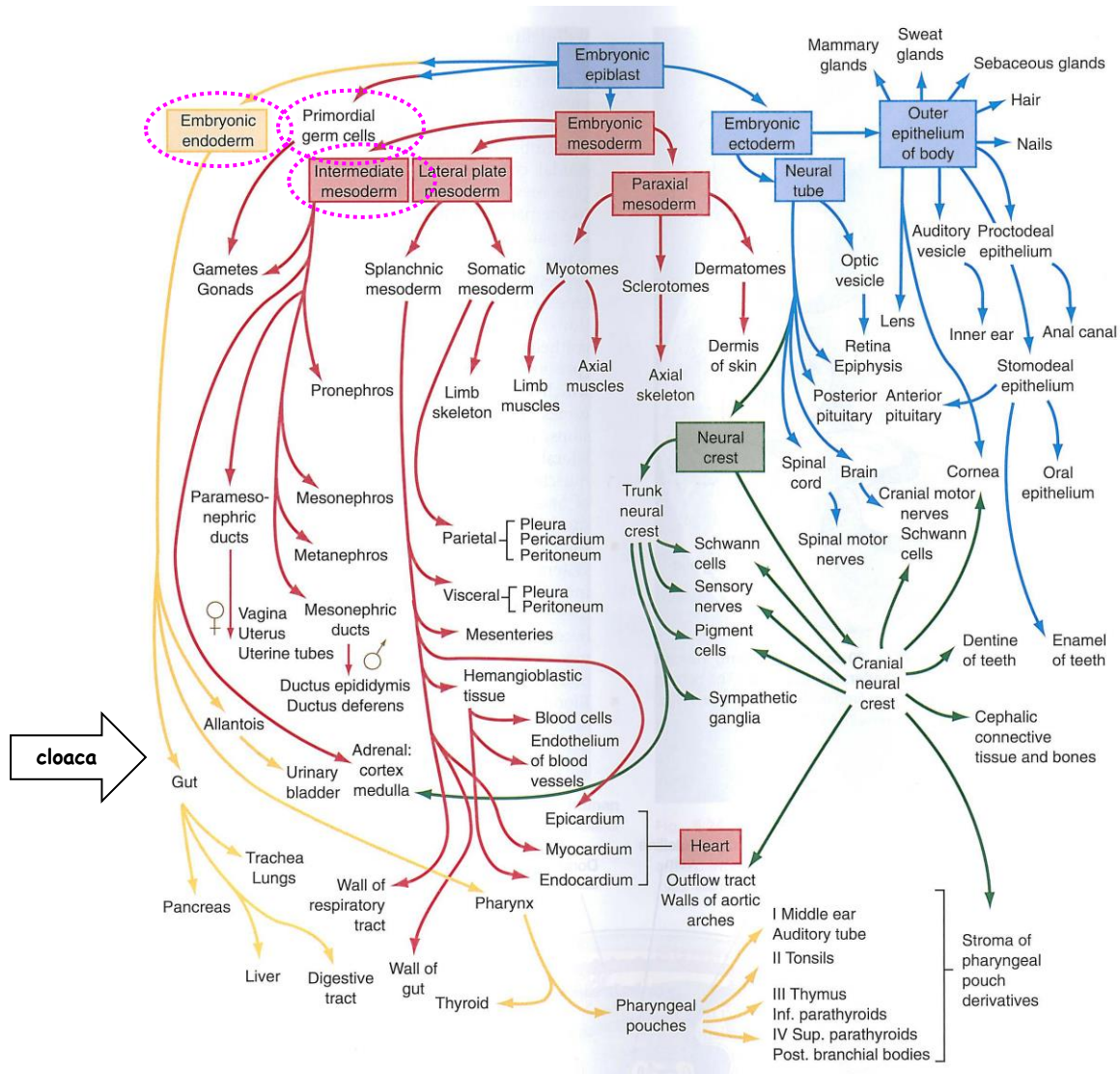


# Močopohlavní systém - Vývoj

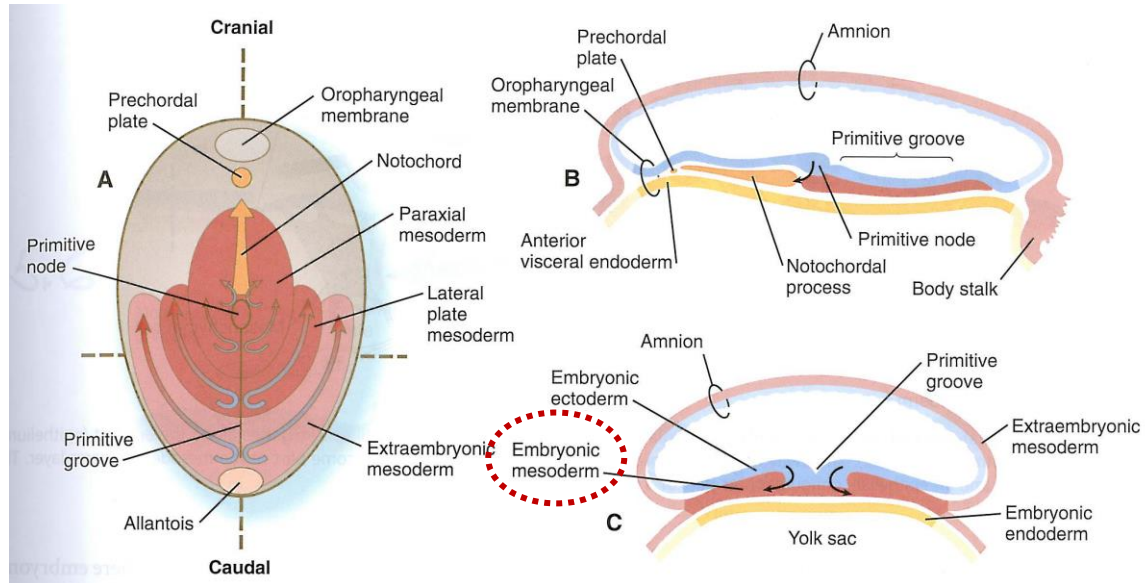
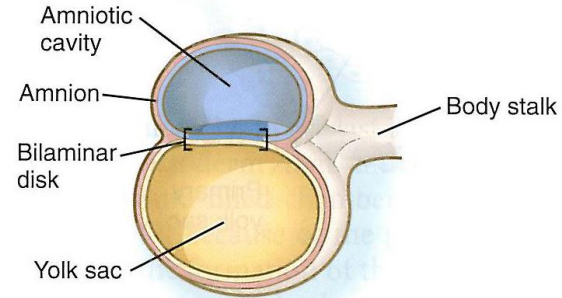
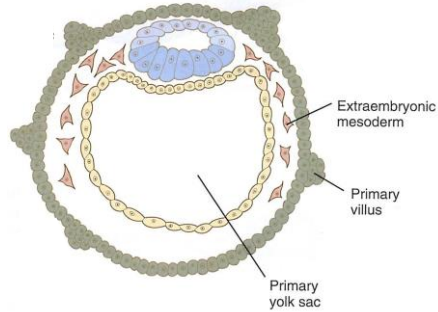
Aleš Hampl

Listopad 2024

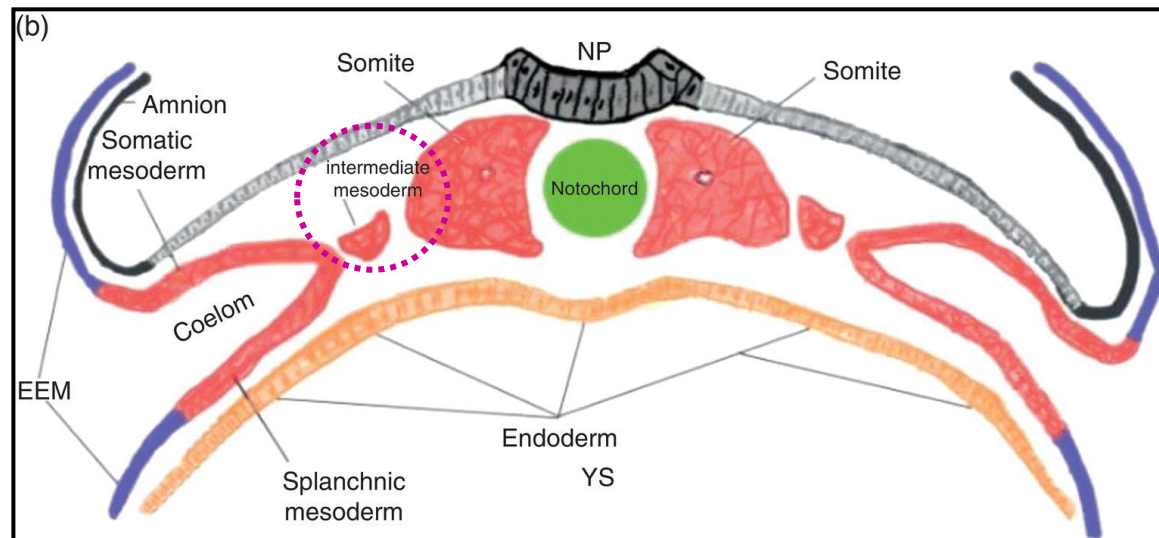
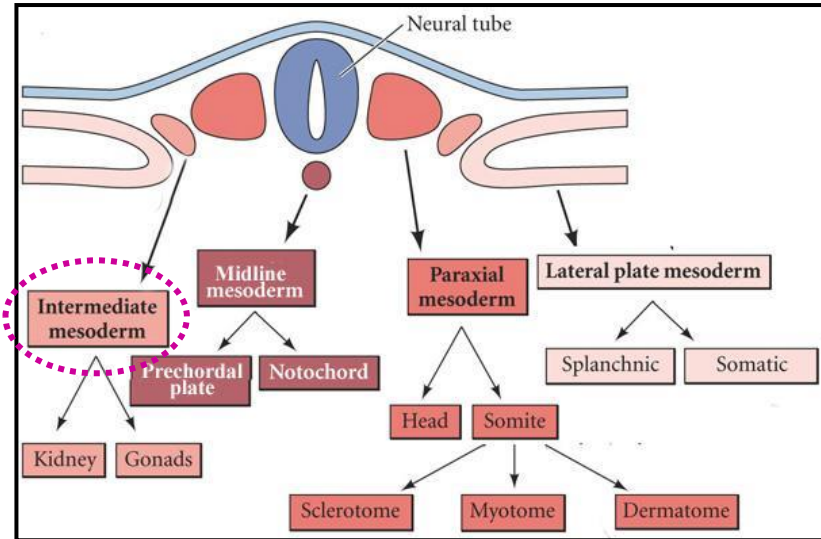
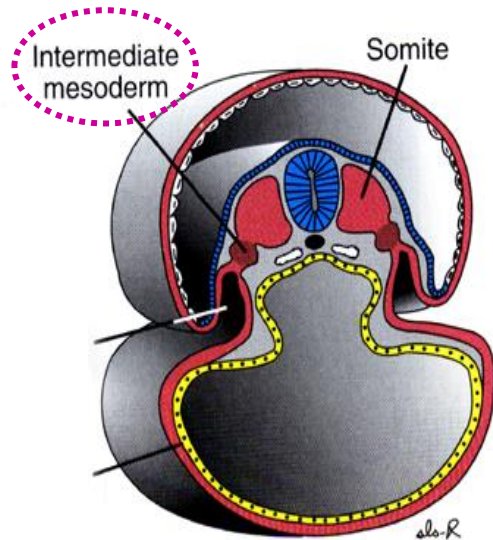
# Močopohlavní systém - Celkový obraz



# Močopohlavní systém - Připomenutí



# Močopohlavní systém - Intermediární mesoderm

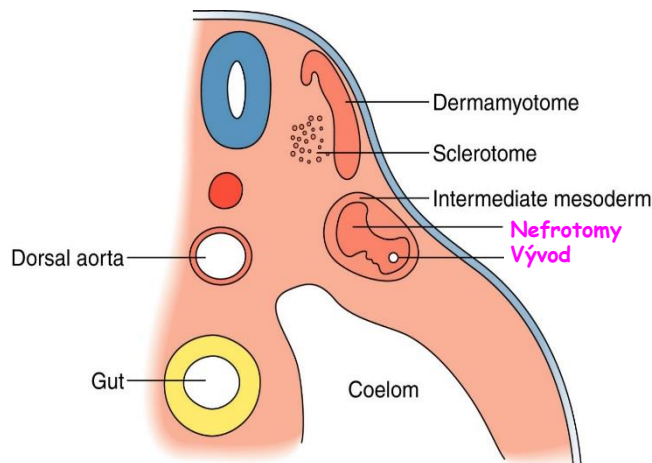


# Močopohlavní systém - Časné formy ledvin- Pronephros

Rekapitulace tří evolučních stádií vývoje ledvin v kraniokaudální sekvenci:

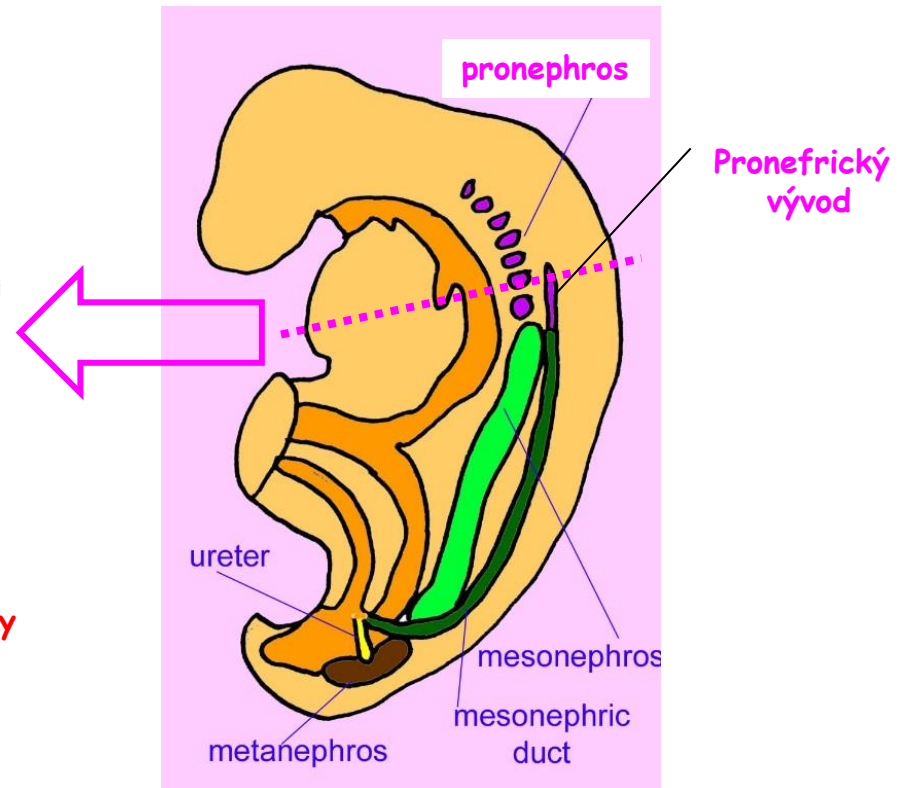
- pronephros
- mesonephros
- metanephros

Urogenitální lišta

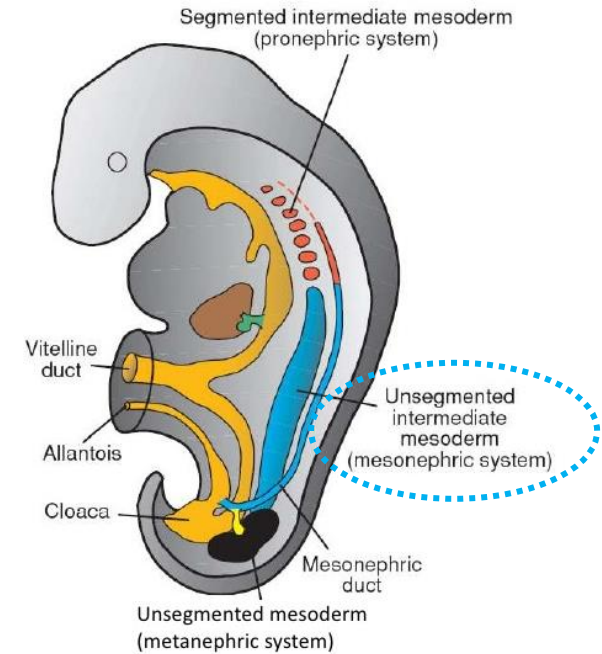
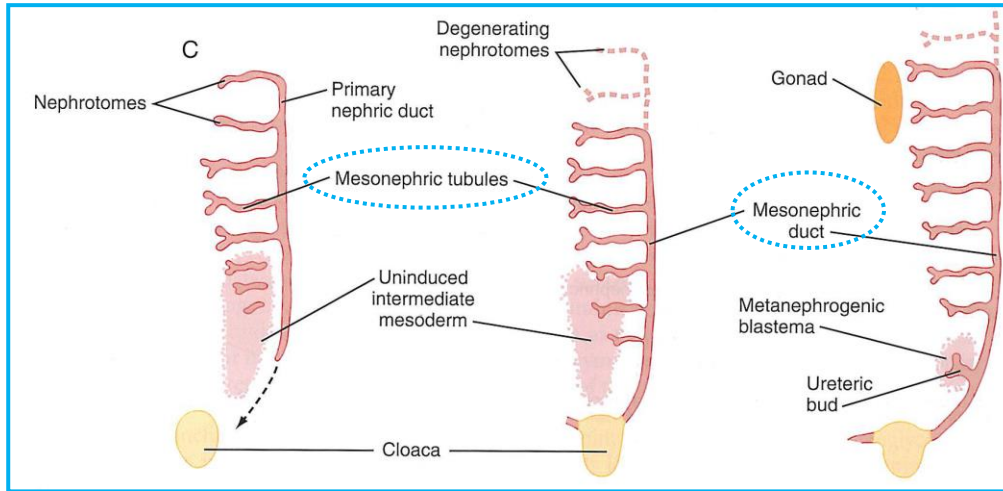


## Nefrotomy

- ve dne 22 v cervikální oblasti **urogenitální lišty**
- skupiny 7 až 10-ti epitelálních buněk
- napojeny na **pronefrický vývod**
- nefunkční
- mizí do 28. dne

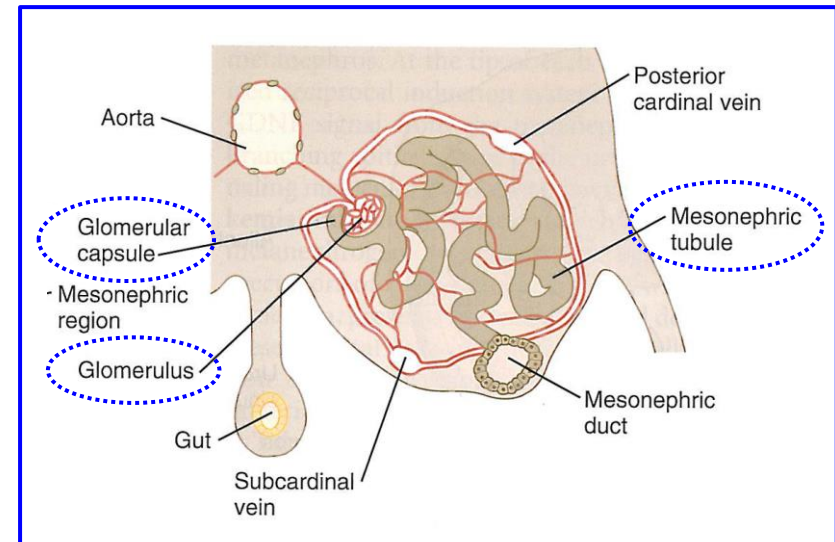
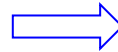


# Močopohlavní systém - Časné formy ledvin- Mesonephros

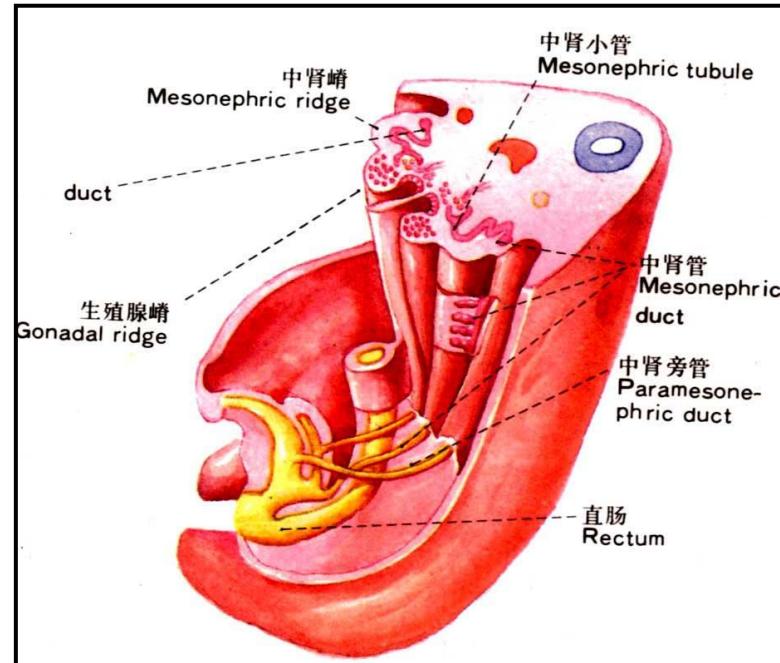
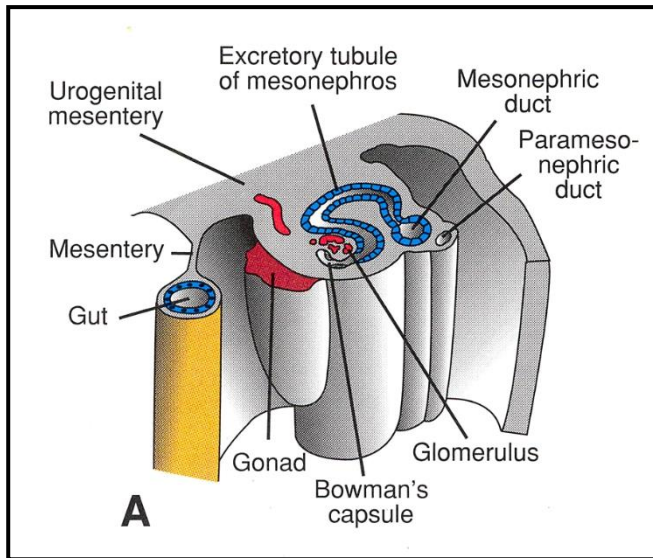


## Mesonephros

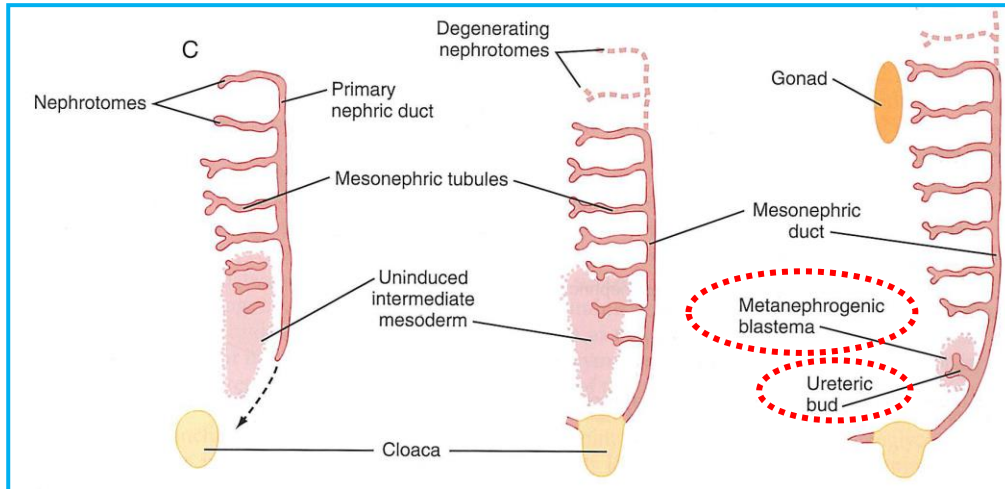
- kaudální pokračování **nefrogenní lišty**
- thorakolumbární oblast
- nesegmentovaný intermediární mesoderm
- **Ductus mesonephricus** (párový) - **Wolfův kanálek**
- **exkretční kanálky** - individuálně do D. mesonephricus
- 36 to 40 tubulů na každé straně
- filtrační funkce - **mesonephrická jednotka**
- mesonephros jsou max. vyvinuty když se začínají objevovat metanefros
- potom rychle zanikají
- D. mesonephrici přetrvávají u samců



# Močopohlavní systém - Mesonephros - Další pohled



# Močopohlavní systém - Definitivní ledviny - Metanephros



Vyvíjí se od pátého týdne

Ureterový pupen

+

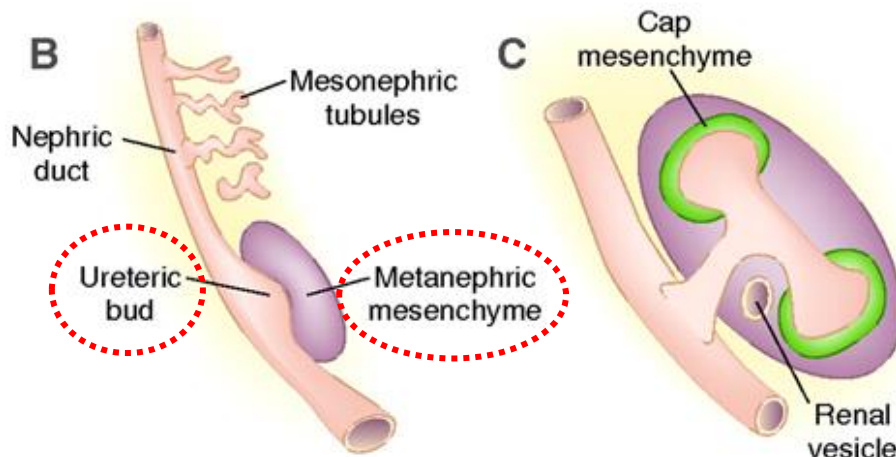
Metanephrogenní blastém  
(mezenchym)

Větvení

a

prodlužování

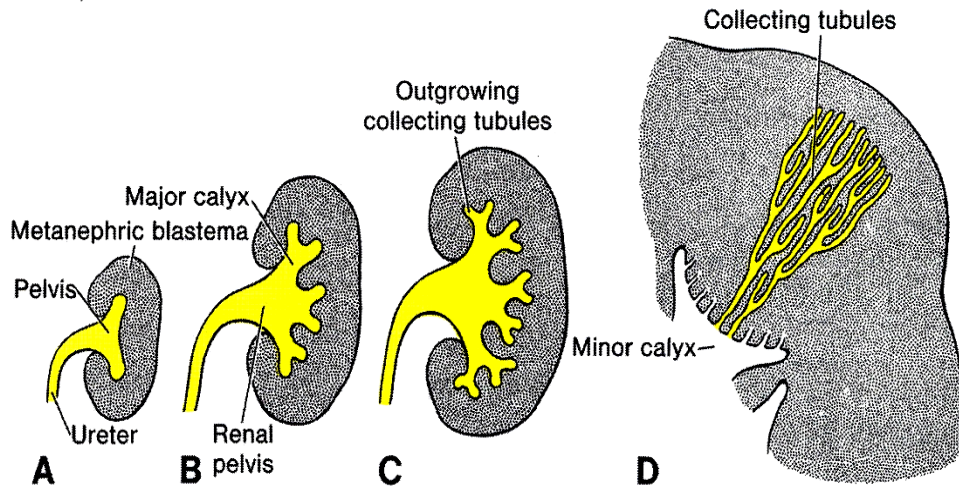
14 to 15 x



Mesonephrický vývod



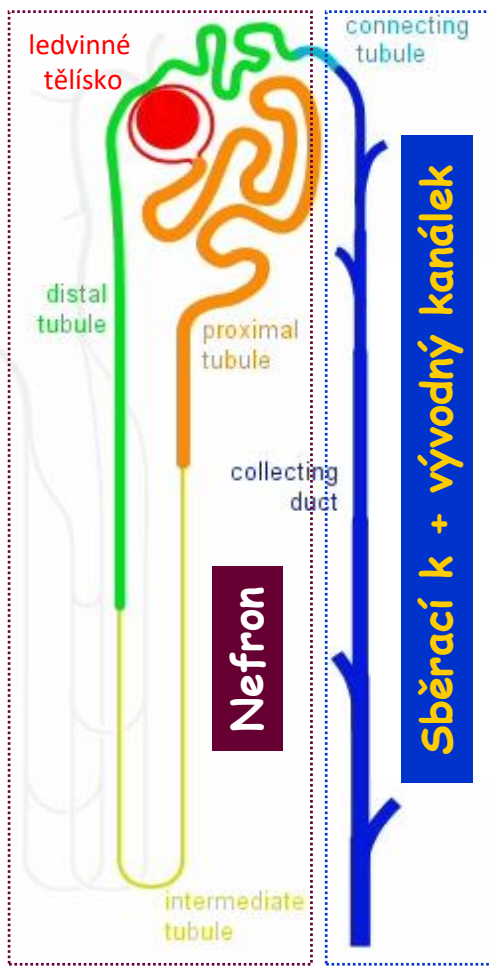
# Močopohlavní systém - Definitivní ledviny - Metanephros



Opakované větvení ureterového pupenu:

- ureter
- pánvička
- kalichy a kalíšky
- sběrací a vývodné kanálky

# Močotvorná složka = Funkční jednotka



Kůra

Dřeň

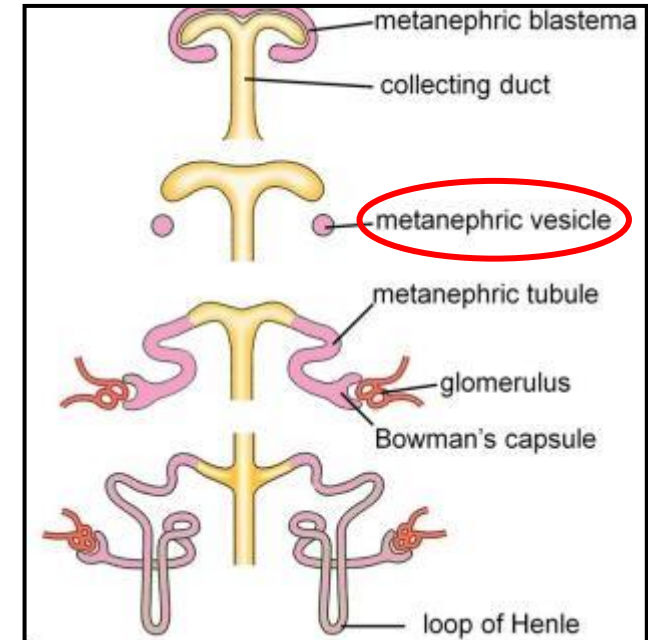
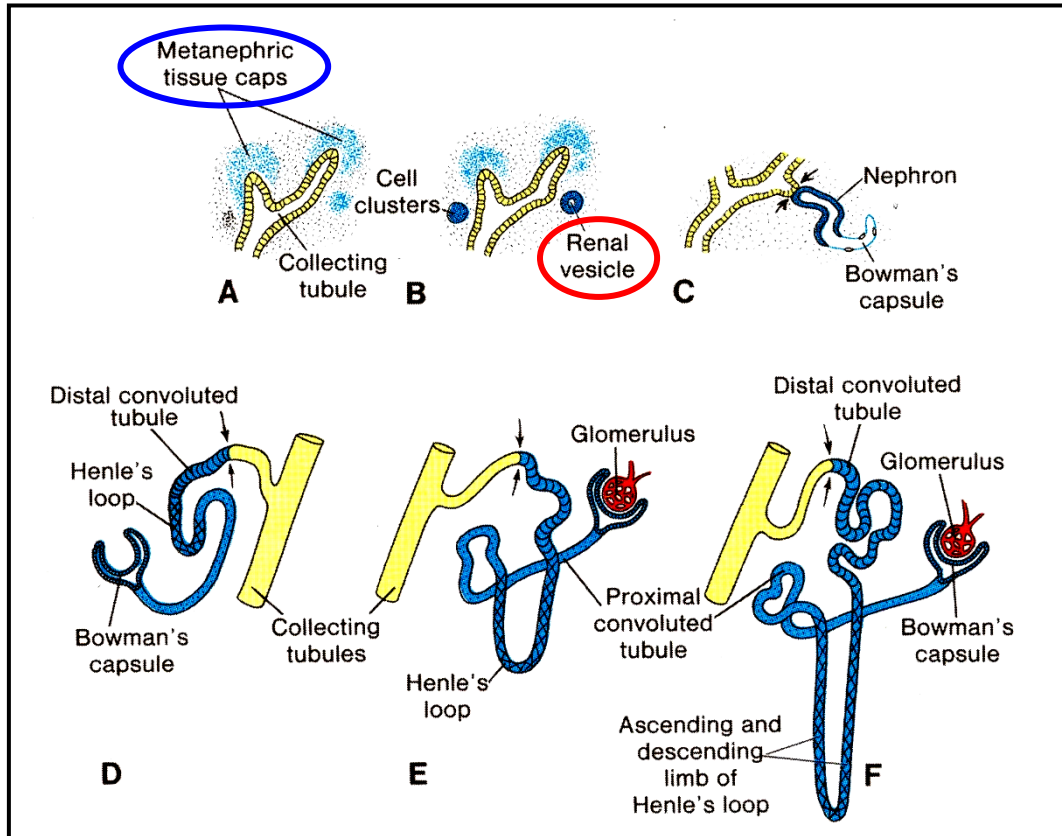
Ductus papillares Bellini

Area cribriformis  
**Kalíšek**

Nefrony X Sběrací k. + vývodný kanálek  
Odlišný vývojový základ

1 to 1,4 milionů  
nefronů  
v jedné ledvině

# Močopohlavní systém - Metanephros - Nefrony



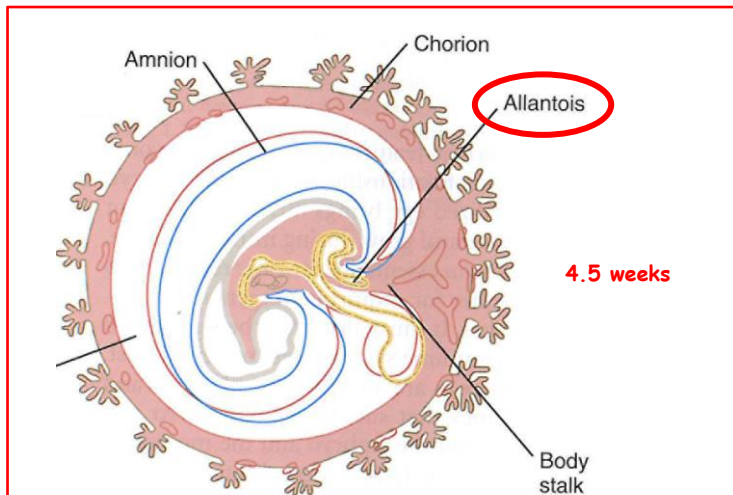
- zakončení ureterových pupenů (sběrací kanálky) - „čepičky“ kondenzovaného mezenchymu
- část čepičky se diferencuje do **nephrogenního váčku**
- váčky se prodlužují
- váčky se na jedné straně otevírají do sběracích kanálků
- váčky se prodlužují a polarizují - **lumen and bazální lamina**
- do oblasti vrůstají prekurzory endotelií - **glomerulus**
- endotelie se spojující s větvením dorzální aorty - **glomerulární cirkulace**
- **moč se začíná tvořit v týdnu 10**

# Močový systém - Měchýř

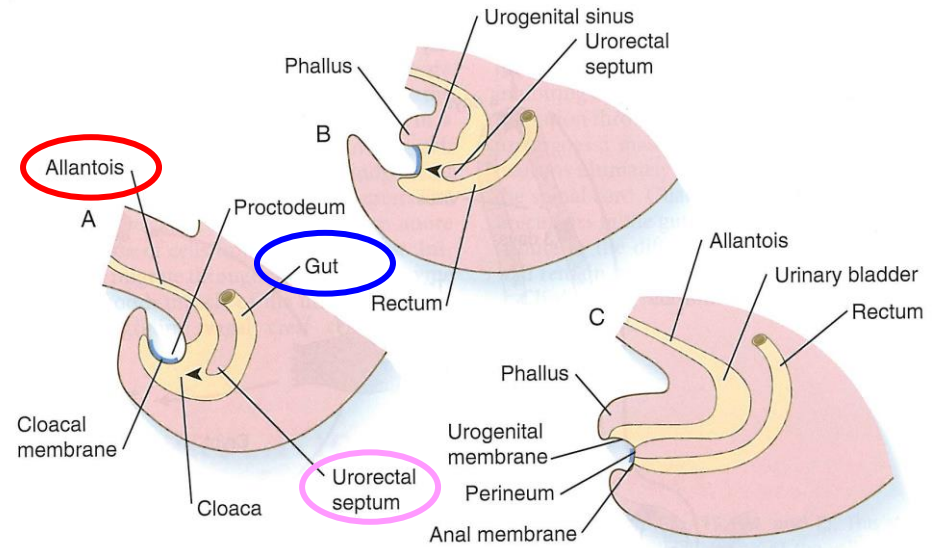
Kloaka

=

Terminální část **zadního střeva** + **allantois**



- ventrální výchlipka zadního střeva
- váčovitá struktura (respirace)
- součást pupečního provazce
- proximální část - **URACHUS** - spojení s moč. měchýřem
- **URACHUS** - vyvíjí se v **Lig. umbilicale medianum**



5 weeks

6 weeks

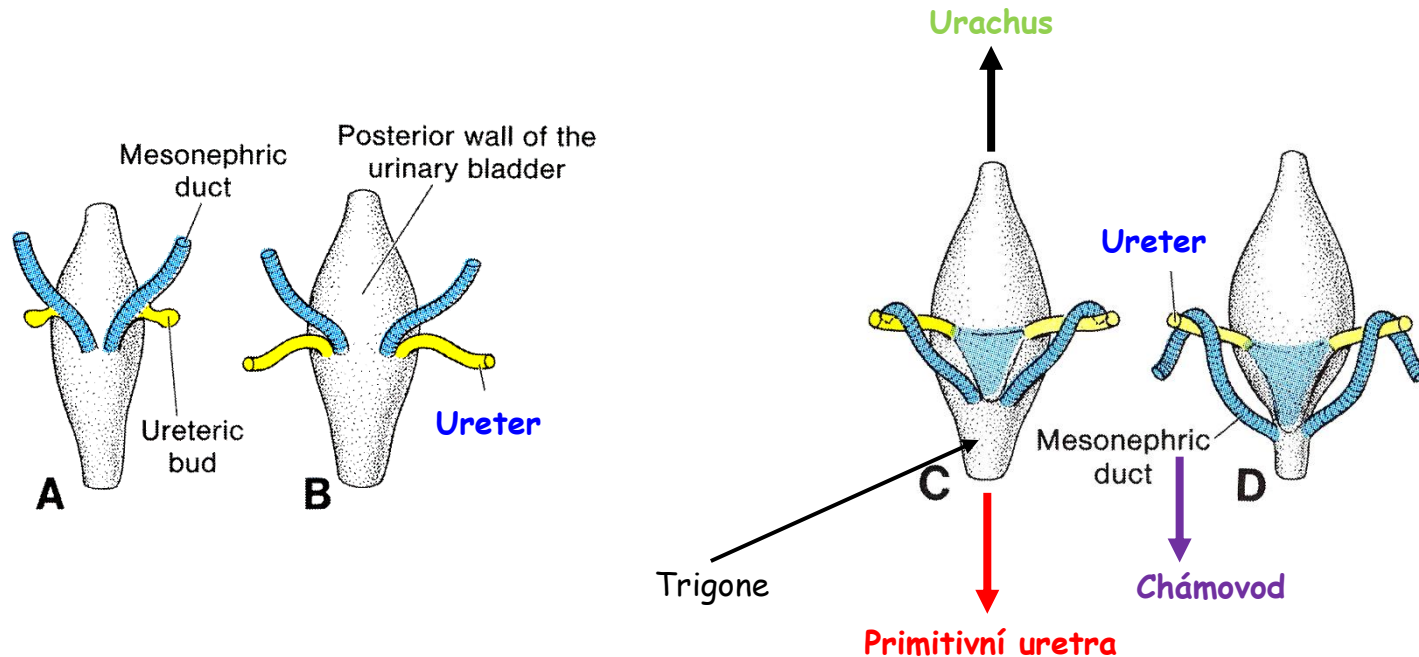
8 weeks

Kloaka

Simus urogenitalis	Membr. urogenitalis
Septum urorectale	Perineum
Canalis analis	Membrana analis

# Močový systém - Měchýř + Uretery + Uretra

## Zadní pohled



- alantois se rozšiřuje - močový měchýř
- **urachus** - **Lig. umbilicale medianum**
- kaudální části D. mesonephricus se zanořují do stěny měchýře - oddělují se - **uretery** + **chámovody**

# Pohlavní systém

Pohlavní dimorfismus - jedinec má pouze jeden typ pohlavních orgánů

**Genetické určení pohlaví:**

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



Oplození

=

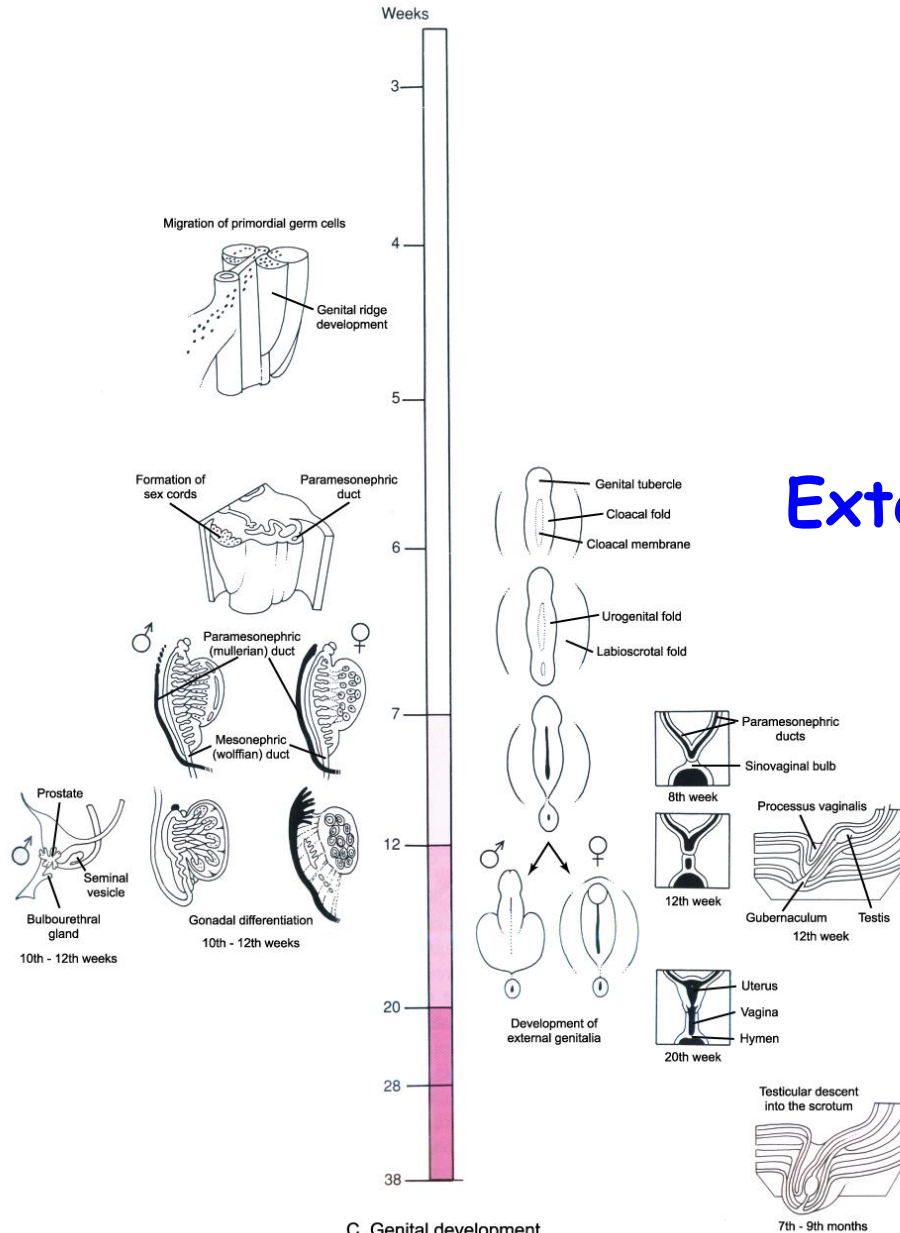
7. týden

Ustaveno genetické pohlaví  
(Barrovo tělísco)

# Pohlavní systém - 7 týdnů indeferentního stavu

Gonády

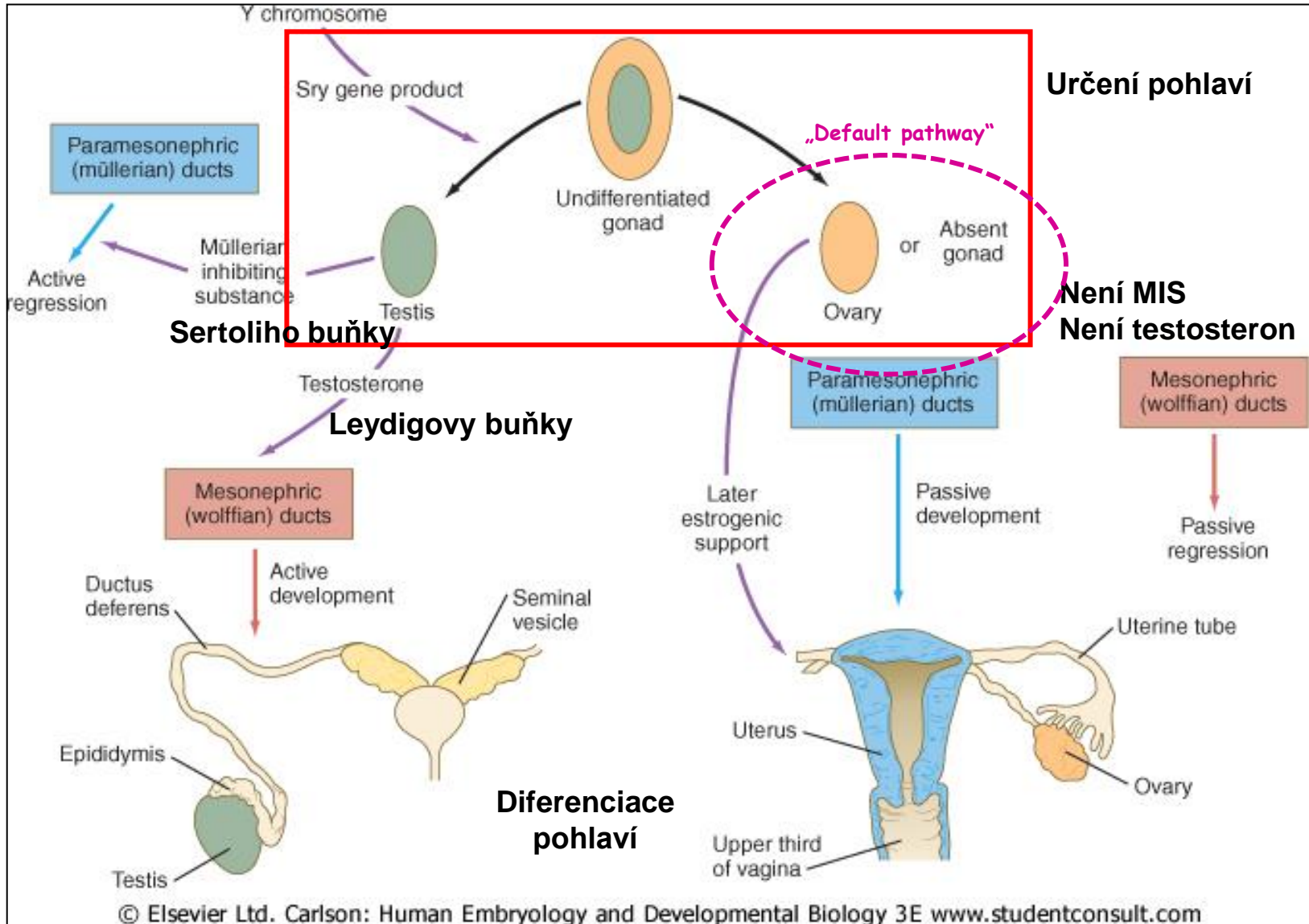
Externí genitál



# Pohlavní systém - Sry gen

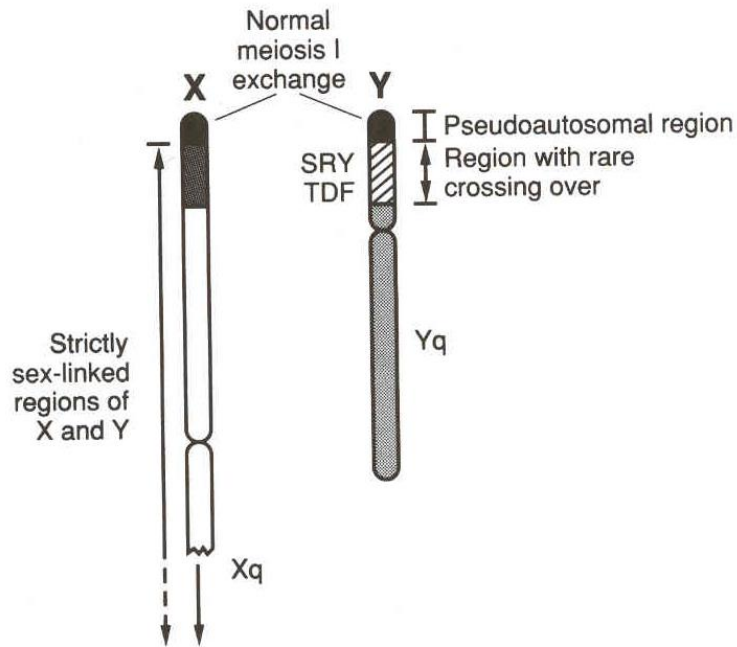
Y chromozom rozhoduje  
 XXY - muž  
 XO - žena

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

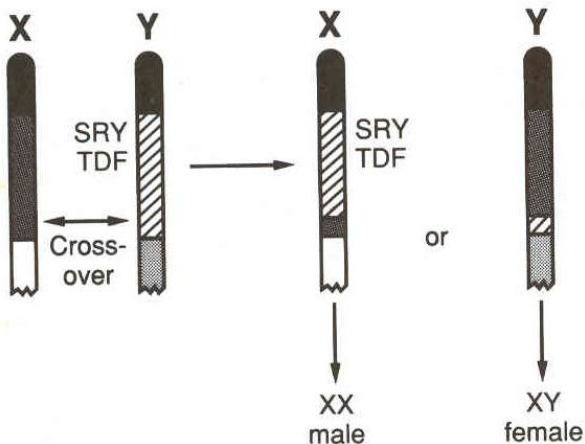




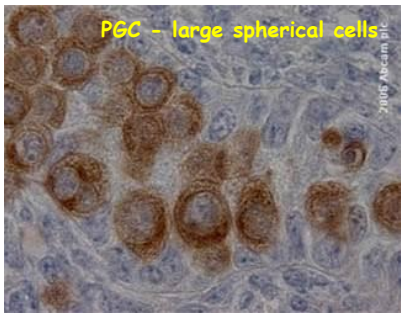
# Pohlavní systém - Sry gen



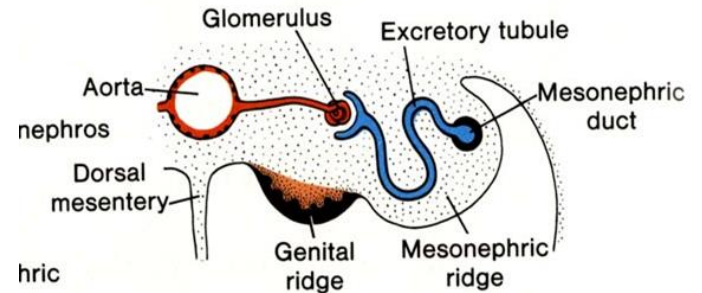
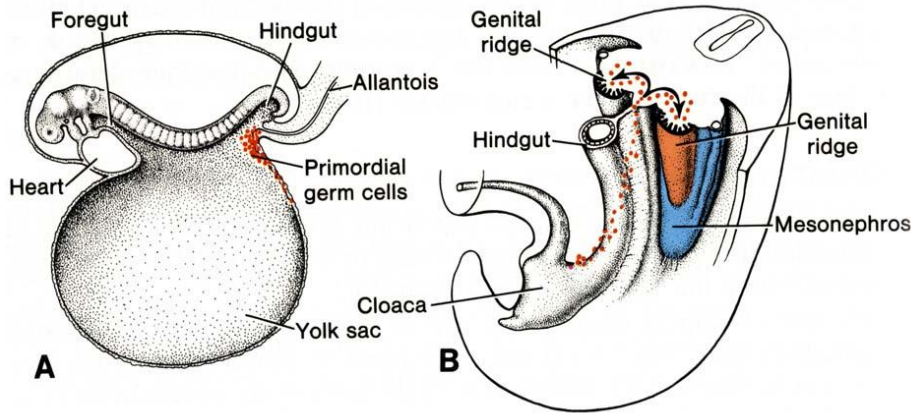
Párování X a Y chromozomů v pseudoautozomální oblasti během meiózy



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

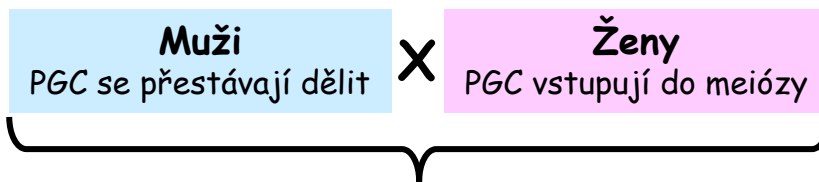


# Pohlavní systém - Primordiální germinální buňky



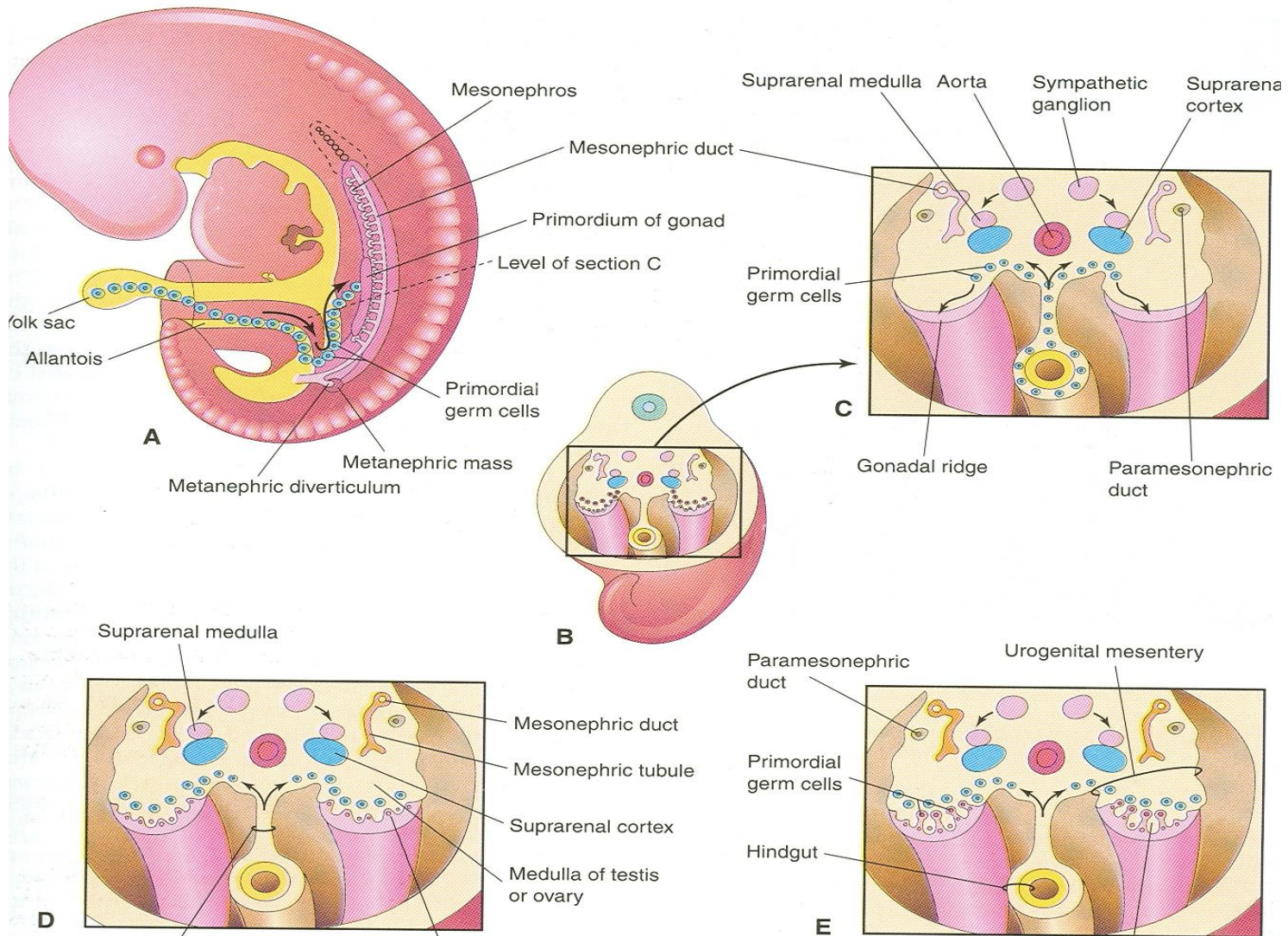
## Primordiální germinální buňky (PGC)

- 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

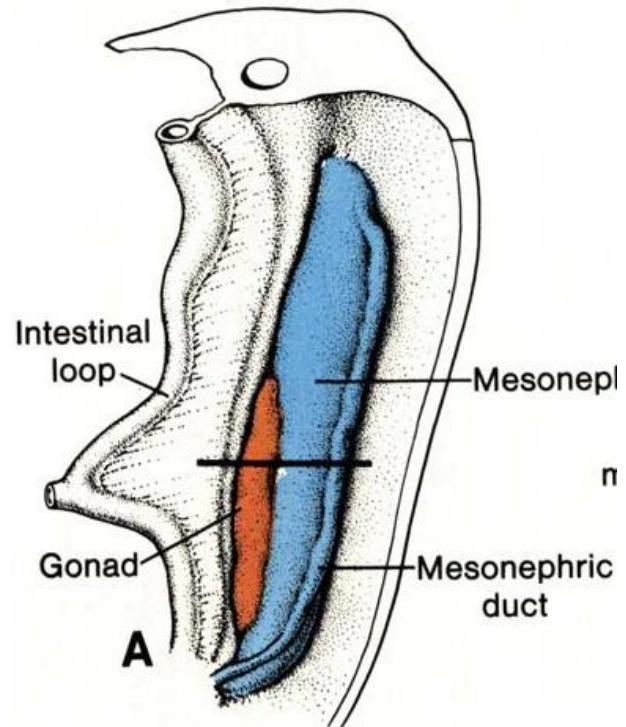
**Steroidogenní mesoderm**  
podél ventromediálního okraje mesonephros

Kaudální oblast  
=  
**Pohlavní lišty**

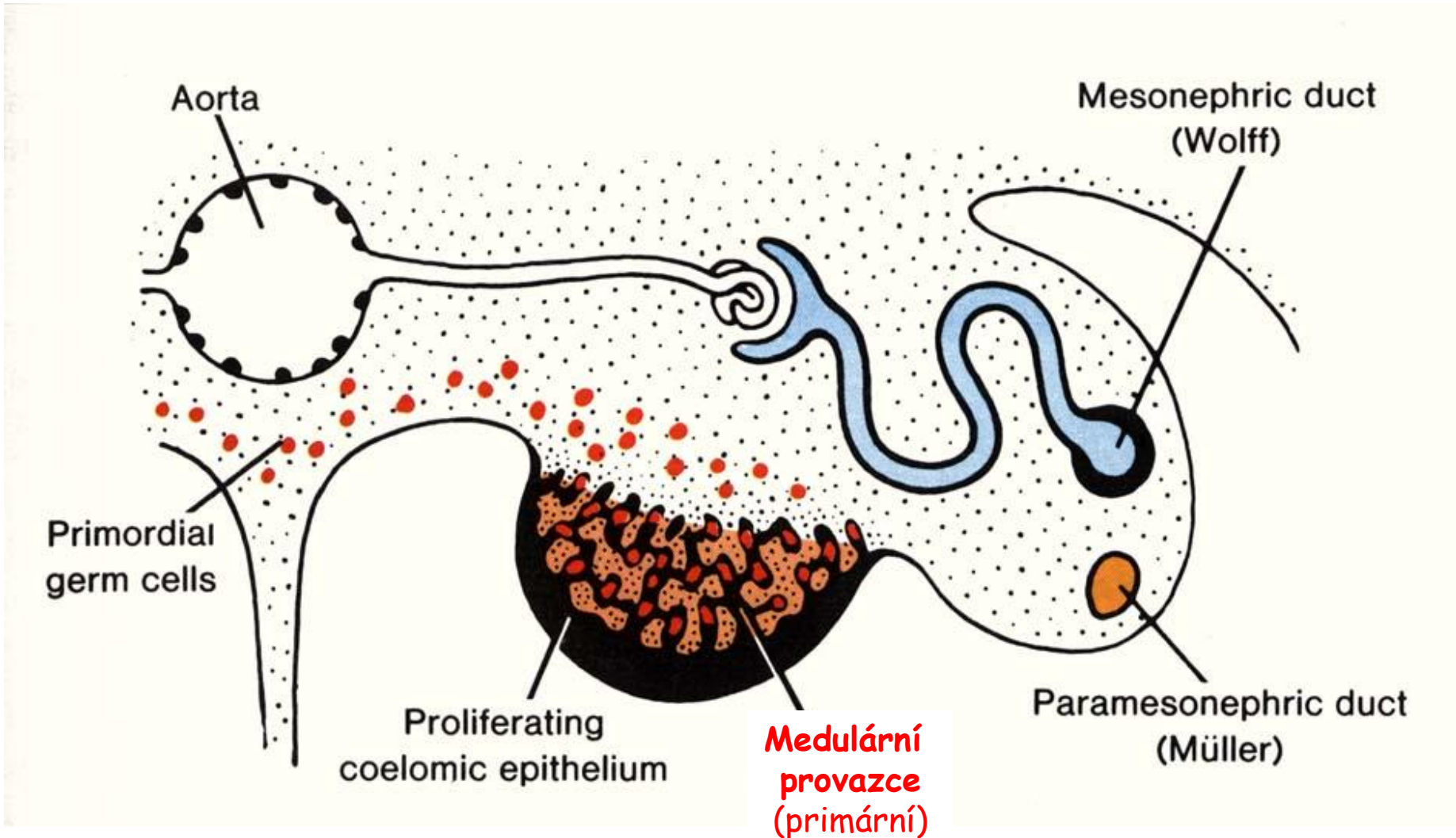
coelomový epitel  
+  
mesoderm

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)

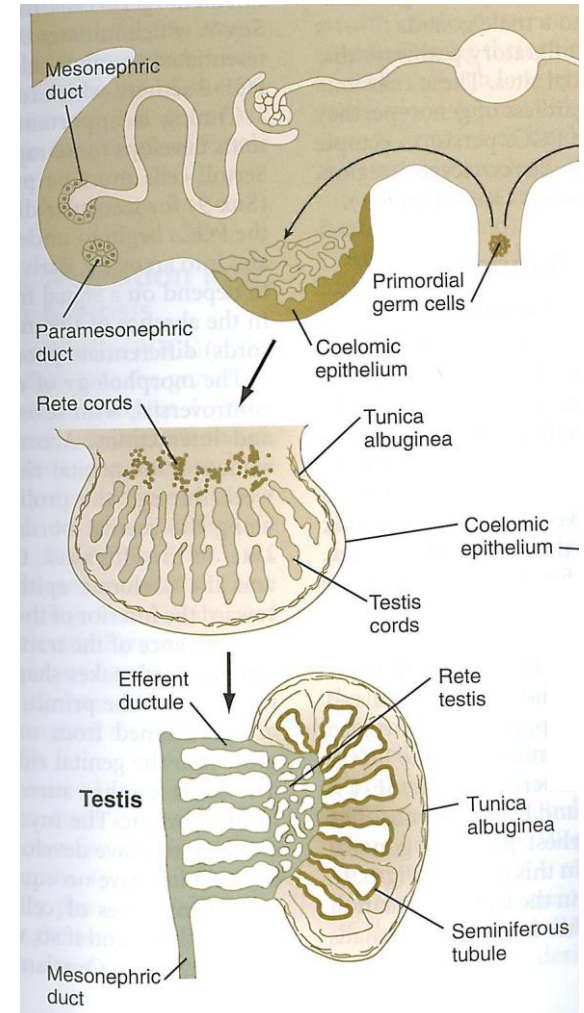
**Provazce - semenotvorné kanálky, přímé kanálky, rete testis**

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

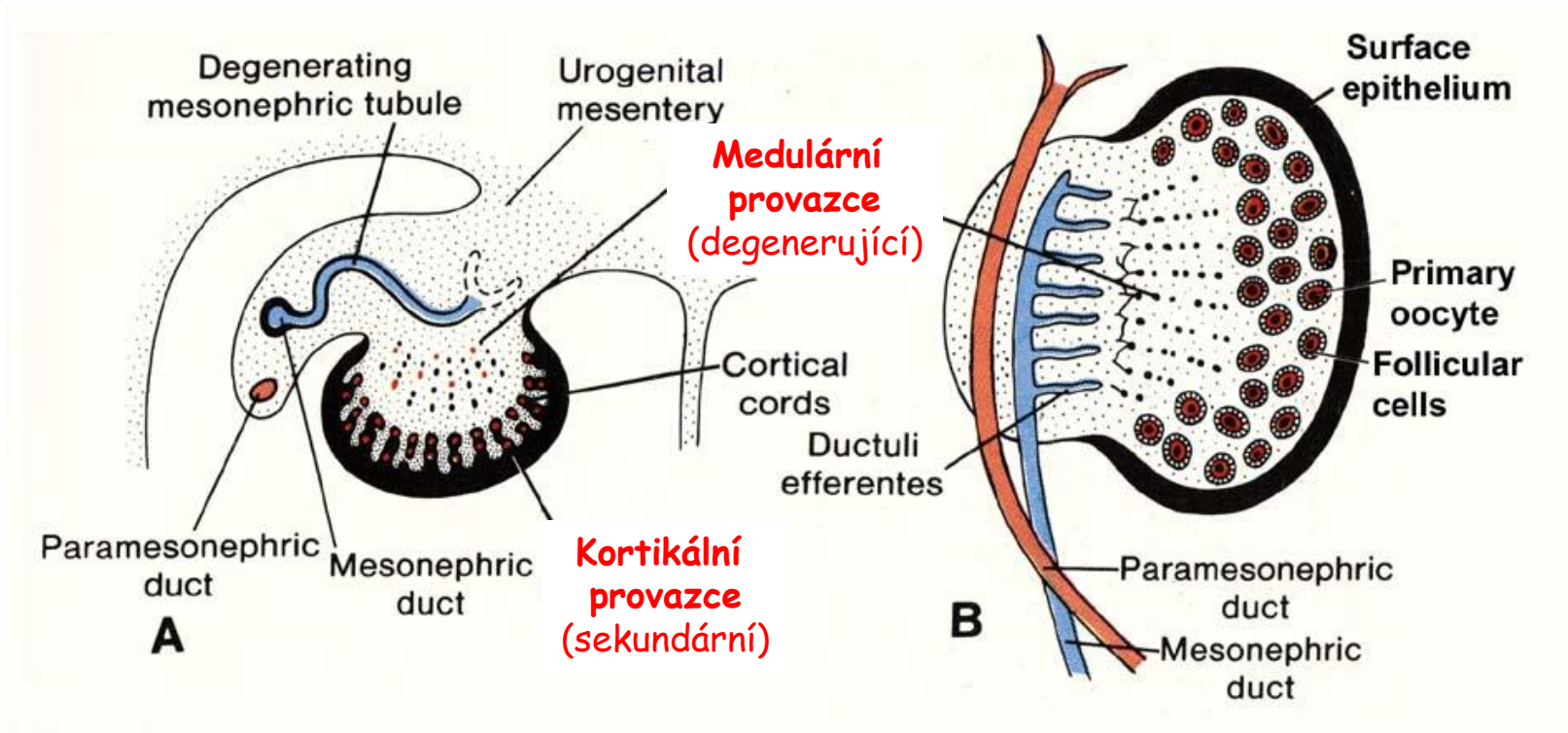
## 8 až 18 týden

**Vyvíjí se Leydigovy buňky**

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



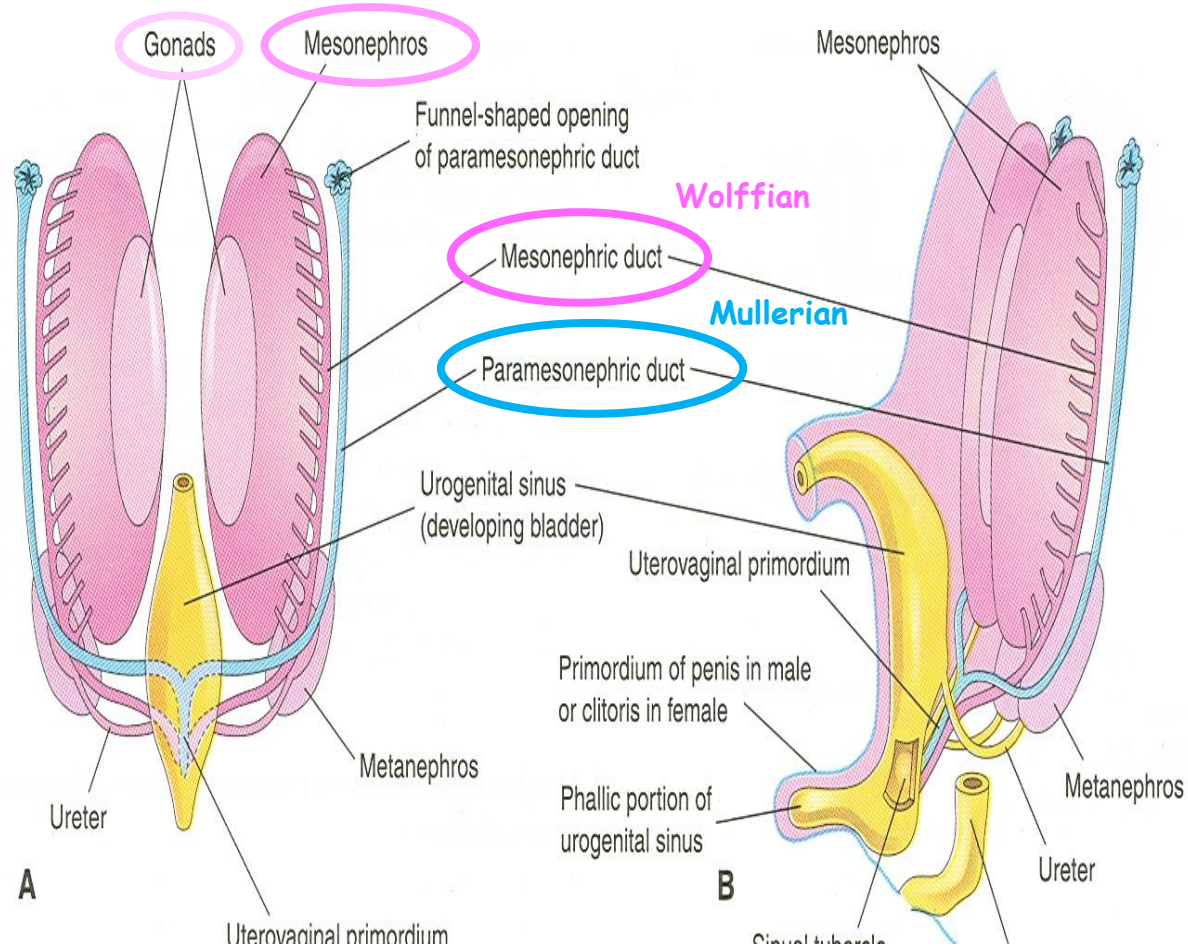
# Pohlavní systém - Diferenciace vaječníků



- 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

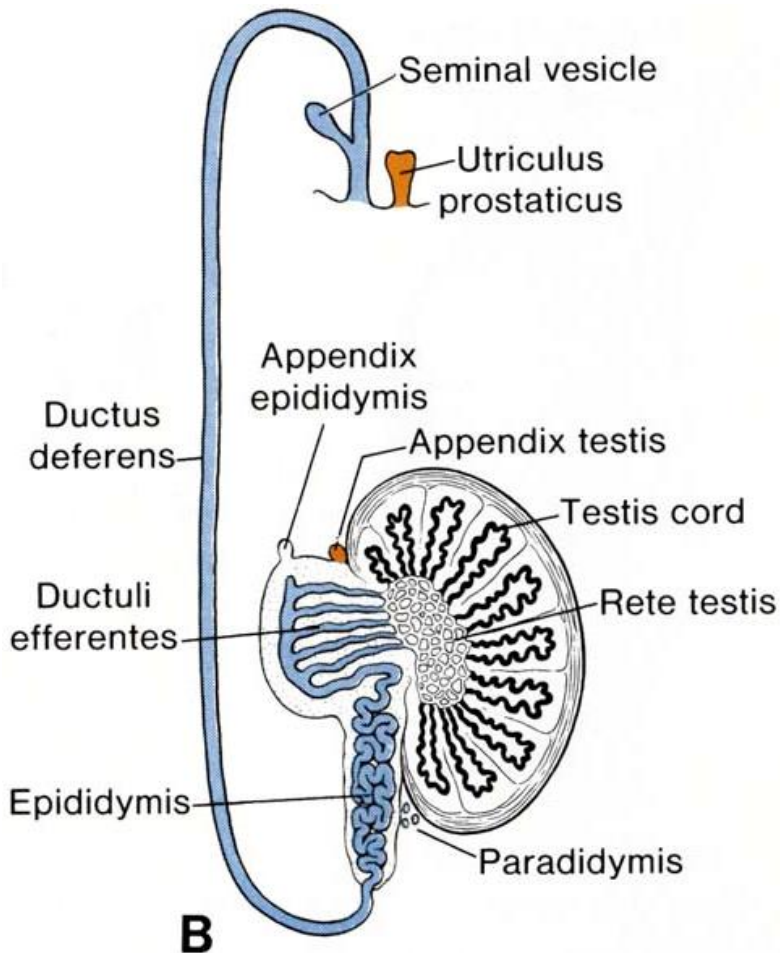


### Ductus paramesonephricus

- 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)

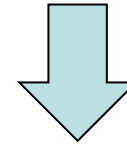
# Pohlavní systém - Sestup varlat

## Předpoklady pro sestup varlat:

- zvětšení varlat
- atrofie mesonephros - umožňuje posun kaudálním směrem
- tenze **gubernakula**
- atrofie paramesonefrických vývodů - posun do **inguinálního kanálu**
- zvětšení **processus vaginalis** (6. měsíc)
- tlak v dutině břišní ?

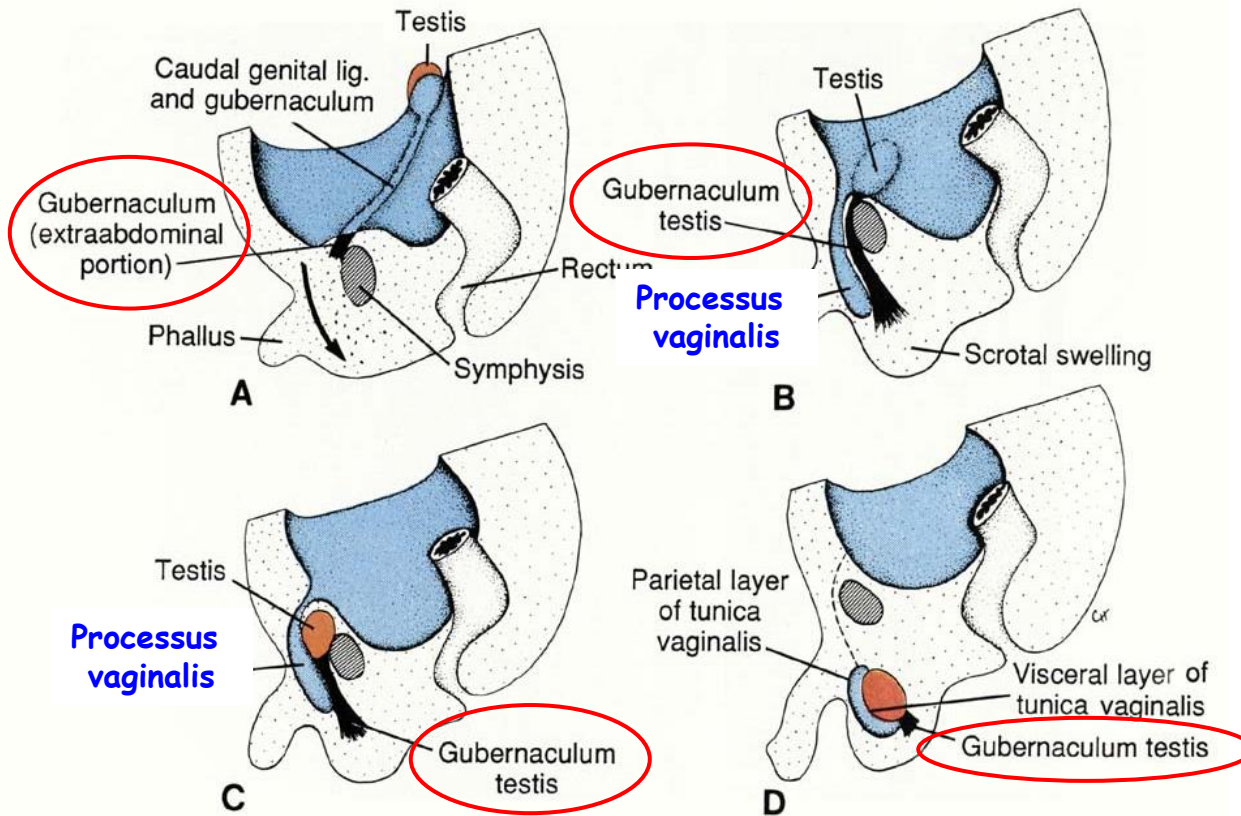
## By 26 weeks

- the testes have descended retroperitoneally to the deep **inguinální prestence**



## During 26th week

- final descent through the **inguinální kanály** into the scrotum - 2 to 3 days



## NOTES

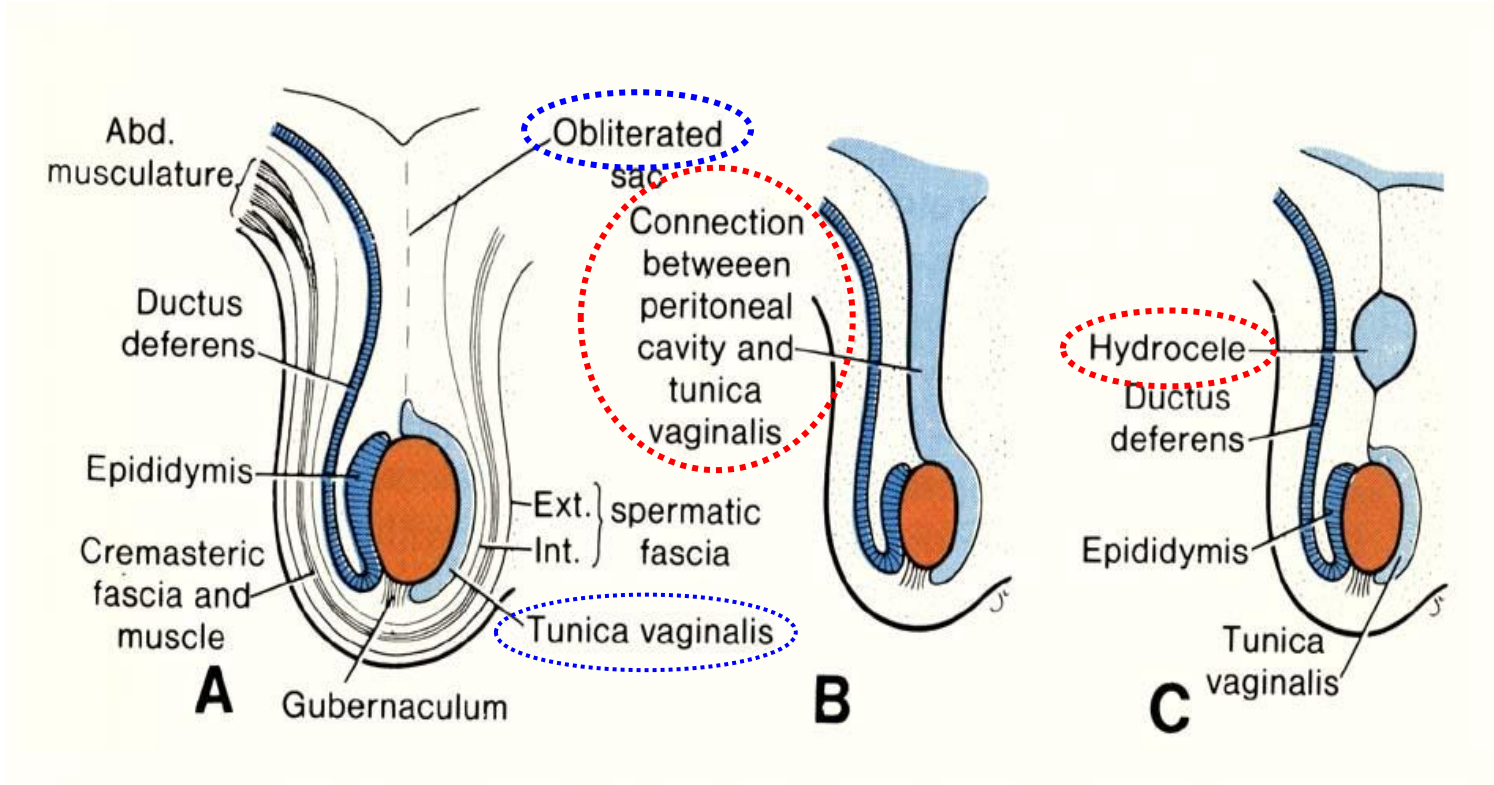
More than 97% of full-term newborn males have both testes in the scrotum

During the first 3 months after birth, most undescended testes descend into the scrotum

Spontaneous testicular descent does not occur after the age of one year

**Gubernaculum** - formuje se z kaudální části pohlavní lišty

# Pohlavní systém - Sestup varlat

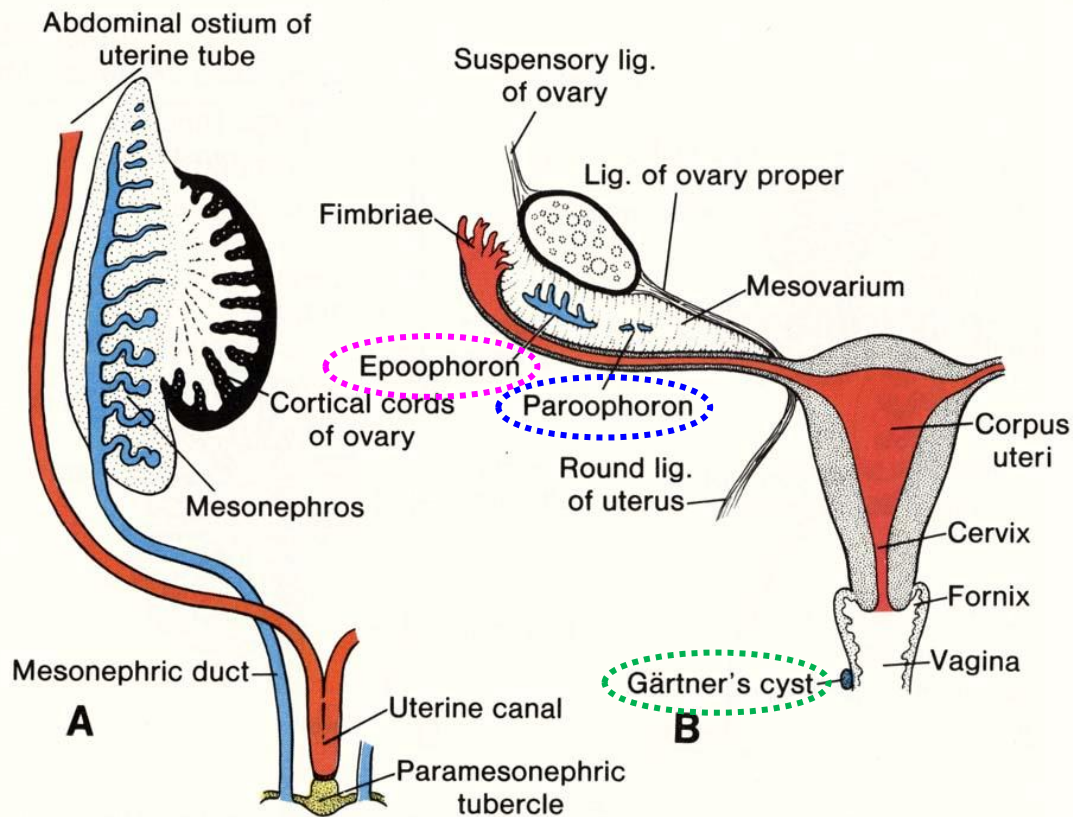


Processus vaginalis obliterován  
**NORMÁLNÍ**

Zachováno spojení  
**ABNORMÁLNÍ**

Zůstává cysta = Hydrocele  
**ABNORMÁLNÍ**

# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Ženy

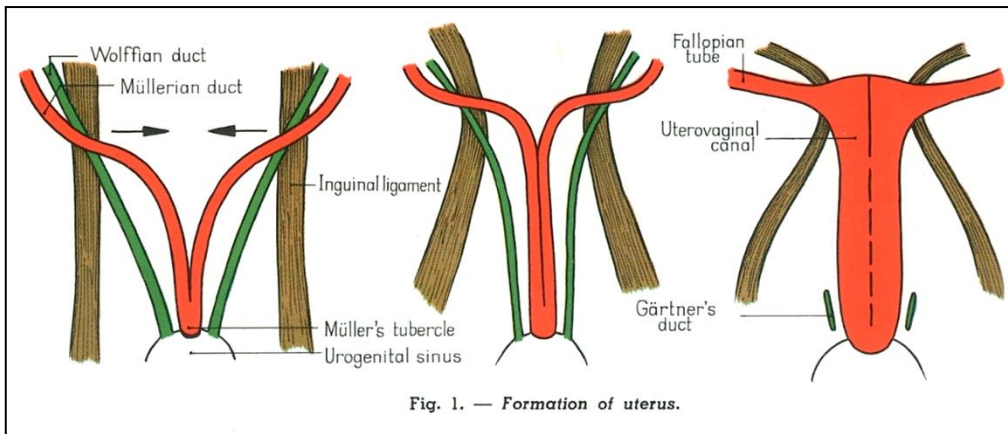


**Duct. mesonephrici (Wolffovy)**  
**zaniká v 8. týdnu** (absence testosteronu)  
 • **Gartnerovy cysty** (kaudální část)

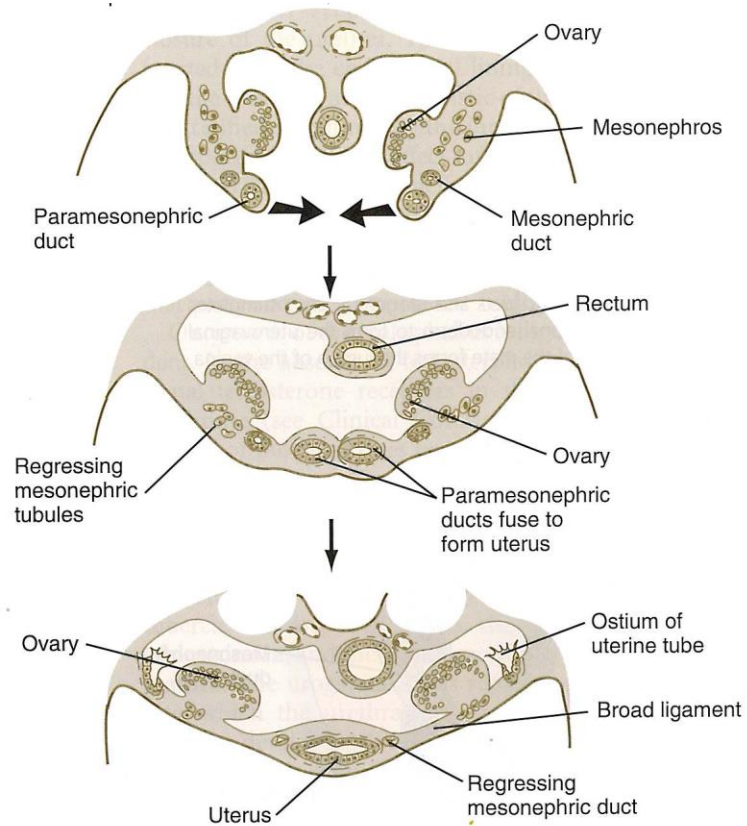
**Duct. paramesonephrici (Mullerovy)**  
 • vejcovody  
 • děloha  
 • vagína (první třetina)

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

# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Ženy

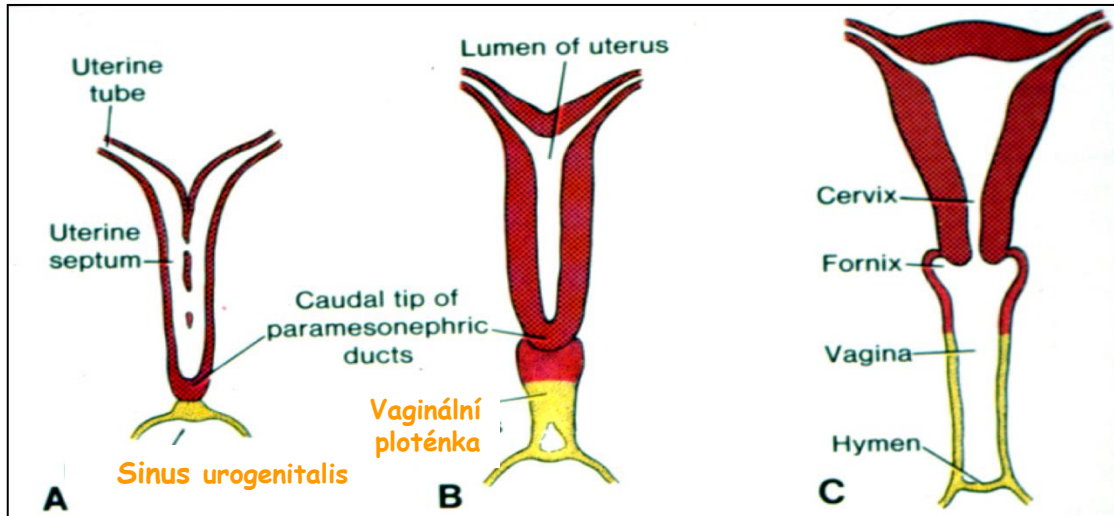


**Uterovaginální kanál**

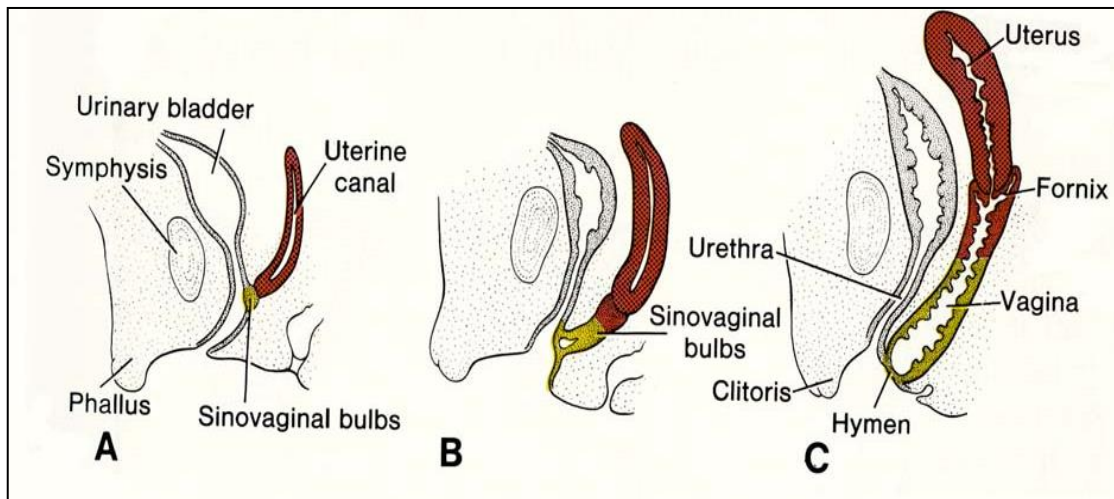


# Pohlavní systém - Vývodné cesty - Ženy

Dorzální pohled

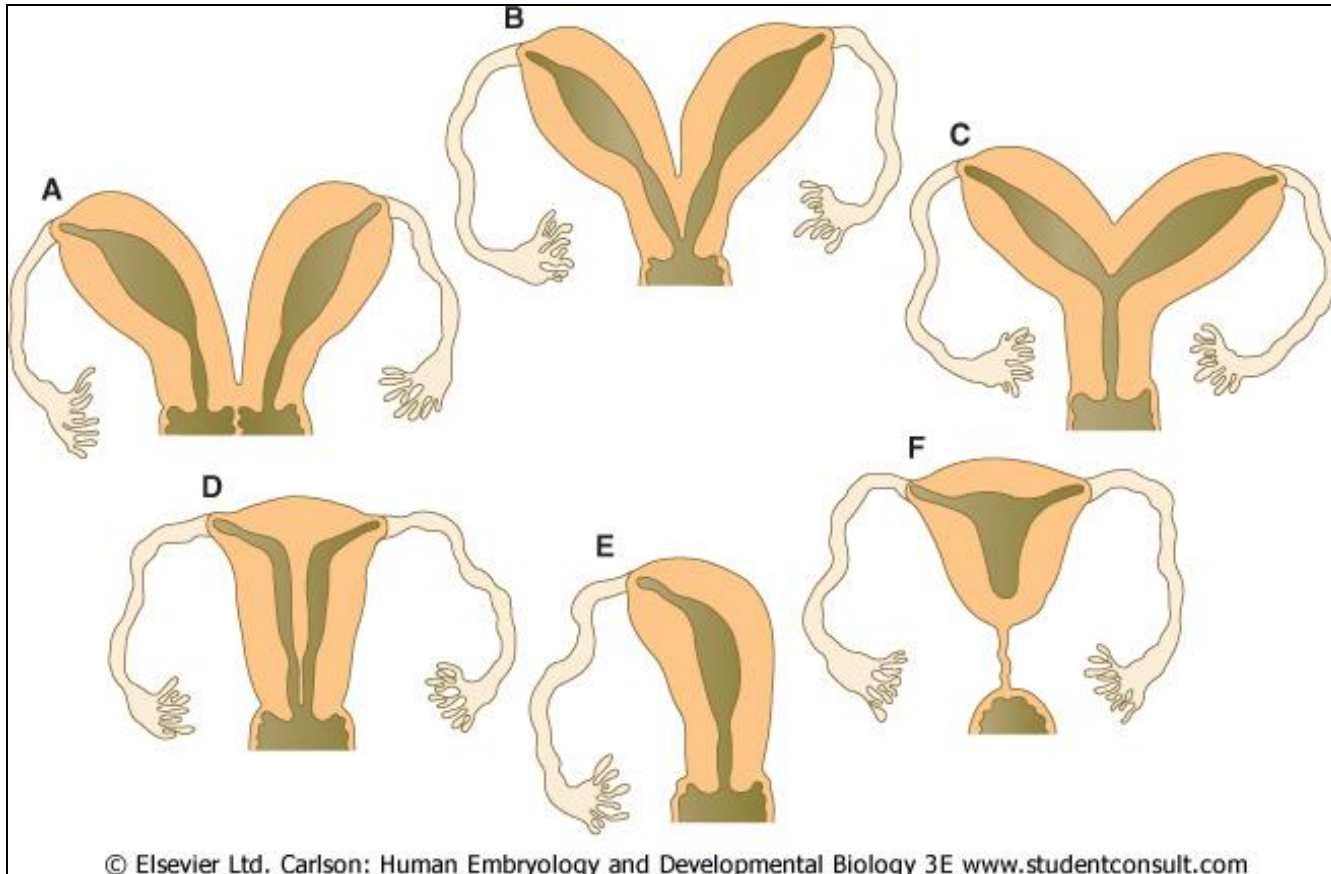


Laterální pohled



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

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

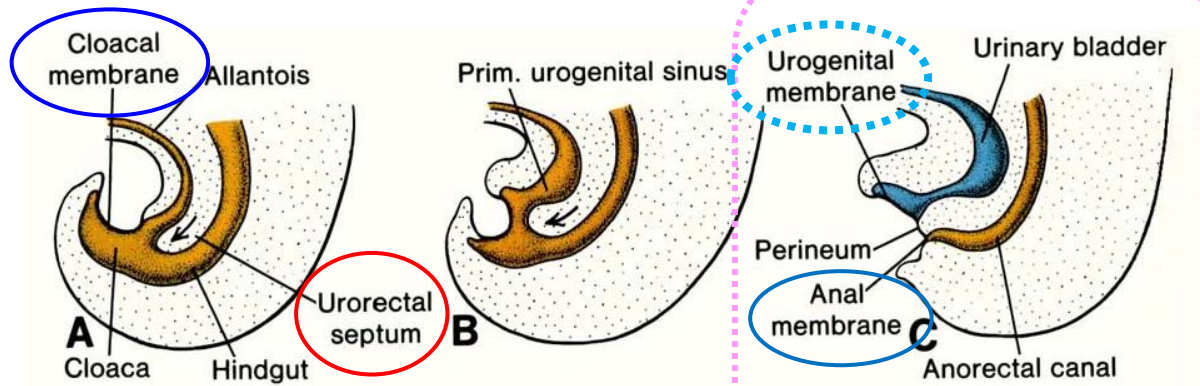


# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Indiferentní stádium

Jsou derivovány z komplexní mezordermové tkáně v okolí kloaky.

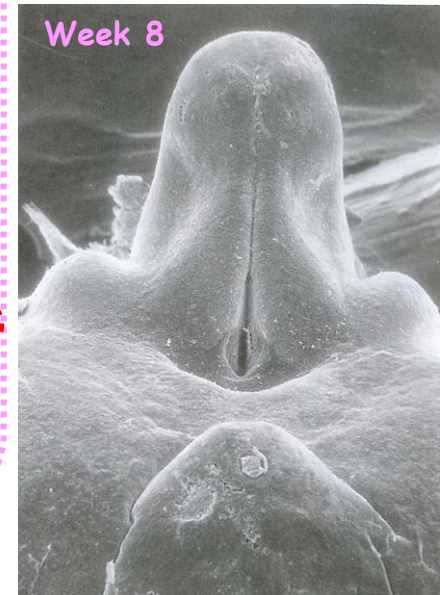
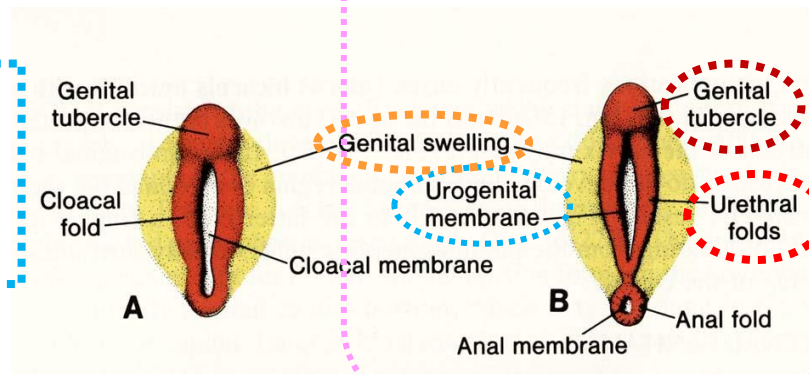
Nezávislé na hormonech

Týden 6 až 8



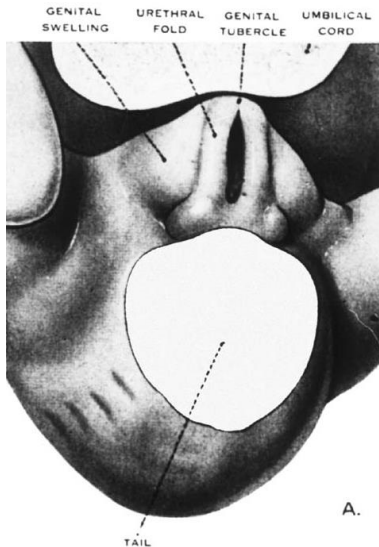
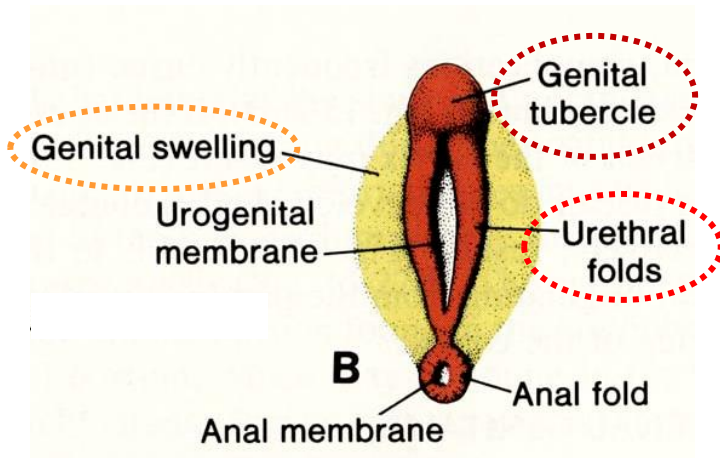
**Orificium urogenitale primitivum**  
ohraničeno:

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



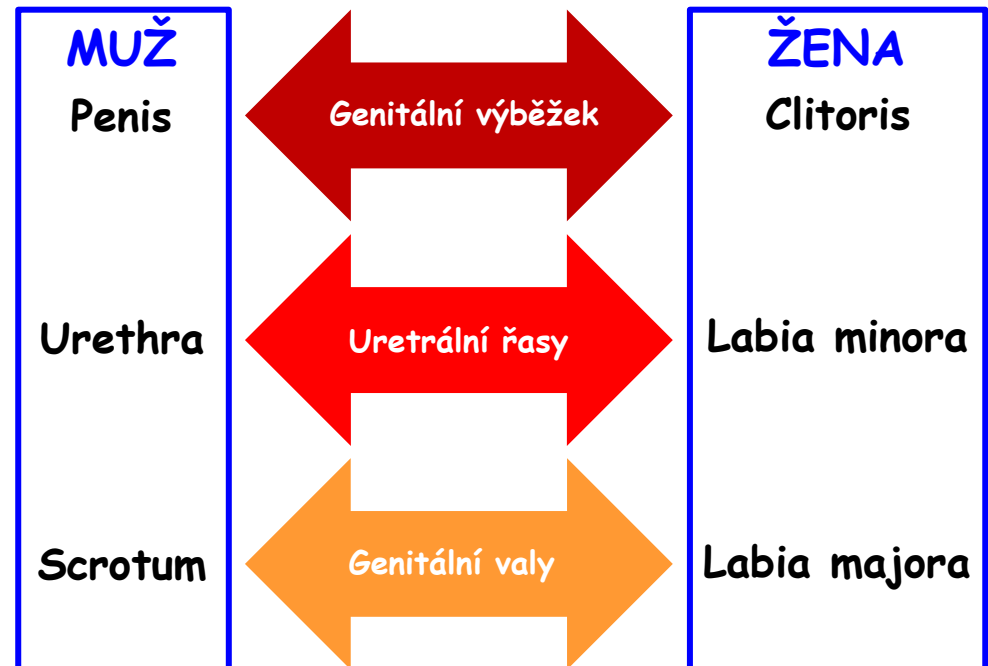


# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - dimorfismus



Týdny 9 až 13

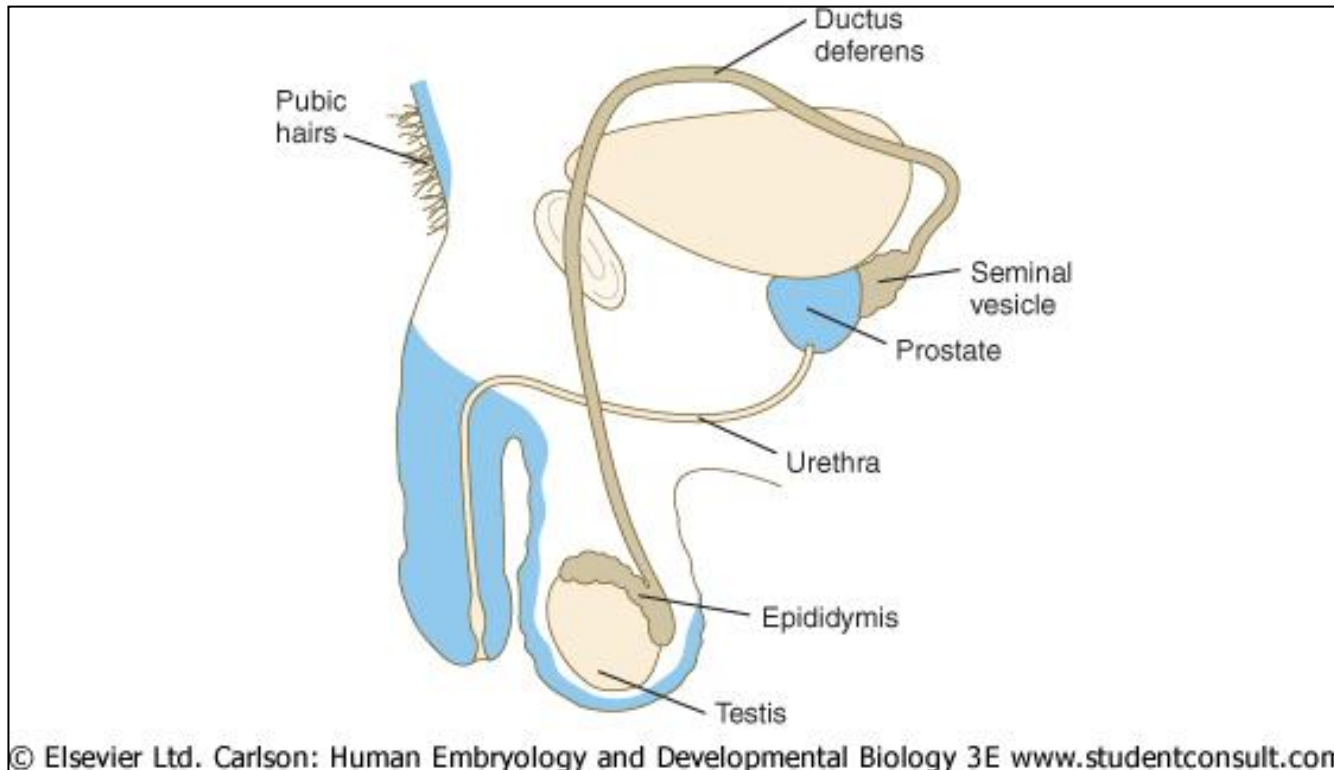
Týdny 12 + 13 jsou velmi významné  
=  
fúze uretrálních řas



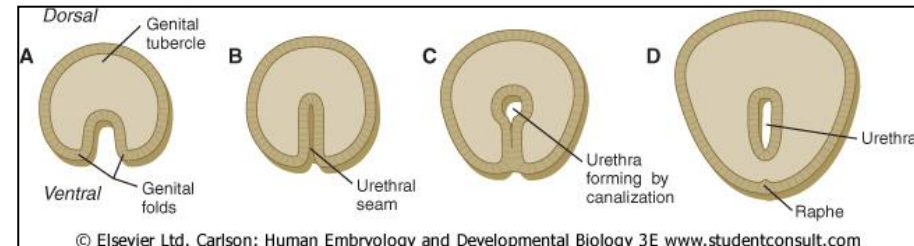
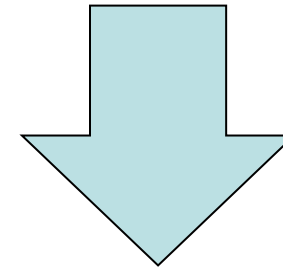
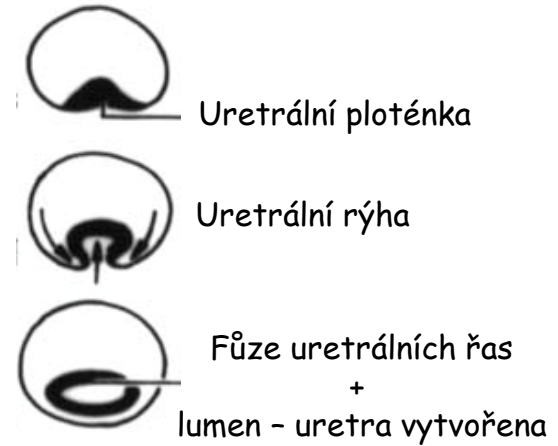
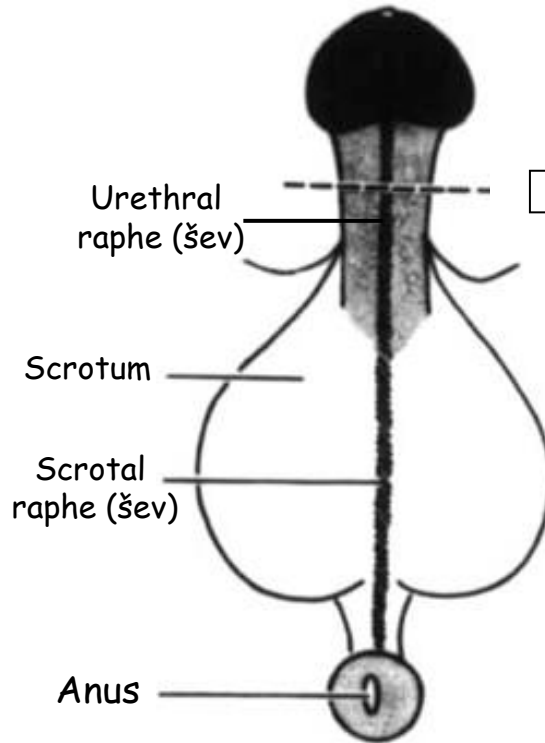
# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Muži

Řízeno dihydrotestosteronem

Řízeno testosteronem



# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Muži



Genitální výběžek se prodlužuje - penis

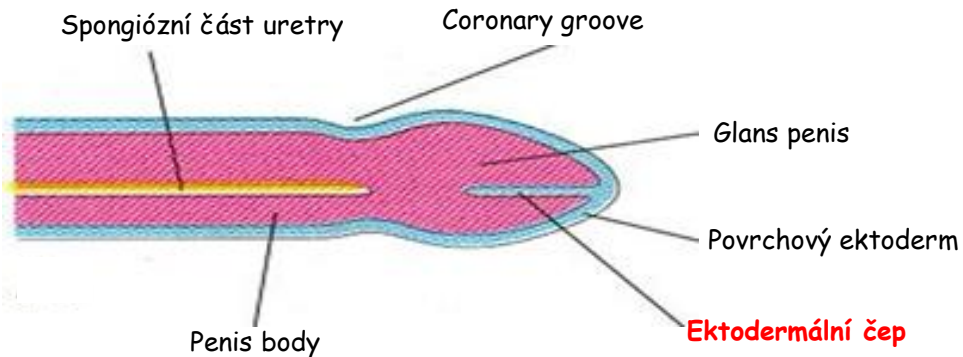
Genitální valy - scrotum

Uretrální řasy - laterální stěny uretrální rýhy

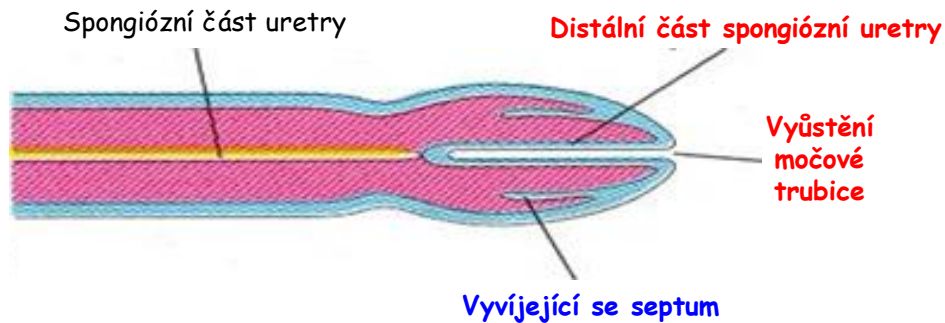
Ventrální epitel uretrálních řas - vlastní uretra

Corpora cavernosa se vyvíjí z mezenchymu

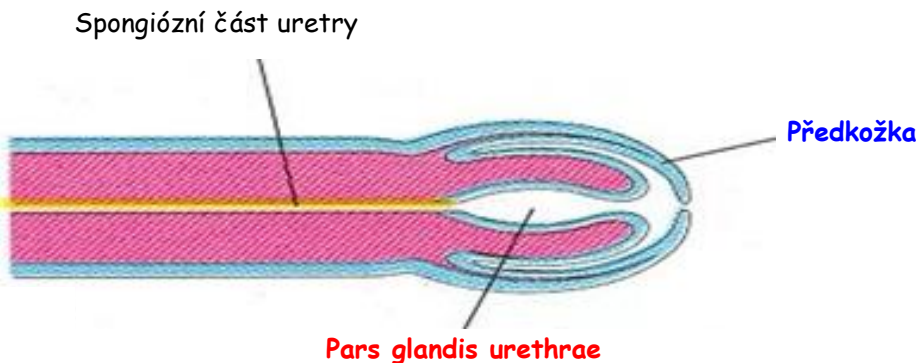
# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Ústí uretry



- vrůstání povrchového ektodermu vytvoří **ektodermální čep**

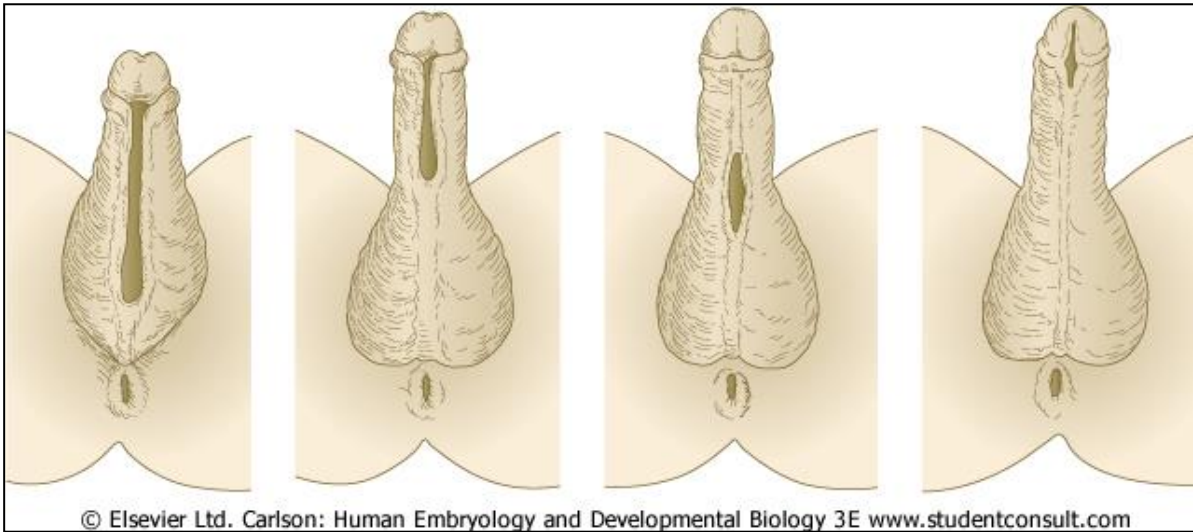


- **čep** vrůstá směrem ke kořeni penisu a setkává se s spongiózní částí uretry
- **čep se luminizuje**
- **cirkulární vrůstání** ektodermu po obvodu glans penis (12. týden)



- **septum odděluje předkožku** (for some time adherent to the glans penis, hard to retract at birth)

# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Hypospadie

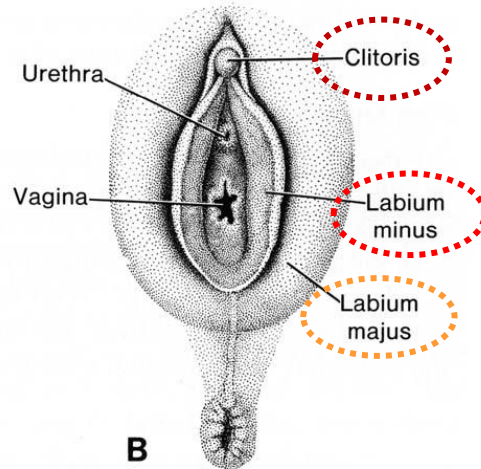
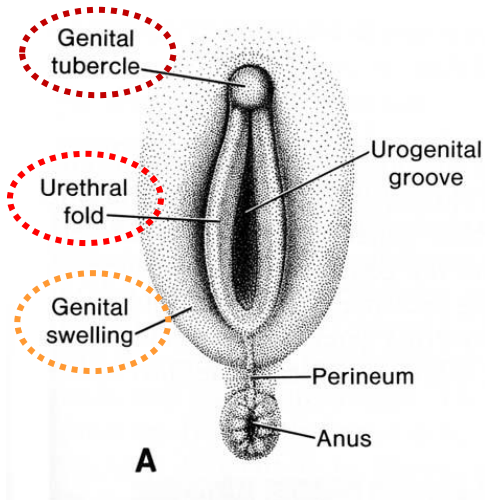


Normální raphe v medianní rovině



Raphe excentricky

# Pohlavní systém - Zevní pohl. orgány - Ženy



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

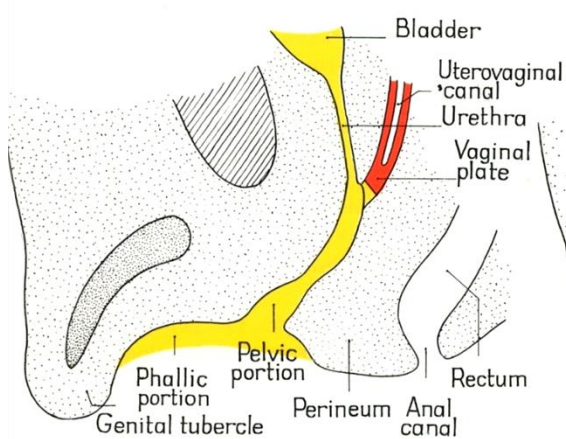


Fig. 2. — Opening of urogenital membrane.

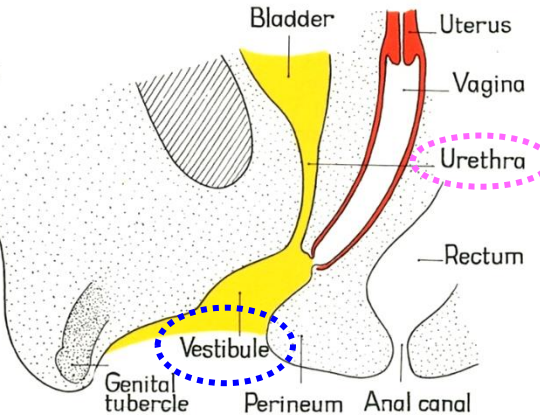


Fig. 3. — The definitive vestibule.

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)