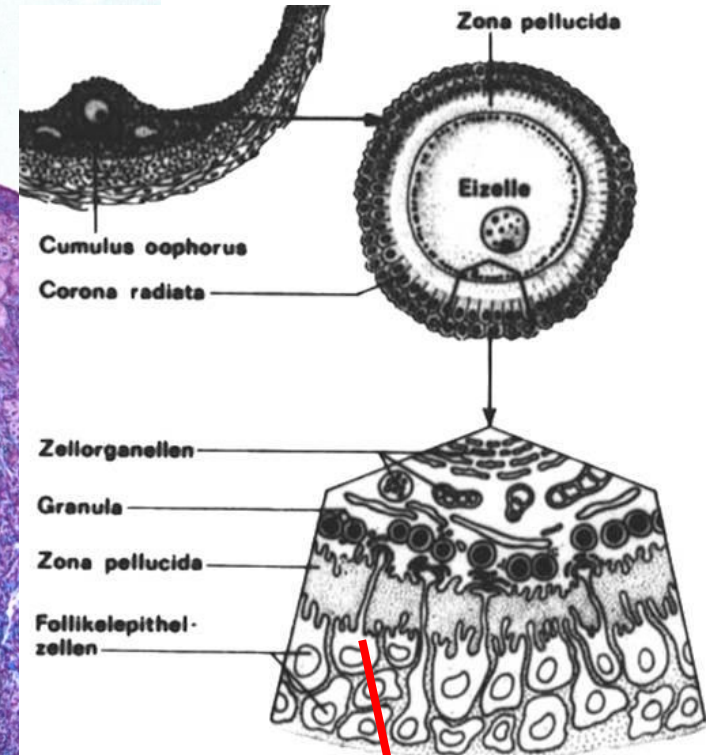
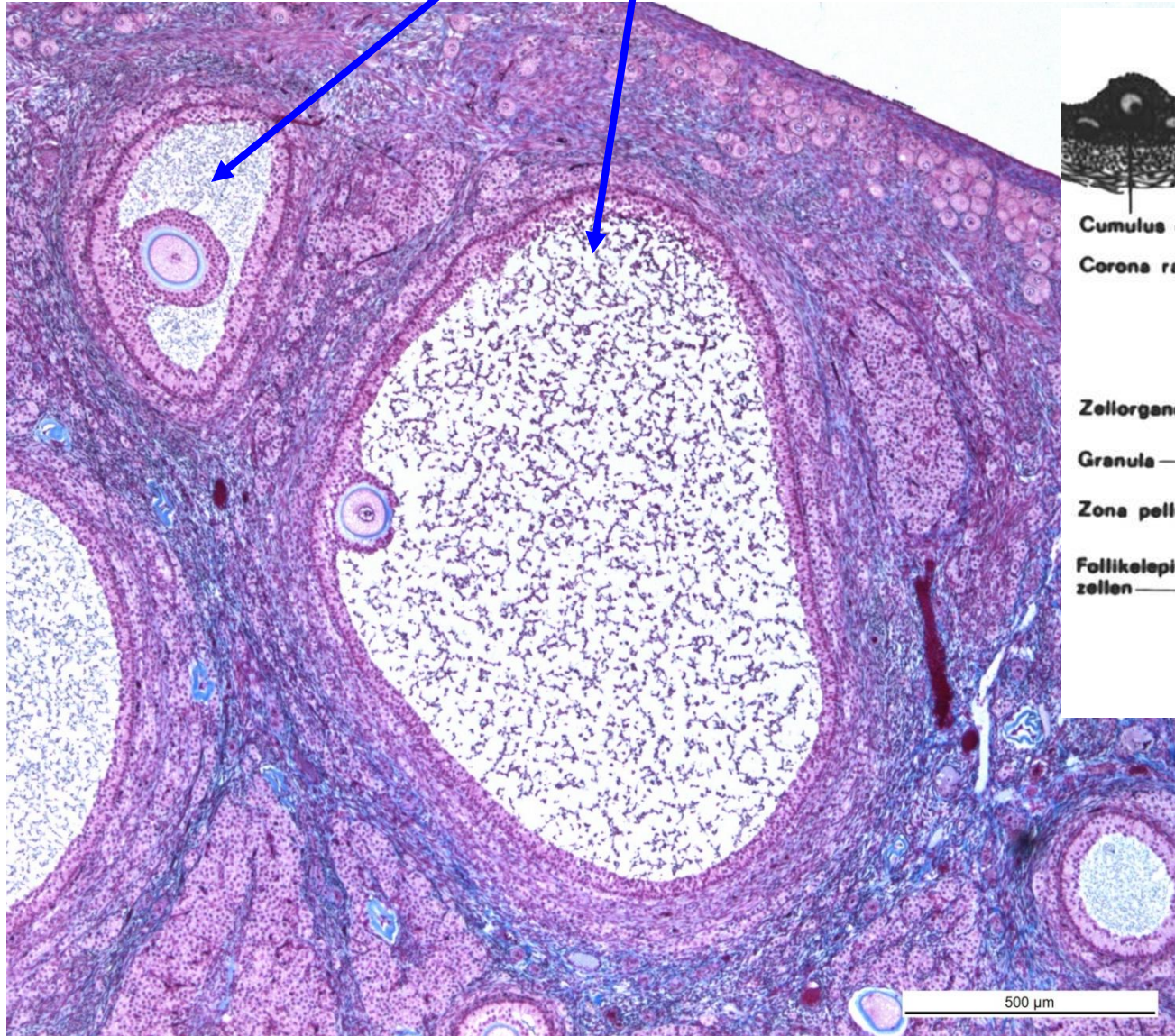


Unilaminární

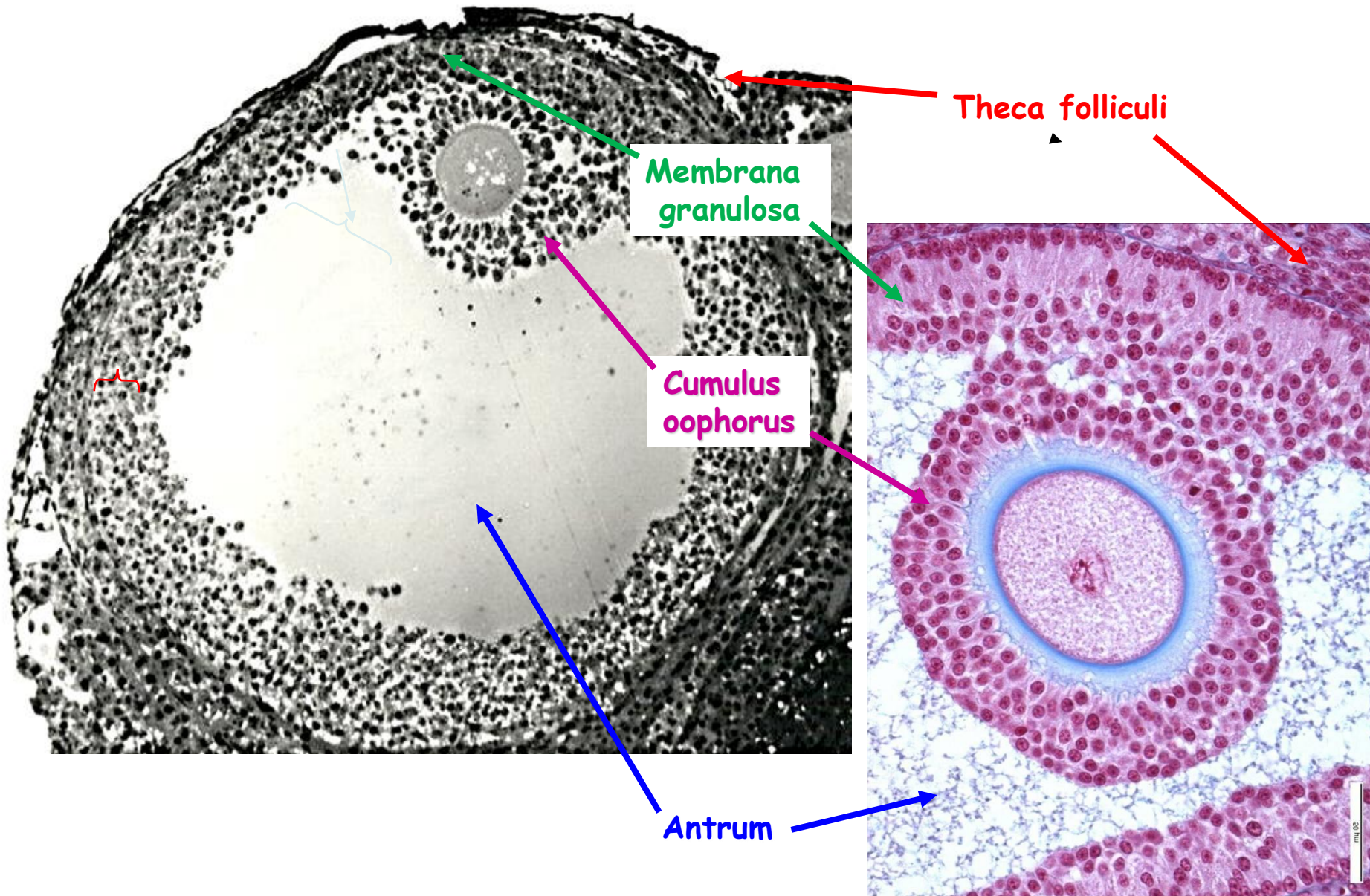


Multilaminární

# Oogeneze - Sekundární (antrální) folikuly

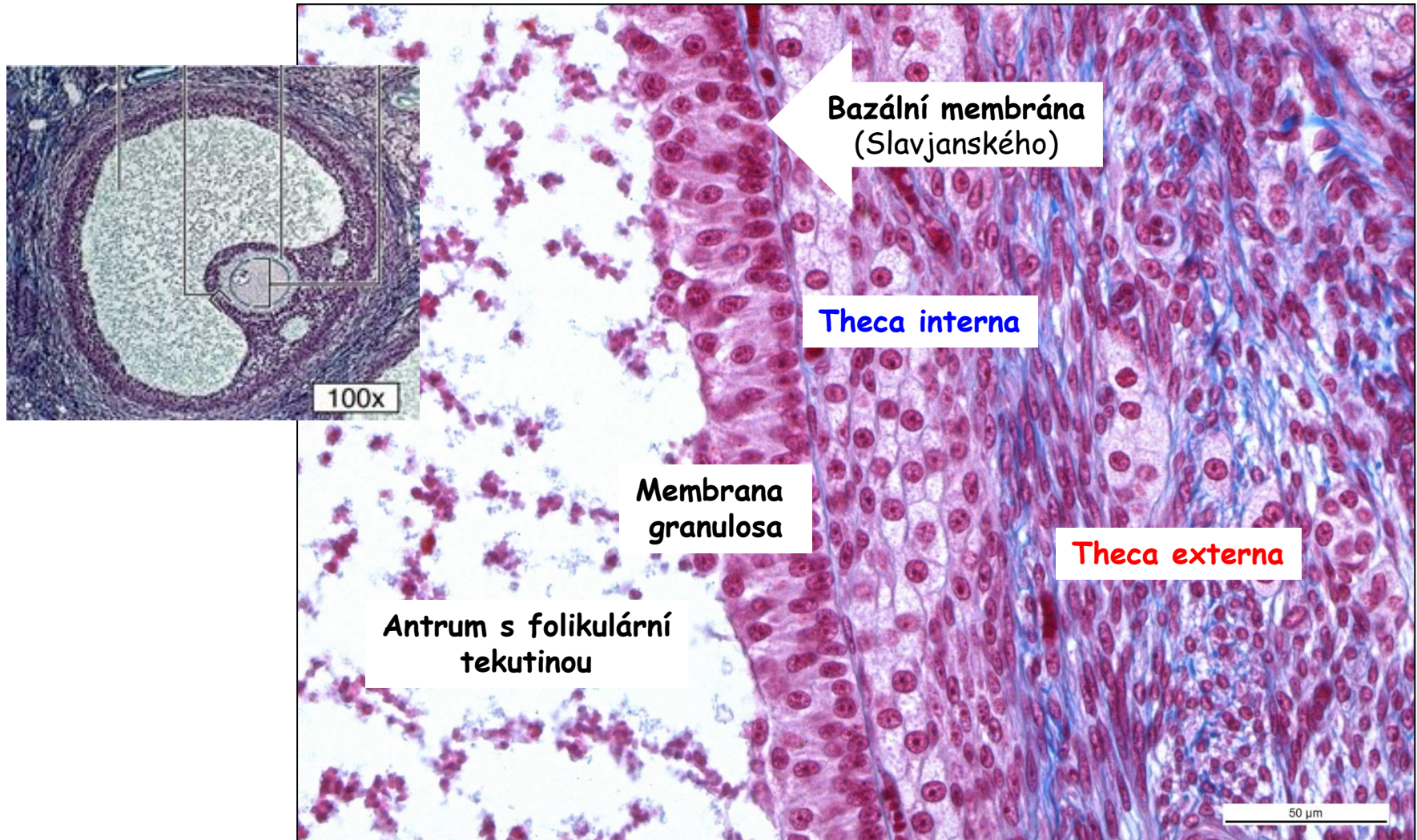


# Oogeneze - Terciární (Gráfův, preovulační) folikul





# Oogeneze - Stěna a okolí terciárního folikulu



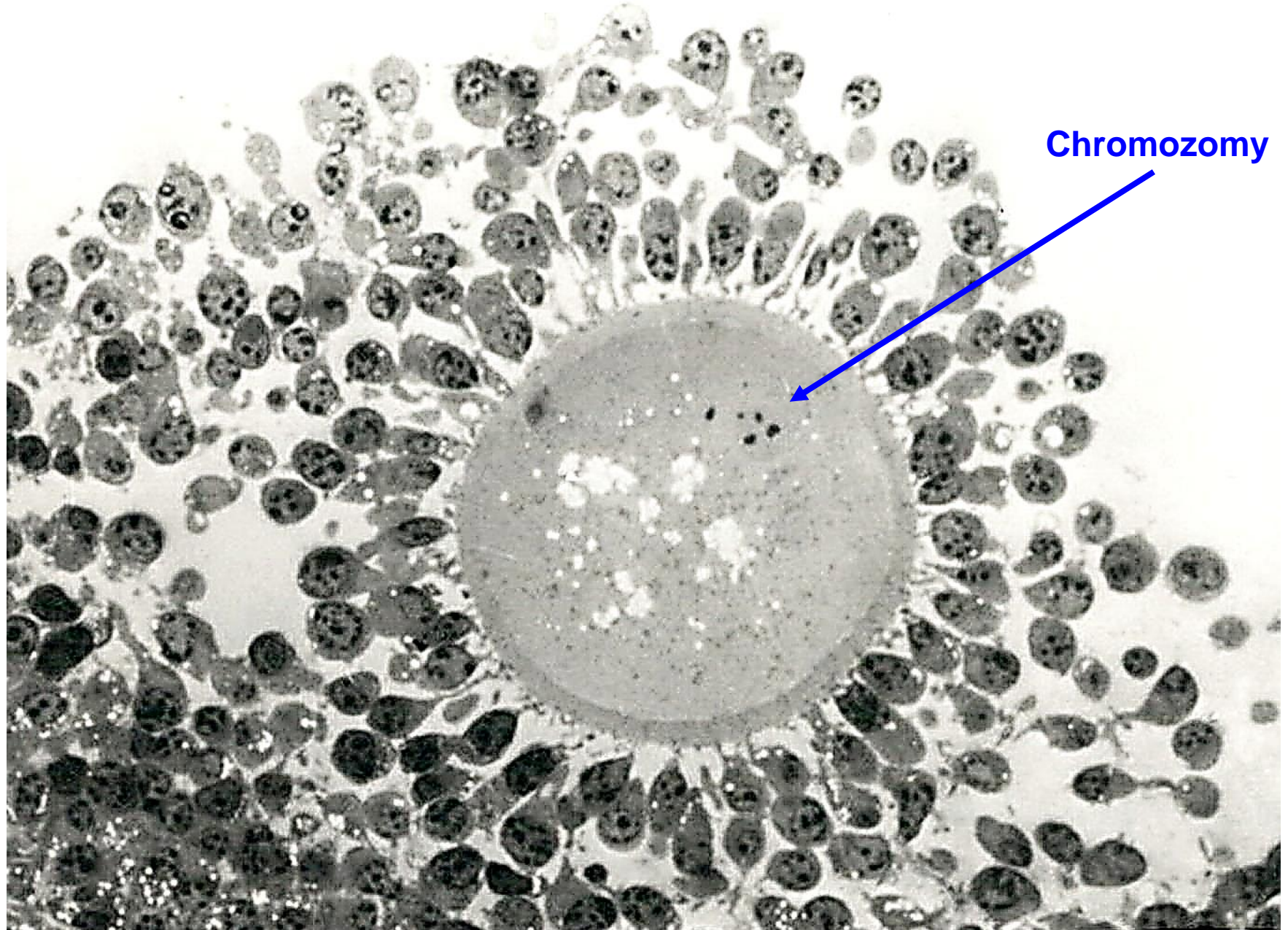
## Theca interna

- Vaskularizovaná
- Androstendion - granulózní buňky - estradiol

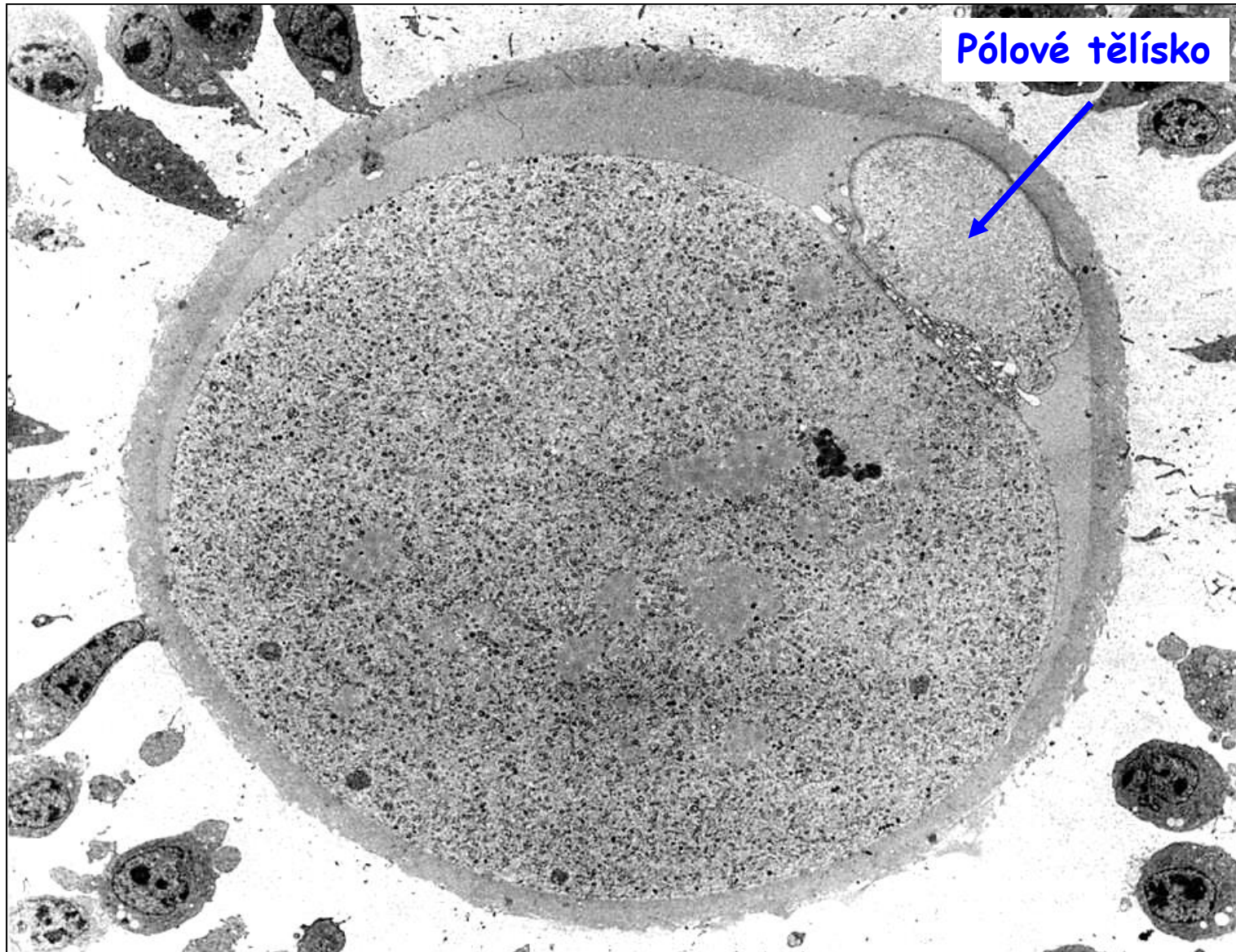
## Theca externa

- Fibrózní s hladkosval. b.

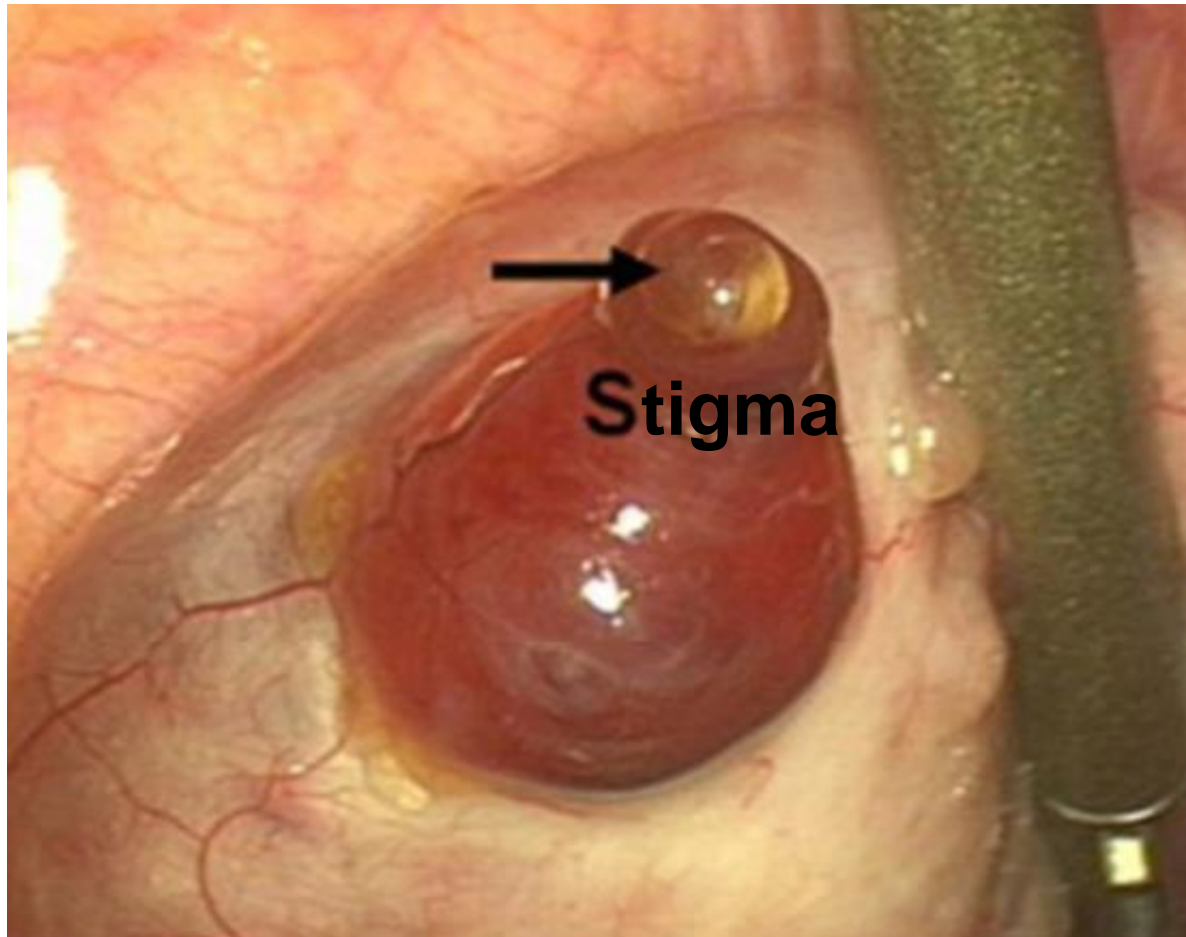
# Oogeneze - MI oocyt obklopený buňkami corona radiata



# Oogeneze- MII oocyt

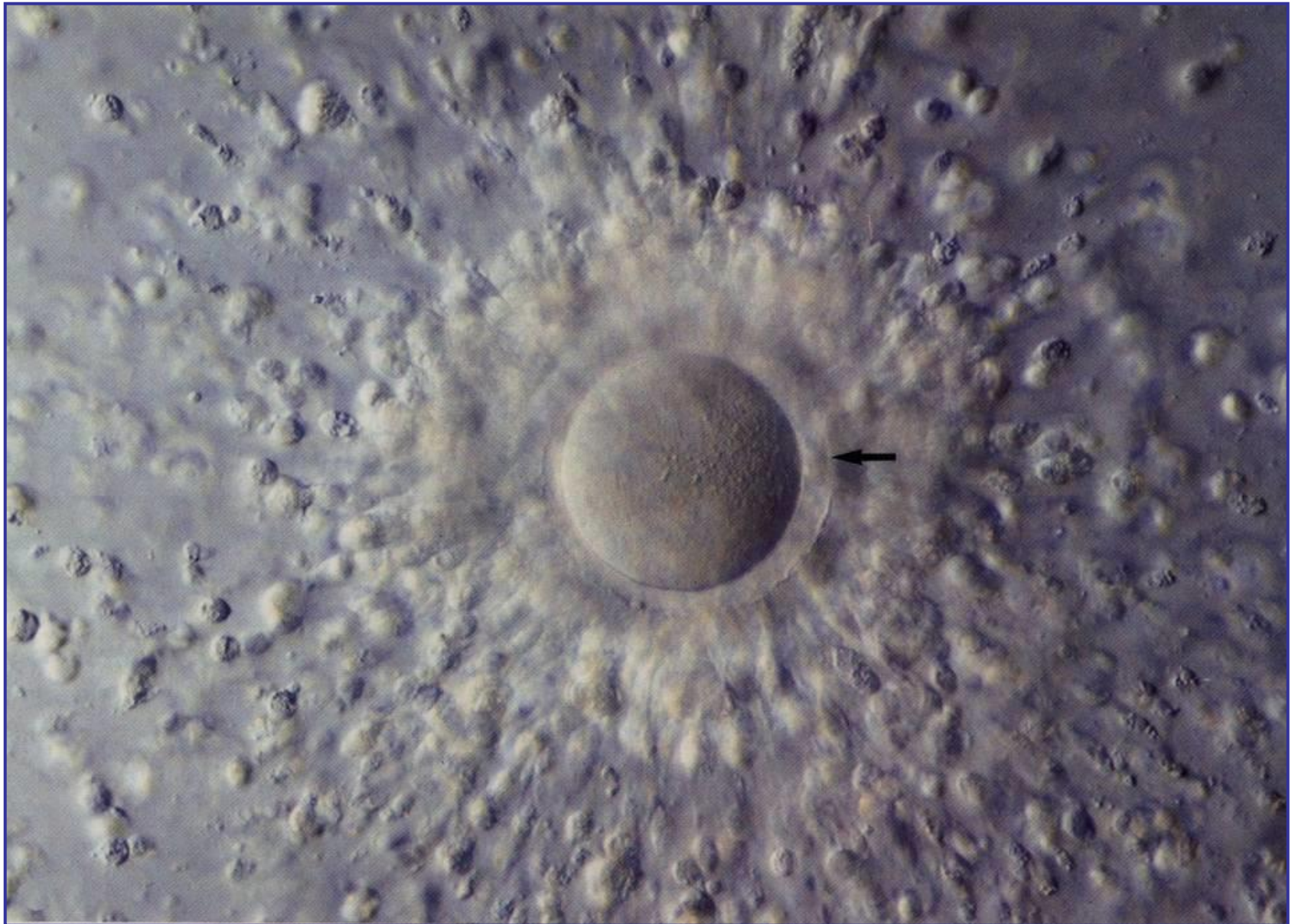


# Oogeneze - Ovulace

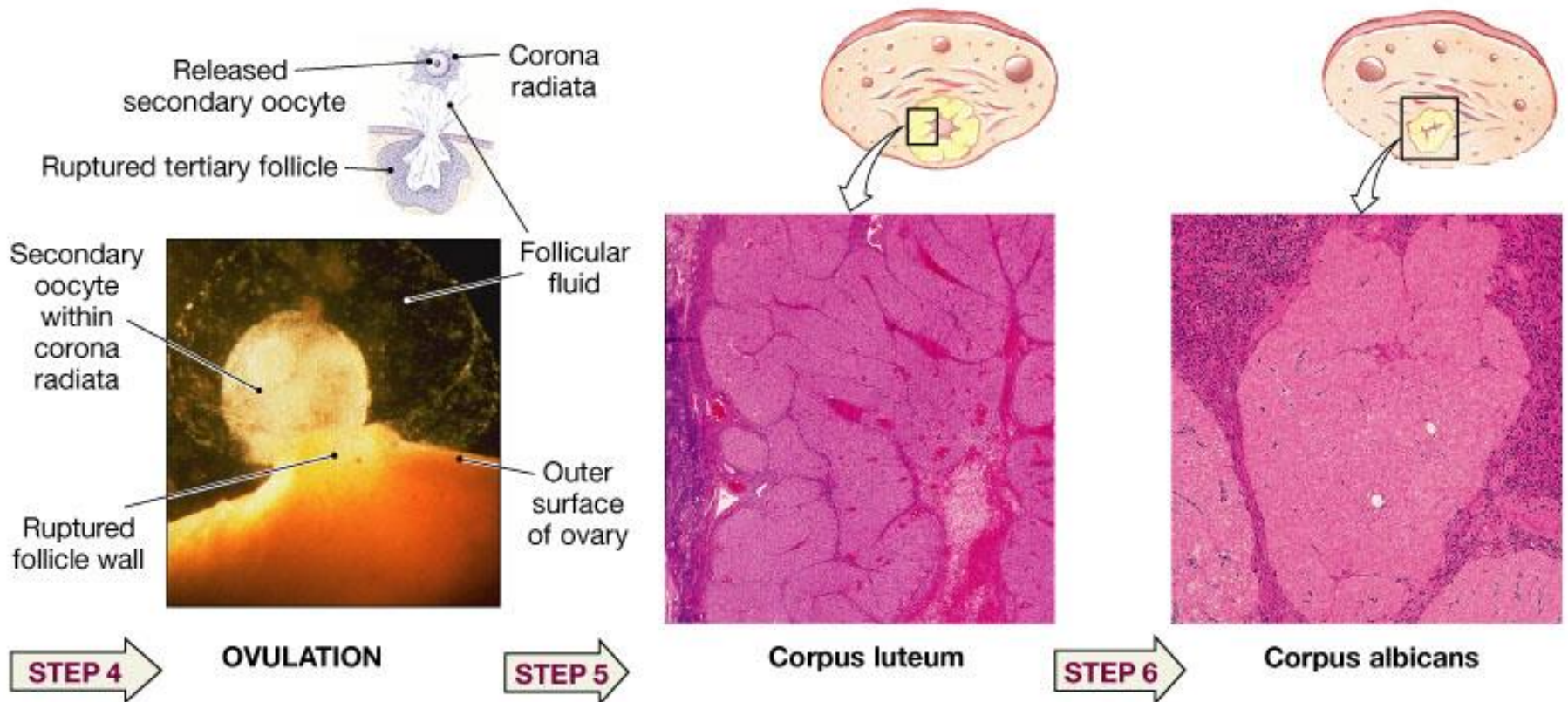


- iniciace zvýšenou hladinou LH
- ischemie v oblasti stigmatu
- kontrakce hladké svaloviny - theca f. externa

# Oogeneze - Ovulovaný oocyt



# Žluté tělísko = Corpus luteum 1



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

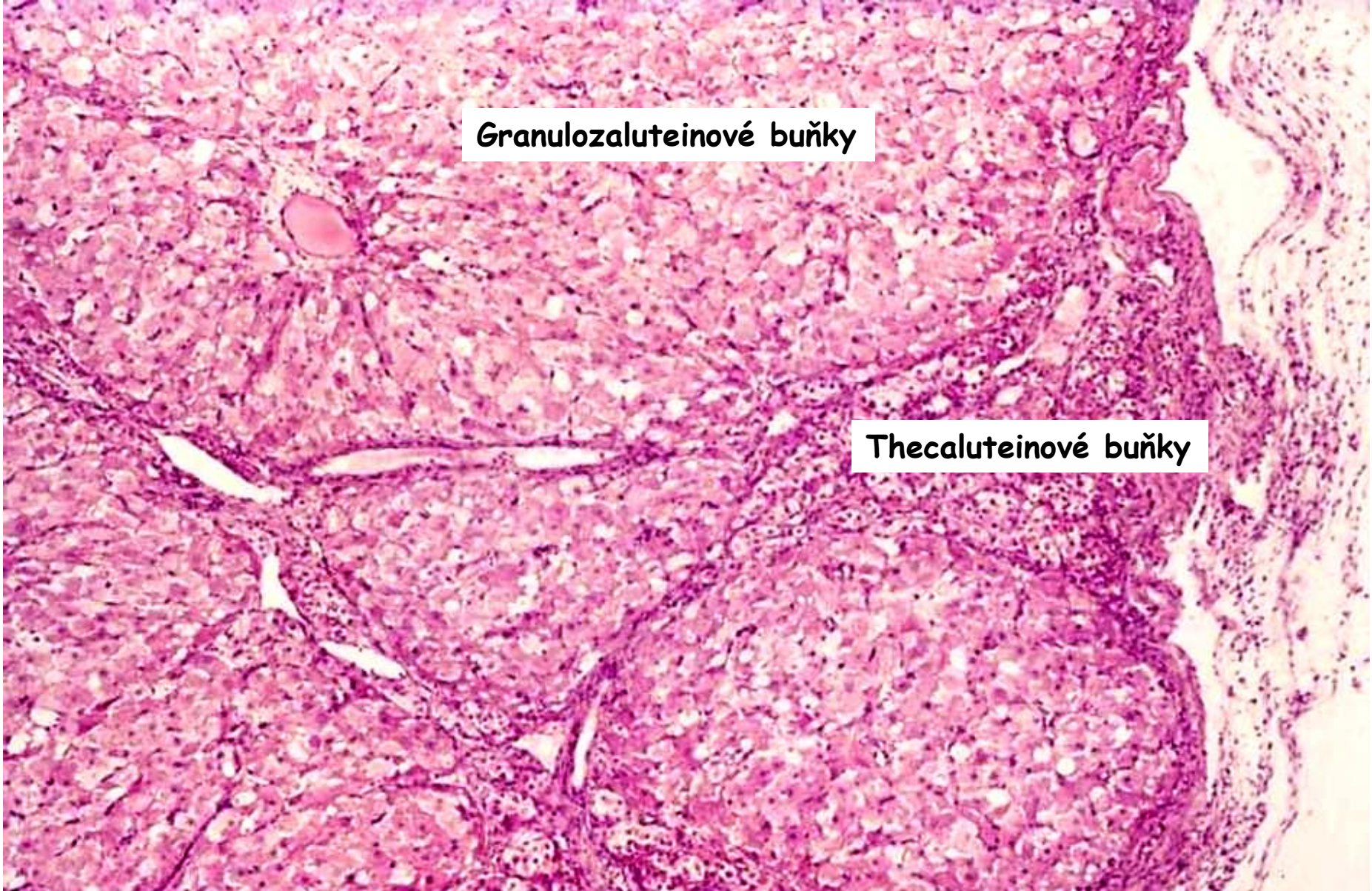
## Granulózní buňky - Granulozaluetinové b.

- velké (20-30  $\mu\text{m}$ )
- 80 % CL
- konvertují androstendion na progesteron a estradiol

## Theca interna - Thecaluteinové b.

- menší (10-15  $\mu\text{m}$ )
- vaskularizace - fenestrované kap.
- produkce steroidů

# Corpus luteum 2



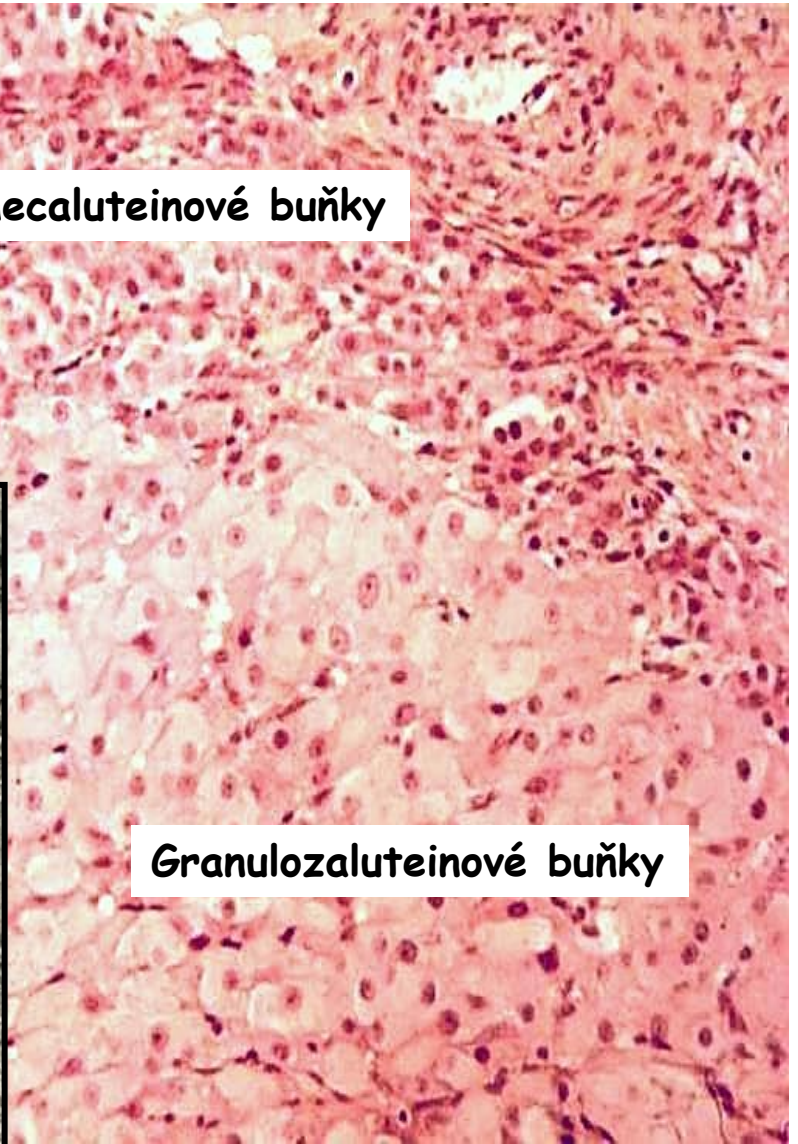
Granulozaluteinové buňky

Thecaluteinové buňky

# Corpus luteum 3



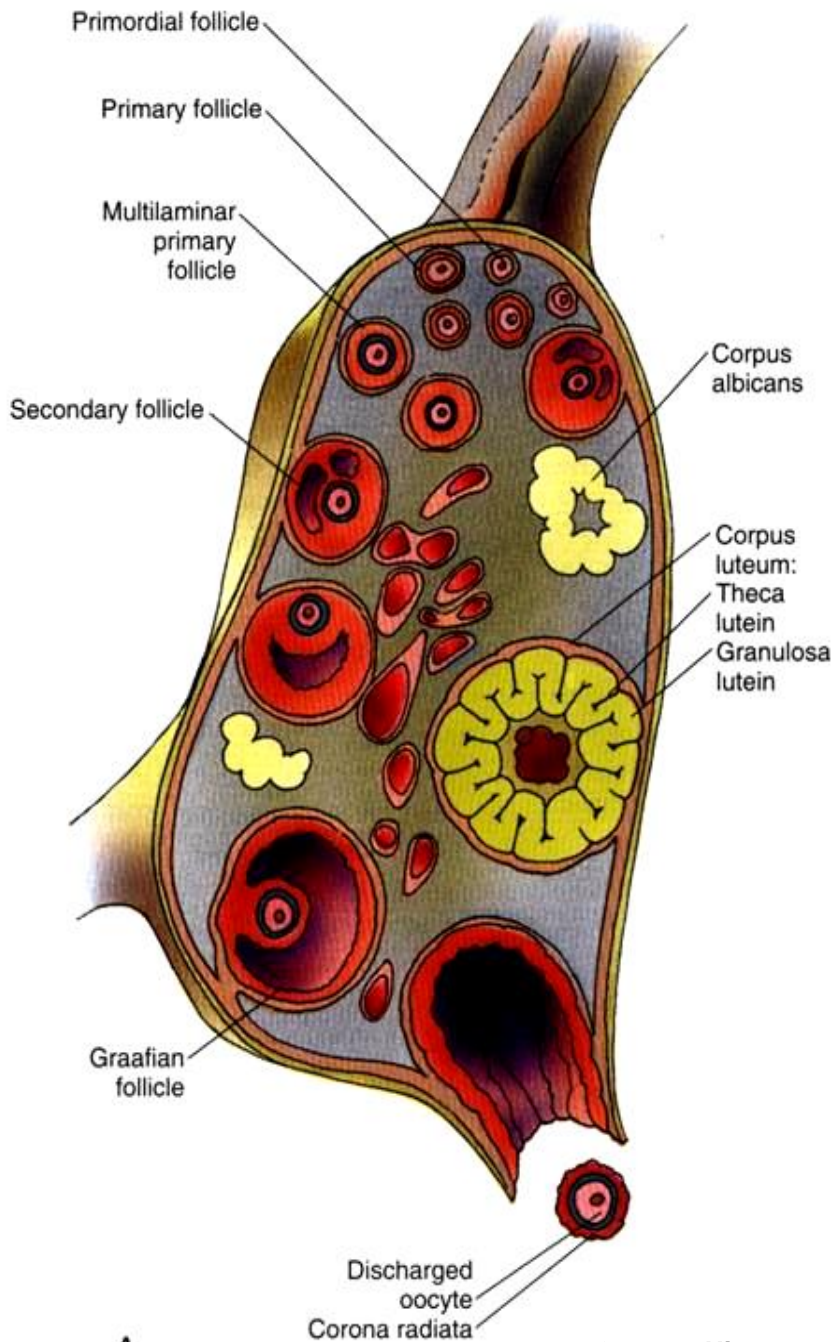
Thecaluteinové buňky



Granulozaluteinové buňky



# Corpus luteum 4



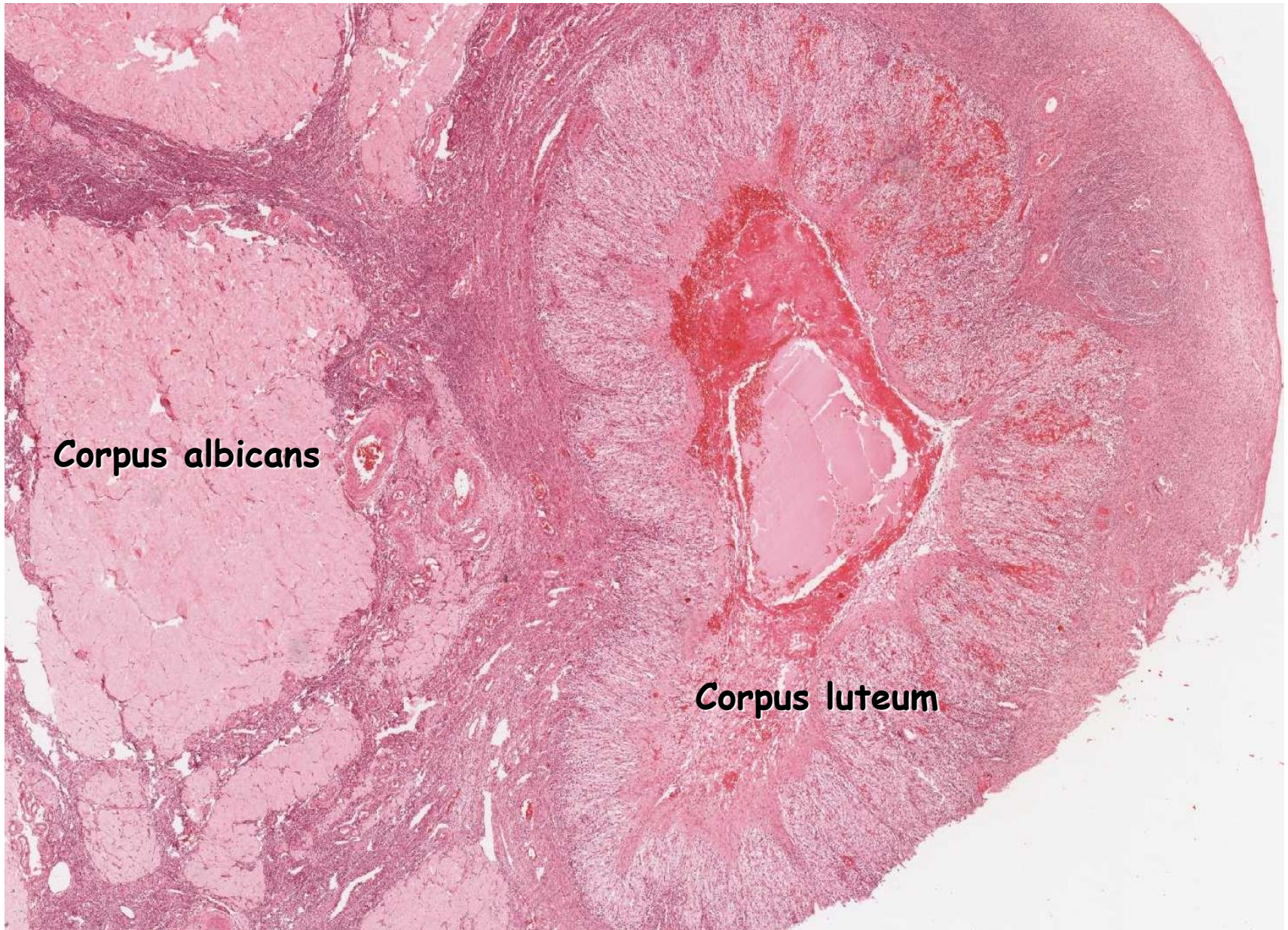
## CL graviditatis

- průměr 2 - 3 cm
- udržuje graviditu
- stimulováno choriovým gonadotropinem (HCG)
- maximální ve 2 měsících
- mění se v c. albicans v měsících 4-5

## CL menstruationis

- 10 - 12 dní
- mění se v c. albicans (husté vazivo - kolagen + fibroblasty)

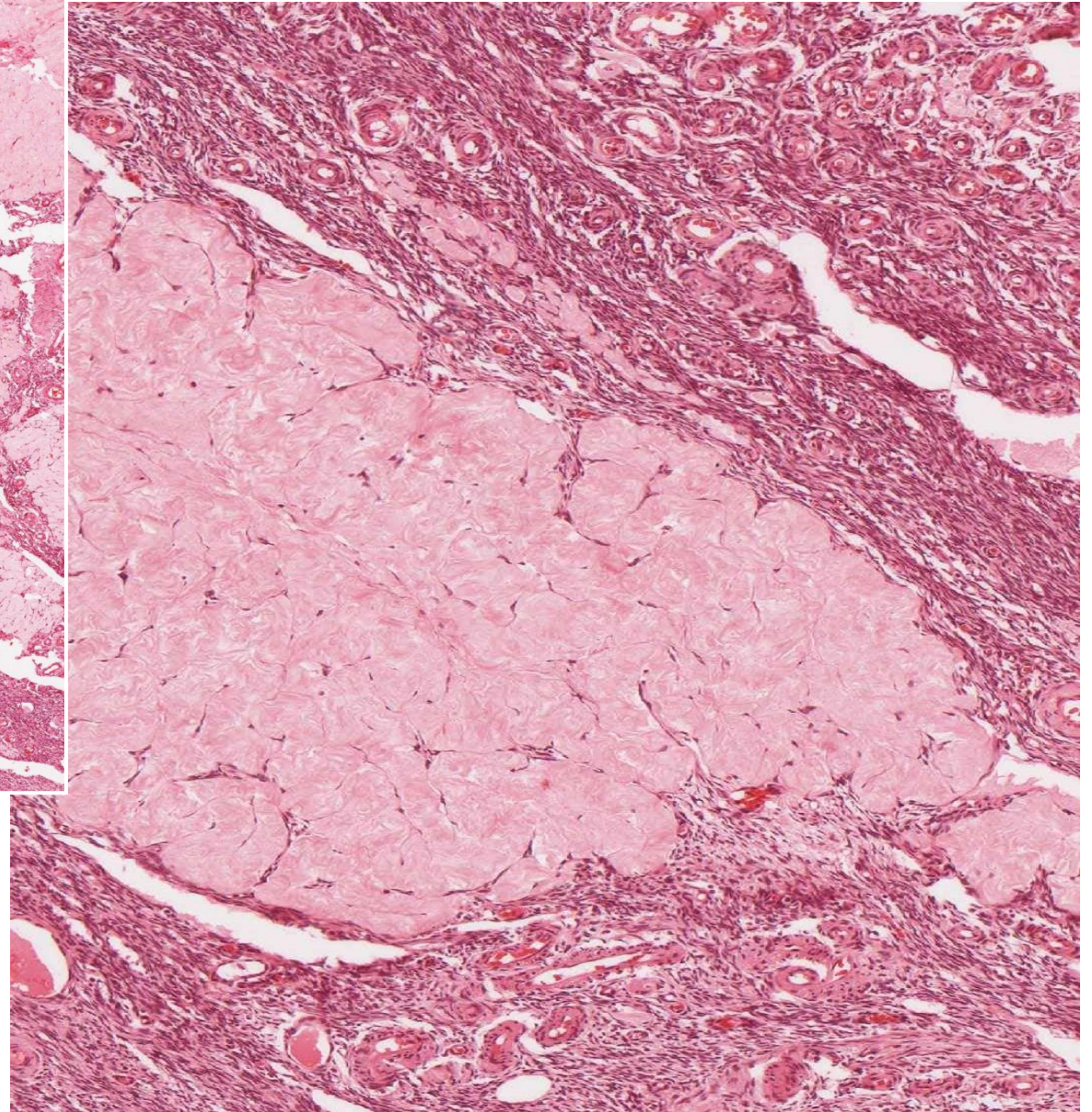
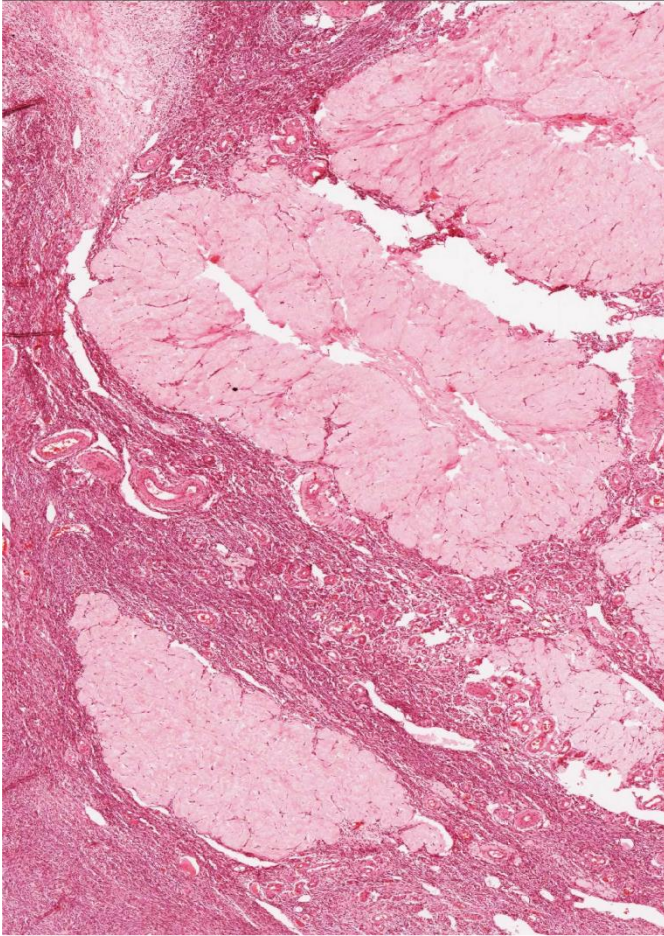
# Corpus luteum & albicans



**Corpus albicans**

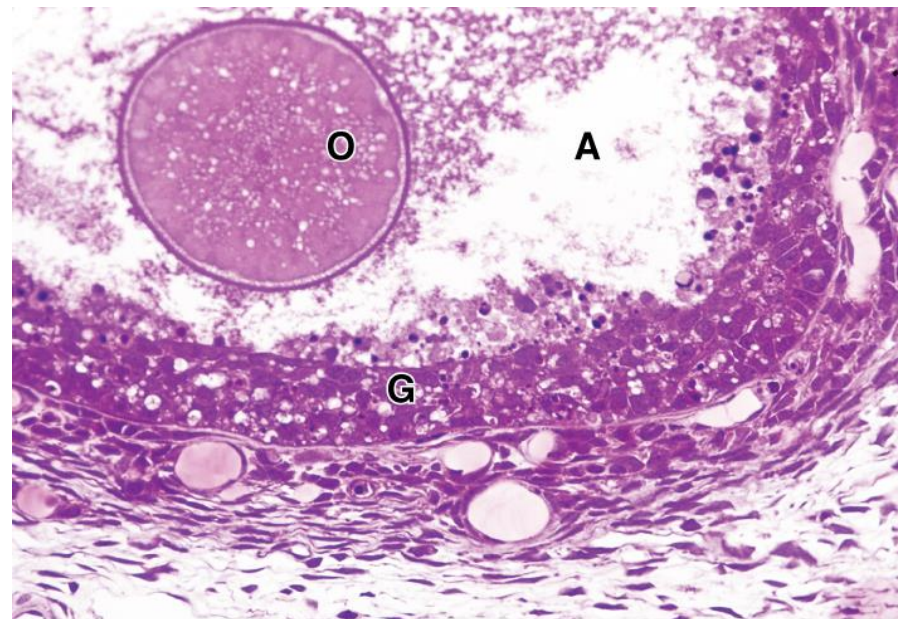
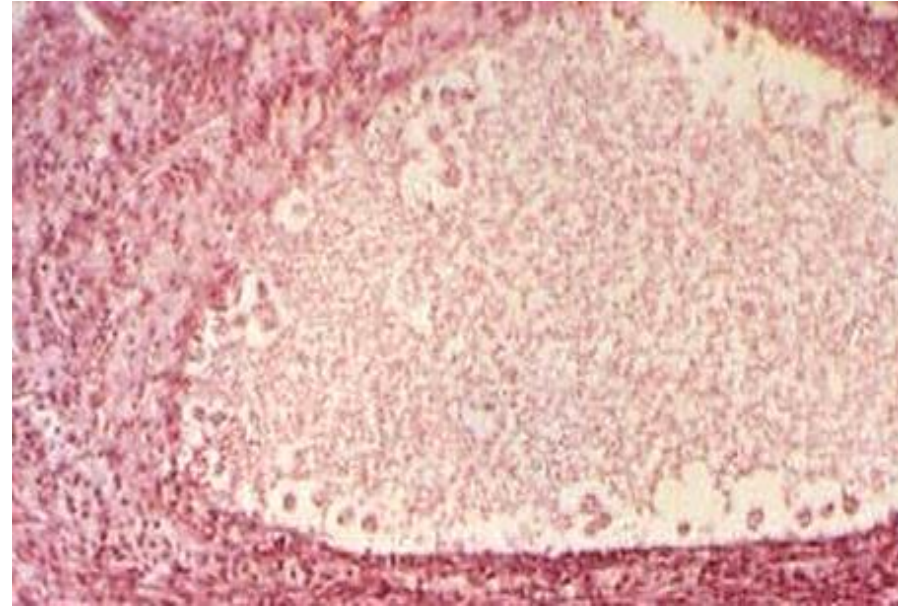
**Corpus luteum**

# Corpus albicans



# Atrezie folikulů

- folikuly ve všech stádiích
- apoptóza folikulárních buněk
- autolýza (autofagie) oocytů
- fagocytóza makrofágy
- nejdéle „přežívají“ zona pellucida a bazální lamina



# Ovariální cyklus - 28 dní

## Preovulační fáze

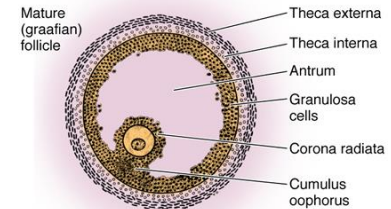
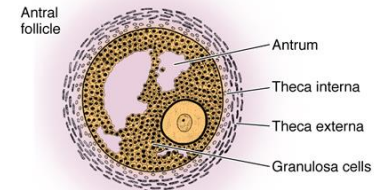
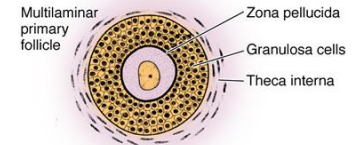
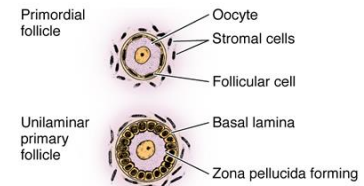
- dny 1 až 14
- růst a zrání folikulů
- produkce steroidních hormonů

## Ovulace

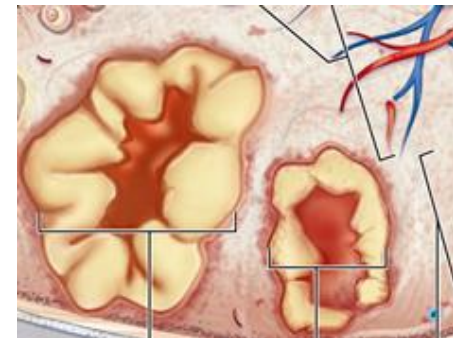
- den 15

## Postovulační fáze

- dny 16 až 28
- corpus luteum
- produkce progesteronu

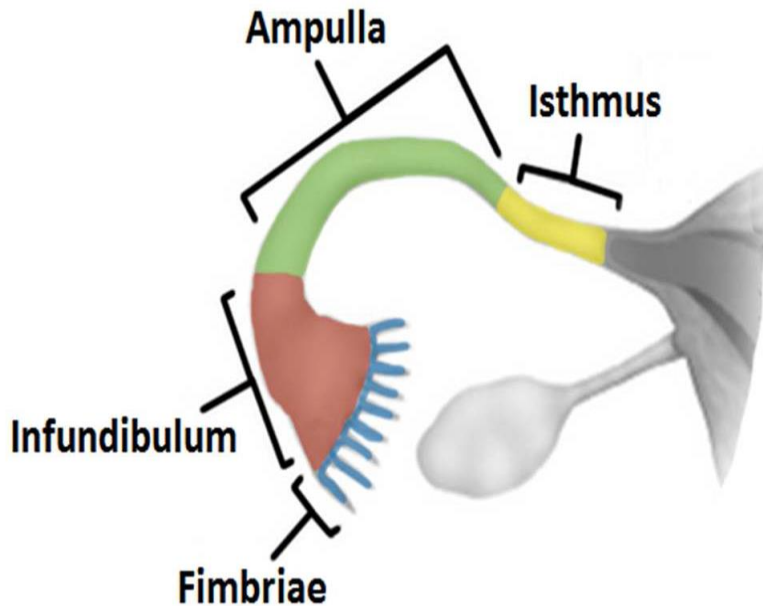


Mescher, 2010

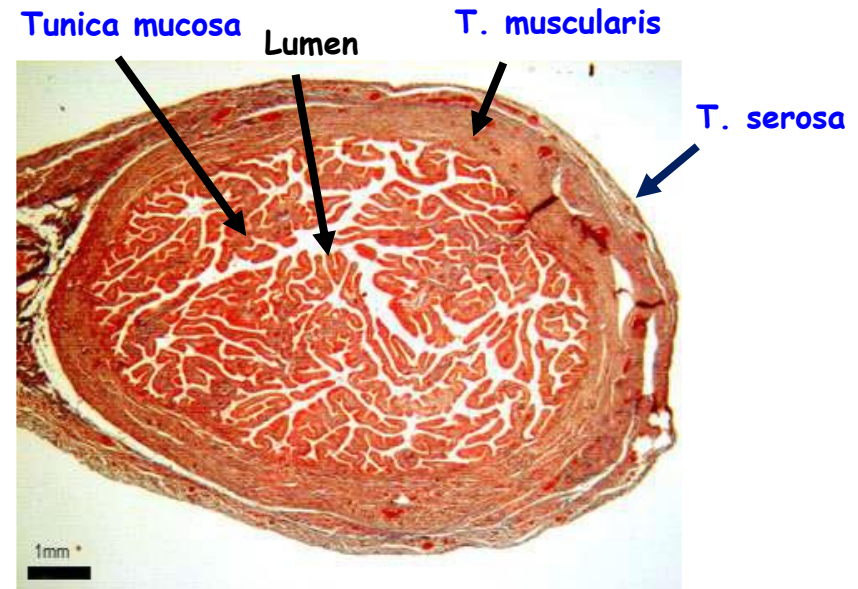


# Vejcovod = Ovidukt = Tuba uterina

- spojuje vaječník s dělohou
- délka 12 až 15 cm x 0.7 až 5 cm průměr
- místo oplození a časného embryonálního vývoje

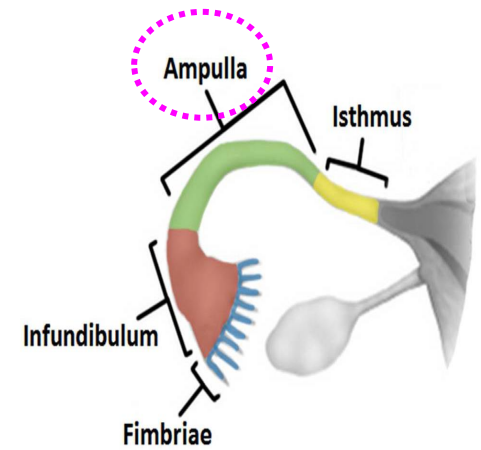
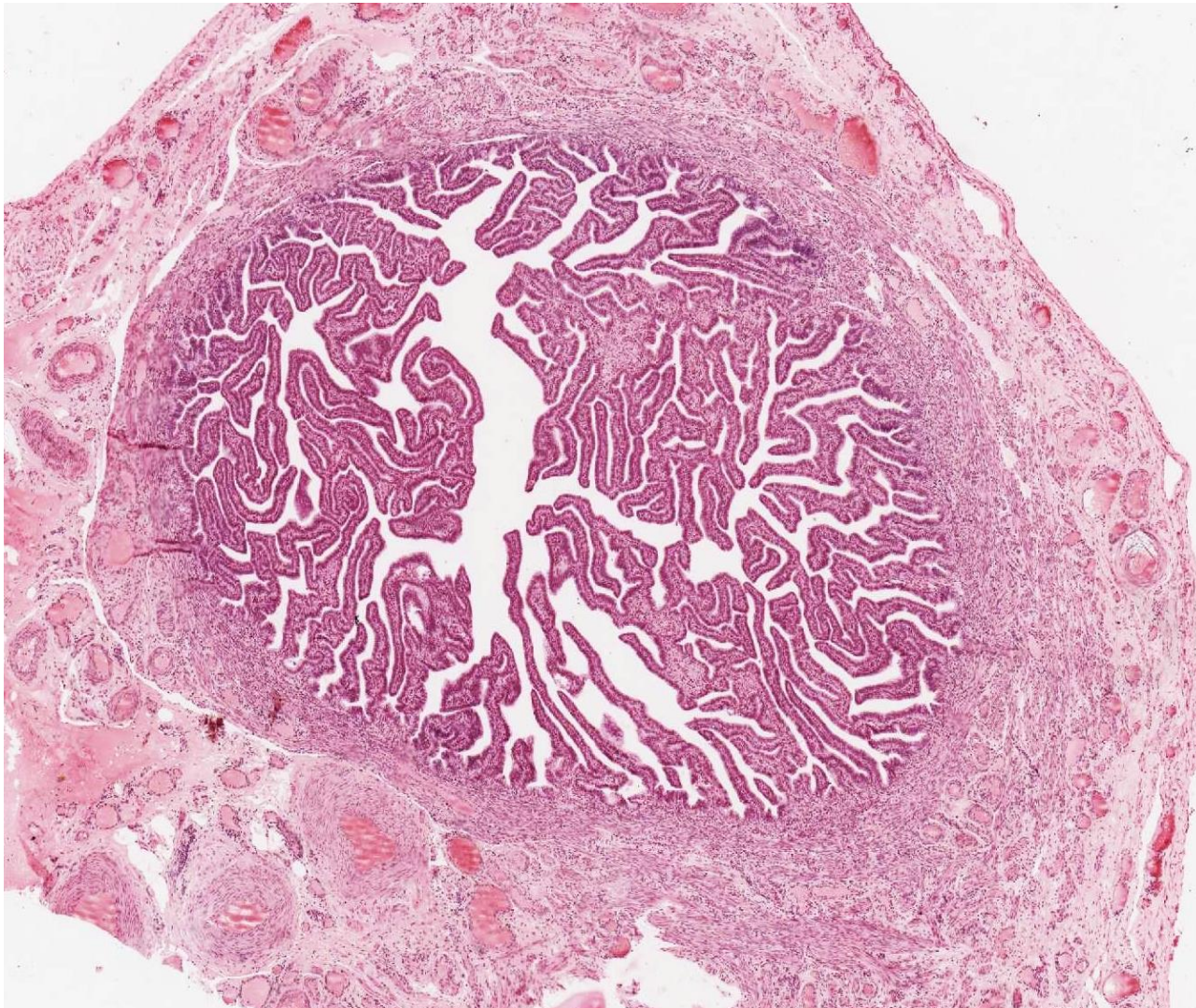


Teachmeanatomy.info



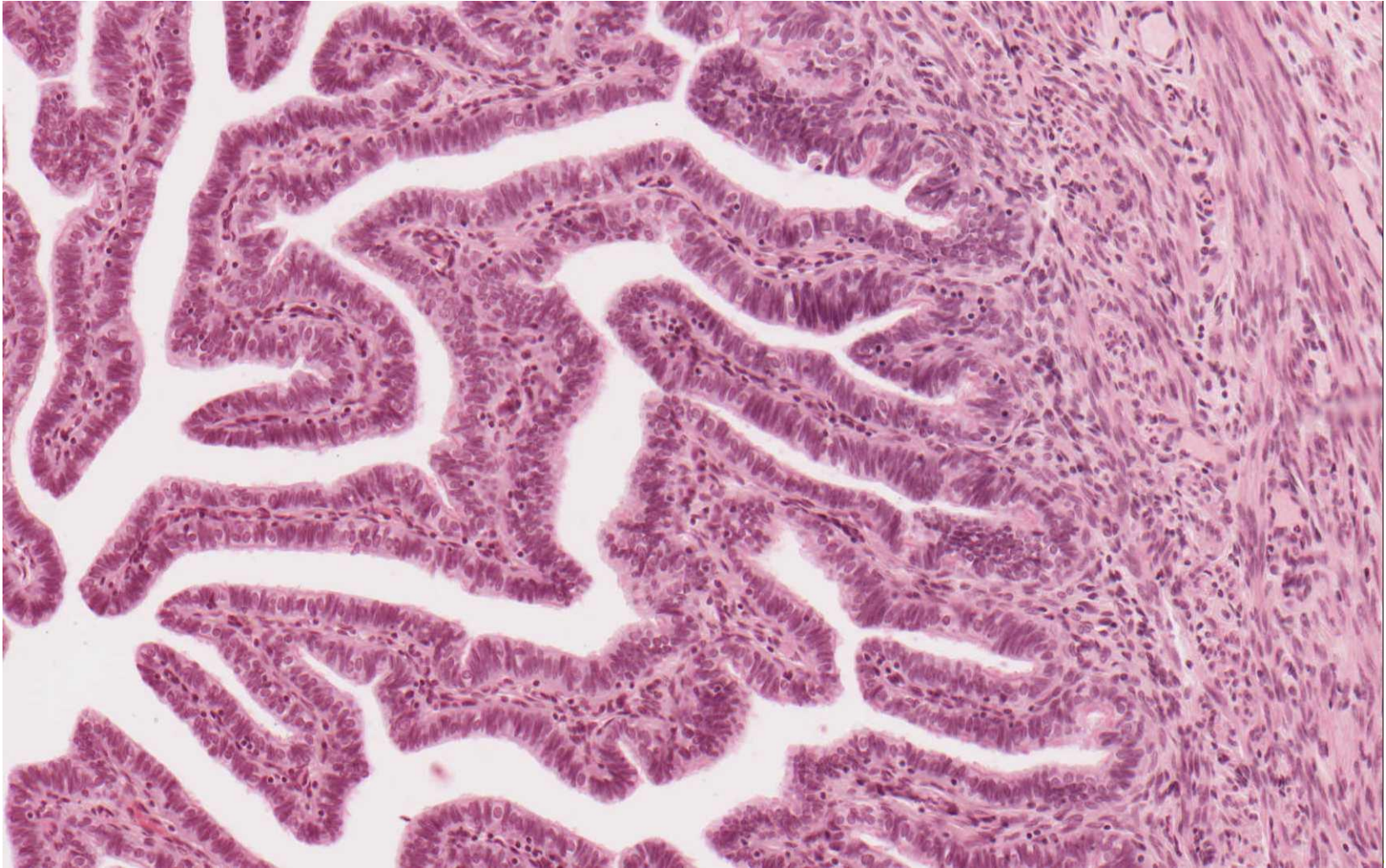
University of Leeds Histology, histology.leeds.ac.uk

# Vejcovod - Ampula



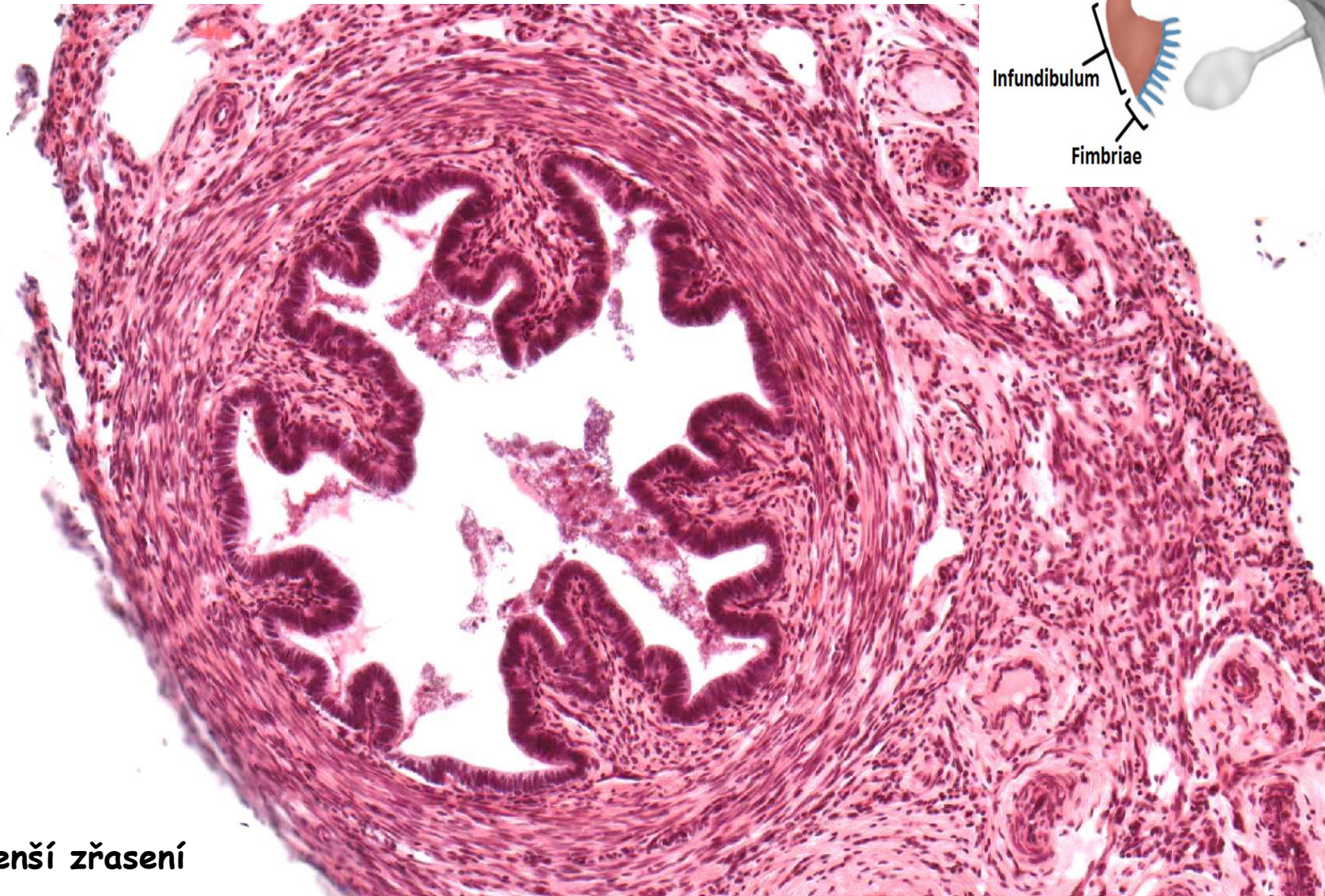
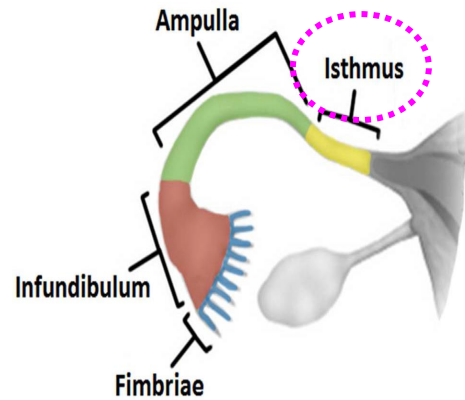
- **velmi zřasená sliznice**
- **podélné řasy**
- **labyrint**

# Vejcovod - Ampula



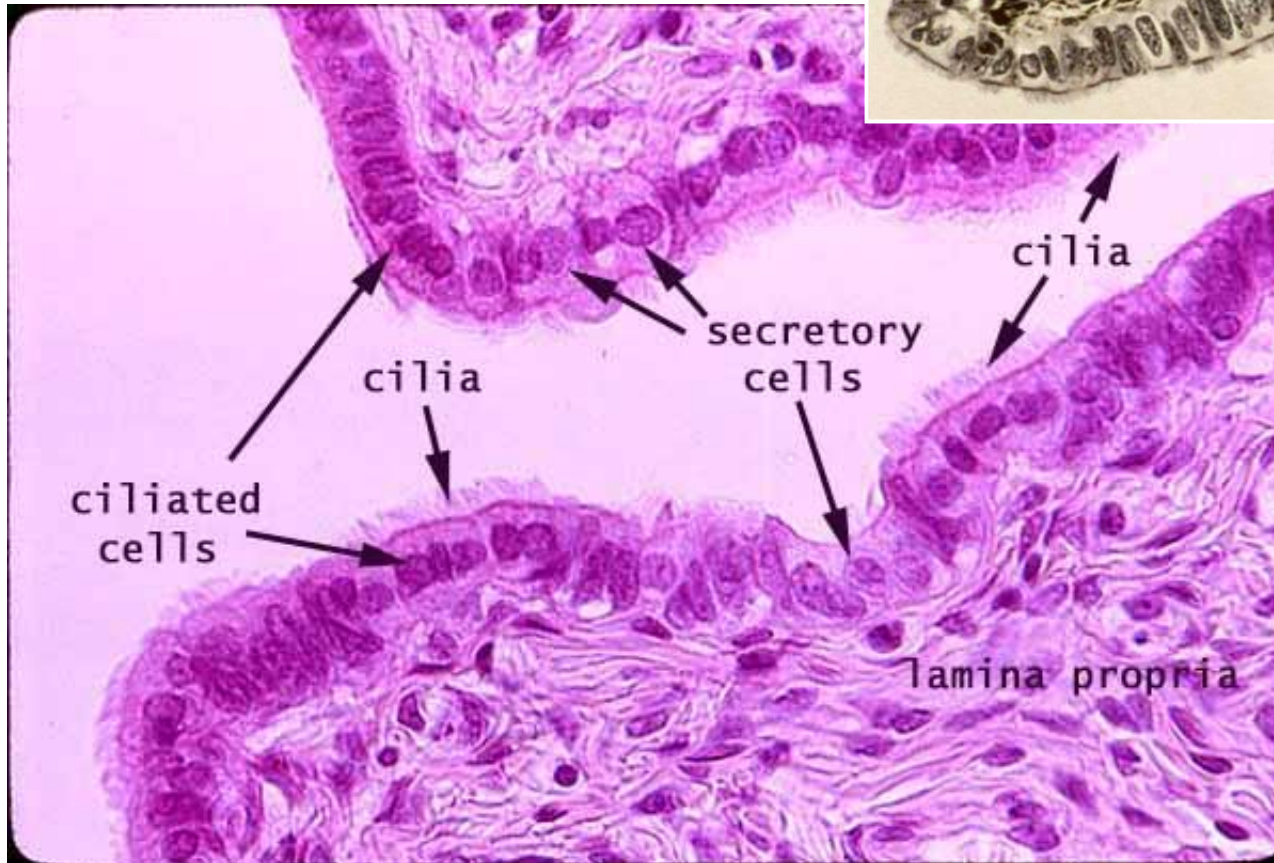
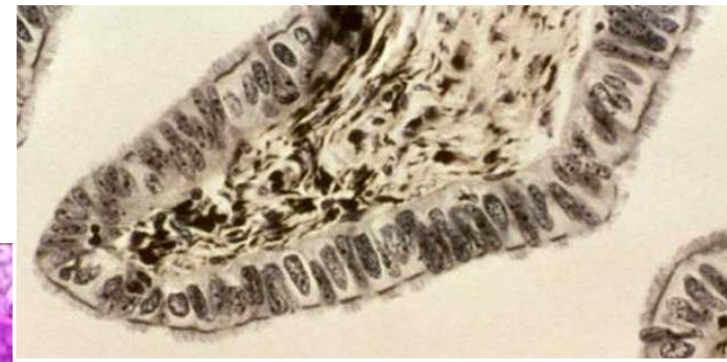


# Vejcovod - Isthmus



- menší zřasení

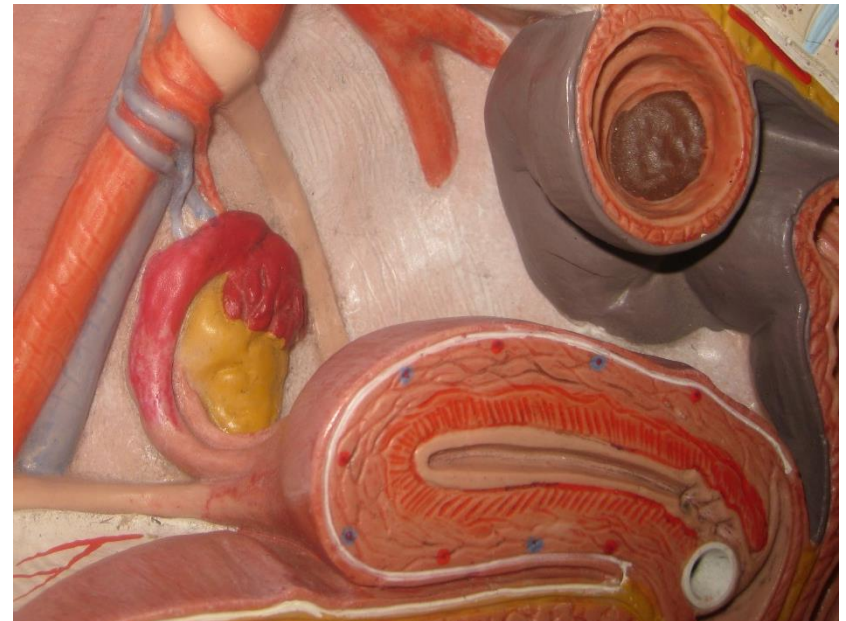
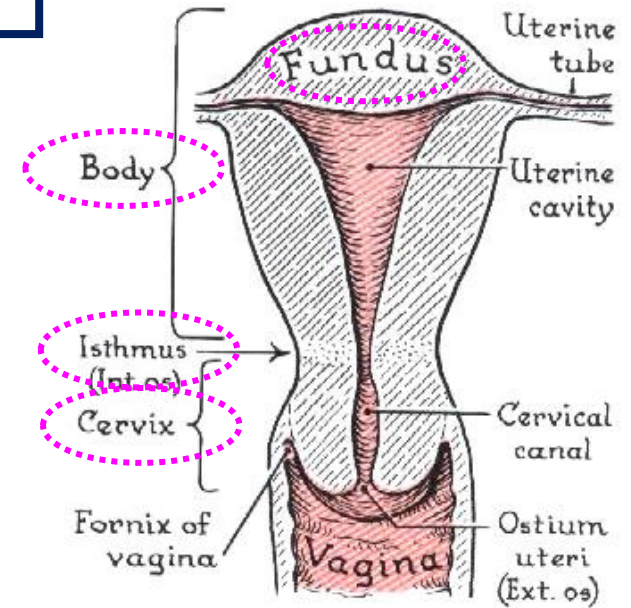
# Vejcovod



## Tunica mucosa

- *lamina epithelialis* - jednovrstevný cylindrický epitel
  - 1.) **ŘASINKOVÉ BUŇKY** - mechanický posun vajíčka a embrya
  - 2.) **SEKREČNÍ BUŇKY (PEG)** - produkují výživné látky
- *lamina propria* - řídká pojivová tkáň (značně vaskularizována)

# Děloha = Uterus 1

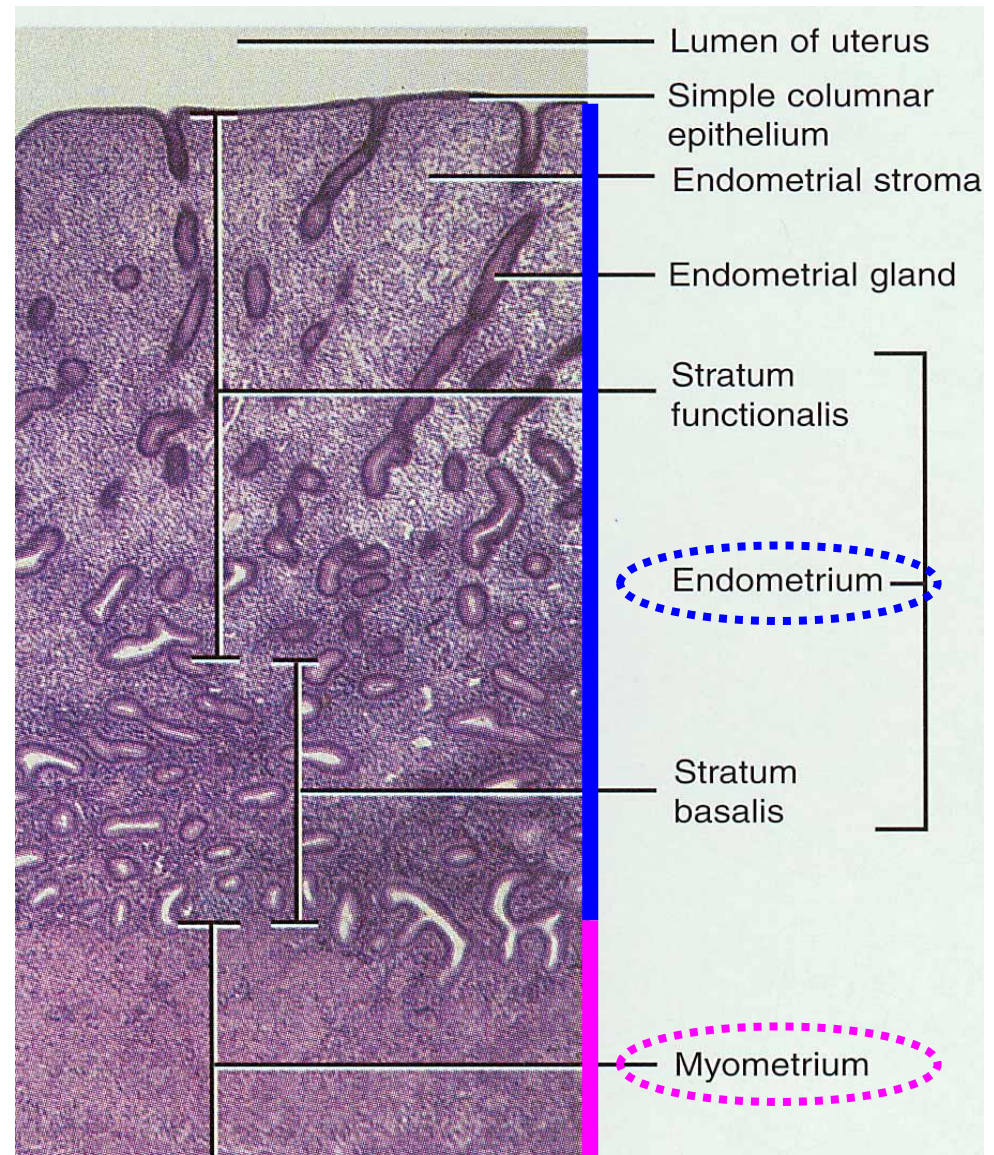


- **Mechanical protection and nutritional support to developing embryo**
- **Bends anteriorly (anteflexion)**
- **Stabilized by broad, uterosacral, round, and lateral ligaments**

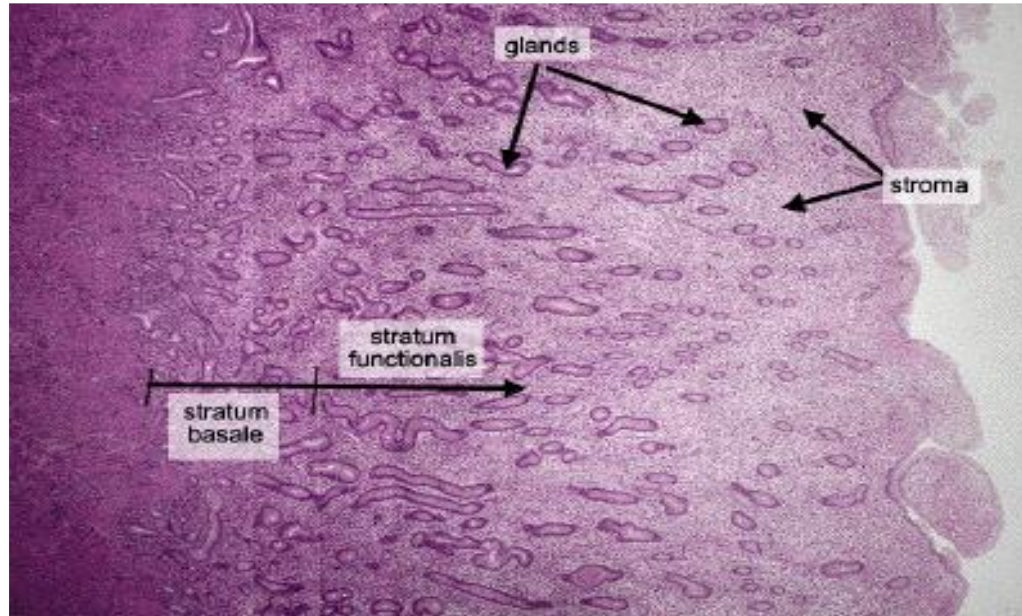
# Uterus 2

Uterine wall ~ 1.5 - 2 cm

1. Endometrium - *T. Mucosa*
2. Myometrium - *T. muscularis*
3. Perimetrium - *T. Serosa*



# Uterus - Endometrium 1



Dartmouth Medical School, Virtual Histology  
<http://www.dartmouth.edu/~anatomy/Histo>

- *lamina epithelialis* + *lamina propria*
- epitel - **jednovrstevný cylindrický** - **sekreční a řasinkové** buňky
- lamina propria - **řídke pojivo** s mnoha **fibroblasty**, + **hojná základní amorfnní hmota** → **děložní žlázy** - **jednoduché tubulární žlázy** (jednovrstvý cylindrický epitel))

## 1. **Stratum functionalis** (~ 5 mm)

- podléhá dramatickým změnám - menstruační cyklus (řízen hormony)
- zaniká během menstruace!

## 2. **Stratum basale** (~ 1 mm)

- minimální změny během menstruačního cyklu
- zůstává zachováno během menstruace !
- zdroj buněk pro obnovu stratum functionalis !

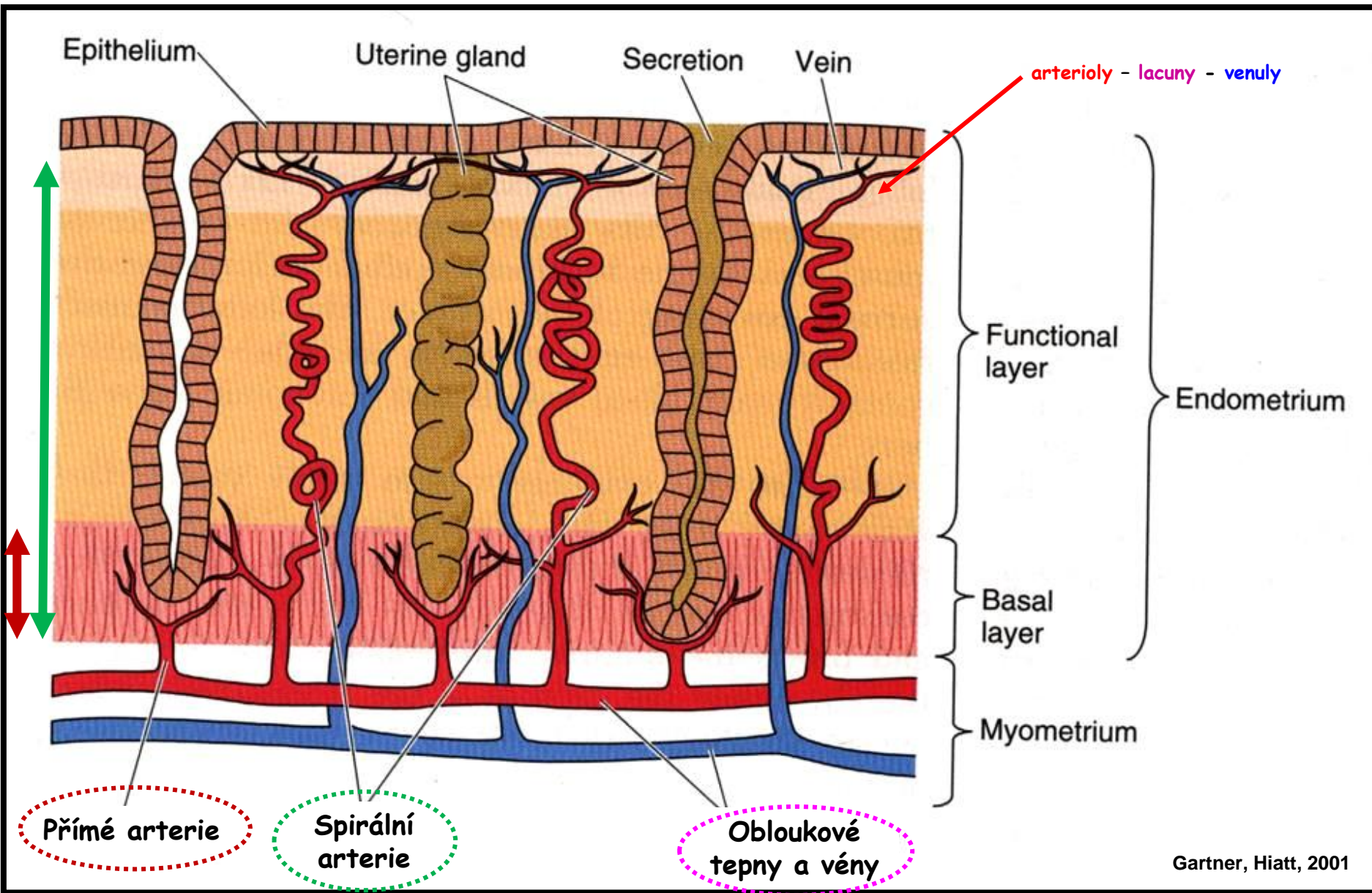
## Uterus - Endometrium 2

Jednovrstevný  
cylindrický epitel

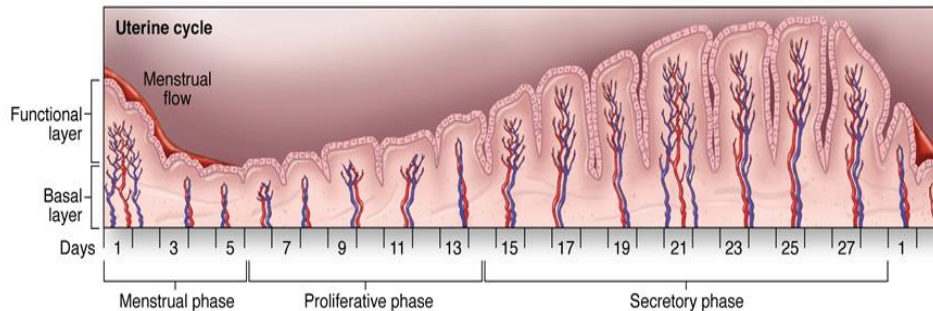
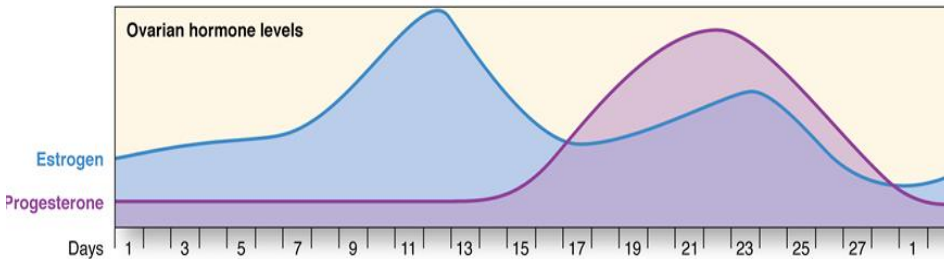
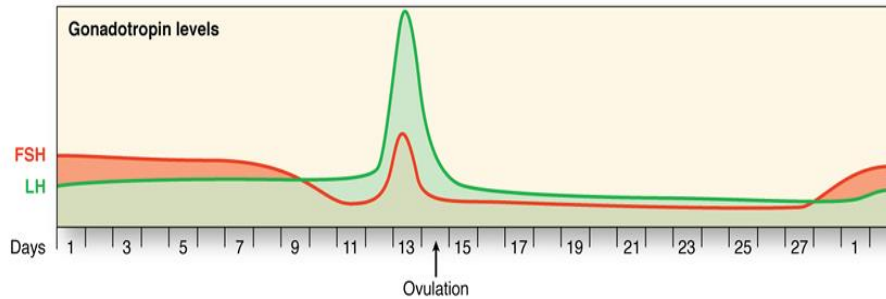
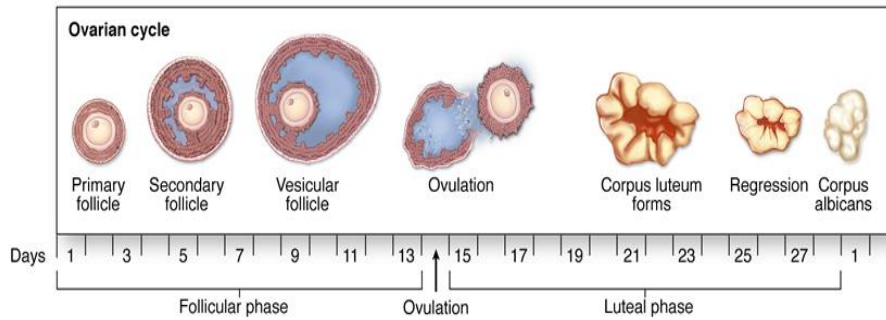
Endometriální  
žlázky



# Uterus - Endometrium - Cévní zásobení



# Uterus - Menstruační cyklus (28 dní)



**Menstruační fáze (1. - 4. den)**

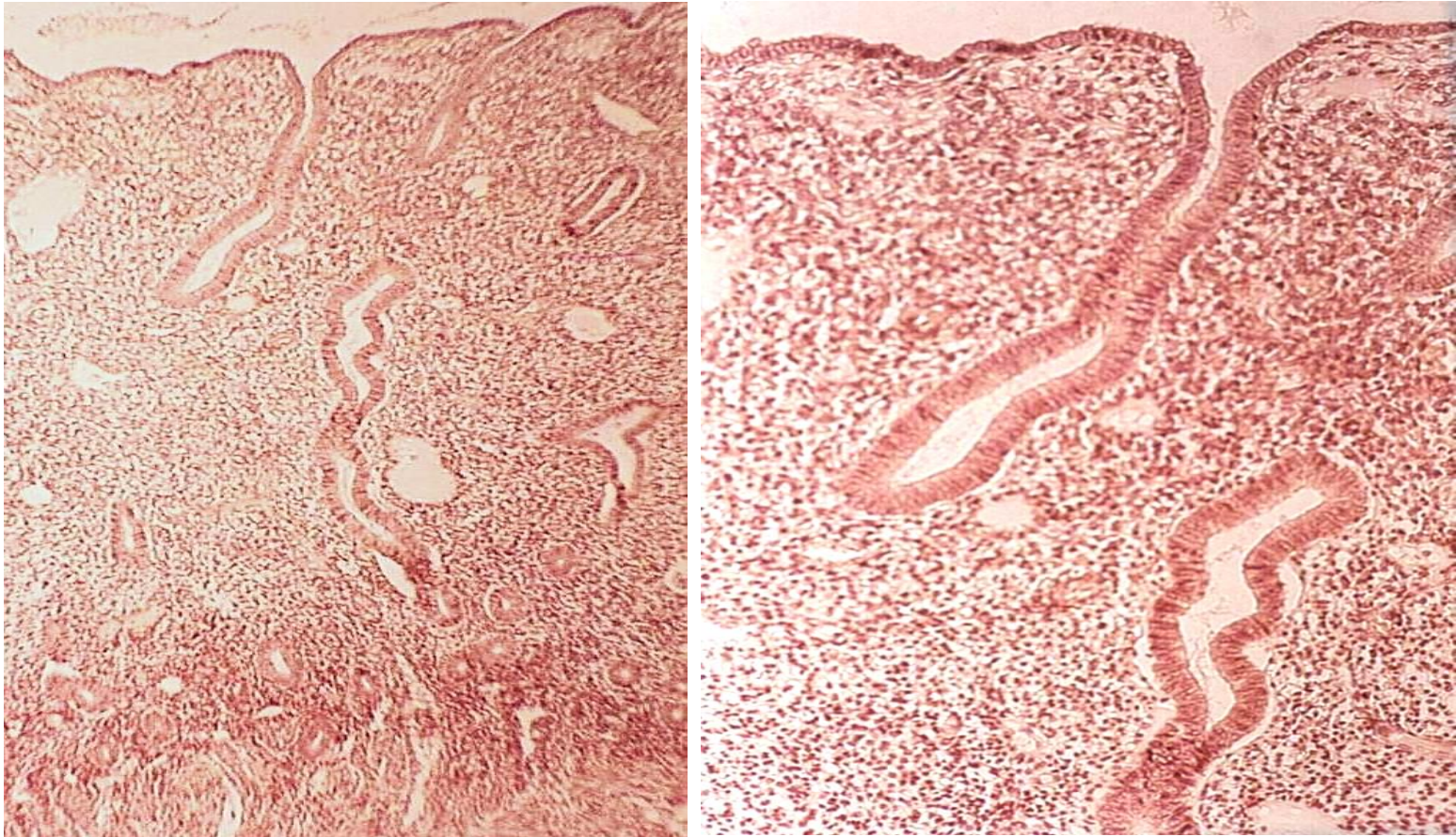
**Proliferační fáze (5. - 15. den)**  
(řízena estrogyeny)

**Sekreční fáze (16. - 27. den)**  
(řízena progesteronem)

**Ischemická fáze (28. den)**

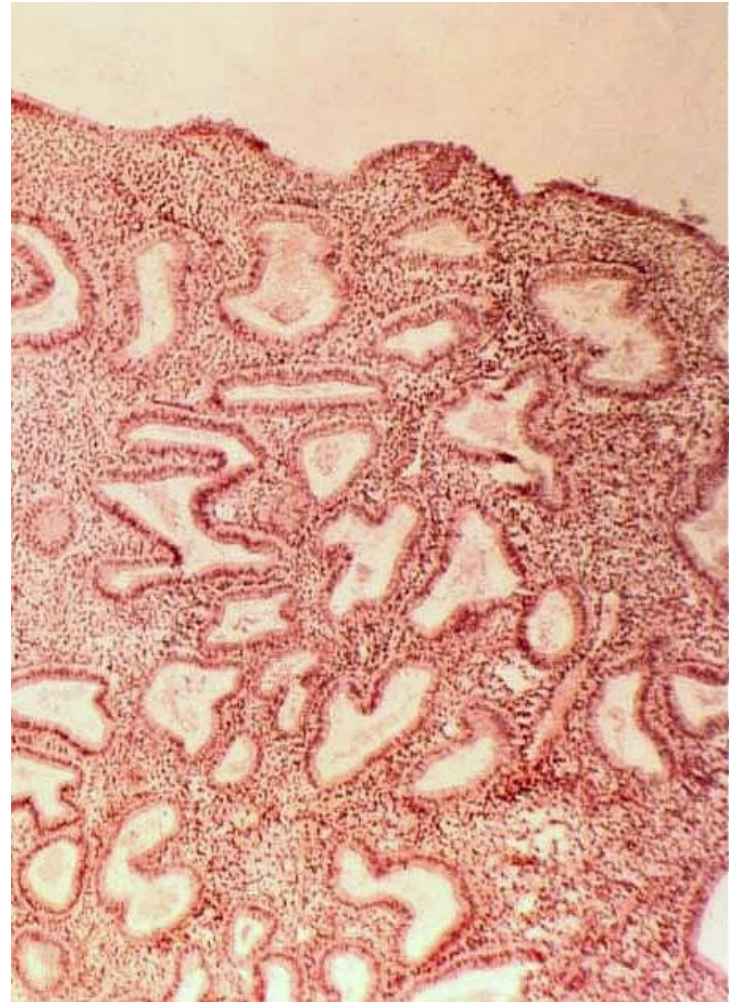
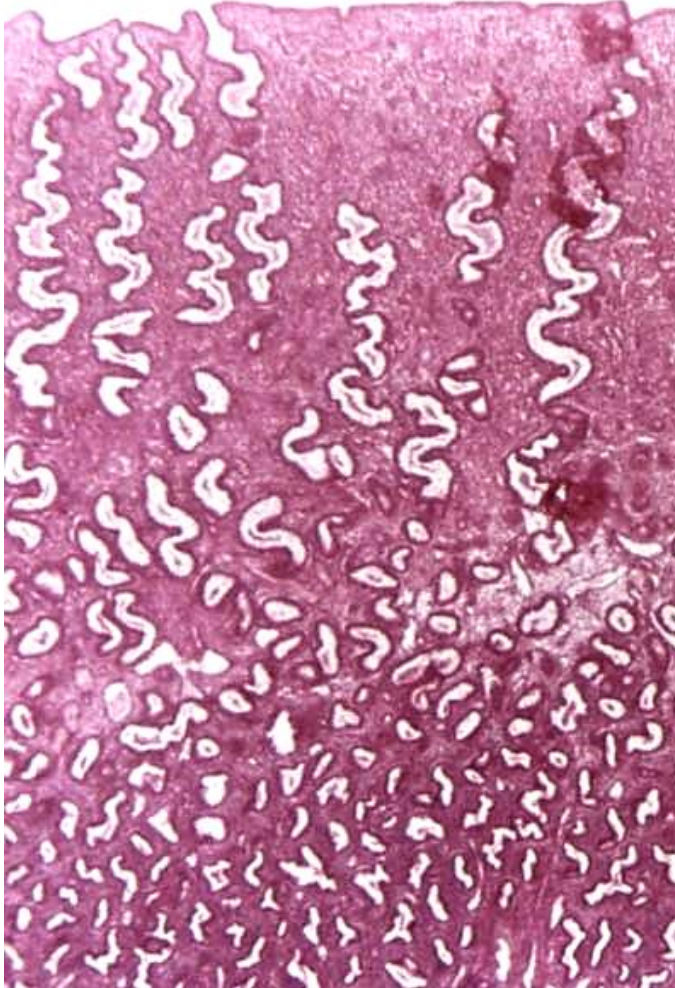


# Endometrium - Proliferační fáze



- **estrogeny z vyvíjejících se folikulů**
- **novotvorba stratum functionalis**
- **dlouhé a přímé endometriální žlázy - nefunkční**

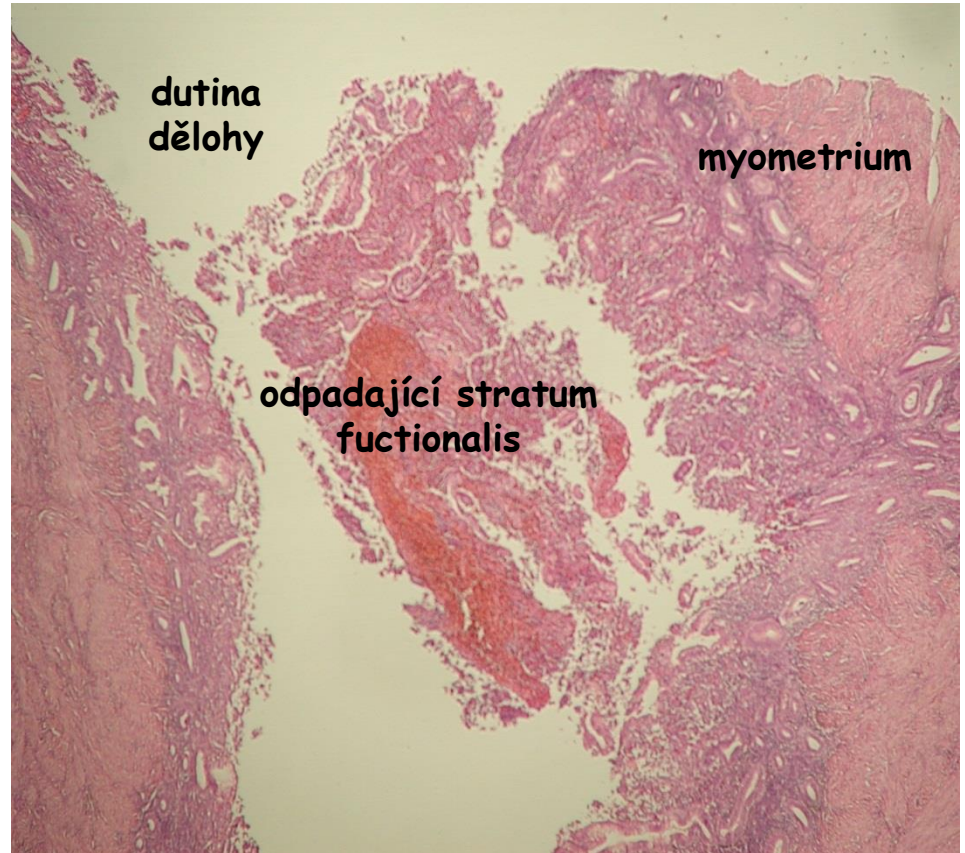
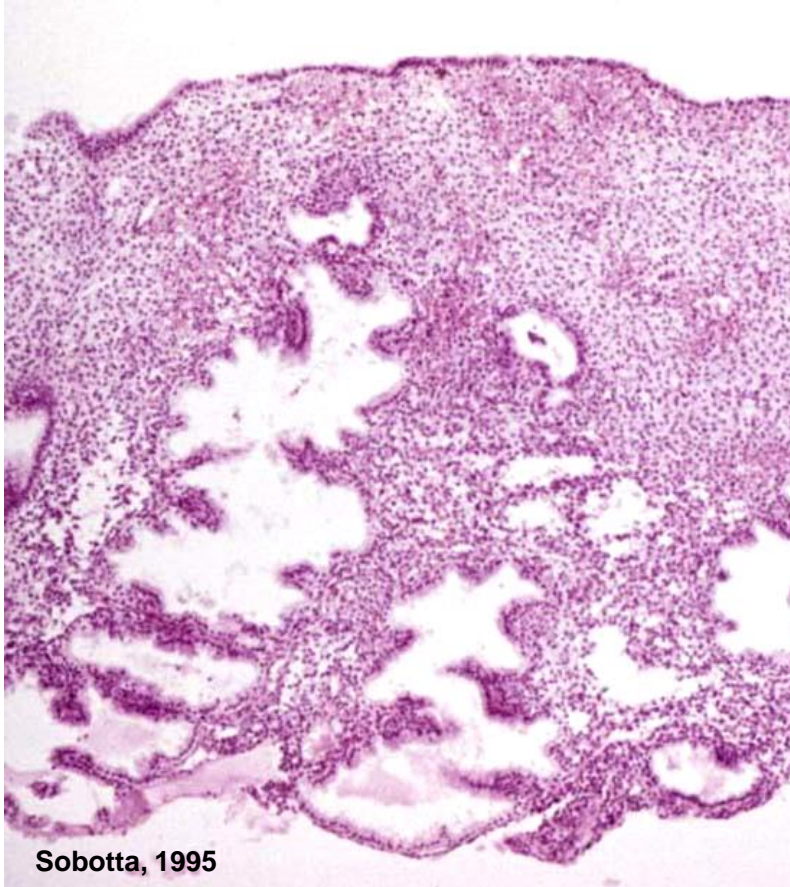
## Endometrium - Sekreční fáze



Sobotta, 1995

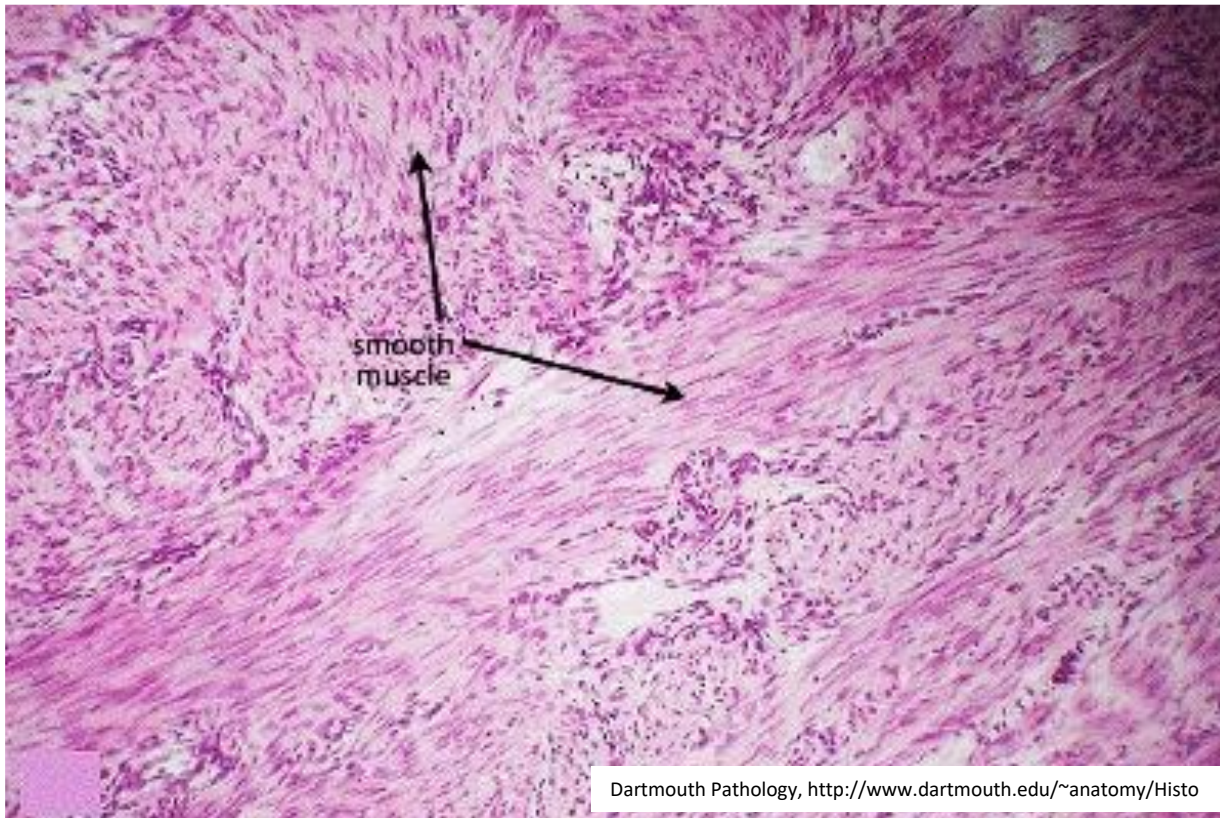
- kontrolována estrogeny a progesteronem
- endometriální žlázy plně funkční, produkce glykogenu
- **zakřivené a dilatované žlázy + dlouhé spirální arterie**

# Endometrium - Menstruační fáze



- absence progesteronu po involuci corpus luteum
- buňky stratum functionalis umírají, tkáň ztrácí anatomickou integritu, rozpadá se a uvolňuje se ze stratum basalis

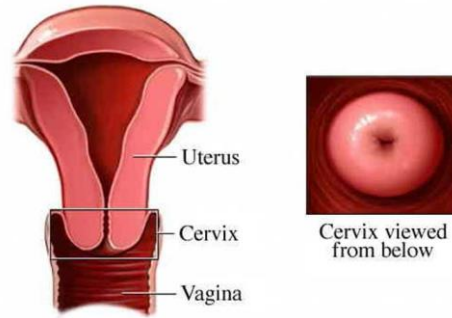
# Uterus - Myometrium



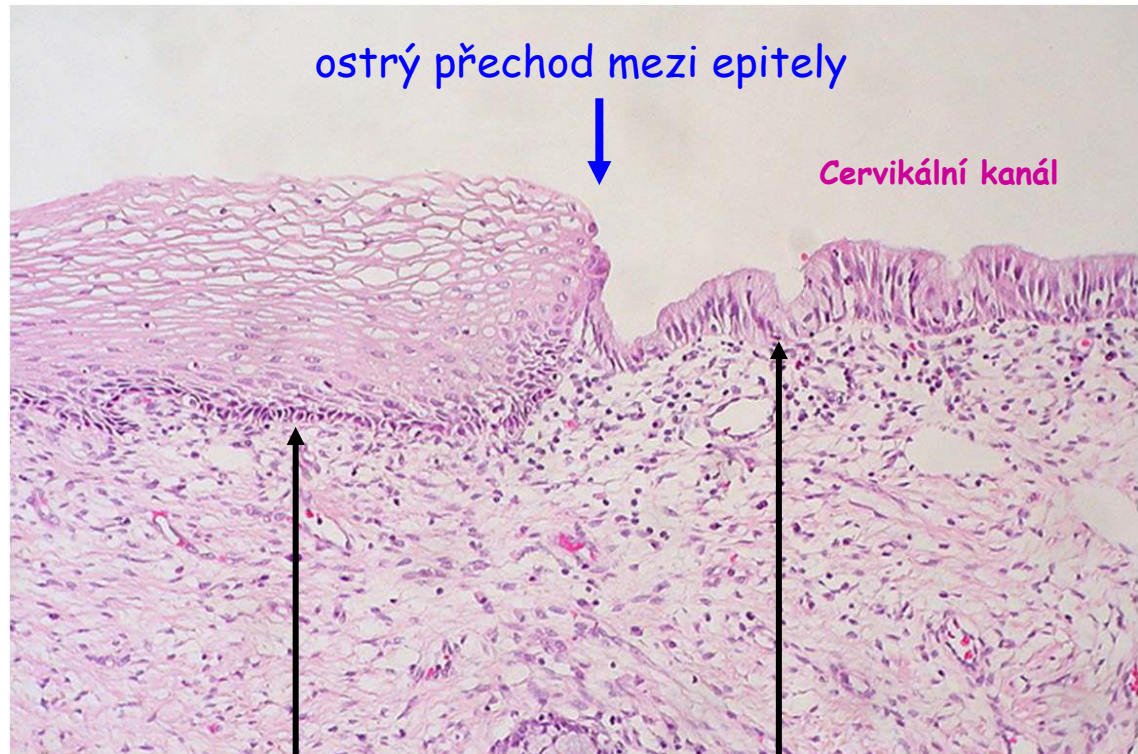
- **tři propletené vrstvy** hladké svaloviny
- během gravidity - **hyperplazie + hypotrofie hladkosvalových buněk**
- kontrakce vyvolané oxytocinem v průběhu porodu

# Cervix + Orificium externum uteri

- délka 2-3 cm
- **cylindrický** tvar
- cervikální kanál: dutina dělohy - dutina pochvy
- četné **mukózní žlázy**
- mění tloušťku během ovariálního cyklu
- důležitý pro graviditu a porod
- přispívá ke **kapacitaci spermii**



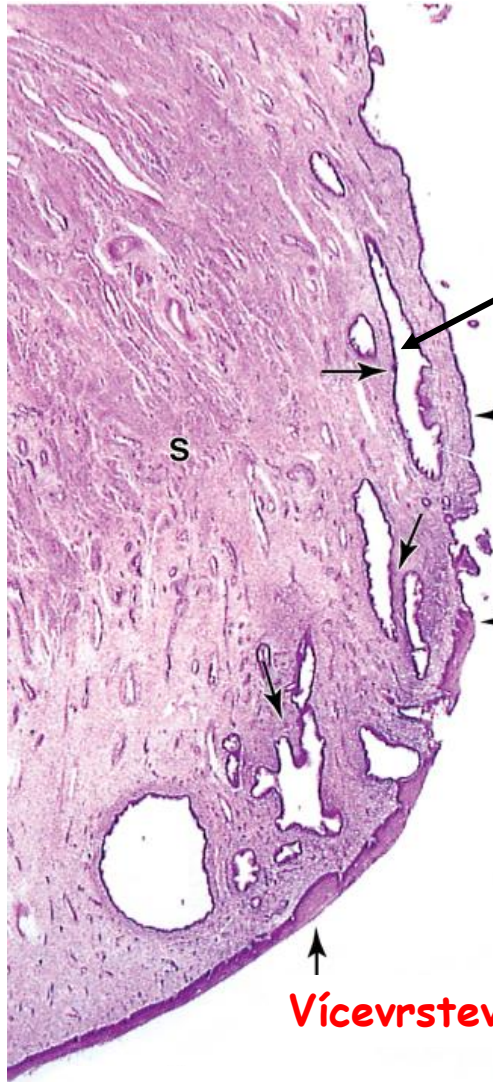
uvahealth.com



Vícevrstevný dlaždicový ep.

Cylindrický ep.

# Cervix



Cervikální žlázy  
(tubulární, rozvětvené, mucus)

Jednovrstevný cylindrický ep.

Přechod - cylindrický na vícevrstevný dlaždicový ep.

Vícevrstevný dlaždicový ep.

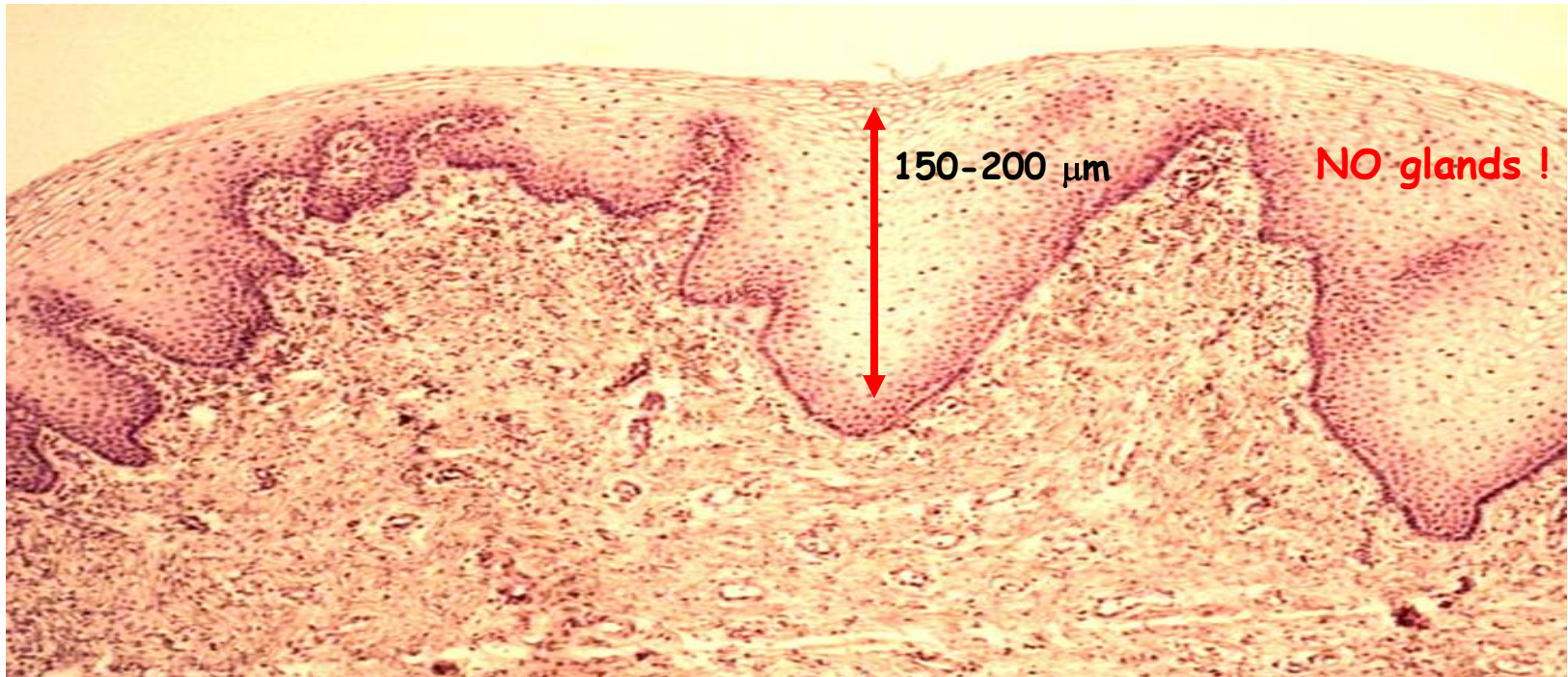
a VAGINA

# Vagina 1

- během kopulace přijímá ejakulát
- slouží jako porodní cesta

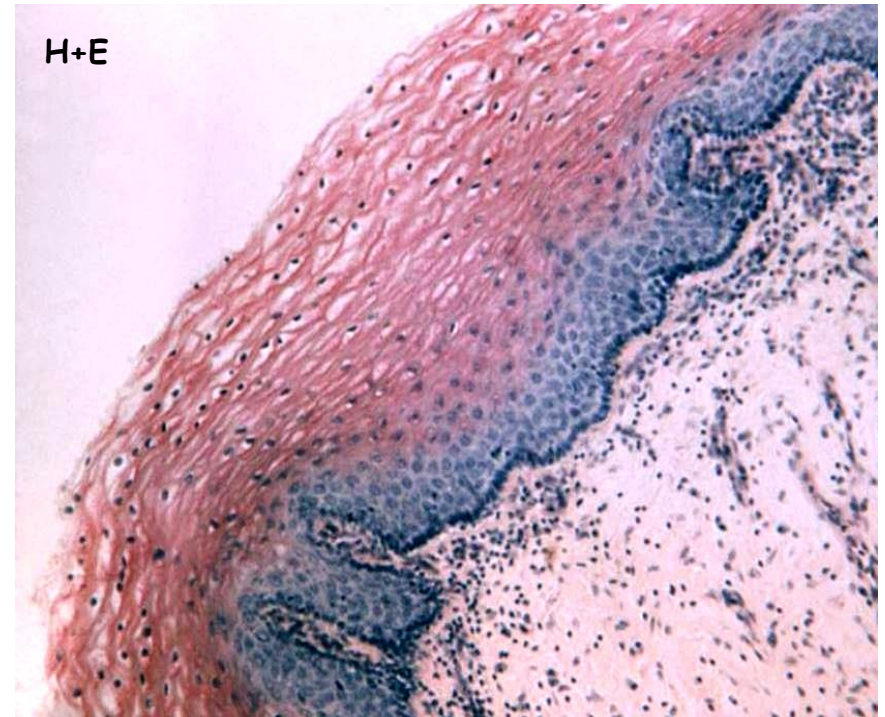
## 3 vrstvy

- T. mucosa - **vícevrstevný dlaždicový ep. (nekeratinizující)**
- T. muscularis - **dvě vrstvy hladké svaloviny**
- T. adventitia - řídké vazivo



## Vagina 2

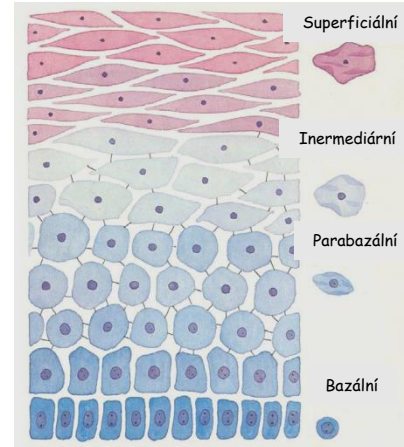
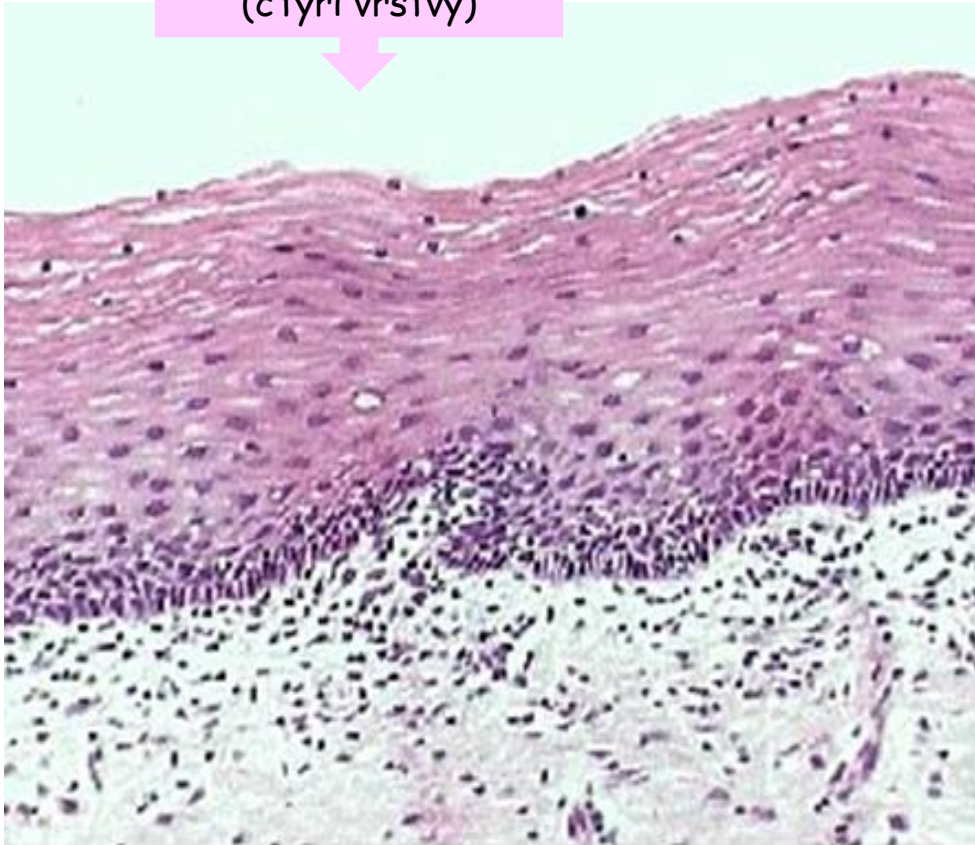
Epitelie syntetizují a akumulují **glykogen** (díky stimulaci estrogenu)





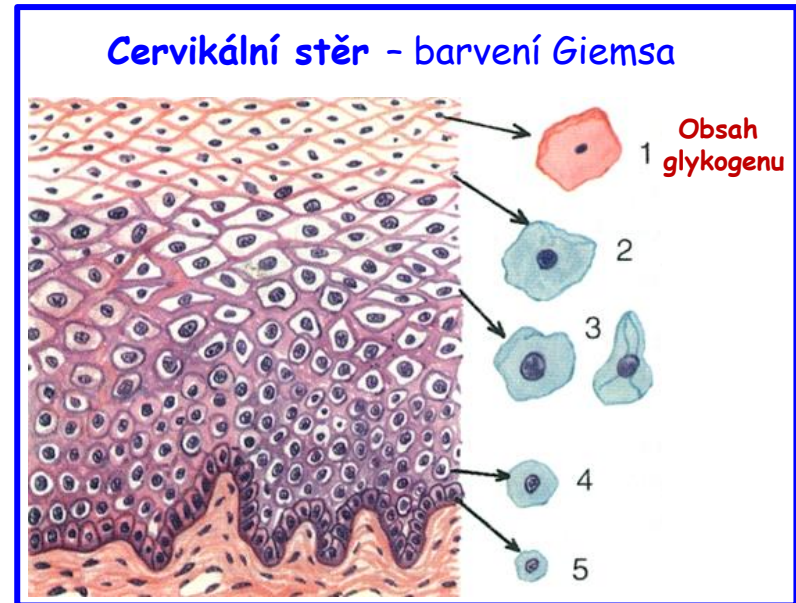
# Vagina 3

Preovulační fáze  
(čtyři vrstvy)



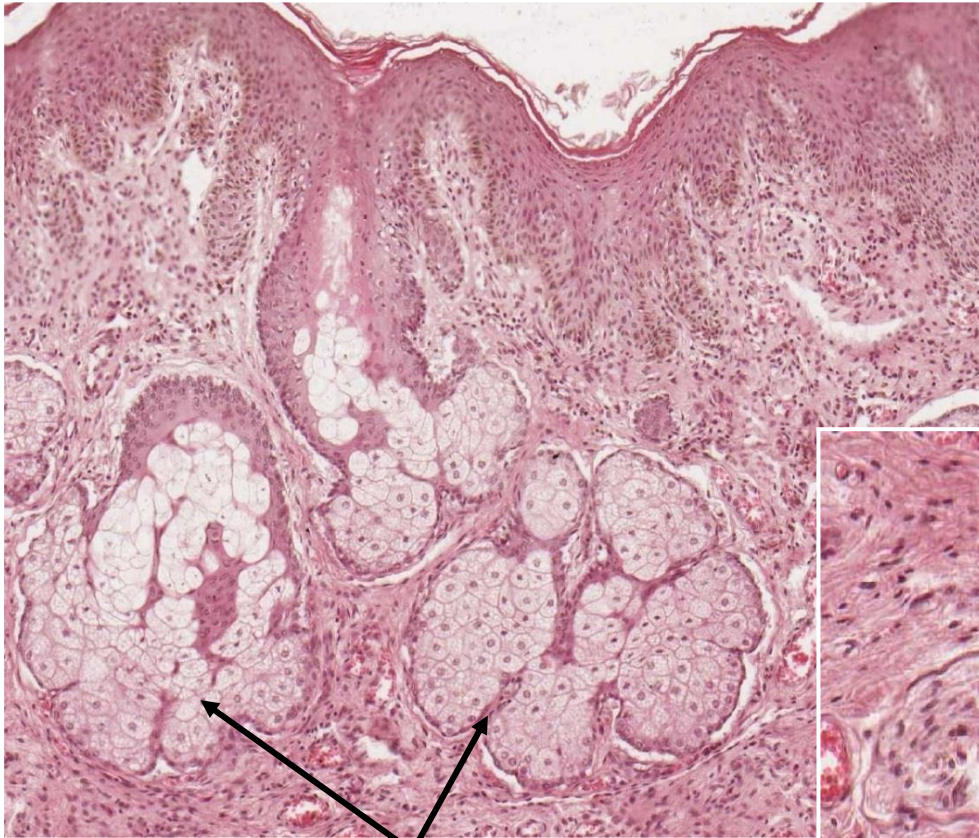
Uvolňuje se po ovulaci

- glykogen
- Lactobacillus
- acidifikace

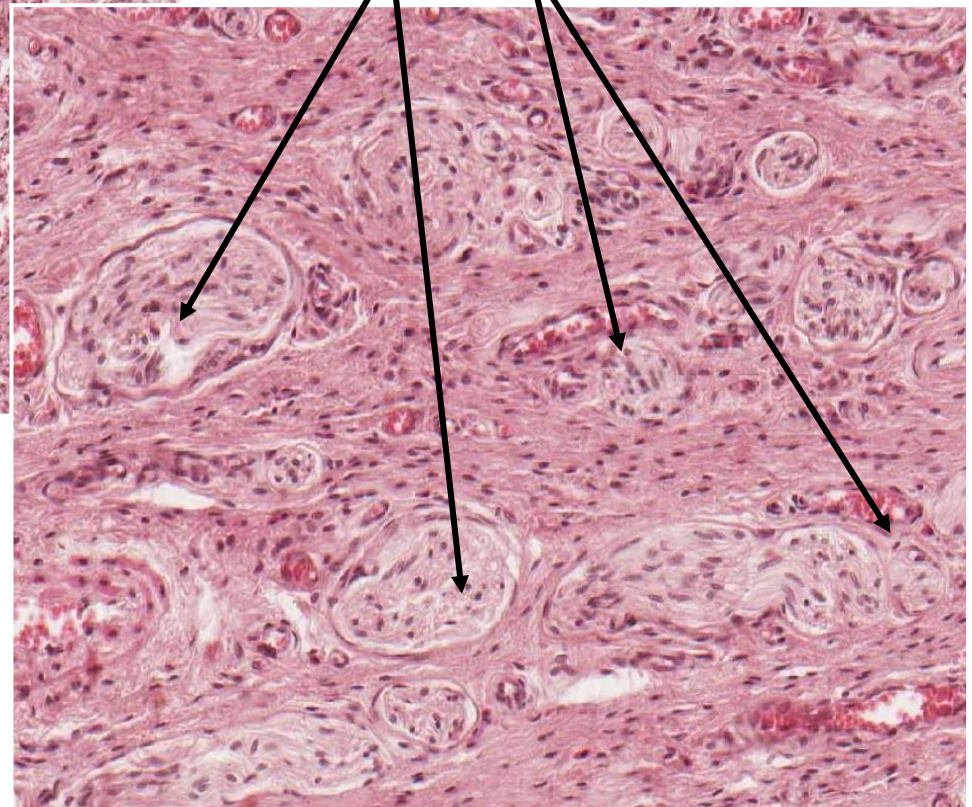


# Labium minus

Pokryto bezchlupou kůží.



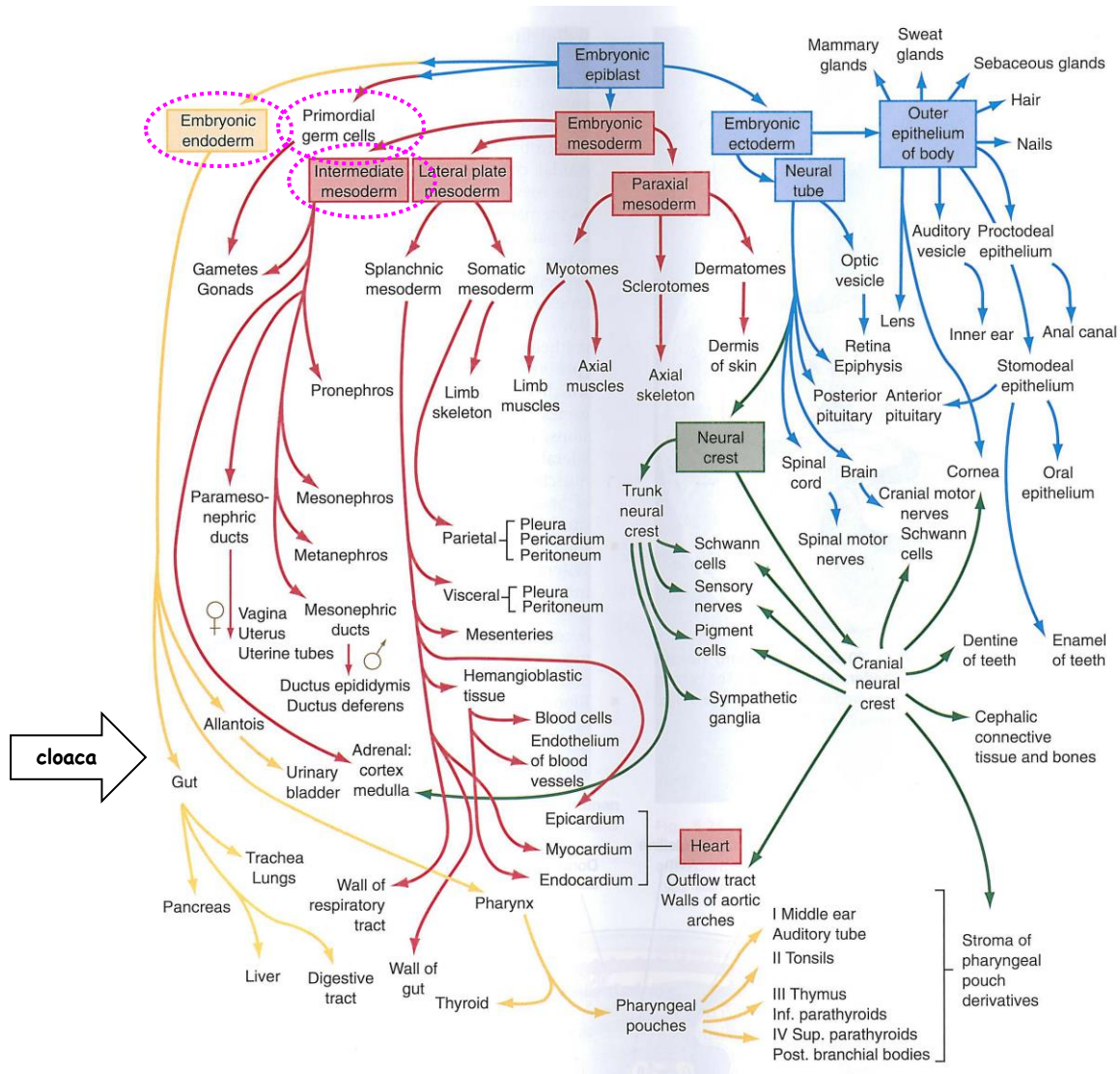
Mazové žlázy



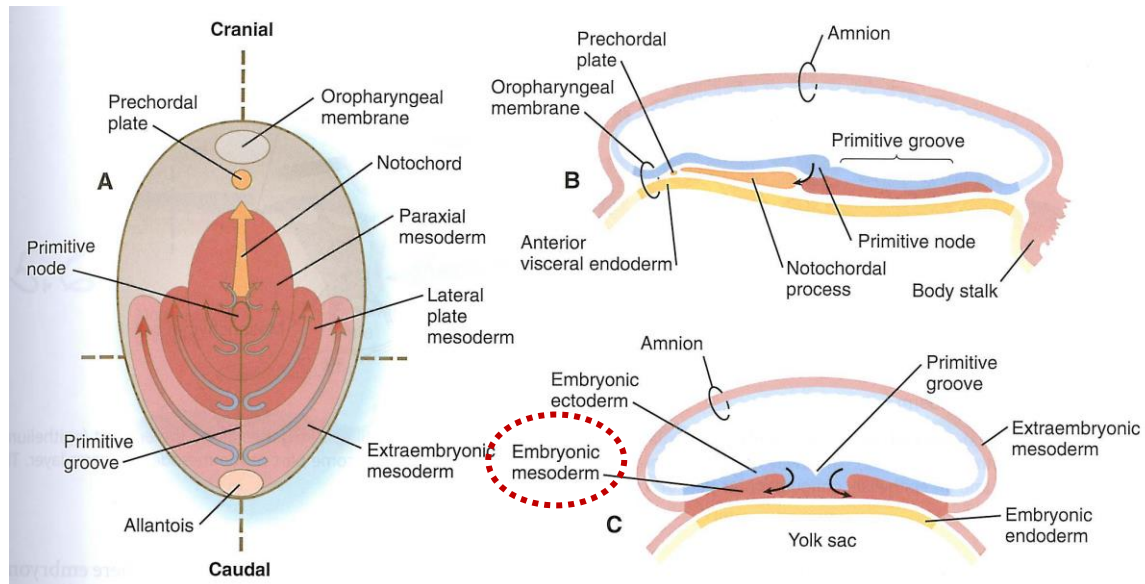
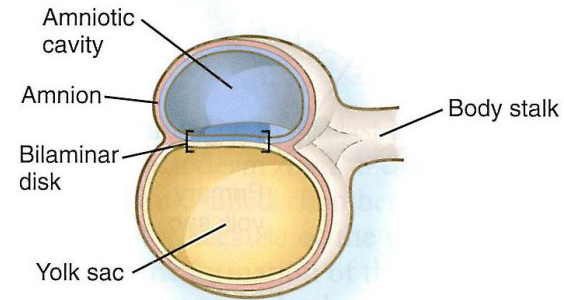
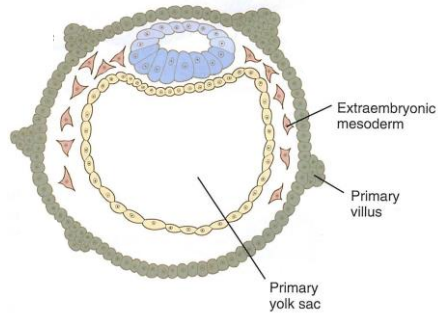
Nervy

Věny

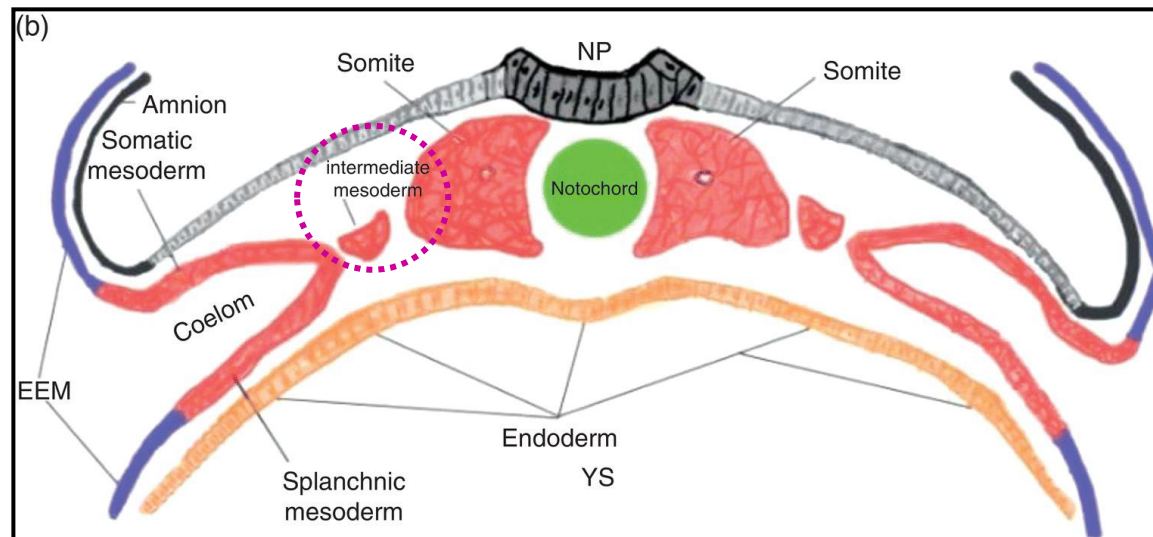
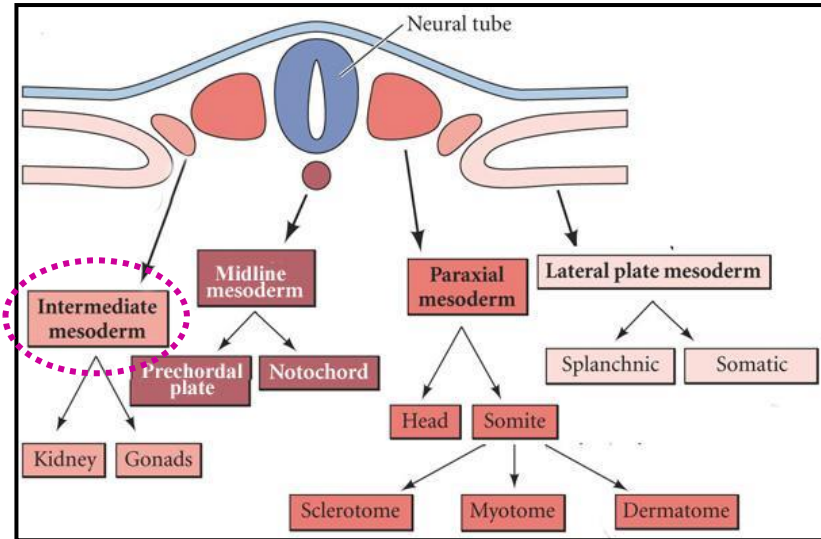
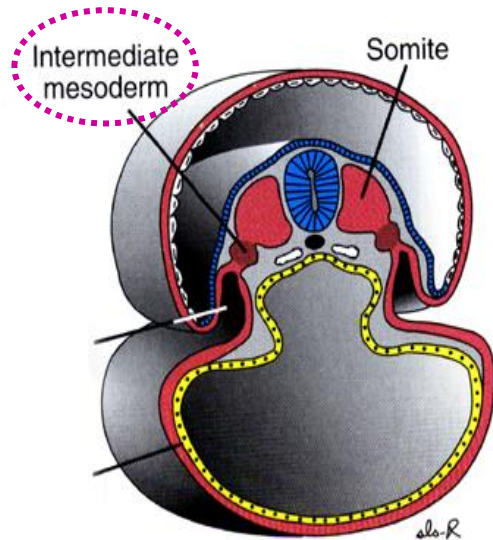
# Močopohlavní systém - Celkový obraz



# Močopohlavní systém - Připomenutí



# Močopohlavní systém - Intermediární mesoderm



# Pohlavní systém

Pohlavní dimorfismus - jedinec má pouze jeden typ pohlavních orgánů

**Genetické určení pohlaví:**

- Heterogametické (XY) - muž
- Homogametické (XX) - žena



Oplození

=

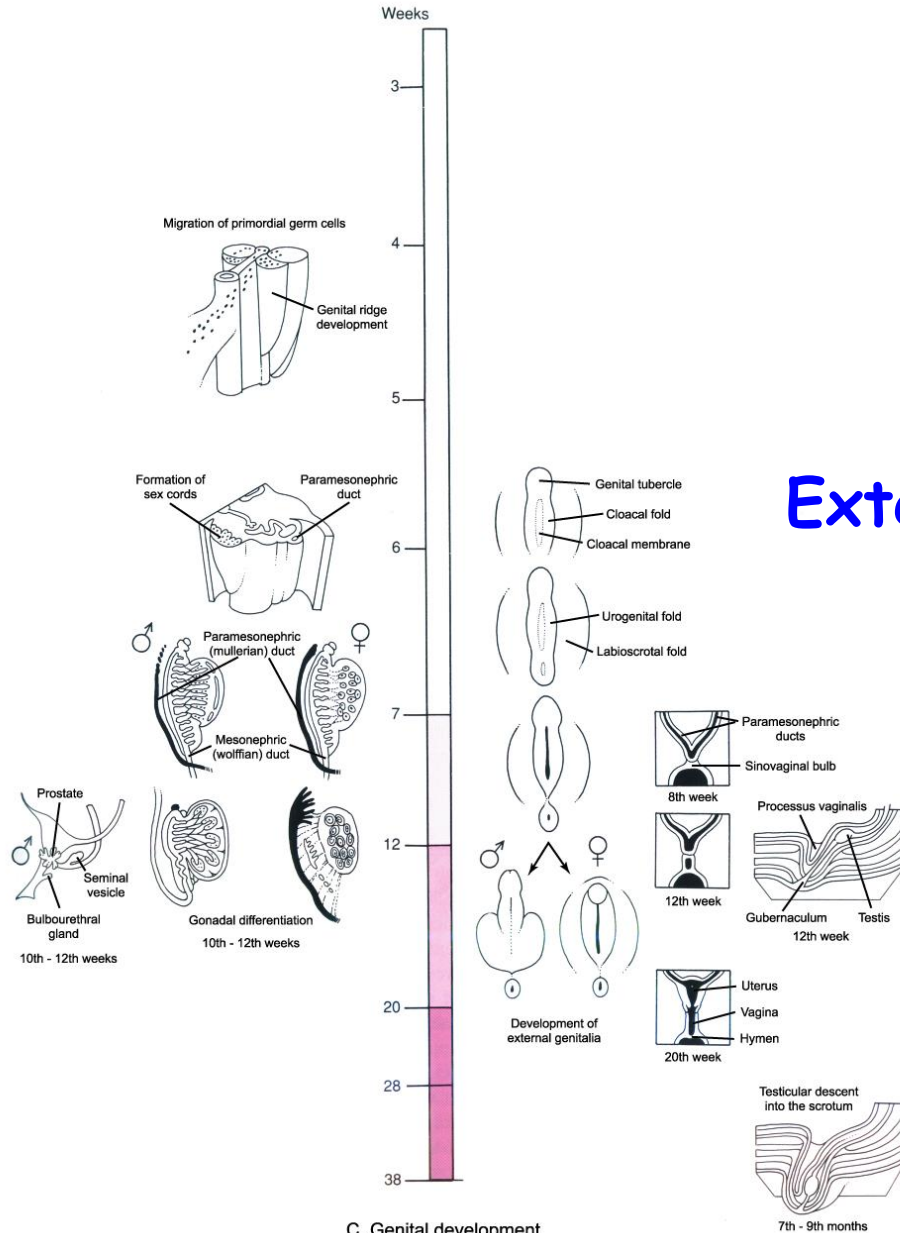
7. týden

Ustaveno genetické pohlaví  
(Barrovo tělísco)

# Pohlavní systém - 7 týdnů indeferentního stavu

Gonády

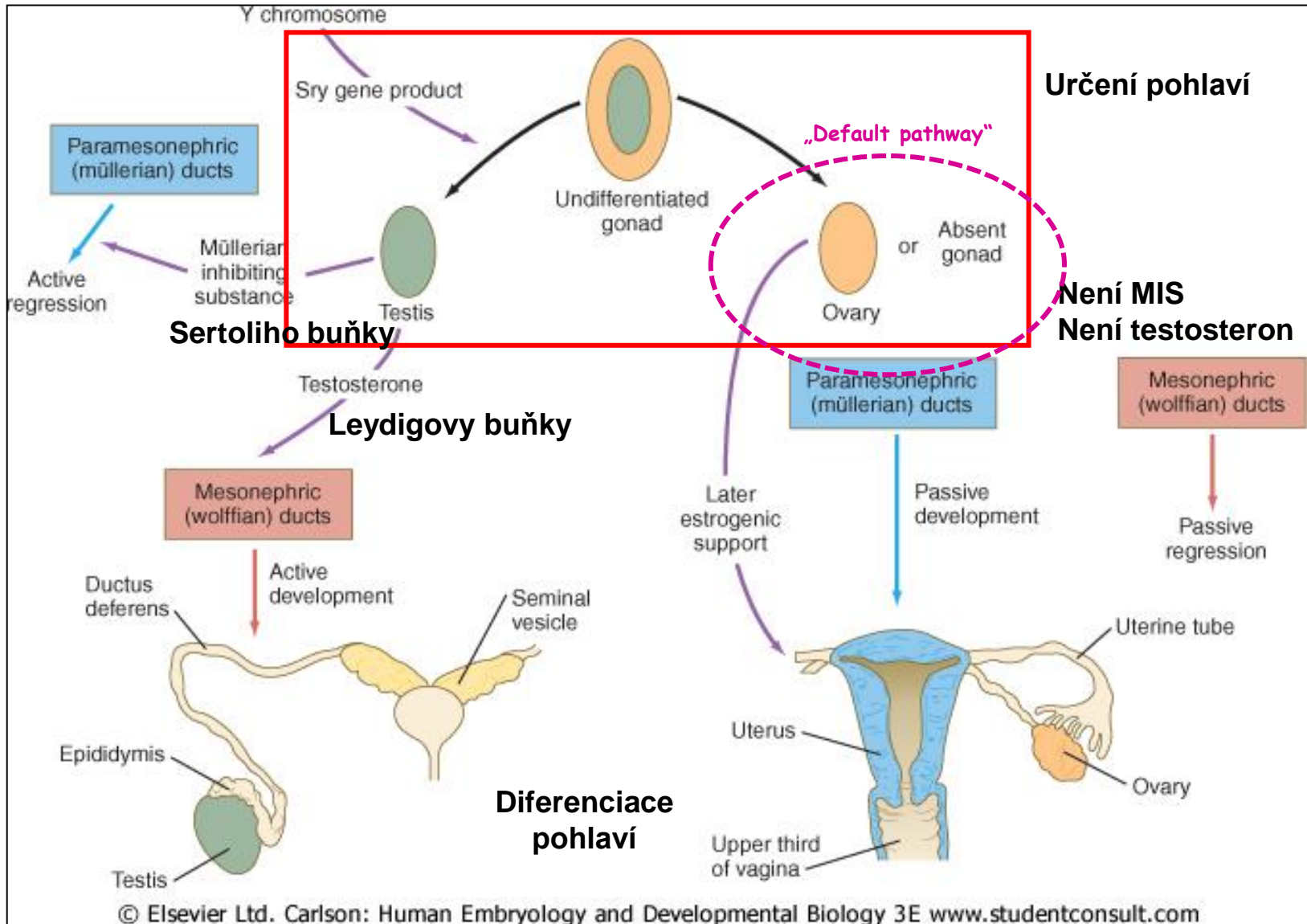
Externí genitál



# Pohlavní systém - Sry gen

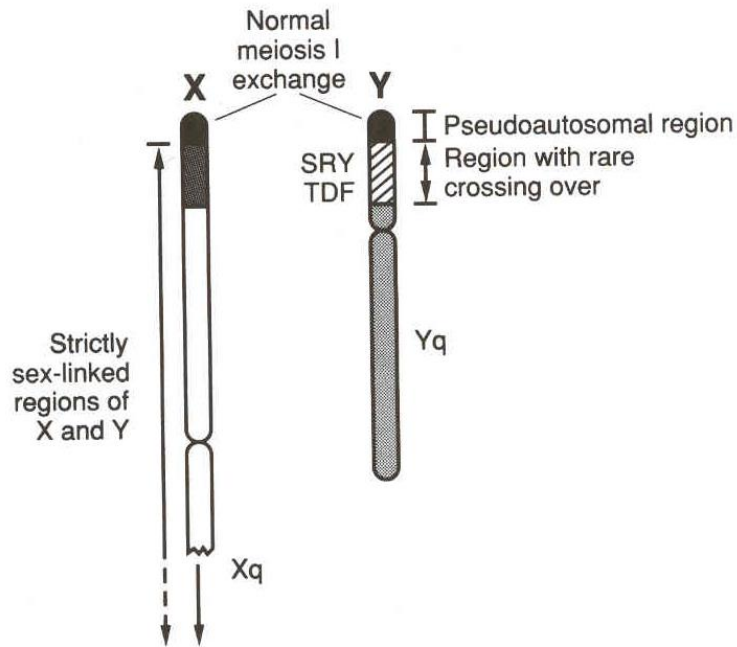
Y chromozom rozhoduje  
XXY - muž  
XO - žena

Sry gen - Sox family TF - na krátkém raménku Y chromozomu

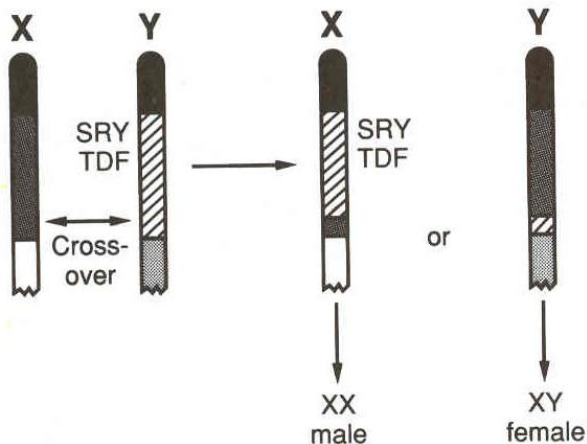




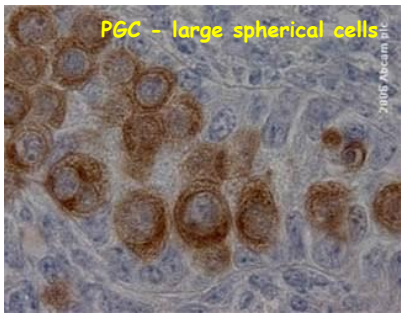
# Pohlavní systém - Sry gen



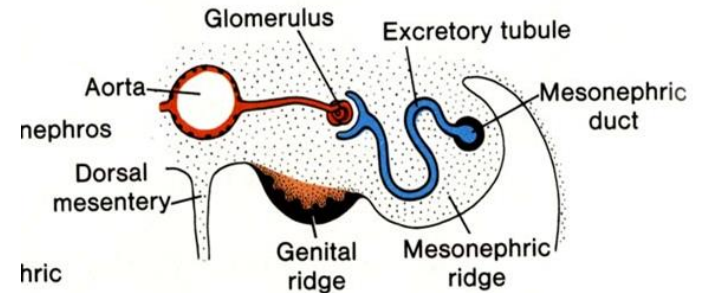
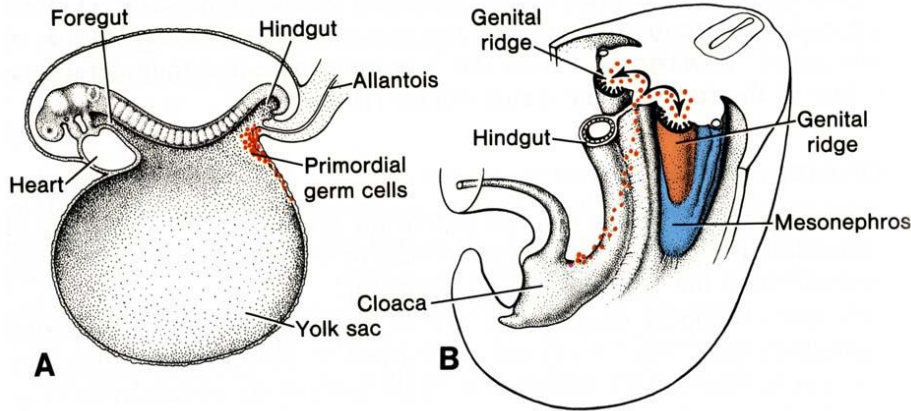
Párování X a Y chromozomů v pseudoautozomální oblasti během meiózy



Vzácný crossing-over vede ke translokaci SRY na X chromozom:  
XY žena + XX muž

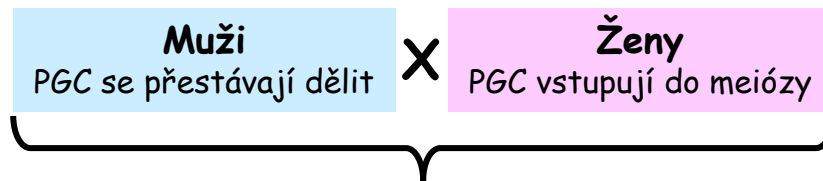


# Pohlavní systém - Primordiální germinální buňky



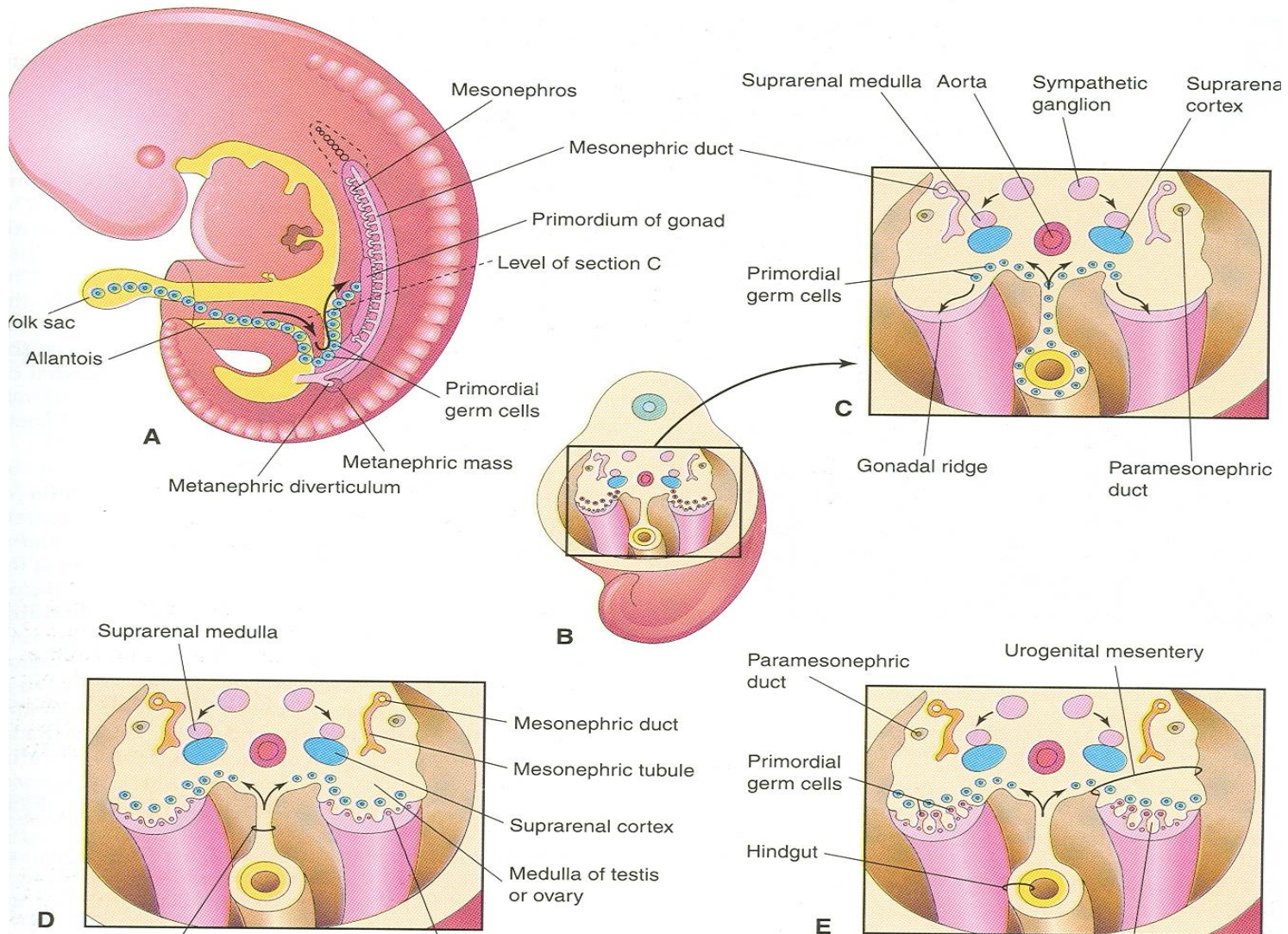
## Primordiální germinální buňky (PGC)

- poprvé rozeznatelné ve dni 24
- z **extraembryonálního mezodermu**
- malá **skupinka buněk mezi endodermálními buňkami žlutkového vřáku**
- migrují dorzálním mezenteriem zadního střeva
- migrují směrem k **pohlavním lištám (plicae genitales)**
- proliferují během migrace
- do pohlavních lišt dospějí v 6. týdnu gestace (1-2 tisíce)



**určují somatické buňky pohlavních lišt**

# Pohlavní systém - migrace PGC do základů gonád



# Pohlavní systém - základ gonád

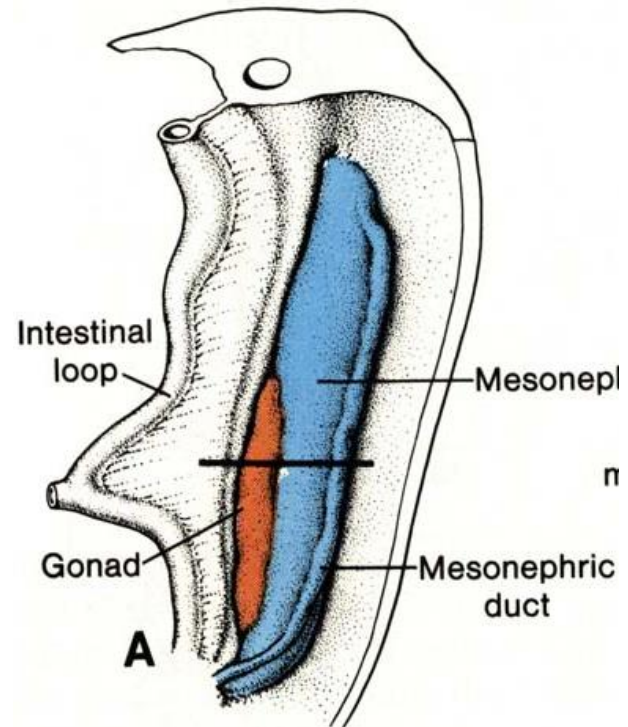
**Steroidogenní mesoderm**  
podél ventromediálního okraje mesonephros

Kaudální oblast  
=  
**Pohlavní lišty**

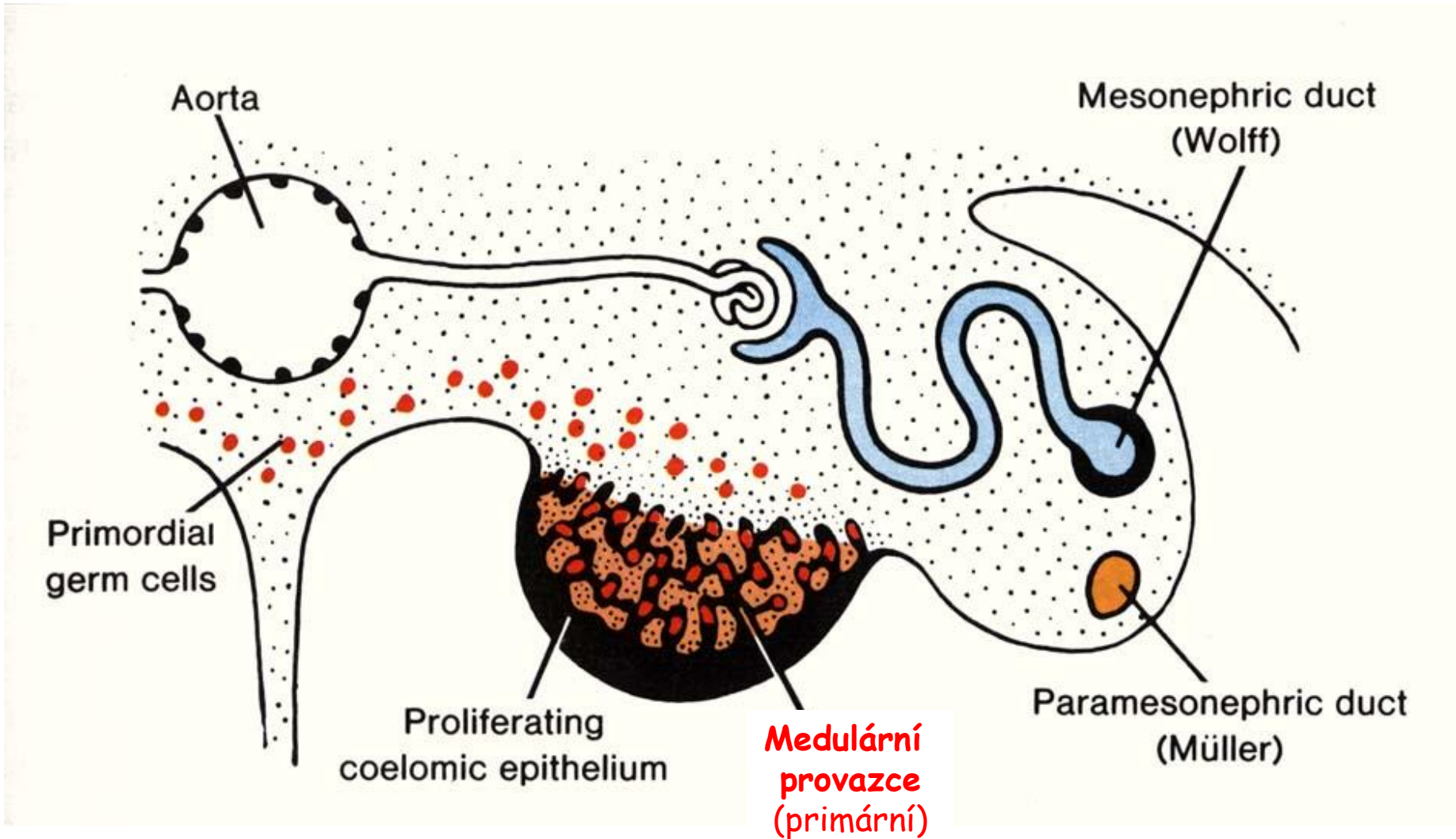
coelomový epitel  
+  
mesoderm

Osídlení PGC v 6-tém týdnu

Kraniální oblast  
Základ nadledvin



# Pohlavní systém - indiferentní gonáda (týden 6)



# Pohlavní systém - Diferenciace varlat

## Konec 6-tého týdne

**Buňky medulárních provazců dávají vznik Sertoliho buňkám**  
(meiózu-inhibující faktor, anti-mullerian substance, androgeny vázající faktor)

**Vyvíjí se tunica albuginea**  
(vytváří bariéru mezi celomovými epitelem a provazci)

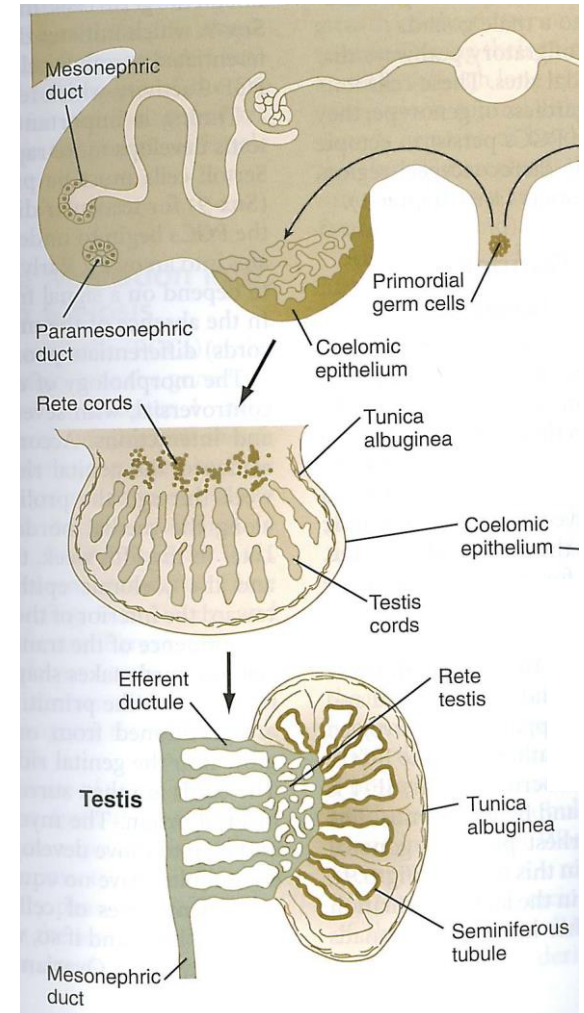
**Provazce - semenotvorné kanálky, přímé kanálky, rete testis**

**Rete testis se spojuje s odvodnými kanálky (z mesonephros)**  
(5th to 12th)

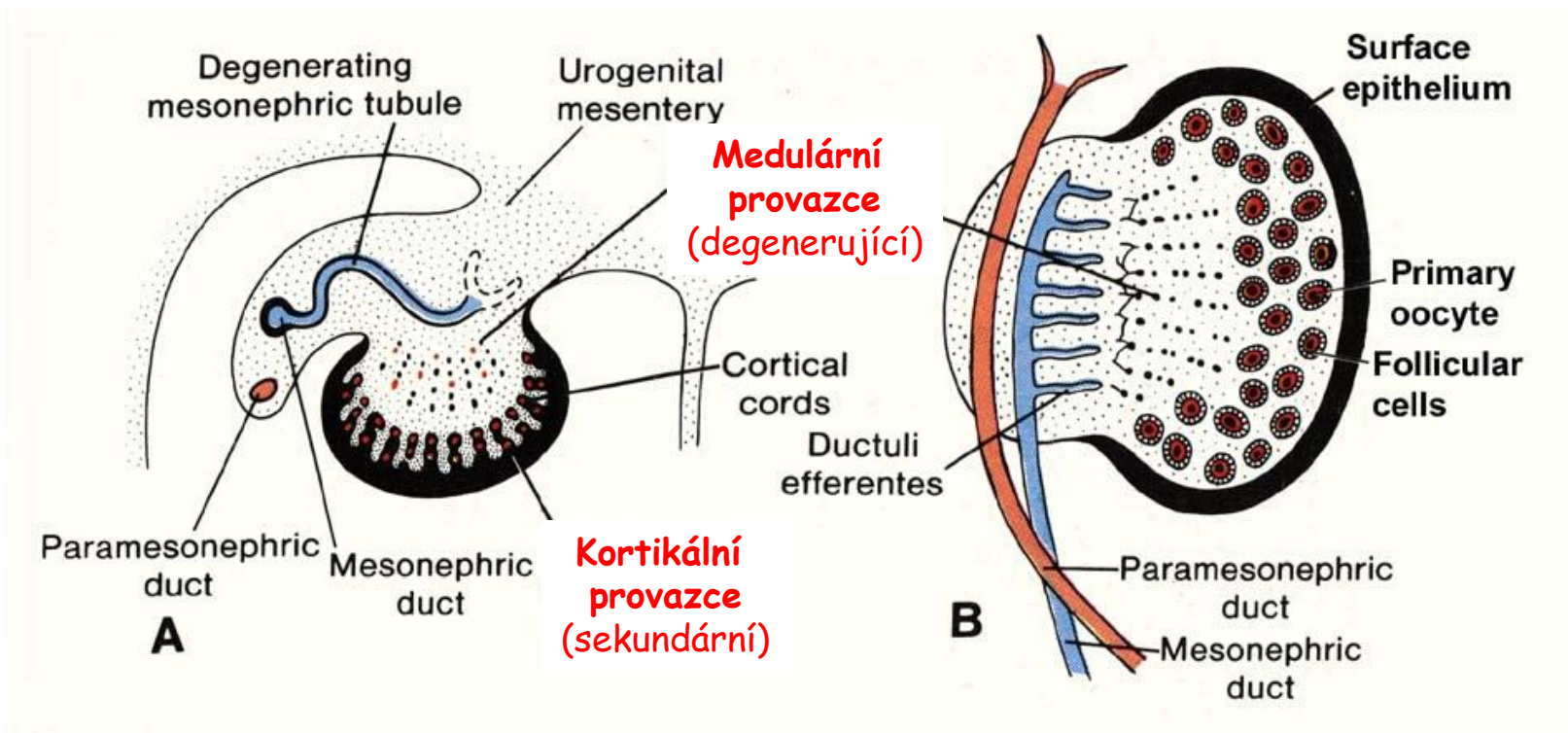
## 8 až 18 týden

**Vyvíjí se Leydigovy buňky**

- z buněk celomového epitelu a mesonephros
- produkují testosteron
- podporují vývoj Wolfova (mesonephrického) kanálku
- podporují vývoj zevních genitálií



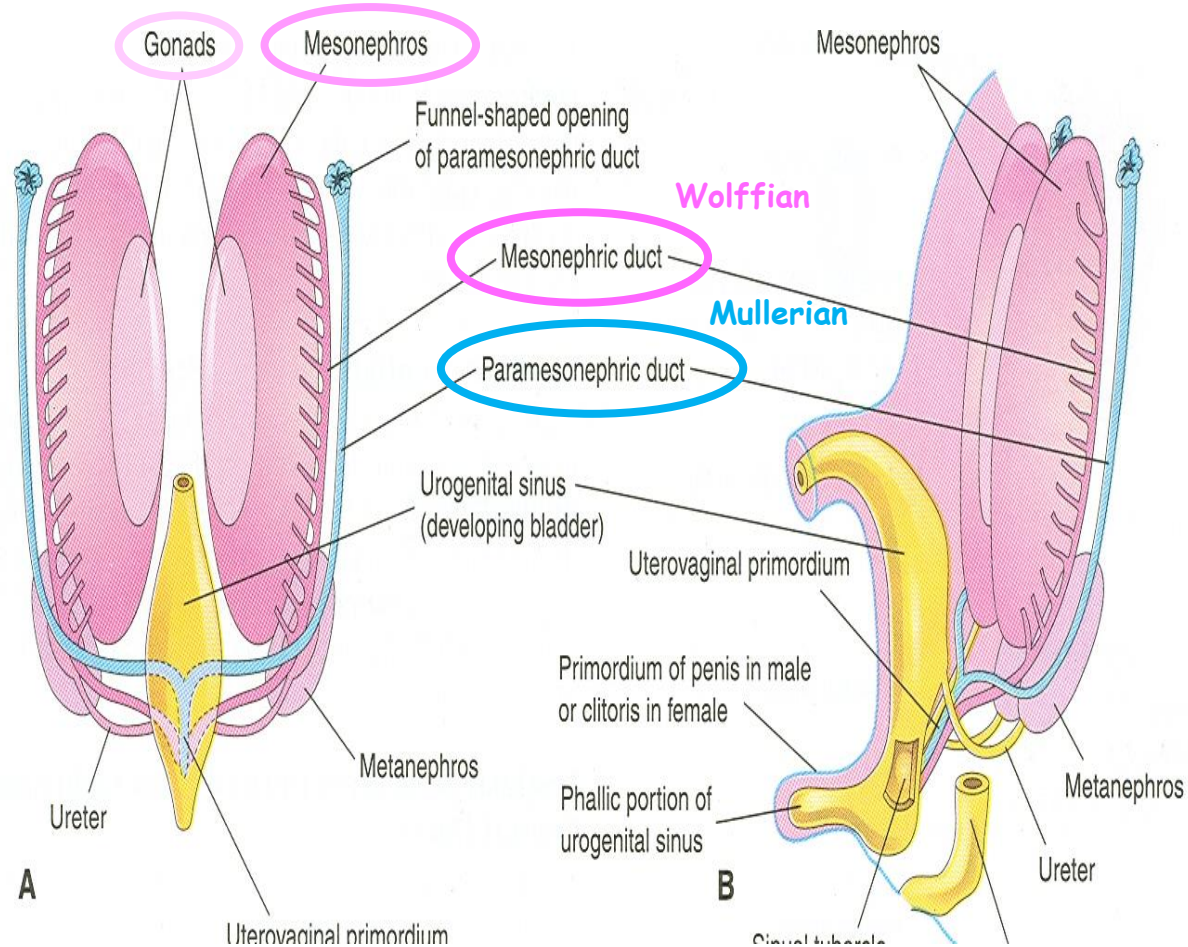
# Pohlavní systém - Diferenciace vaječníků



- PGC se akumulují v korové oblasti
- PGC proliferují (až do 22. týdne) a potom vstupují do meiózy - zástava v profázi
- Vyvíjí se ovariální folikuly (přispění somatických buněk není jasné)
- Přechodné rete ovarii se vyvíjí v medulární oblasti
- Dřeň obsahuje pojivovou tkáň a vaskulaturu původem z mesonephros

# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Indiferentní stádium

## Týden 7

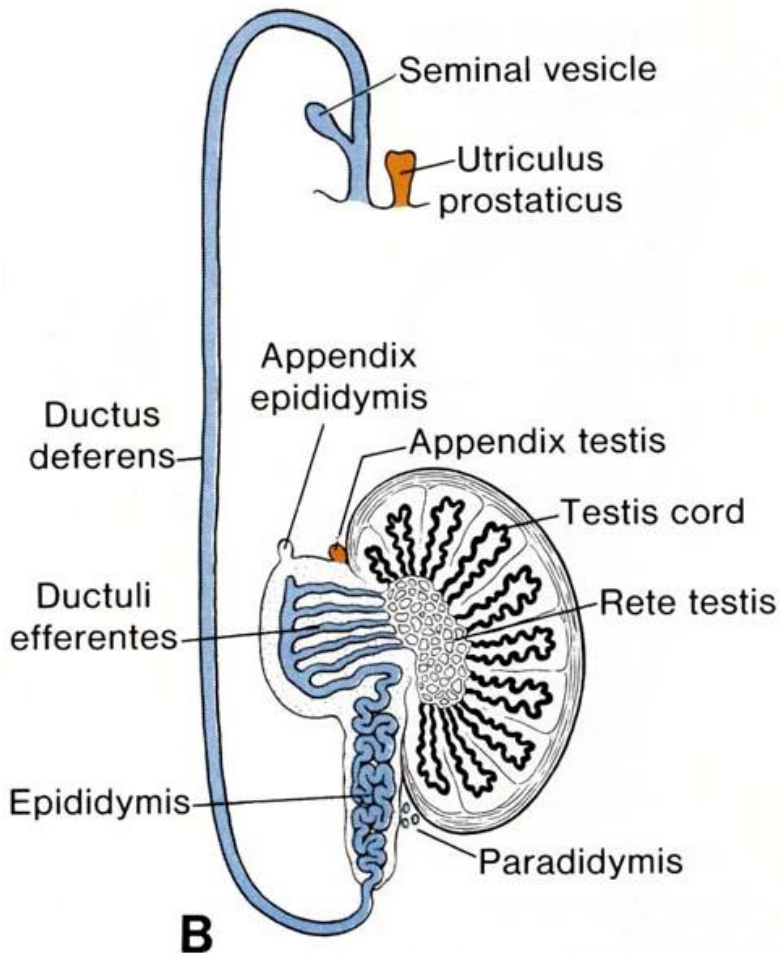


### Ductus paramesonephricus

- vyvíjí se mezi dny 44 to 48
- kranálně se otevírá do celomové dutiny



# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Muži



## Ductus mesonephricus (Wolfův)

- Ductus epididymis (nadvarle)
- Ductus deferens (chámovod)
- Ductus ejaculatorius
- Semenné vâčky

## Ductus paramesonephricus (Mullerův)

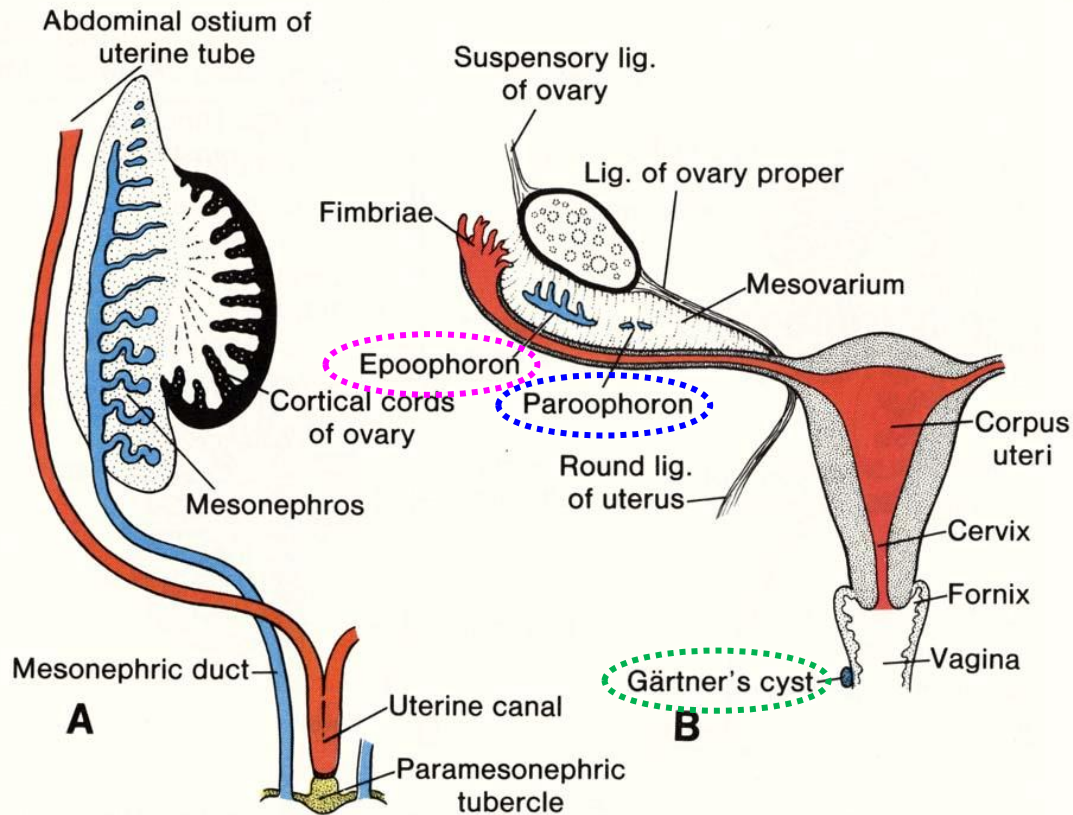
Zaniká v 8. týdnu (anti-M hormon)

- Appendix testis (kranialní část)
- Utriculus prostaticus (kaudální část)

## Mesonephros

- Ductuli efferentes (odvodné kanálky)
- Paradidymis (pod varlaty, nefunkční)

# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Ženy

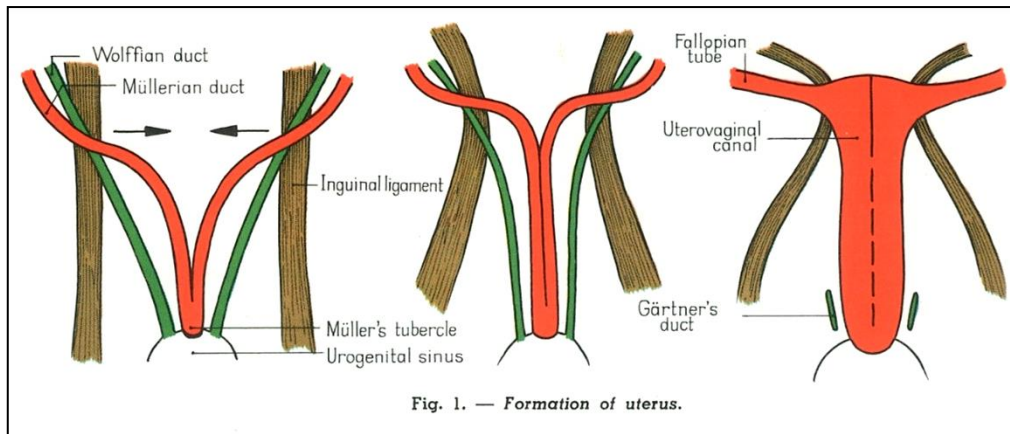


**Duct. mesonephrici (Wolffovy)**  
**zaniká v 8. týdnu** (absence testosteronu)  
 • **Gartnerovy cesty** (kaudální část)

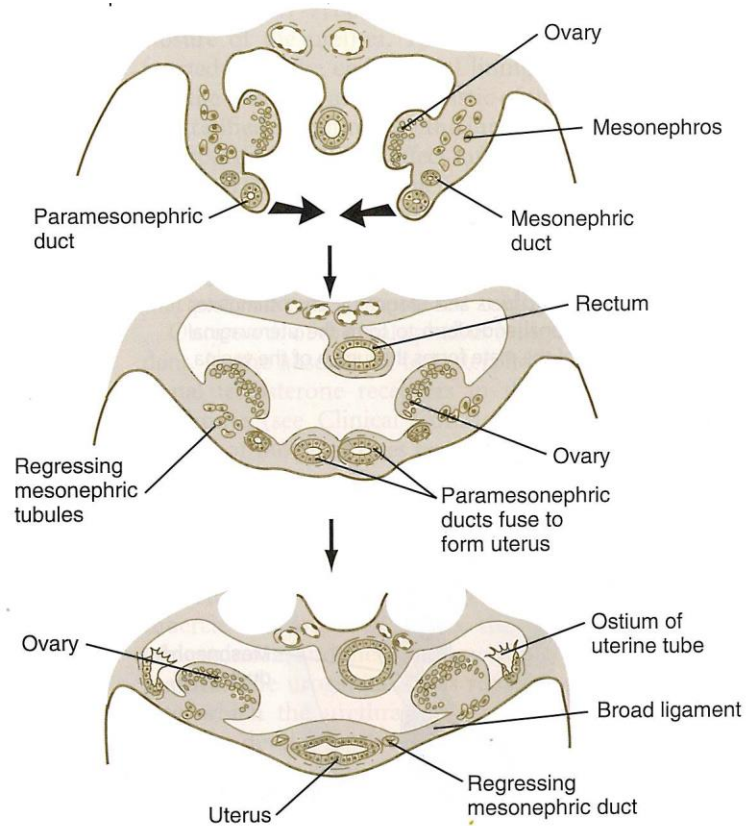
**Duct. paramesonephrici (Mullerovy)**  
 • vejcovody  
 • děloha  
 • vagína (první třetina)

**Mesonephros (+ Duct. mesonephrici)**  
 • **Epoophoron** (apendix ovária)  
 • **Paraophaoron**

# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Ženy

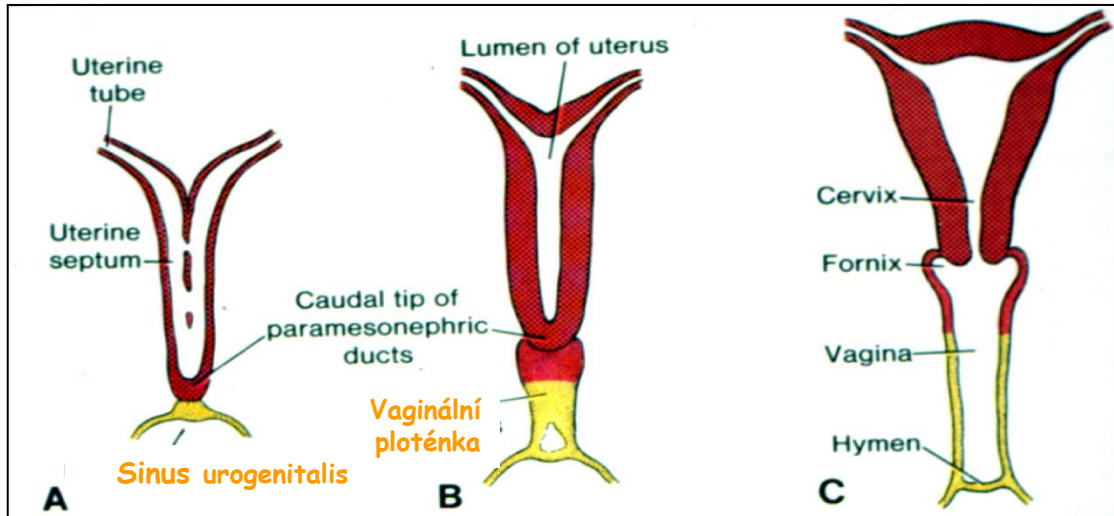


Uterovaginální kanál

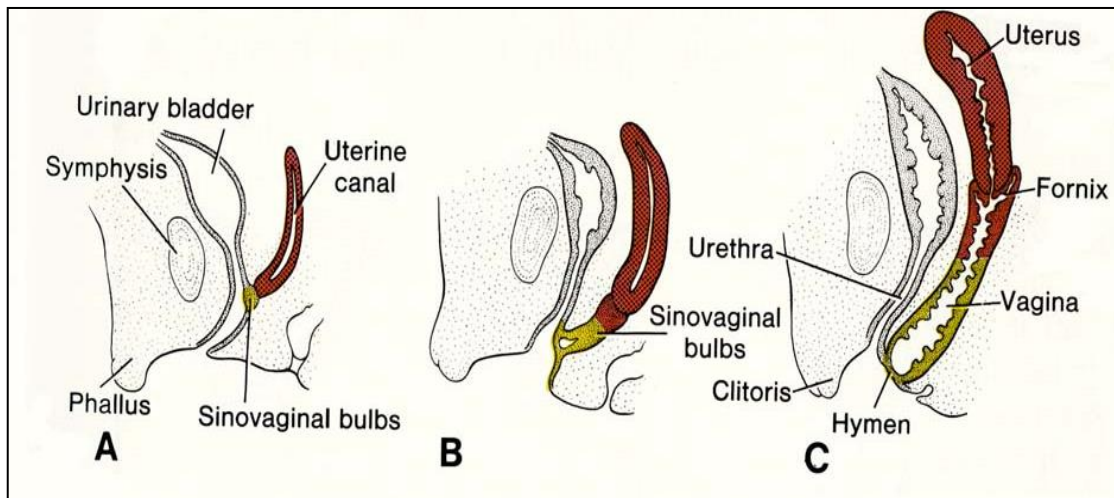


# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Ženy

Dorzální pohled

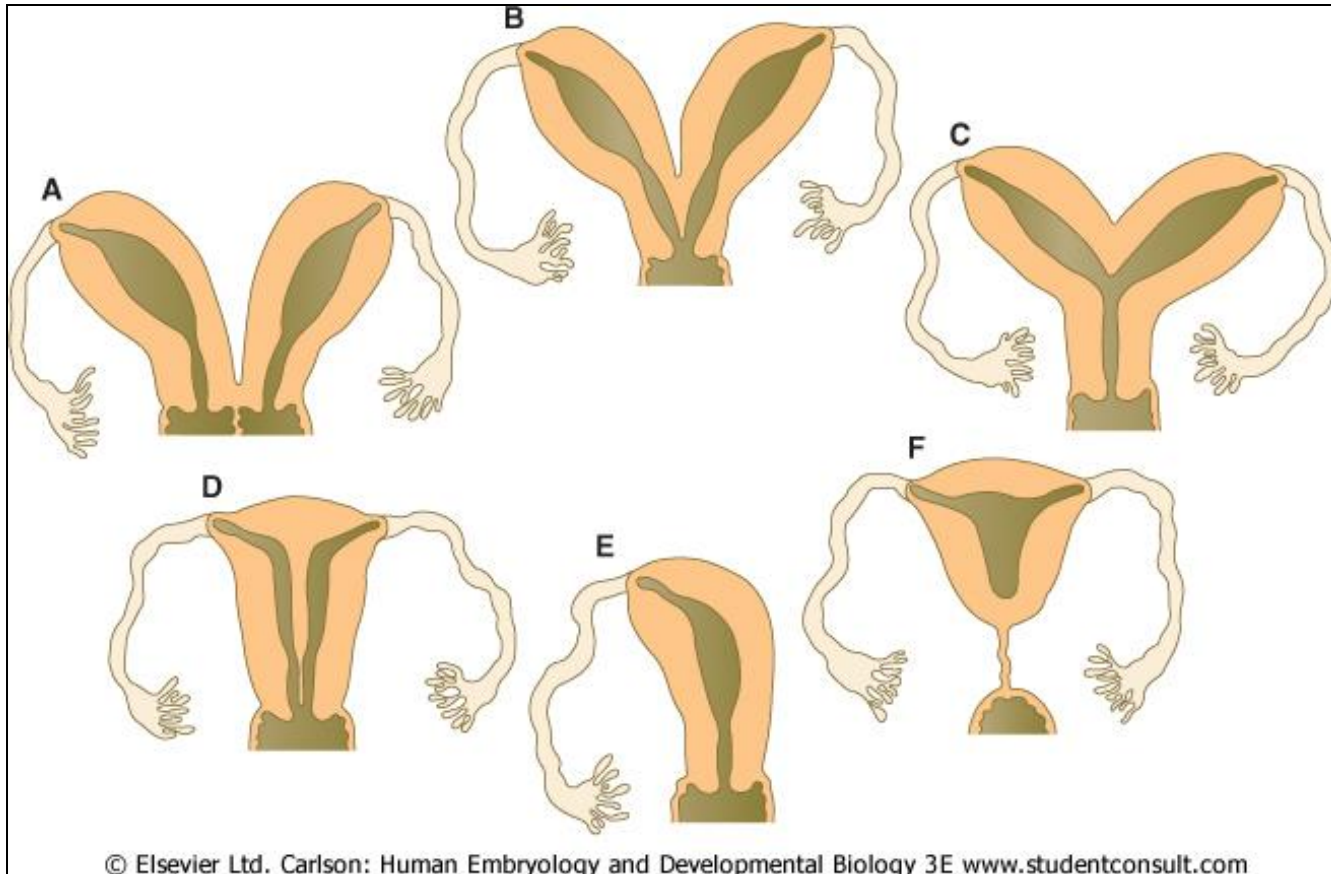


Laterální pohled



Mullerovy vývody fúzí a formují dělohu a proximální 1/3 vagíny

# Pohlavní systém - Vývodné cesty - **Anomálie**

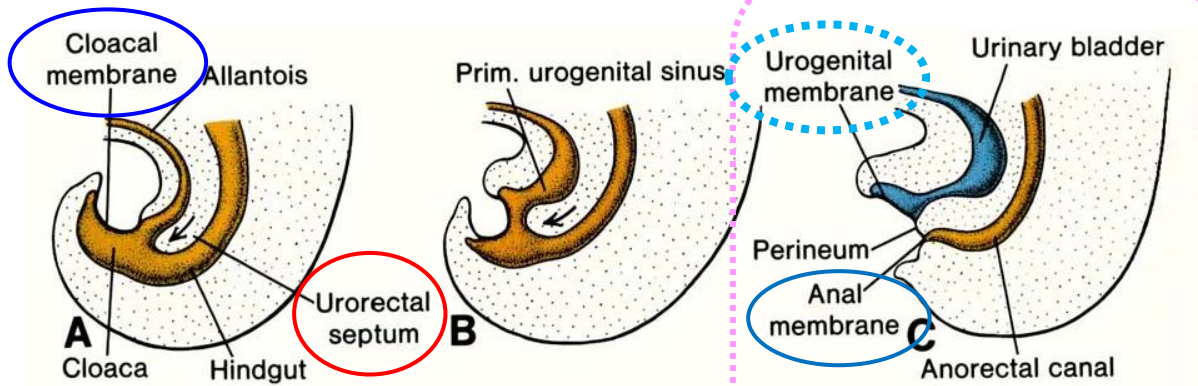


# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Indiferentní stádium

Jsou derivovány z komplexní mezordermové tkáně v okolí kloaky.

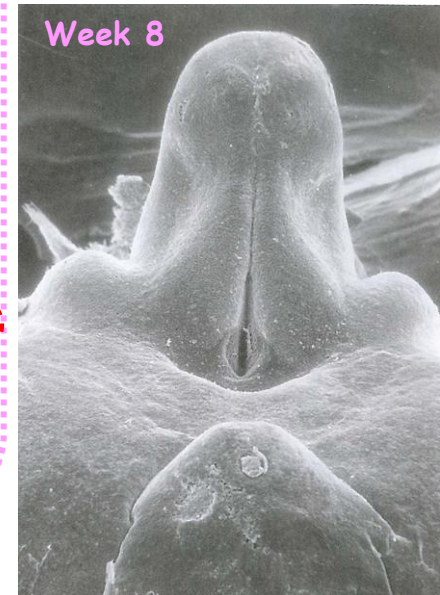
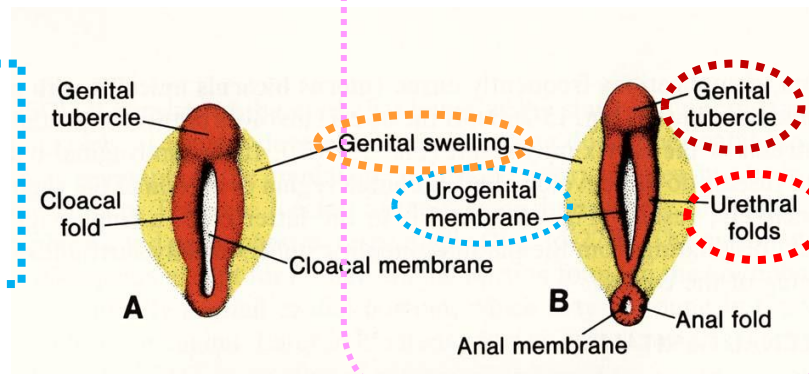
Nezávislé na hormonech

Týden 6 až 8

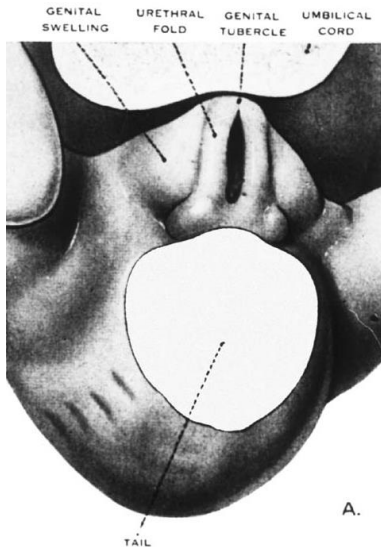
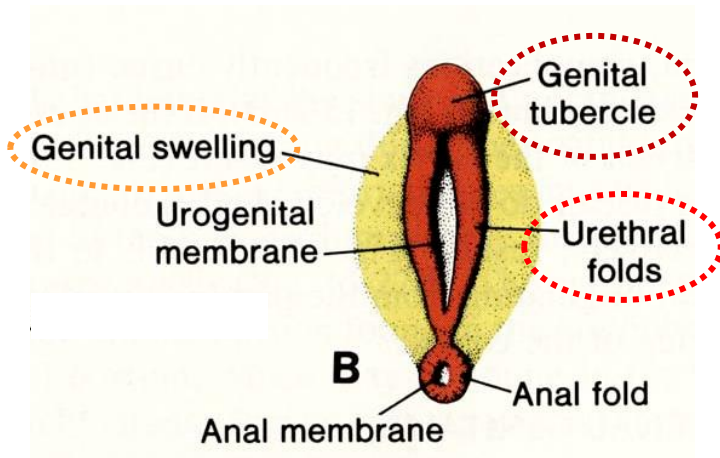


**Orificium urogenitale primitivum**  
ohraničeno:

Genitální výběžek - Phallus  
Uretrální řasy - Plicae urogenitales  
Genitální valy - Tori genitales

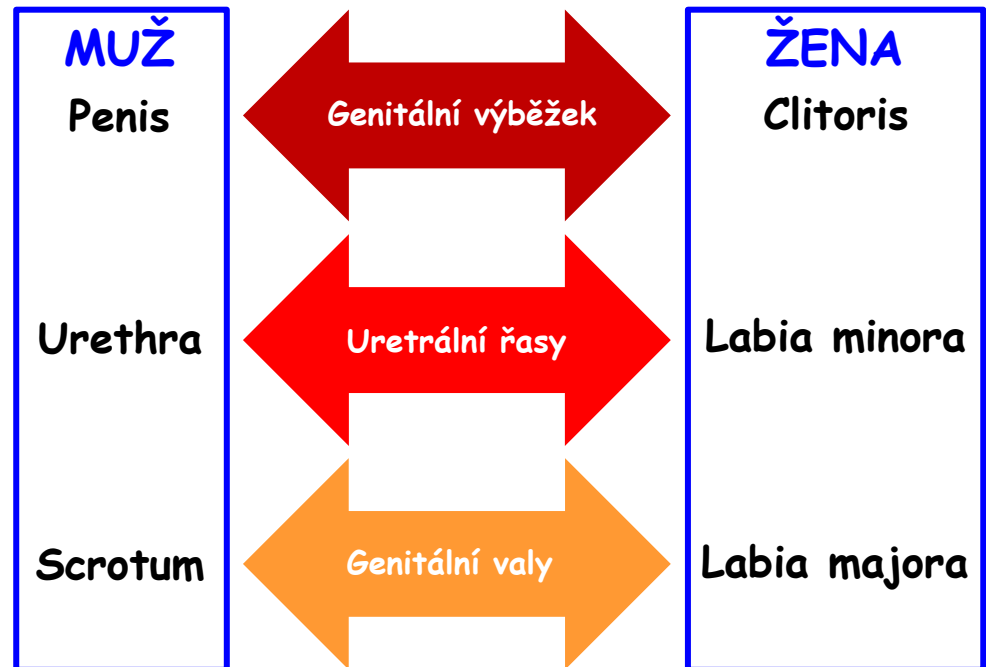


# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - dimorfismus

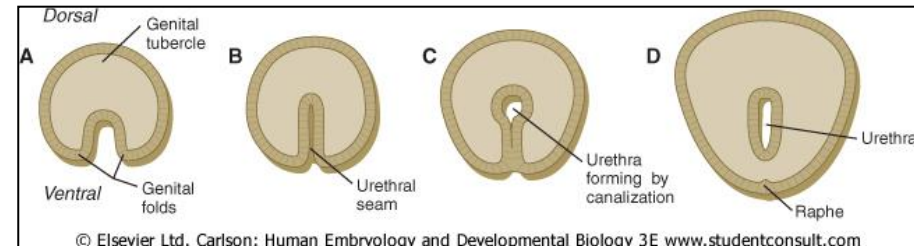
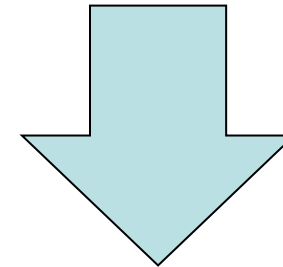
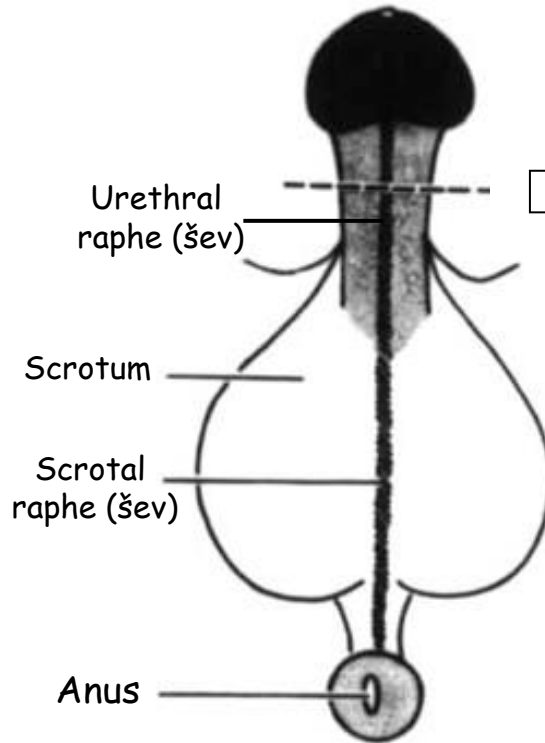
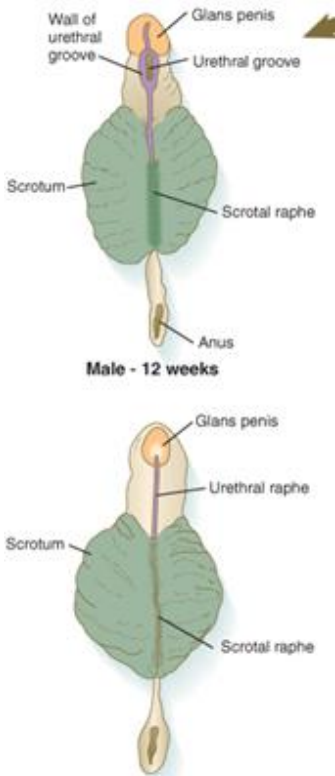


Týdny 9 až 13

Týdny 12 + 13 jsou velmi významné  
=  
fúze uretrálních řas



# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Muži



© Elsevier Ltd. Carlson: Human Embryology and Developmental Biology 3E www.studentconsult.com

Genitální výběžek se prodlužuje - penis

Genitální valy - scrotum

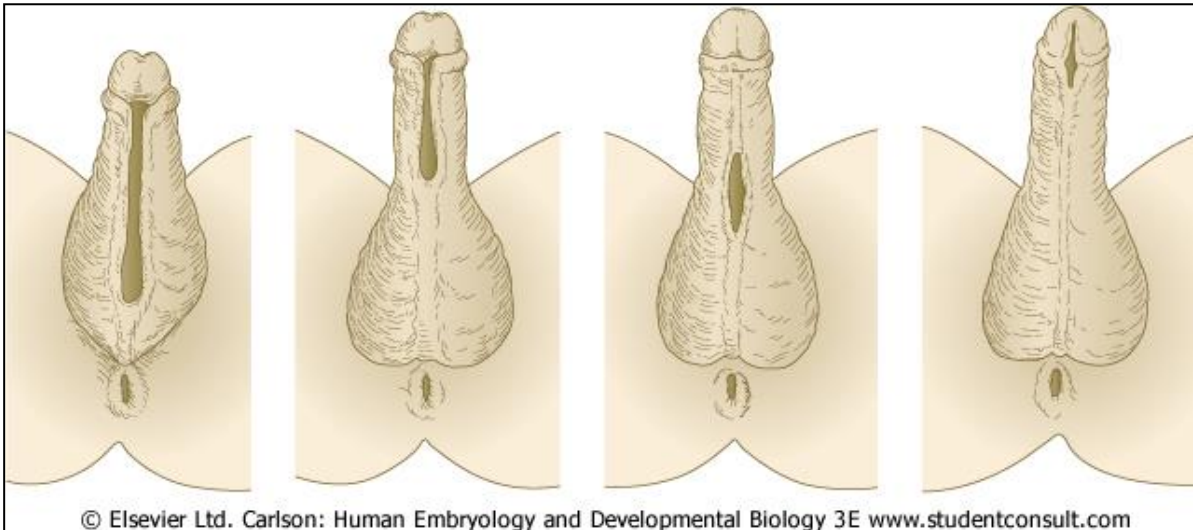
Uretrální řasy - laterální stěny uretrální rýhy

Ventrální epitel uretrálních řas - vlastní uretra

Corpora cavernosa se vyvíjí z mezenchymu



# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Hypospadiie

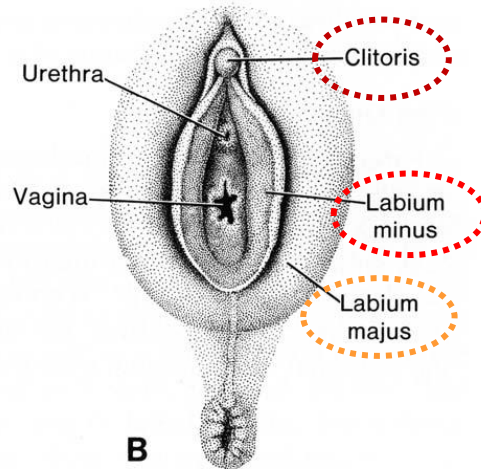
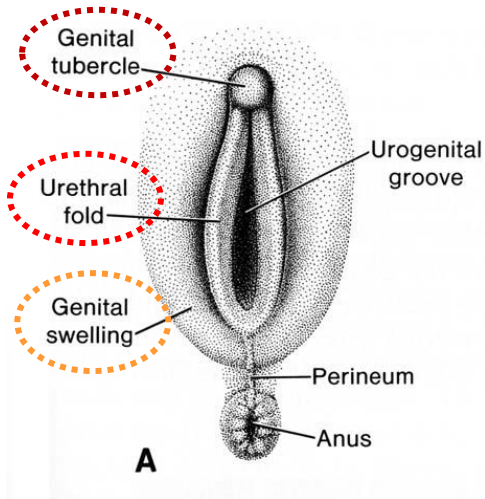


Normální raphe v medianní rovině

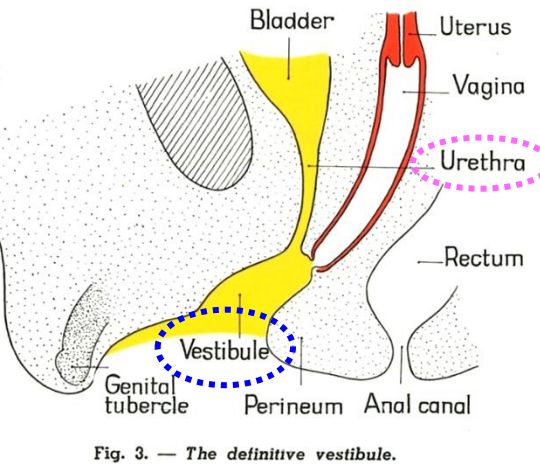
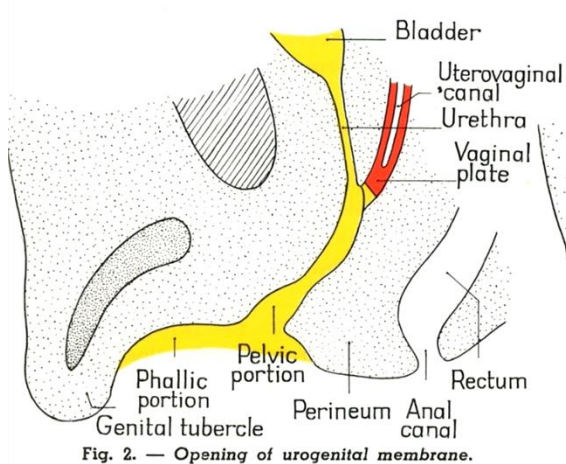


Raphe excentricky

# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Ženy



uretra a vagina se otevírají do vestibula = vzniká ze sinus urogenitalis



uretra se vyvíjí z urogenitálního sinu - ekvivalent prostatické uretry muže

**Děkuji za pozornost!**

Dotazy a komentáře na:  
[ahampl@med.muni.cz](mailto:ahampl@med.muni.cz)