

Vylučovací ústrojí 2

Systema urinarium

David Kachlík

Přehled vylučovacího ústrojí

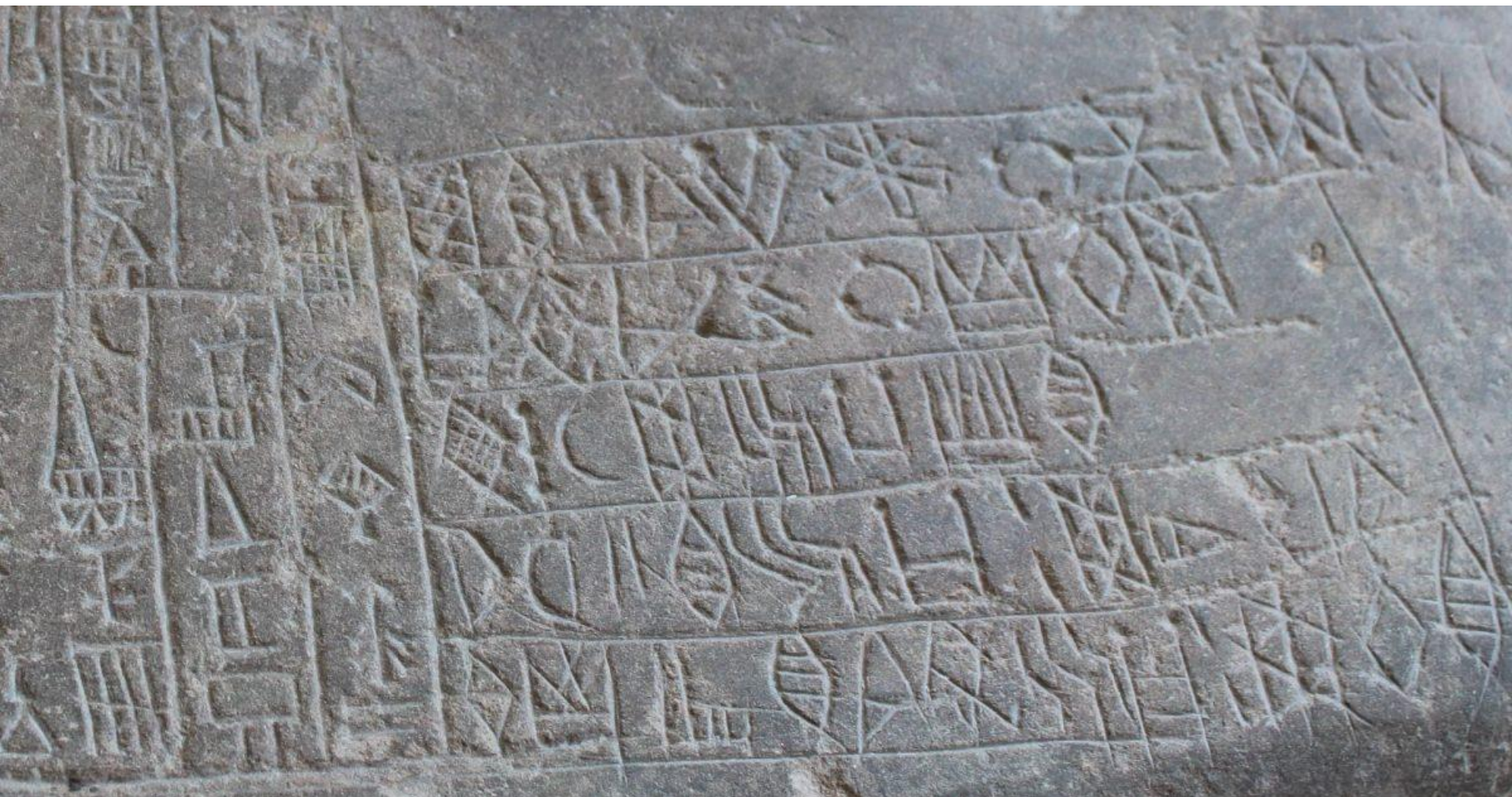
Horní vylučovací ústrojí

- Ledvina (*Ren*)
 - Nefron (*Nephron*)
 - Sběrací kanálky (*Ductus colligentes*)
 - Ledvinové kalichy a kalíšky (*Calices renales*)
 - Ledvinová pánvička (*Pelvis renalis*)
- Močovod (*Ureter*)

Dolní vylučovací ústrojí

- Močový měchýř (*Vesica urinaria*)
- Močová trubice (*Urethra*)

Lineární elamské písmo rozluštěno





BABYLONIA

MEDES

Sippar

Eshnunna

Babylon

Awan

PARTHIANS

Kish

Susa

Nippur

SUMER

Uruk

Lagash

ELAM

Ur

Anshan

PERSIANS

ARABS

Persian Gulf

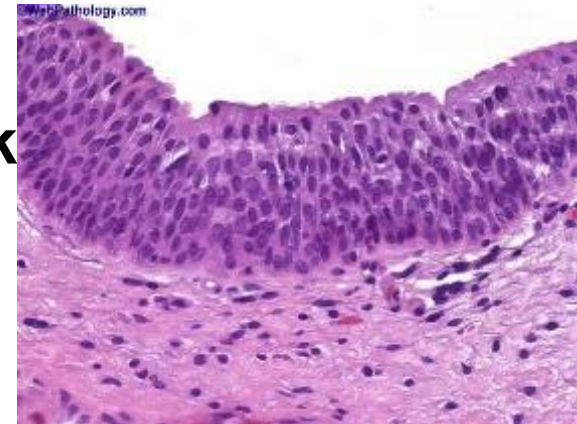
Vývodní močové cesty

obecná stavba stěny

- sliznice (*tunica mucosa*)
 - víceřadý přechodní epitel = urotel (*epithelium transitionale; urothelium*)
 - výjimka: koncové úseky močové trubice
 - lamina propria mucosae
- svalovina (*tunica muscularis*) – hladká
 - vnitřní podélná (*stratum internum longitudinale*)
 - vnější kruhová (*stratum externum circulare*)
 - výjimka: močový měchýř má 3 vrstvy
- adventicie (*tunica adventitia*)
 - výjimka: seróza na horní ploše močového měchýře

Přechodní epitel = Urotel (*Epithelium transitionale* = *Urothelium*)

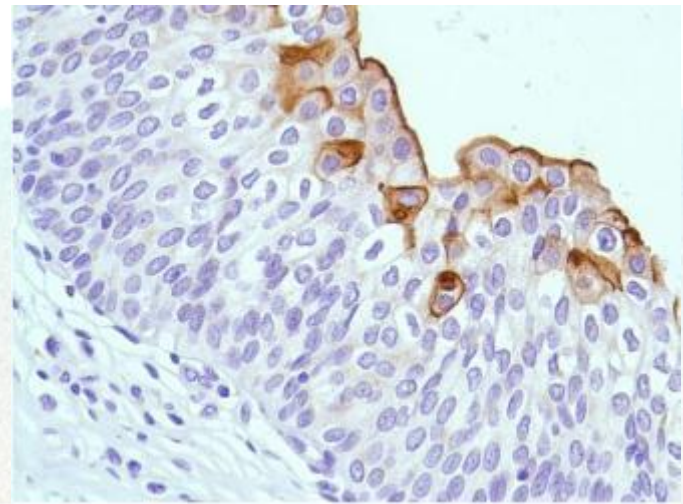
- ledvinové kalíšky, kalichy a pánvička, močovod, močový měchýř, proximální část močové trubice
- víceřadý epitel
 - **dle náplně mění se výška a tvar buněk**
 - prázdný = 5-7 vrstev
 - plný = 3 vrstvy
- buňky: bazální, prostřední, krycí
 - krycí/deštníčkové buňky (*urotheliocytus superficialis*; *umbellocytus*; umbrella cell)



<http://www.webpathology.com/image.asp?case=49&n=1>

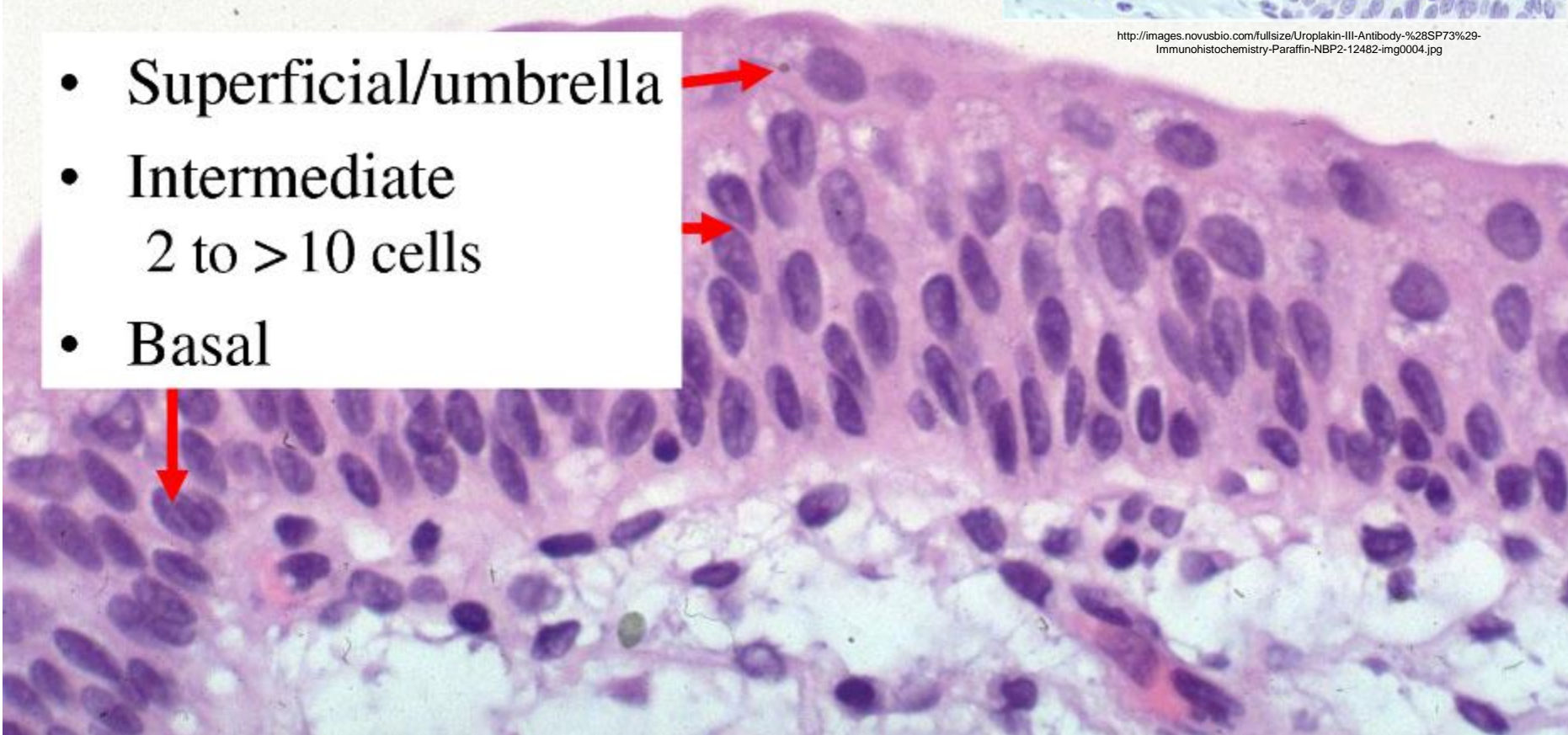
Normal urothelium

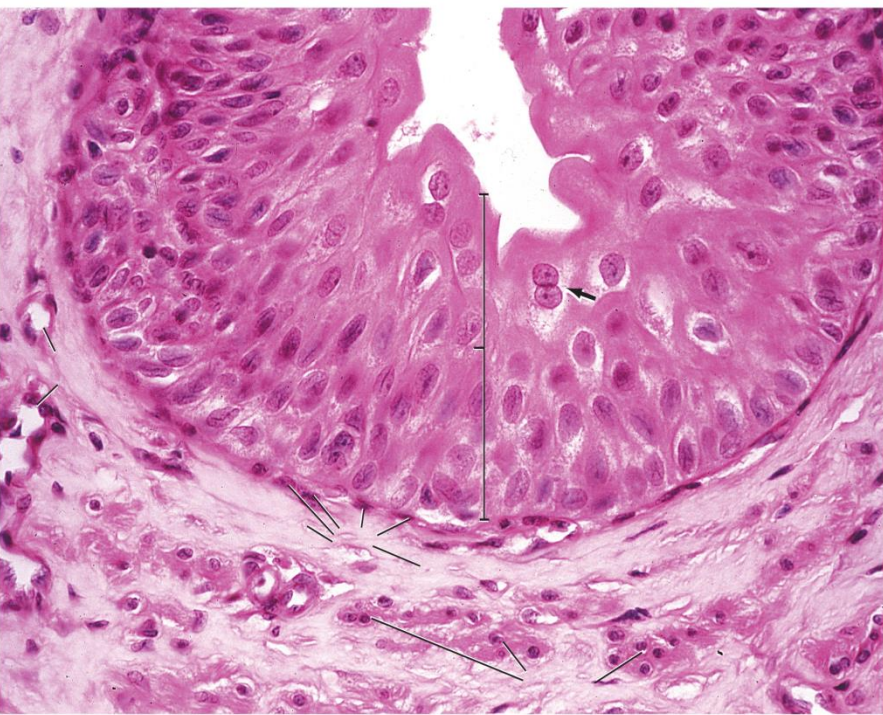
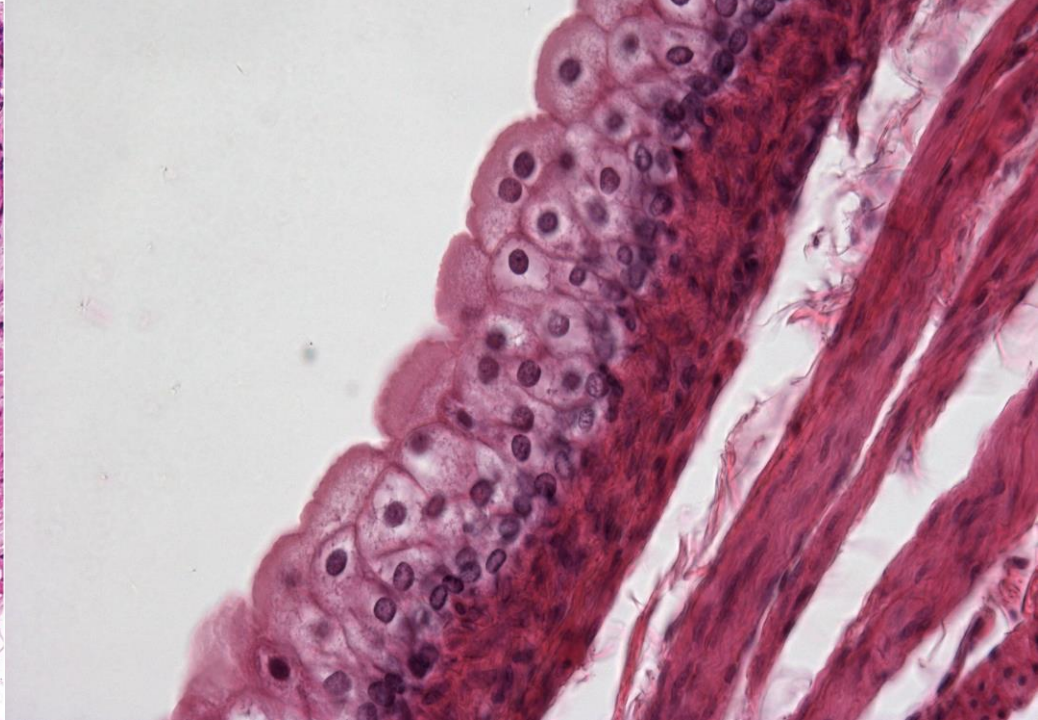
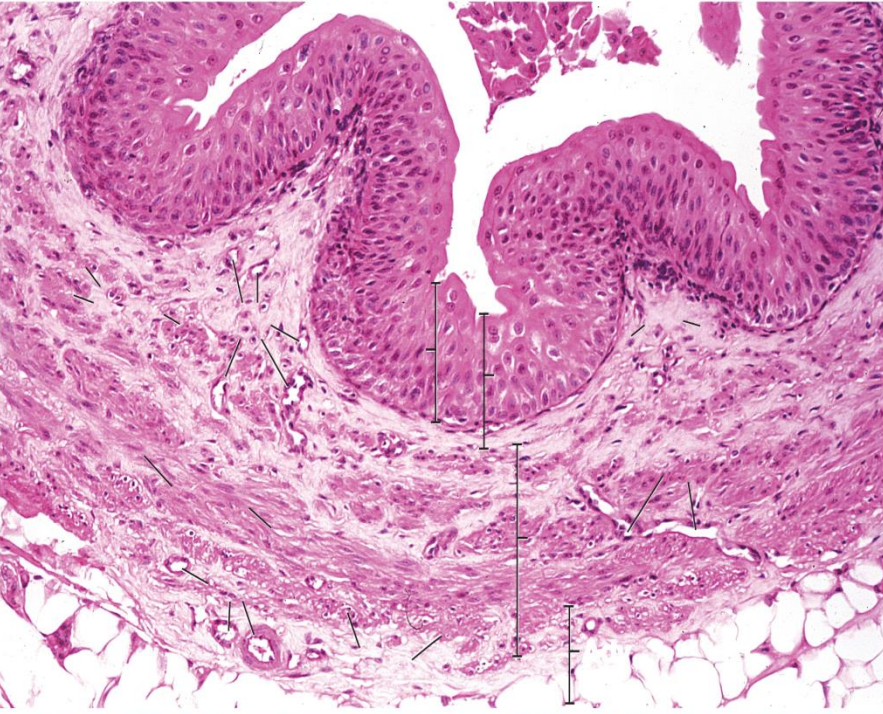
Urothelium = all epithelial cells



<http://images.novusbio.com/fullsize/Uroplakin-III-Antibody-%28SP73%29-Immunohistochemistry-Paraffin-NBP2-12482-img0004.jpg>

- Superficial/umbrella
- Intermediate
2 to > 10 cells
- Basal





Ledvinová pánvička (*Pelvis renalis*, ř. pyelos)

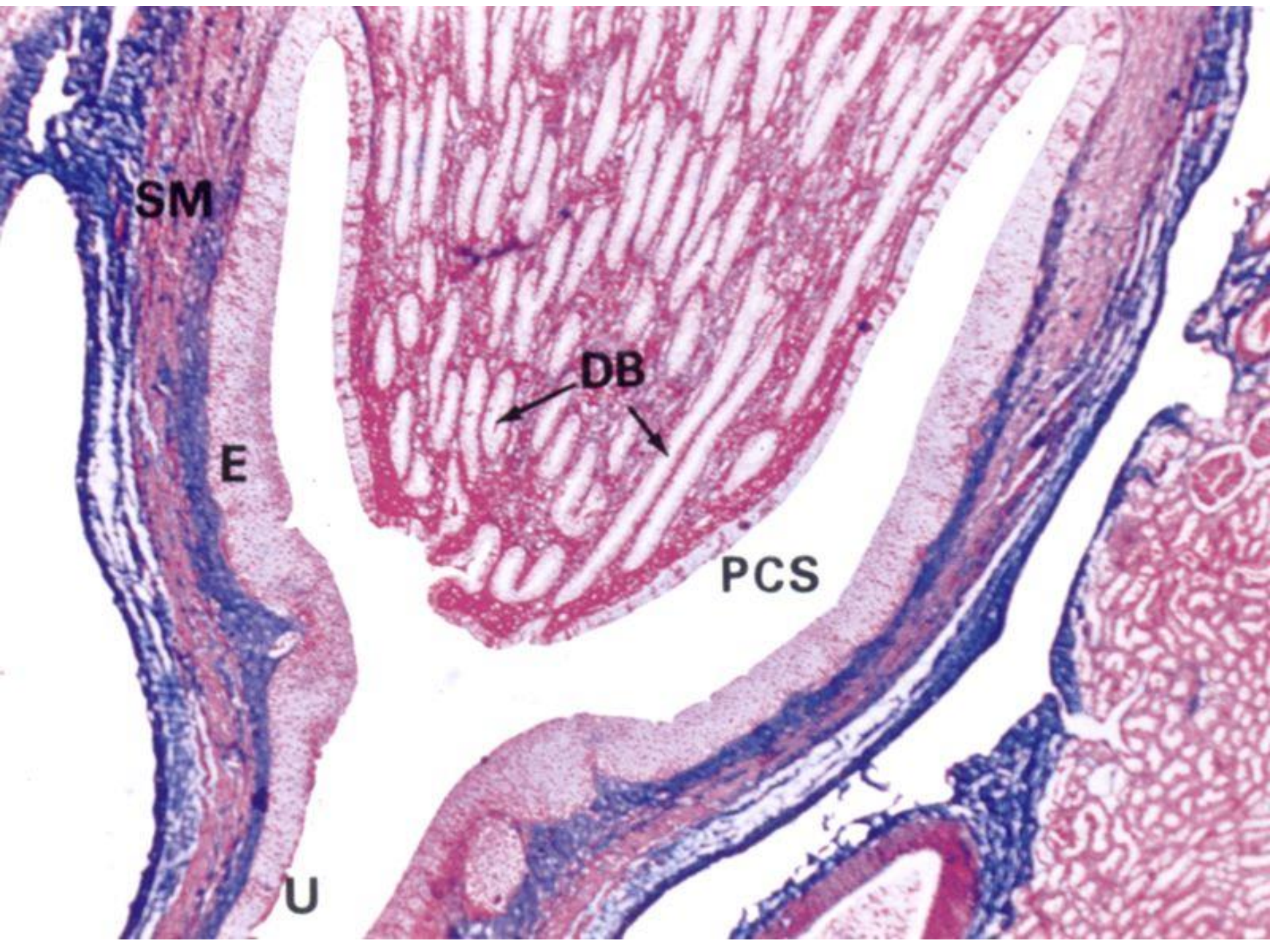
Ledvinové kalichy a kalíšky (*Calices renales*)

- 7-14 **kalíšků** (*calices minores*) kolem papil → 2-3 **kalichy** (*calices majores*) → **pánvička** → močovod
- ampulární / dendritický typ
- 2-3vrstevný přechodní epitel
- svalovina – buňky uspořádány spirálovitě
 - zesílená kruhová kolem papil
 - myocyti stimulantes (pacemakerové buňky)
- projekce: processus costalis L1
- cévy: větve z a. renalis



PYELOGRAM



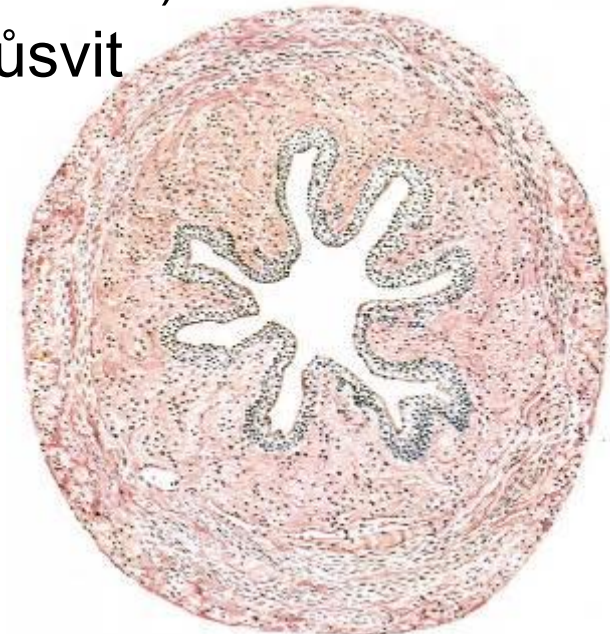
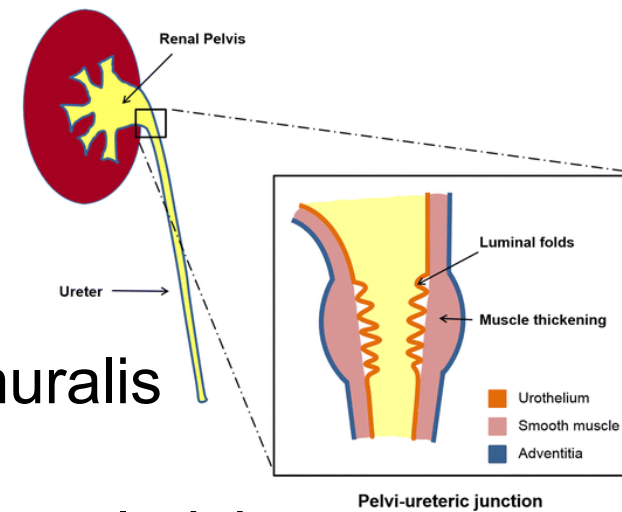




Calix minor

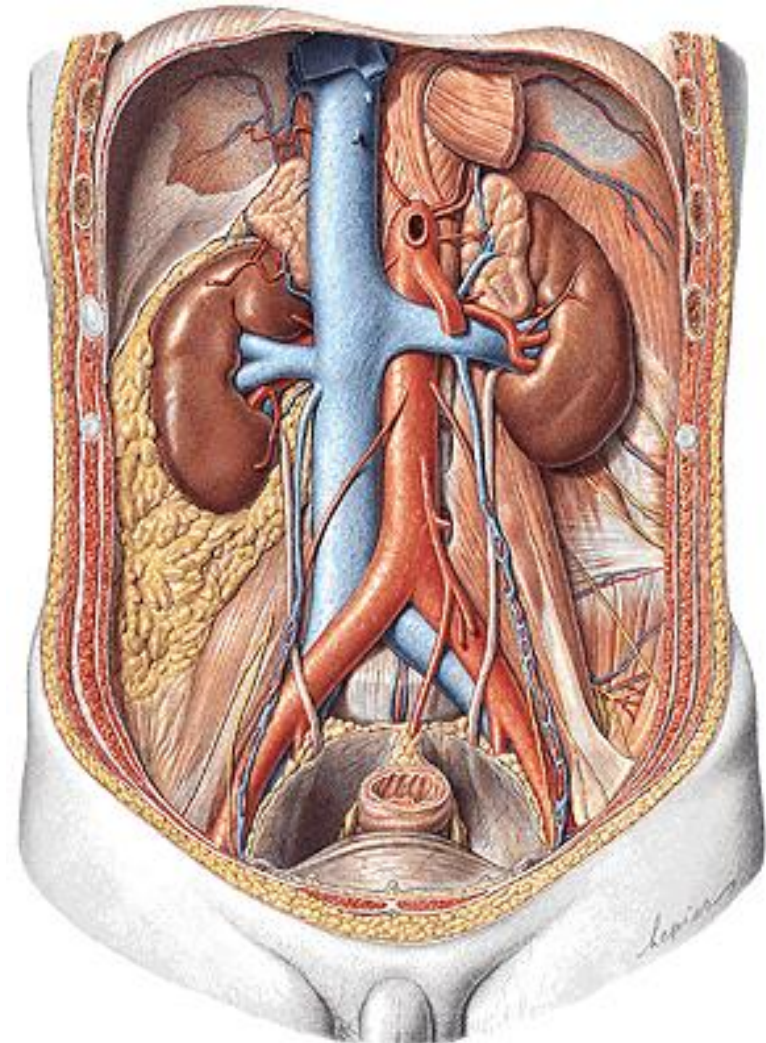
Močovod (*Ureter*)

- 25-30 cm, průsvit 4-7 mm
- 3 části: pars abdominalis, pelvica, intramuralis
- 3 zúžení – nebezpečí zaklínění kamene
→ obstrukce → hydronefróza → nefukčnost ledviny
 - při výstupu z pánvičky
 - při křížení vasa iliaca communia vlevo / externa vpravo
 - při vstupu do močového měchýře (pars intramuralis)
- sliznice složena v řasy → hvězdicový průsvit
 - lamina propria obsahuje řídké vazivo
- *Waldeyerova* ureterová pochva
- retroperitoneální orgán
 - adventicie obsahuje tukovou tkáň
- peristaltický transport moči do měchýře
- kříží řadu útvarů



Močovod – *syntopie*

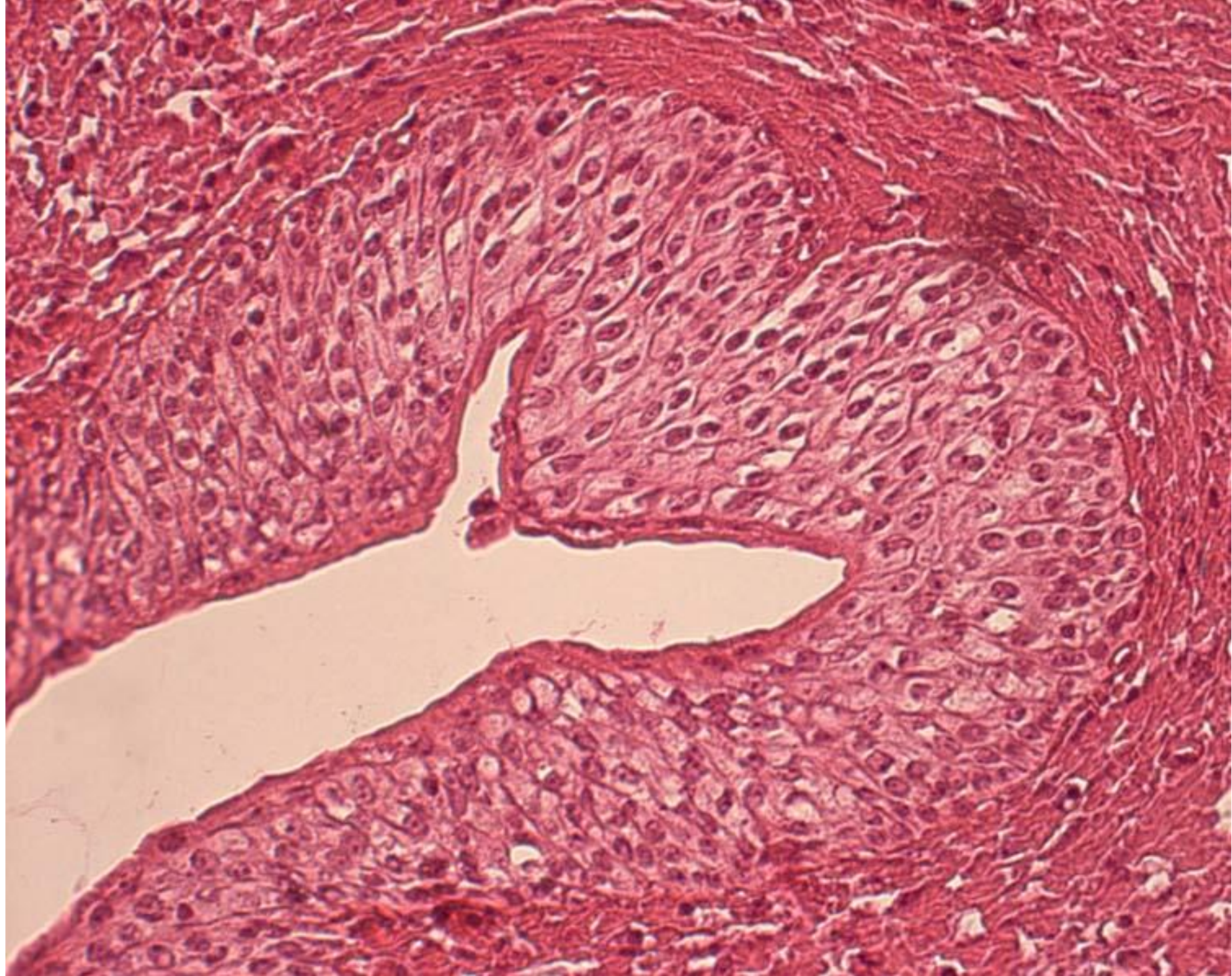
- retroperitoneálně
- *začátek*: dorzálně od vasa renalia
- *dorzálně* od vasa testicularia♂ / ovarica♀
- *ventrálně* od m. psoas major a n. genitofemoralis
- *ventrálně* od vasa iliaca communia sinistra / externa dextra
- *dorzálně* za močovým měchýřem
- *dorzálně* od ductus deferens ♂ / a. uterina♀



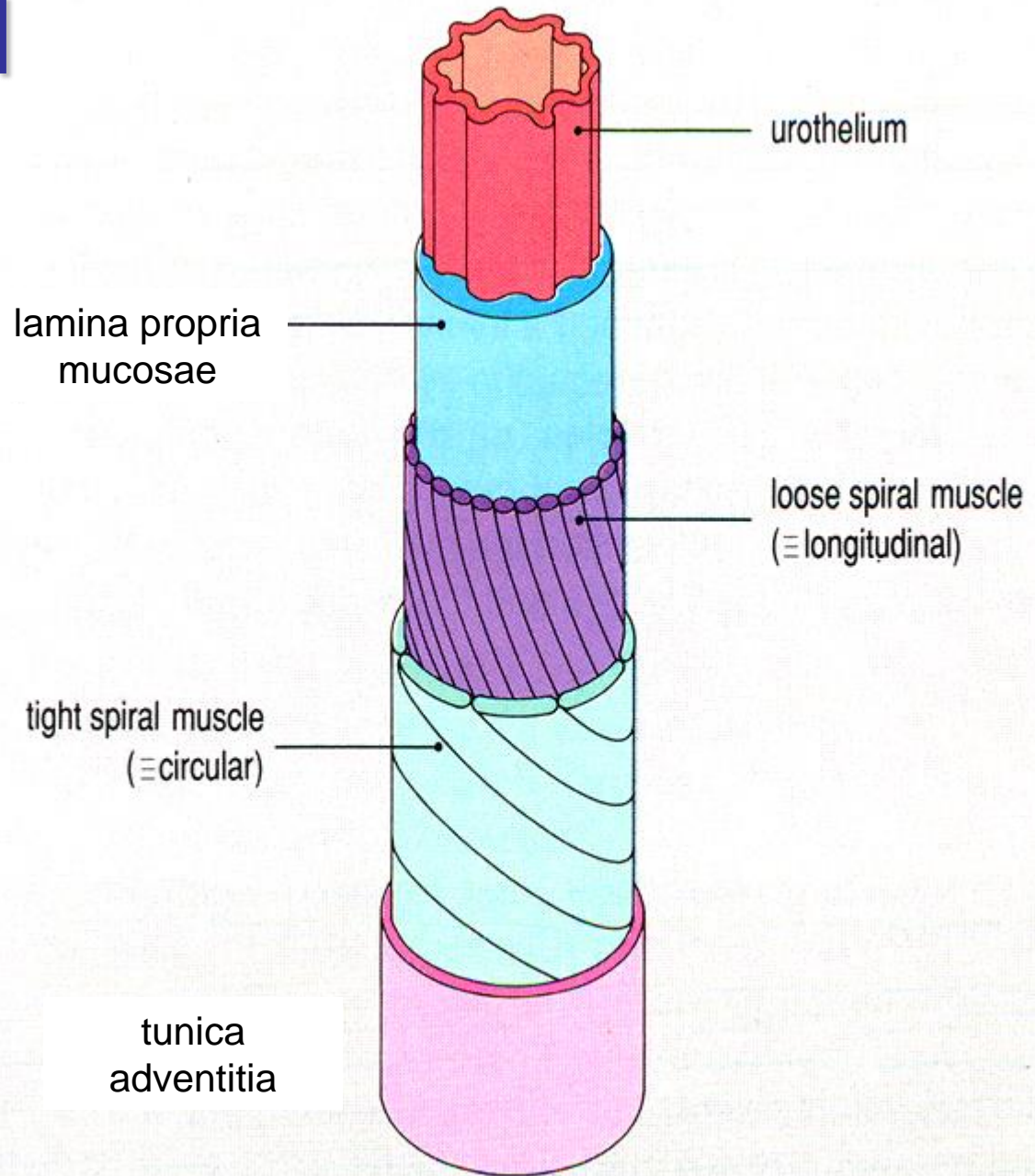
Močovod – zásobení

- tepny: a. renalis, aorta abdominalis, a. testicularis/ovarica, a. ductus deferentis / uterina, a. vesicalis inf. → **rr. ureterici**
- žíly odpovídají tepnám
- míza: n.l. lumbales (aortici lat.), n.l. iliaci int.+ ext.+ communes
- nervy: n.X + truncus sympathicus
 - plexus renalis, aorticus abdominalis, hypogastricus sup.+ inf. → plexus uretericus





Močovod (ureter)





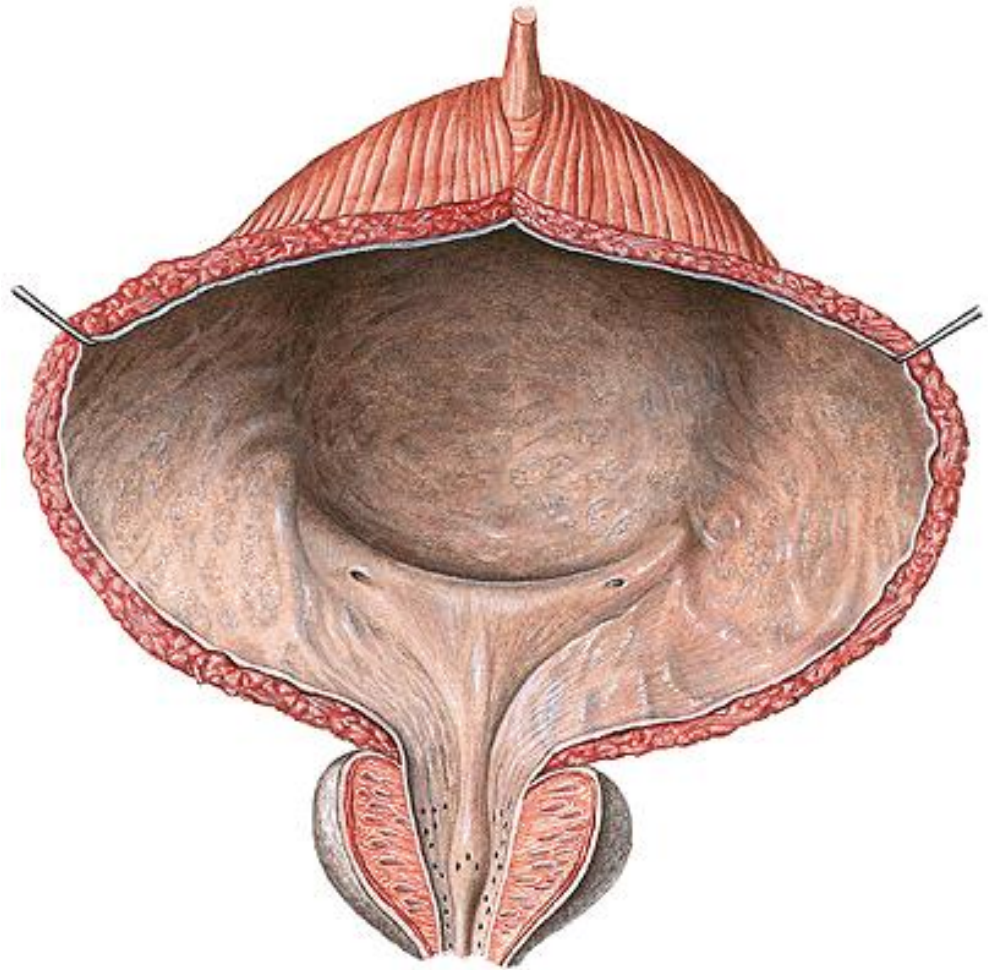
Transplantace ledvin

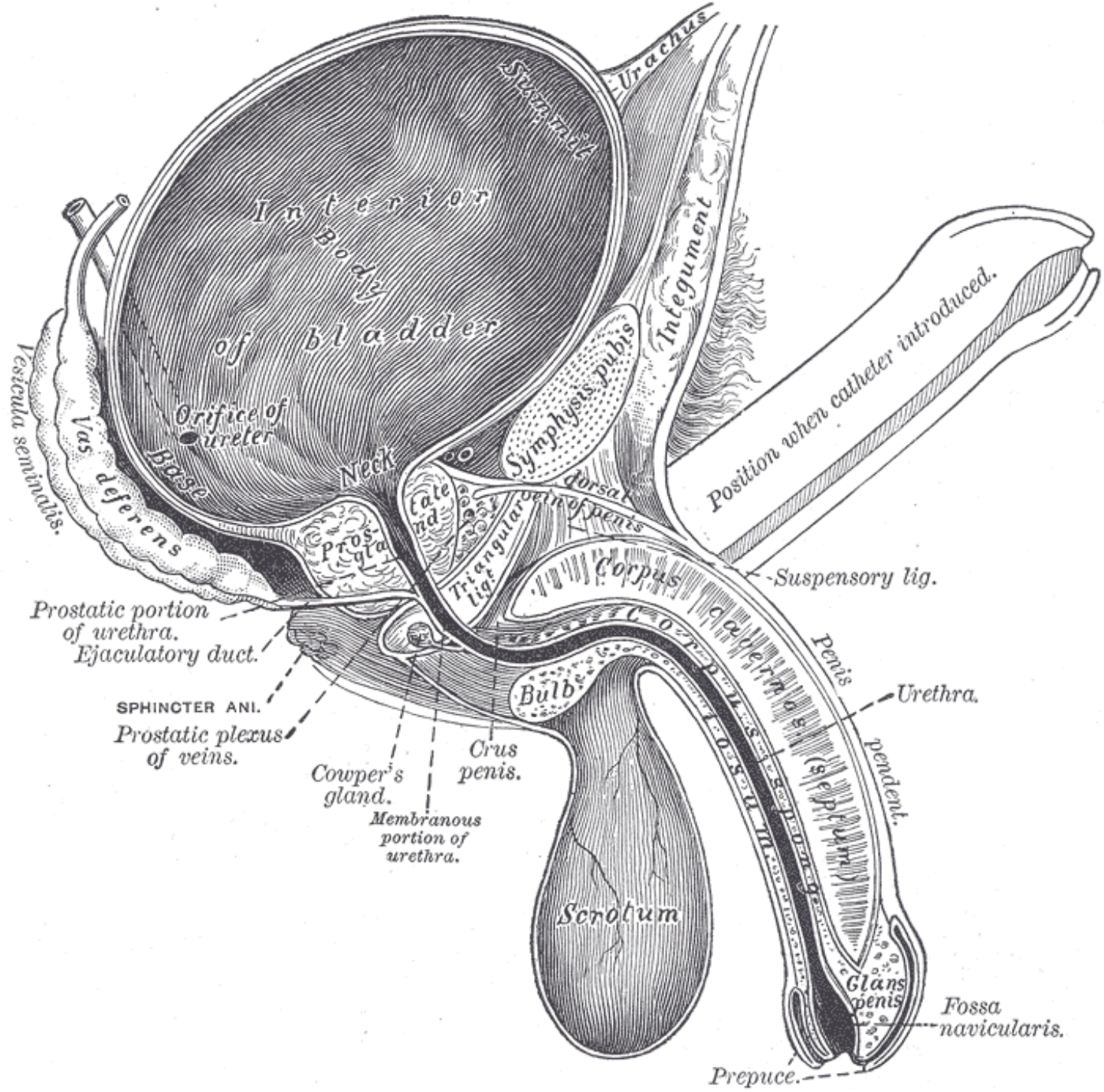
- od konce 50. let
- 5-leté přežití štěpu – 70 %
- nutno přenést včetně proximální části močovodu a jeho cév (větví z a. renalis)
- umístění do fossa iliaca a napojení tepny na a. iliaca externa (*end-to-side*) nebo na koncový úsek a. iliaca interna (*end-to-end*)
- případná a. renalis accessoria se napojí na a. epigastrica inferior

Močový měchýř

(*Vesica urinaria*, *Urokystis*)

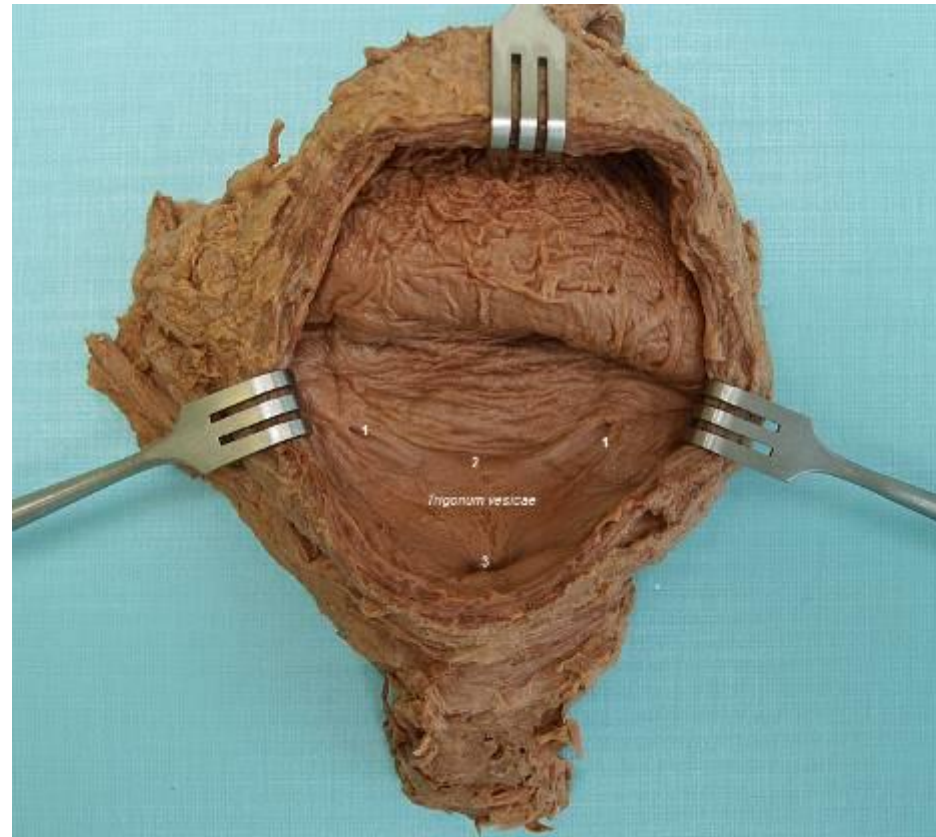
- apex, corpus, fundus, cervix (hrdlo), *uvula*, (*vertex*)
- trigonum vesicae
- svaly: hladké
 - m. detrusor (*parasimpatikus*)
 - m. trigoni vesicae
 - ♂ m. sphincter vesicae (*sympatikus*)
- projekce: za symphysis pubica
 - u dětí nad





Trigonum vesicae *Lieutaudi*

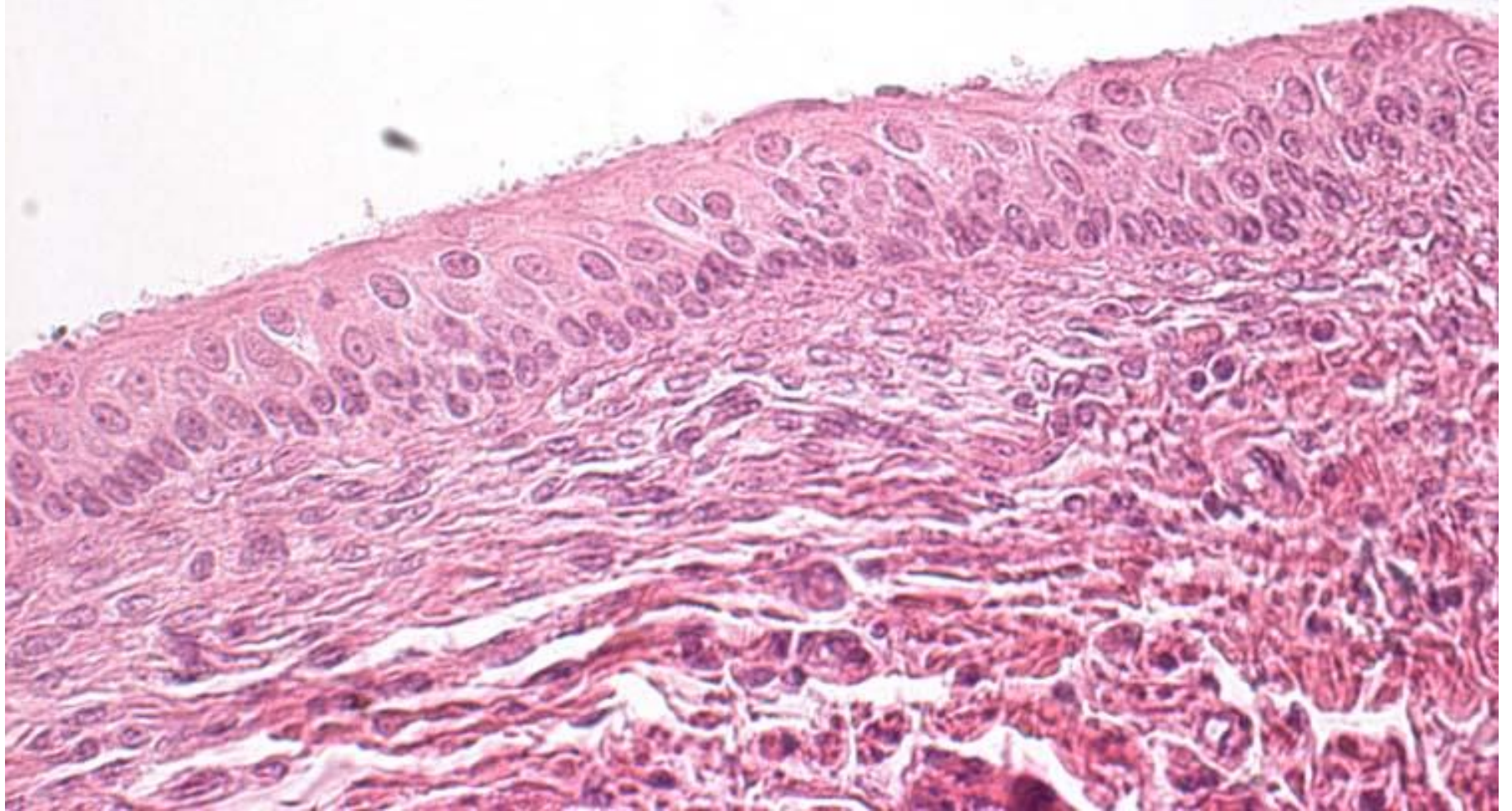
- ostia ureterum (2)
- ostium urethrae internum
- kraniálně: plica interureterica *Mercieri*
 - fossa retrotrigonalis
- laterokaudálně: Bellovy snopce
- *chybějí řasy*
- *podklad původem z Wolffova vývodu*



Močový měchýř – *stavba*

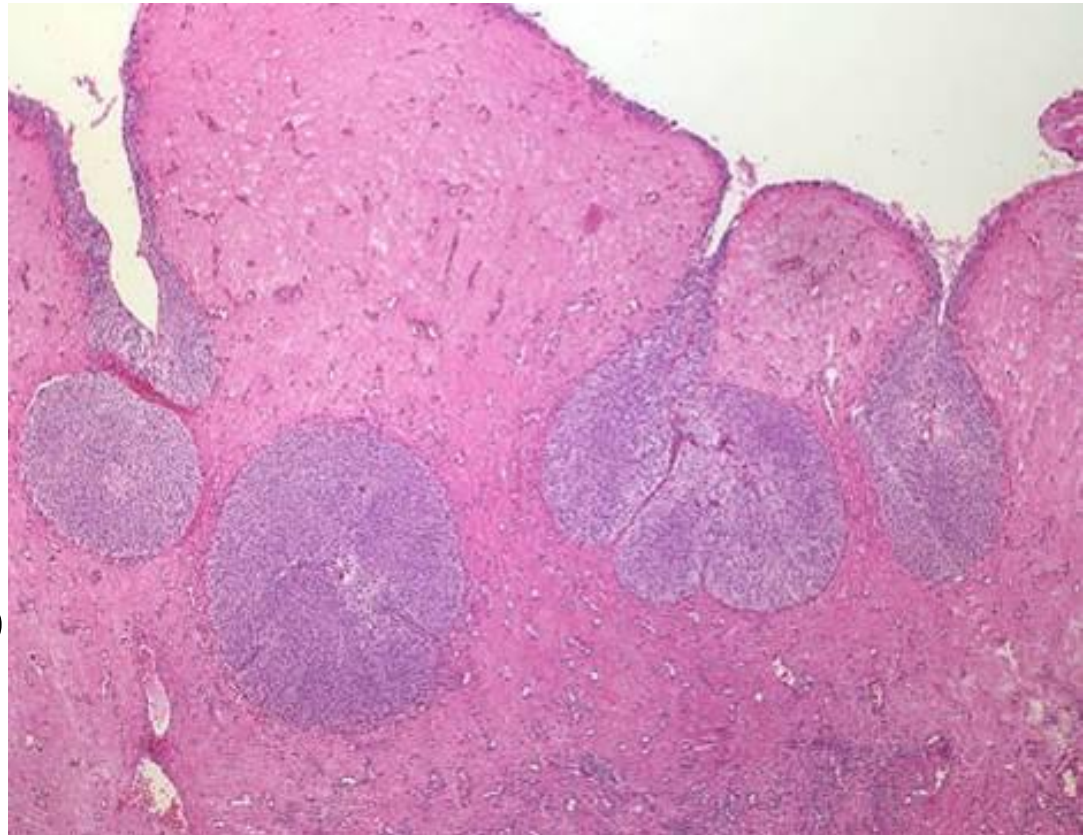
- sliznice složena v řasy kromě oblasti trigonum vesicae
- plica ureterica se táhne laterálně nad ostium ureteris
- hladká svalovina tvoří 3 nepřesně oddělitelné vrstvy:
 - vnitřní síťovitá (plexiformní) až podélná
 - střední kruhová (→ *m. sphincter vesicae* pouze u mužů !)
 - vnější podélná
- seróza (peritoneum) pokrývá:
 - horní plochu měchýře u ženy (exc. vesicouterina)
 - horní a část zadní plochy u muže (exc. rectovesicalis)

Močový měchýř – HE



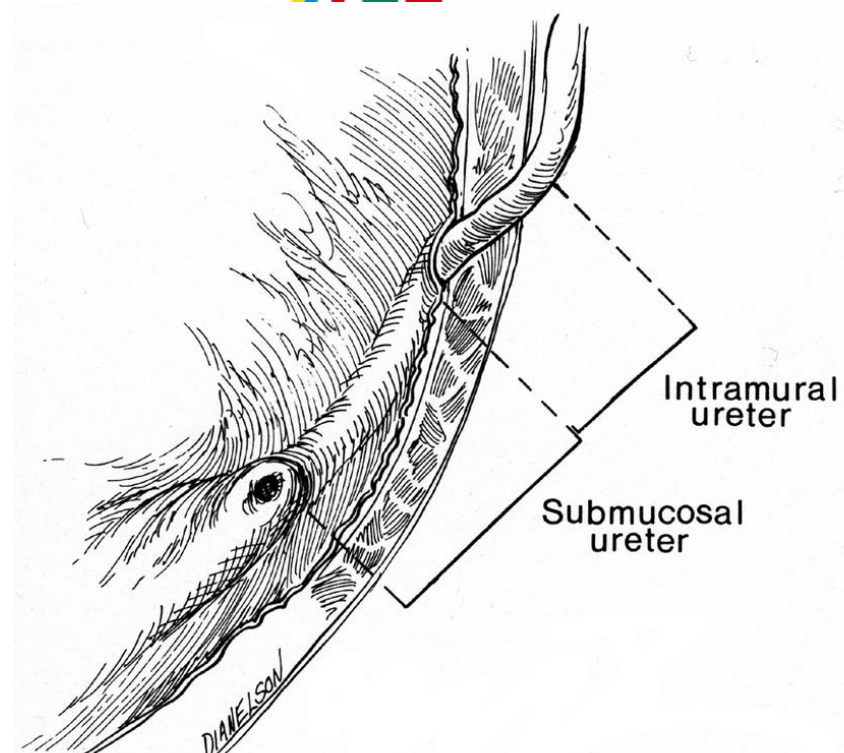
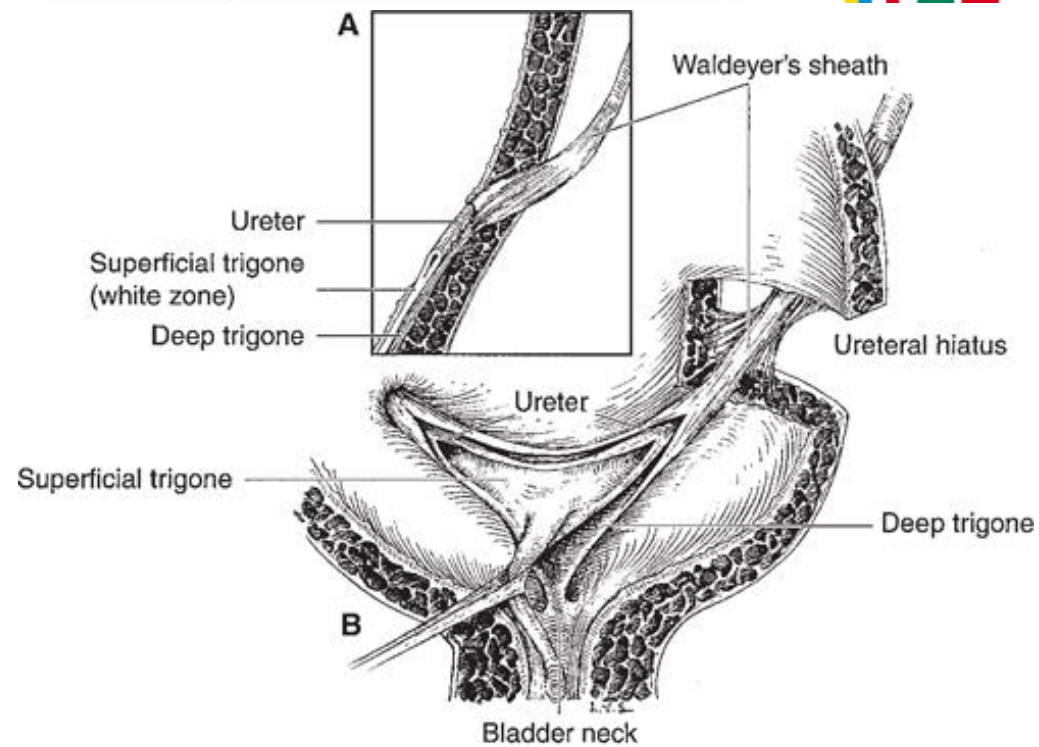
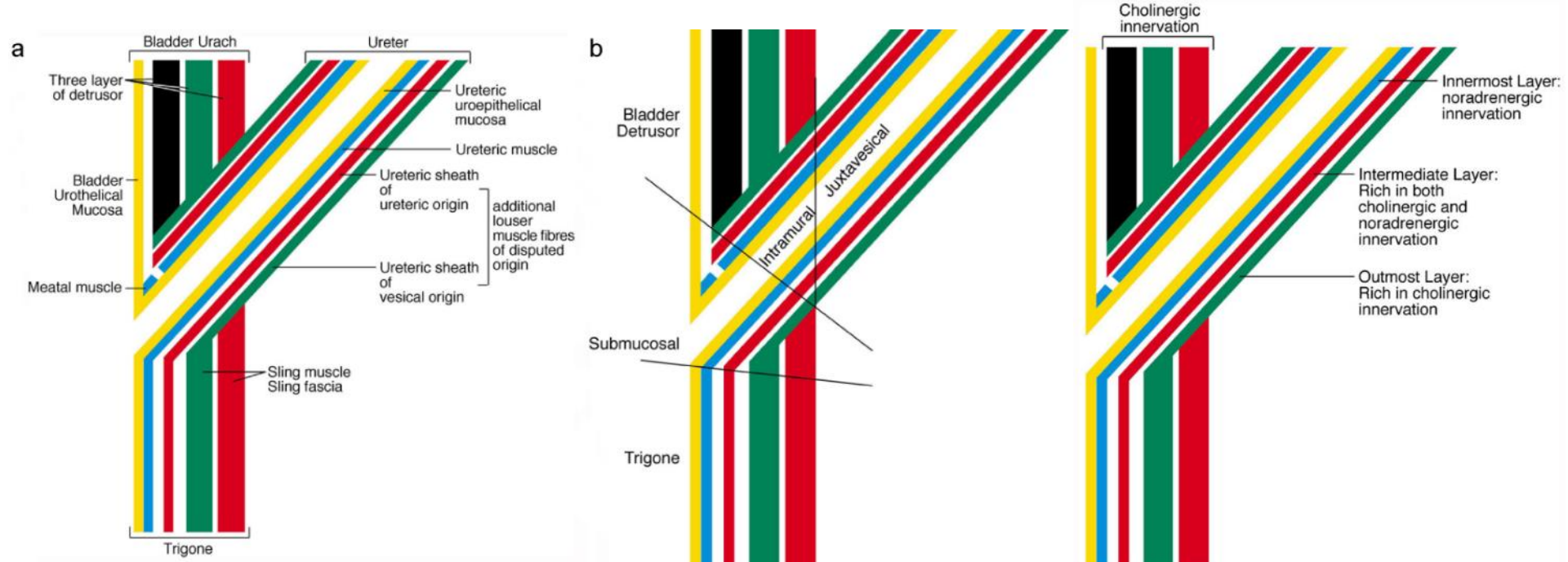
Von Brunnova hnízda

- skupiny proliferujících buněk urotelu v lamina propria mucosae močového měchýře
- benigní reaktivní změny přítomné v 85-90 %
- spojení s povrchovým epitelem nemusí být zachováno

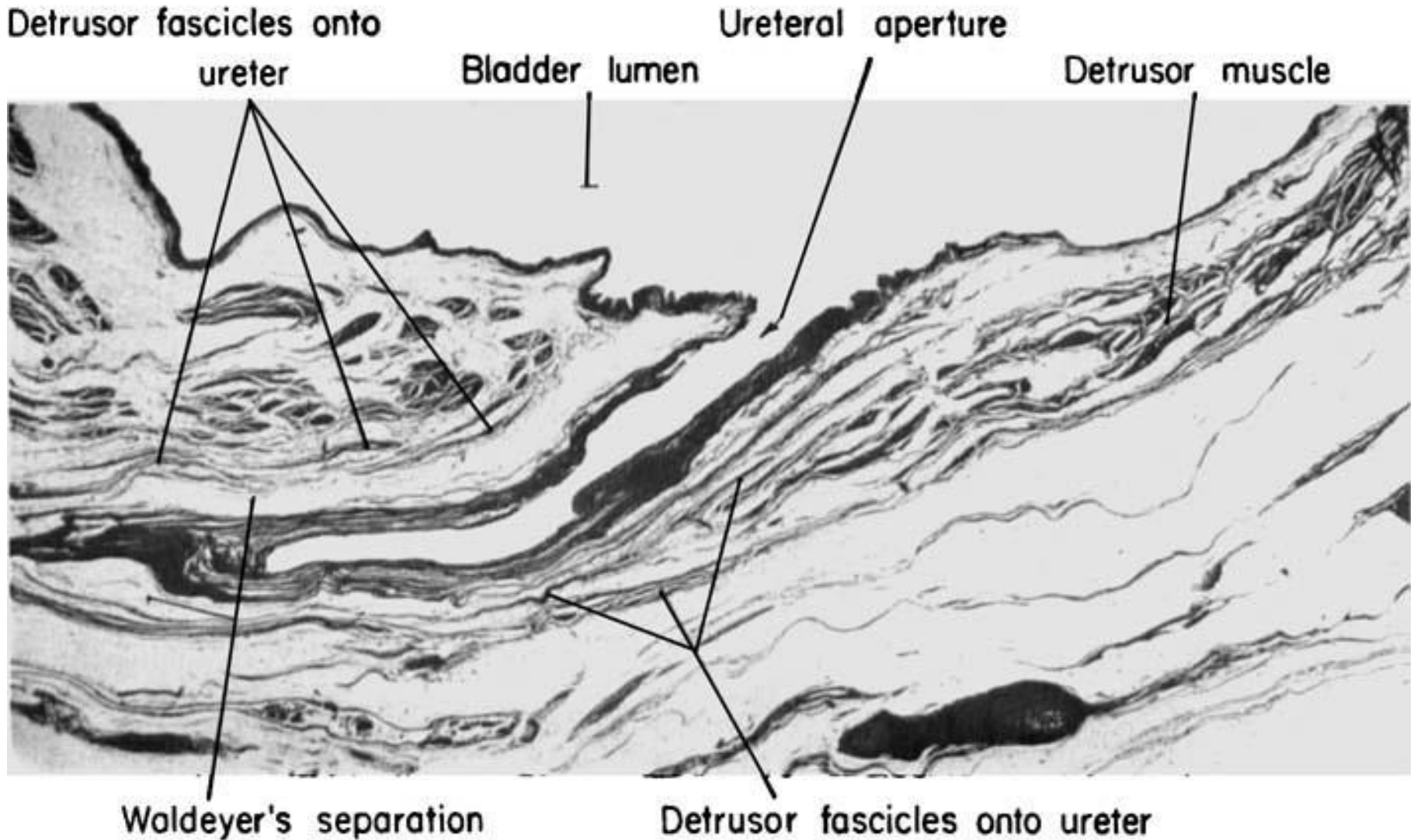


Pikošky pro milovníky histologie 😊

- glandulae mucosae
 - nejsou konstantní
 - jednoduché či větvené
 - mucinózní
 - při ostia ureterum a ostium urethrae internum
- roztroušené buňky DNES
- MALT (mucosa-associated lymphoid tissue)



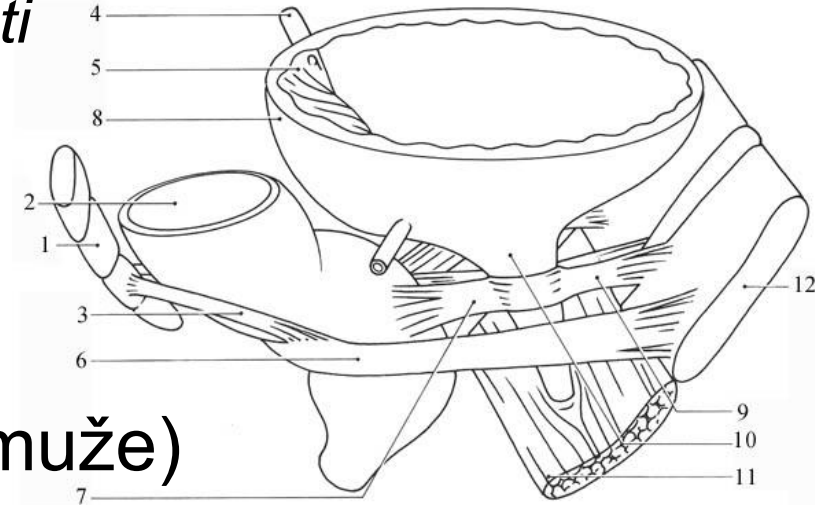
Waldeyerova pochva

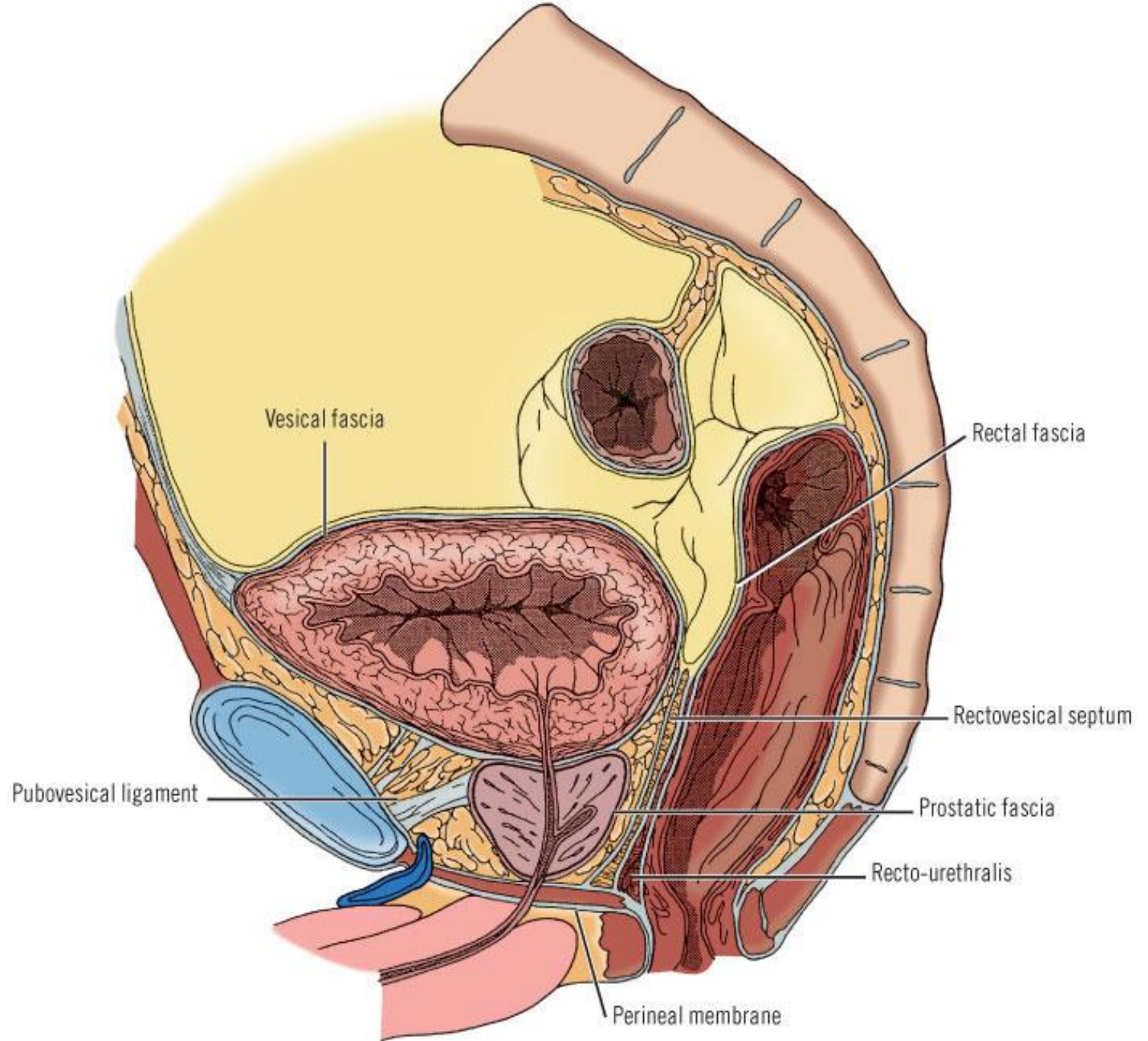


Fixace močového měchýře

vazy + hladké svaly z okolí

- ligamentum umbilicale medianum (chorda urachi)
 - fascia vesicoumbilicalis *Delbeti*
- ligg. et m. rectovesicalis
- ligg. et m. pubovesicalis
- m. rectourethralis (pouze u muže)
- ligg. et m. puboprostaticus (pouze u muže)
- ligg. vesicouterina (pouze u ženy)





Močový měchýř – *krevní zásobení*

- Tepny: a. iliaca int.
 - a. umbilicalis → **aa. vesicales sup.**
 - **a. vesicalis inf.**
 - (→ a. obturatoria, a. glutea inf., a. uterina, a. vaginalis → rr. vesicales)
- Žíly: **plexus venosus vesicalis** (*spojky s plexus venosus prostaticus/vaginalis*) → vv. vesicales → v. iliaca int.

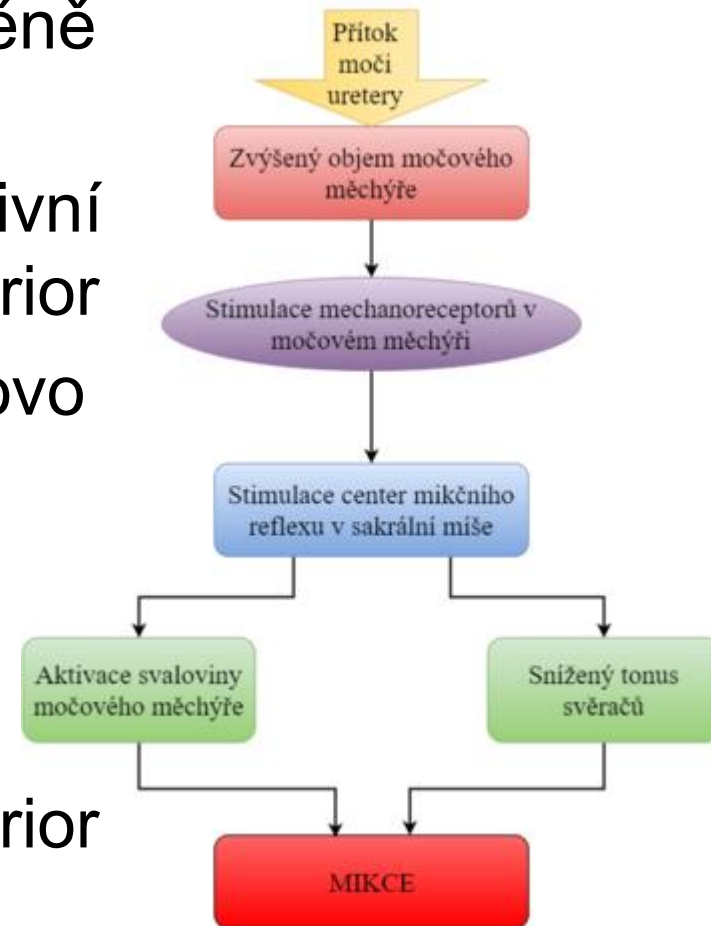
Močový měchýř

mízní a nervové zásobení

- Míza: n.l. paravesicales → **nodi iliaci int. et ext.** → nodi iliaci communes
- Nervy: plexus hypogastricus inf. → **plexus vesicalis** (autonomní + viscerosenzitivní)
 - parasimpatikus (segment **S2-S4** – Onufovo sakrální mikční centrum) → stah m. detrusor
 - sympatikus (segment T11-L3) → stah m. sphincter vesicae

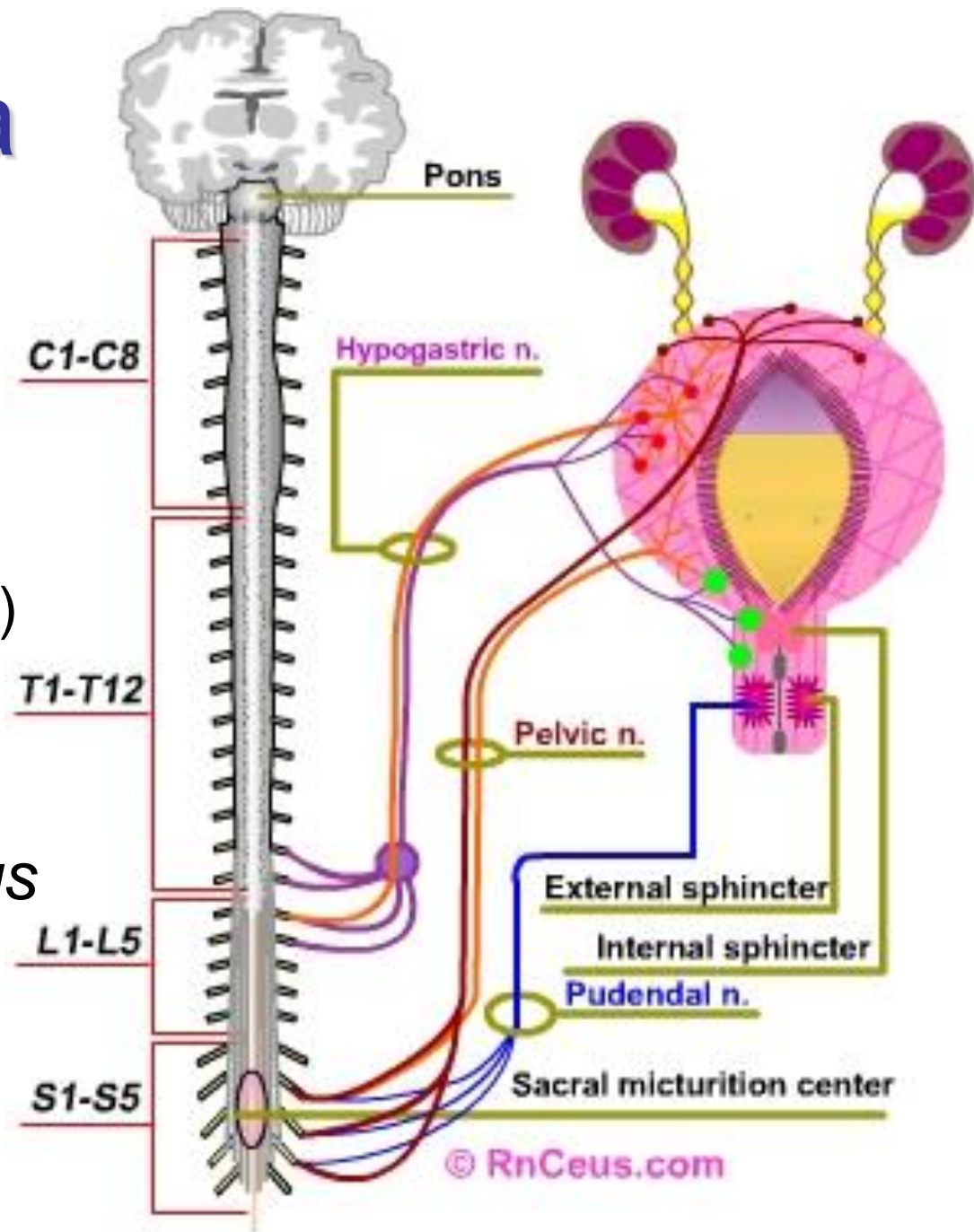
Mikční reflex

- receptor: mechanoreceptory ve stěně močového měchýře
- dostředivé raménko: viscerosenzitivní vlákna v plexus hypogastricus inferior
- centrum: ncl. nervi pudendi (Onufovo sakrální mikční centrum) S2-S4 míchy
- odstředivé raménko: visceromotorická parasymaptická vlákna v plexus hypogastricus inferior
- efektor: m. detrusor (stah) + m. sphincter urethrae int. (uvolnění)

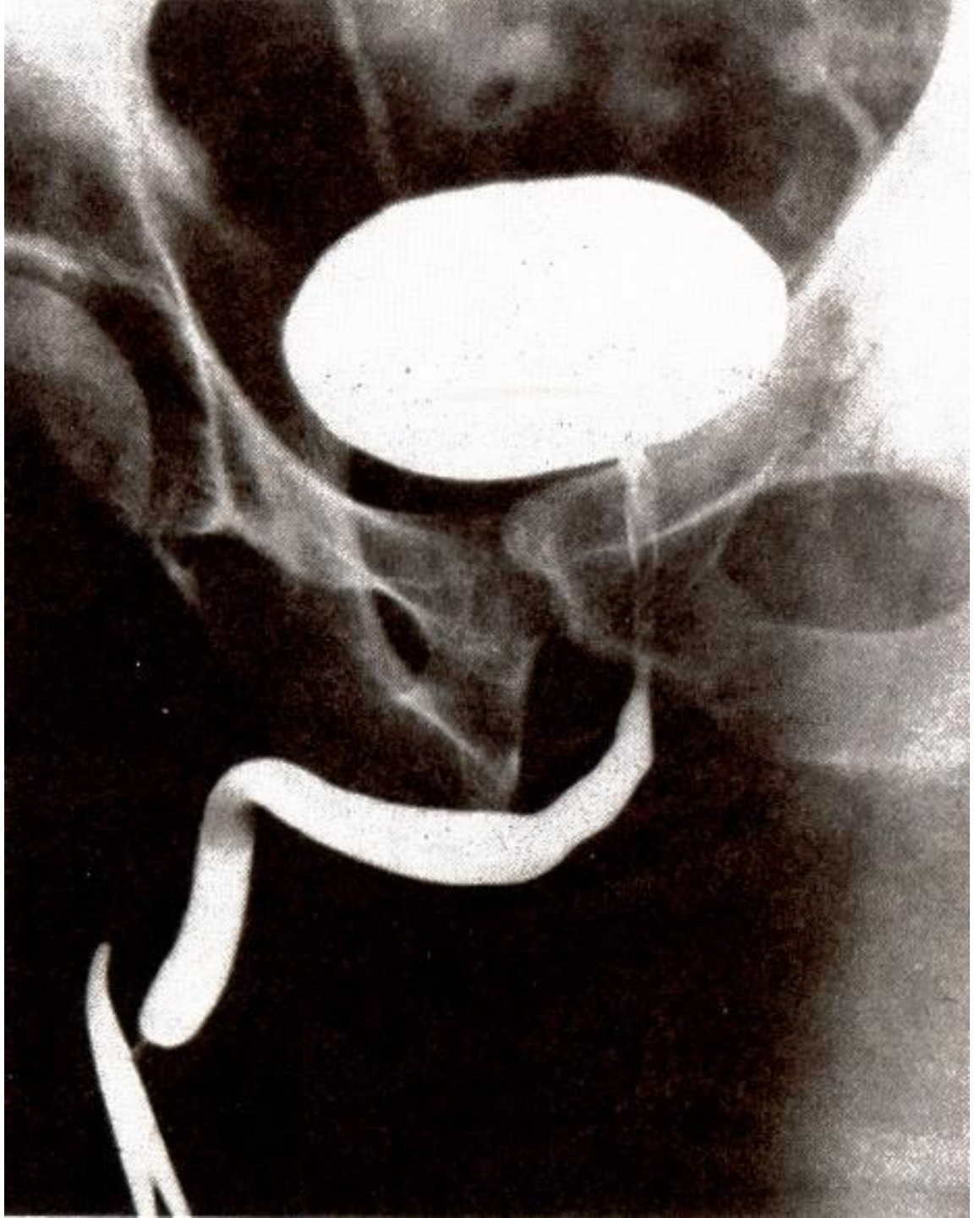


Mikční centra

- **mostové** (pontinní, Barringtonovo jádro; *centrum micturitionis*)
 - uvolnění svěrače a mikce (vylučovací fáze)
- **míšní** (sakrální, Onufovo jádro; *nucleus nervi pudendi*)
 - S2-S4

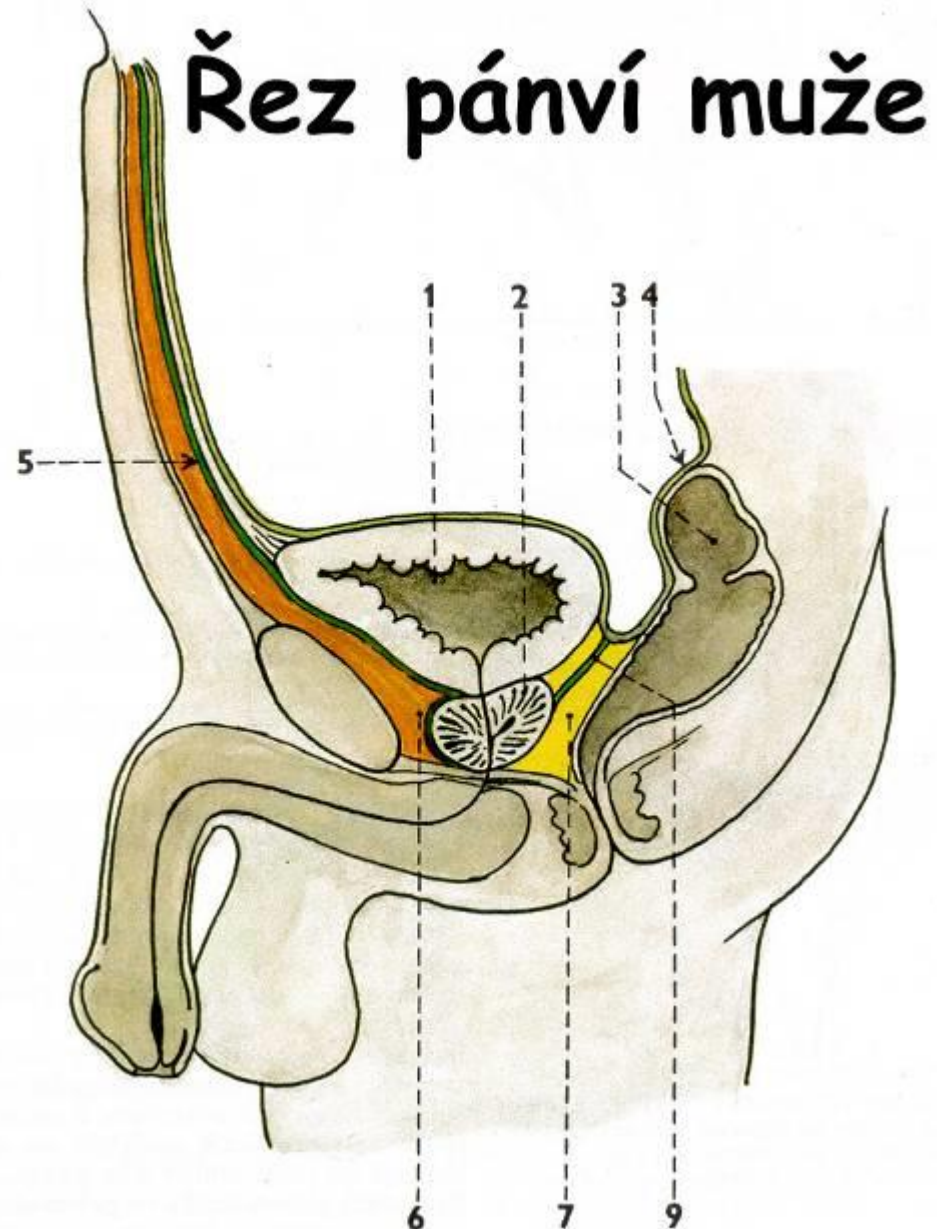


Cystografie



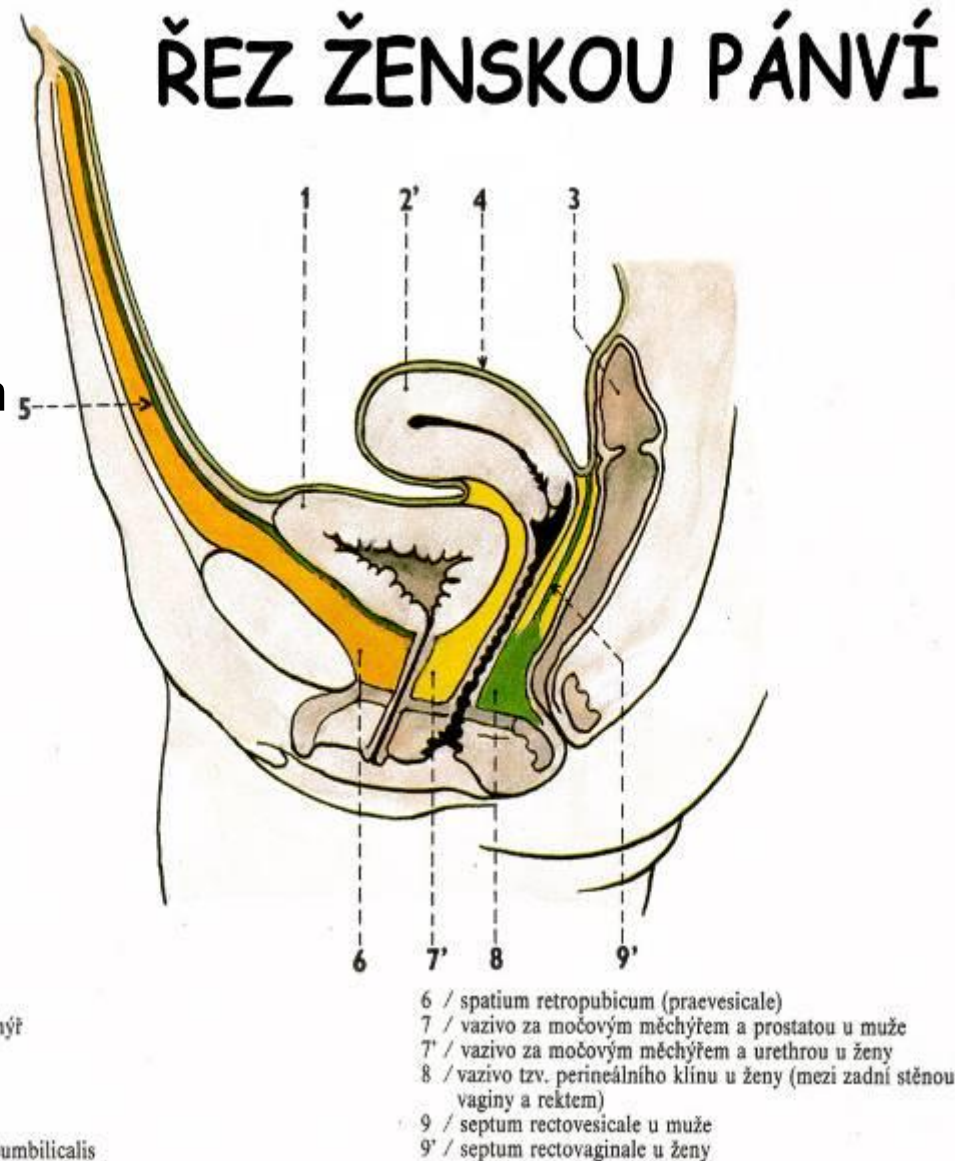
Močový měchýř – syntopie

- ligamentum umbilicale medianum (= chorda urachi)
- fascia vesicoumbilicalis *Delbeti*
- ♂ septum rectovesicale *Denonvilliersi*
- ♀ septum vesicovaginale
- spatium retropubicum *Reztii*
– *epicystostomie*



Močový měchýř – *pobřišnice*

- fossae paravesicales
- ♂ excavatio rectovesicalis (*Proustů*)
 - **nejhlubší místo** pobřišnicové dutiny u **muže**
 - dotýká se vrcholu měchýřkových žláz
- ♀ excavatio vesicouterina (*Dunni-Meiringů*)
- ♀ excavatio rectouterina (*Douglasův* prostor)
 - **nejhlubší místo** pobřišnicové dutiny u **ženy**
 - dotýká se zadní poševní klenby
 - **punkce přes pochvu**

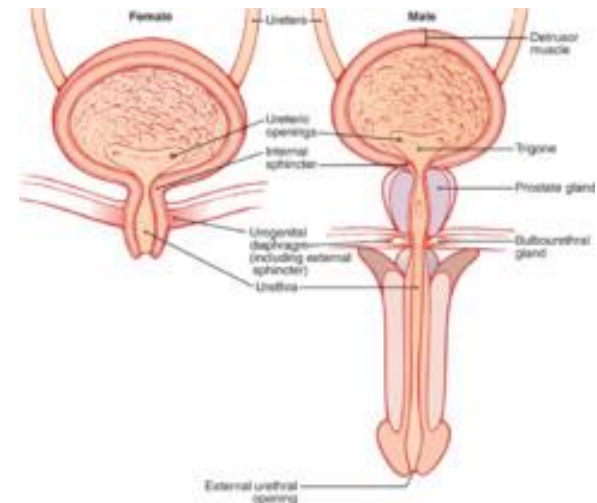
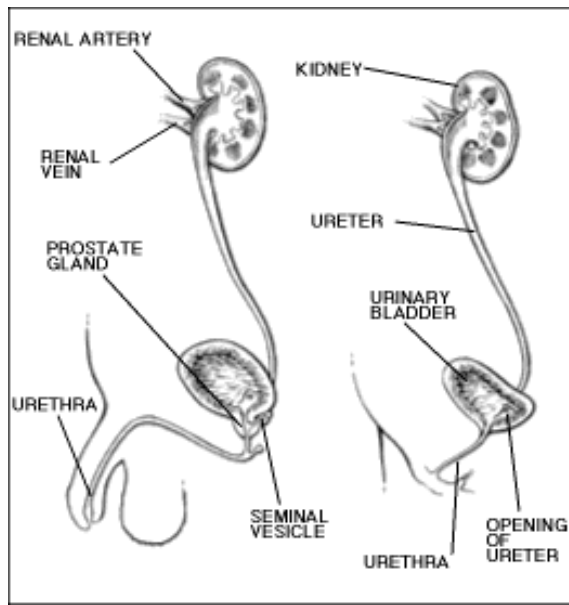


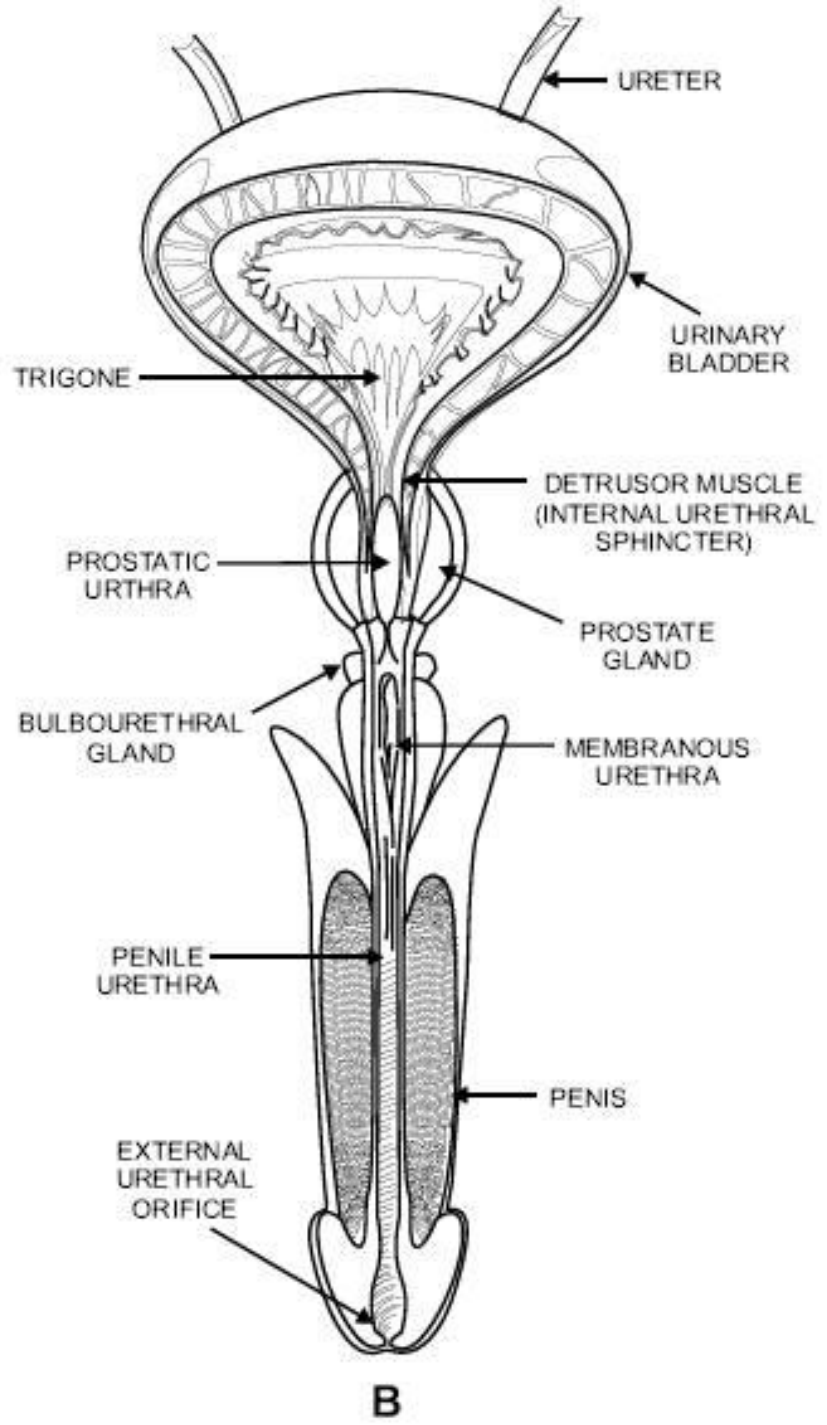
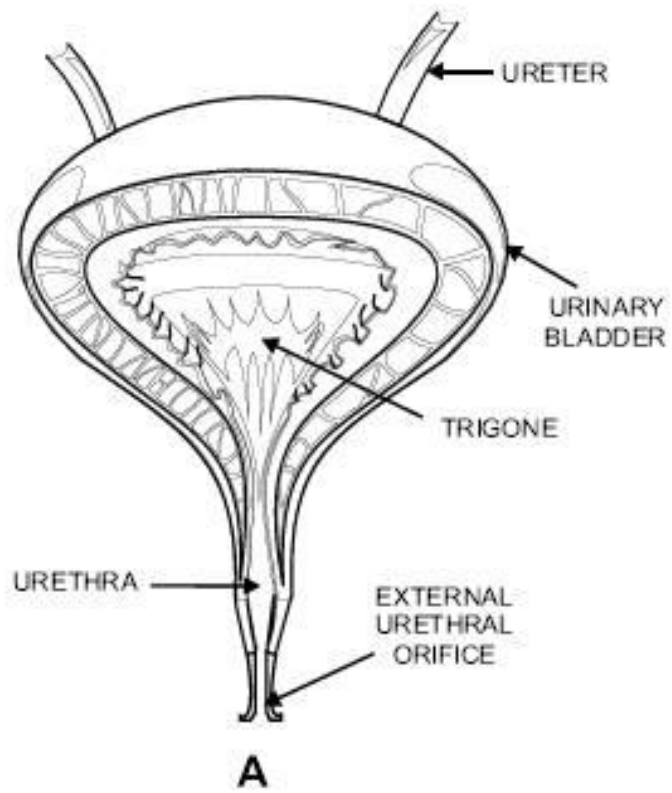
Močové trubice



- delší (20 cm)
- užší
- 2x zahnutá
- 4 zúžení
- 4 části

- kratší (4 cm)
- širší (6-8 mm)
- přímá
- náchylnější k infekcím
- snazší katetrizace
- 3 části





Močové trubice

- ♀

- v intramurální části přechodní epitel
- dále pokračuje vícevrstevný dlaždicový nerohovějící

- ♂

- první 2 části přechodní epitel
- další 2 části dále vícevrstevný cylindrický
- ve fossa navicularis vícevrstevný dlaždicový nerohovějící
- ve vnějším ústí vícevrstevný dlaždicový rohovějící

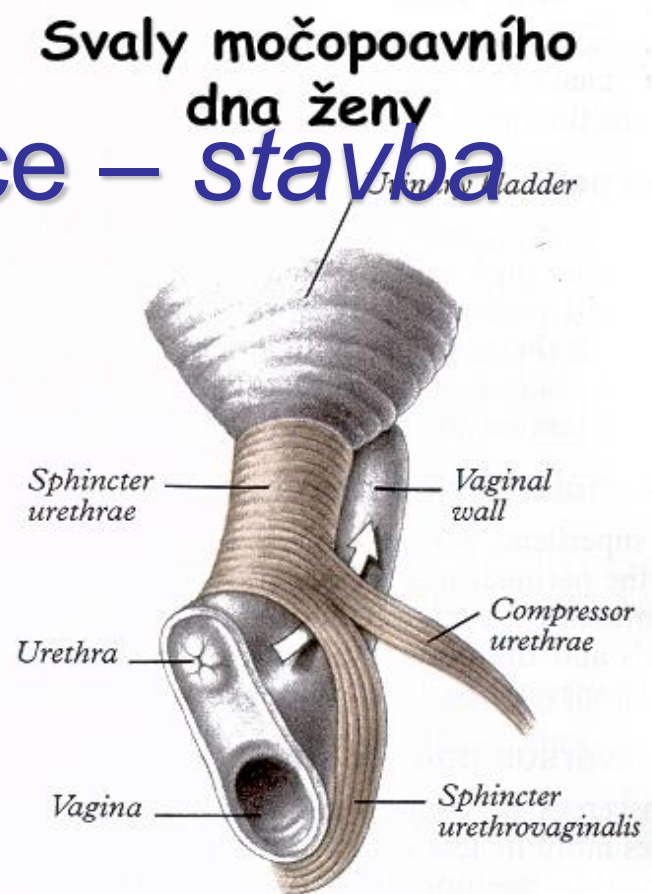
Ženská močová trubice

Urethra feminina

- ostium urethrae **internum** (trigonum vesicae)
 - accipiens, evacuans
- pars **intramuralis** – ve stěně močového měchýře
 - přechodní epitel
- pars **pelvica**
- pars **perinealis** – v hiatus urogenitalis pánevního dna
 - vícevrstevný dlaždicový nerohovějící epitel
- ostium urethrae **externum** – ve vestibulum vaginae na papilla urethralis
- vyzdvihuje carina urethralis na přední stěně pochvy

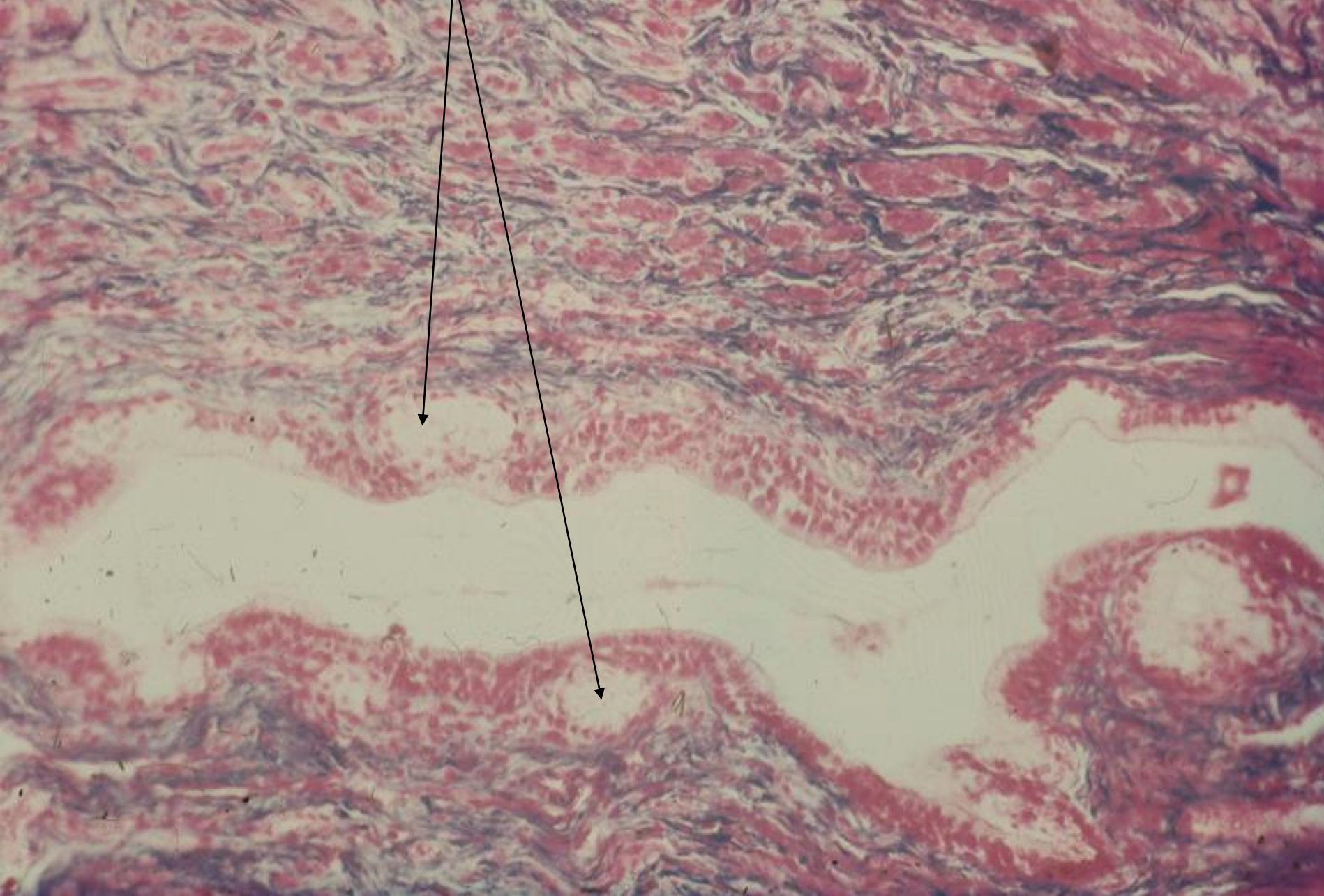
Ženská močová trubice – stavba

- podélné nízké řasy
 - crista urethralis na zadní stěně
- tunica mucosa
 - lacunae urethrales (*Morgagni*)
 - glandulae urethrales – mucinózní
- tunica spongiosa
 - žilní pleteň, elastická vlákna
 - glandulae et ductus paraurethrales (*Skenei-Schüller*)
- tunica muscularis
 - **vnitřní podélná** vrstva **hladké** svaloviny
 - **kruhová kosterní** (m. sphincter urethrae, m. compressor urethrae, m. sphincter urethrovaginalis)





Lacunae urethrales Morgagni



Ženská močová trubice – zásobení

- Tepny: větve z a. vesicalis inf. et a. vaginalis
- Žíly: → plexus venosus vesicalis
→ plexus venosus vaginalis
→ vv. pudendae int.
- Míza: n.l. iliaci int. + ext.
- Nervy:
 - autonomní a viscerosenzitivní: plexus hypogastricus inf. → plexus vesicalis, plexus uterovaginalis → nn. vaginales
 - somatomotorická vlákna: z S2-S3 cestou n. pudendus pro kosterní svěrače

Kontinence u ženy

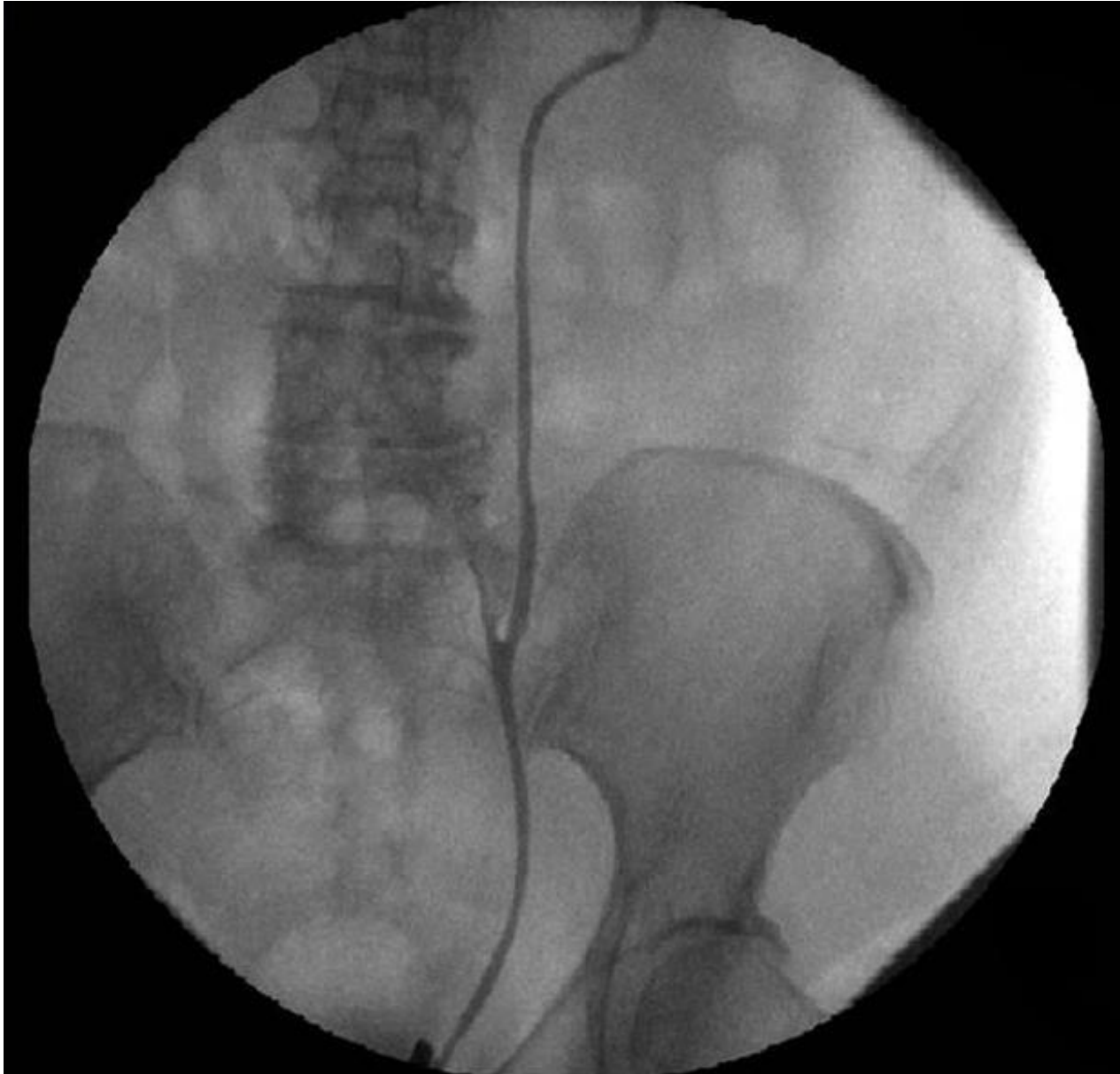
- **není hladký svěrač** v močovém měchýři
- 3 složky:
 - **elastické** vazivo močové trubice + **náplň žil** v tunica spongiosa
 - **kosterní svěrač** močové trubice
- *tzv. „periurethrální svalstvo“* při rychlém zadržení moče a při konci močení
 - m. levator ani (S3-S4)
 - m. bulbospongiosus (n. pudendus)

Vyšetření *

- endoskopie
- urethrocystografie
- cystoskopie
- vyšetření mikce



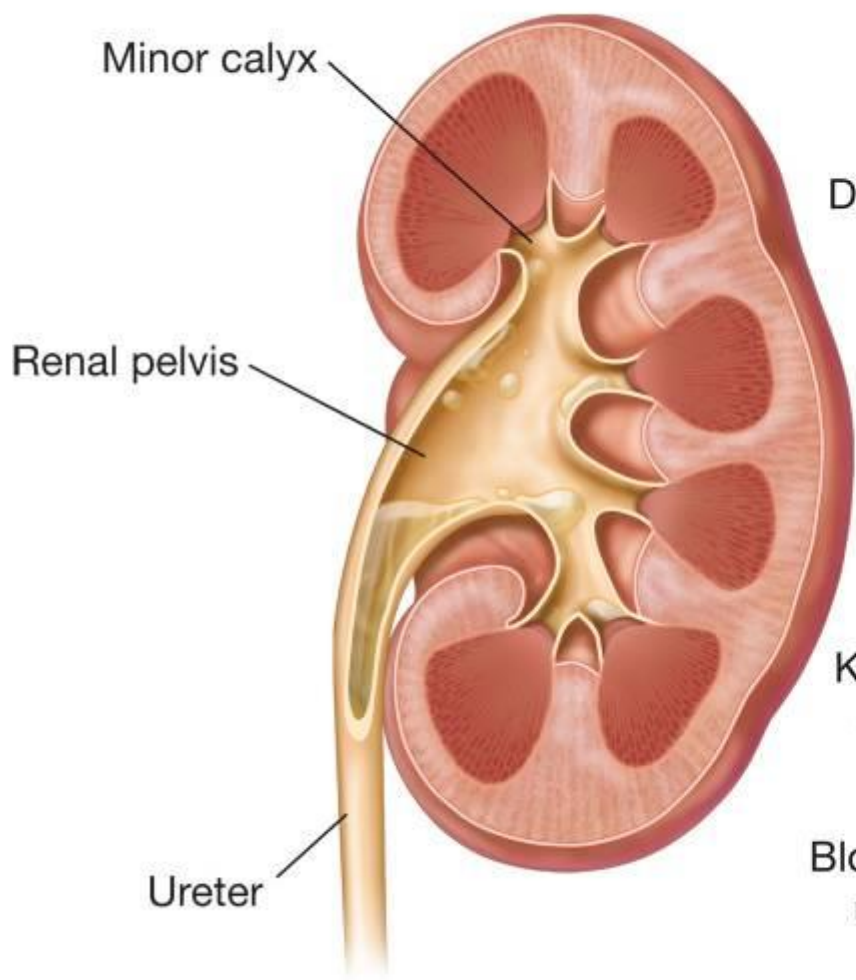
Ureter fissus



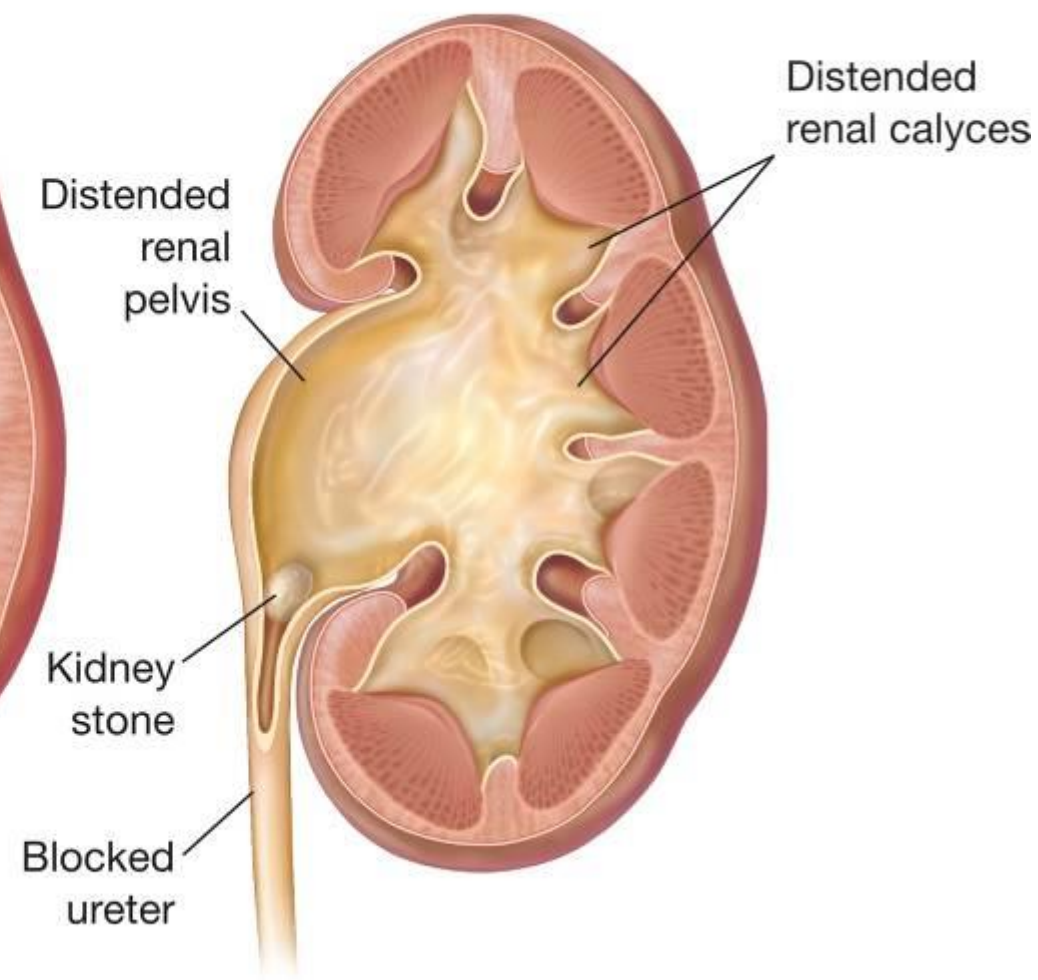
Nemoci močových cest *

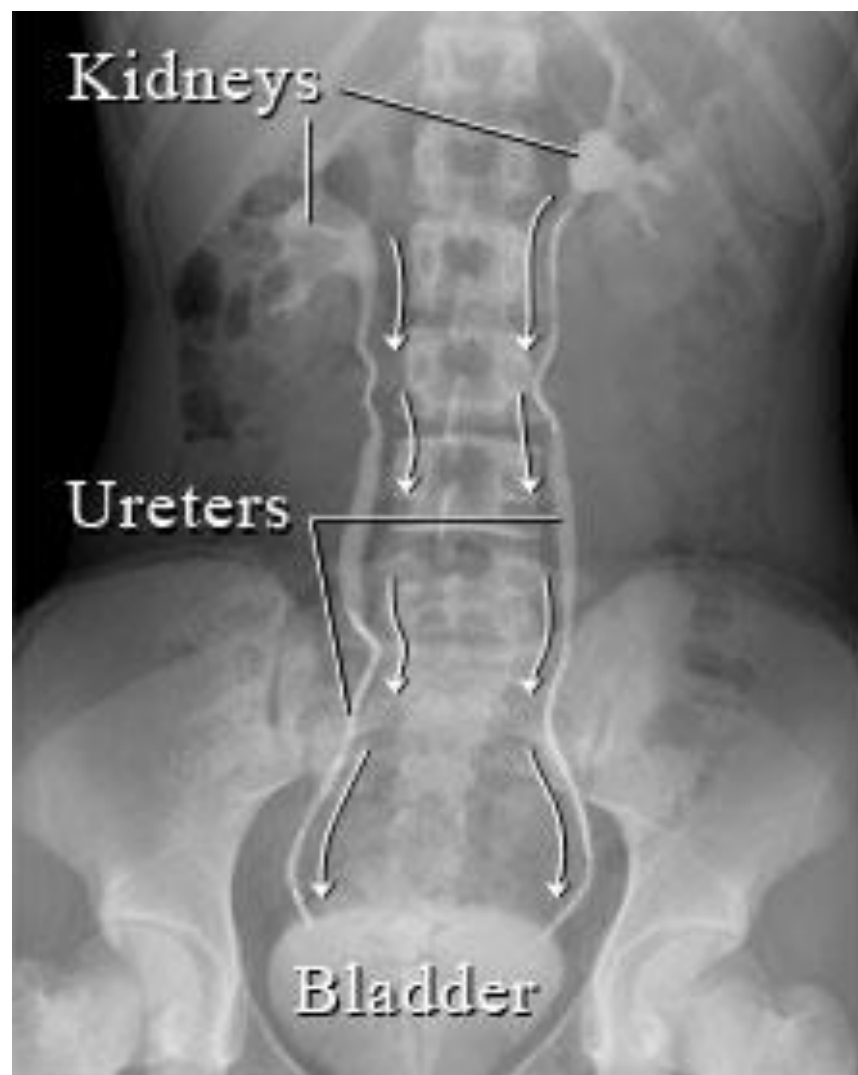
- **nefrolitiáza**
- hydronefróza
- ruptura pánvičky
- **vezikoureterální reflux**
- uroinfekce
- urolitiáza + renální kolika
- divertikly
- nádory (papilomy, papilokarcinomy)

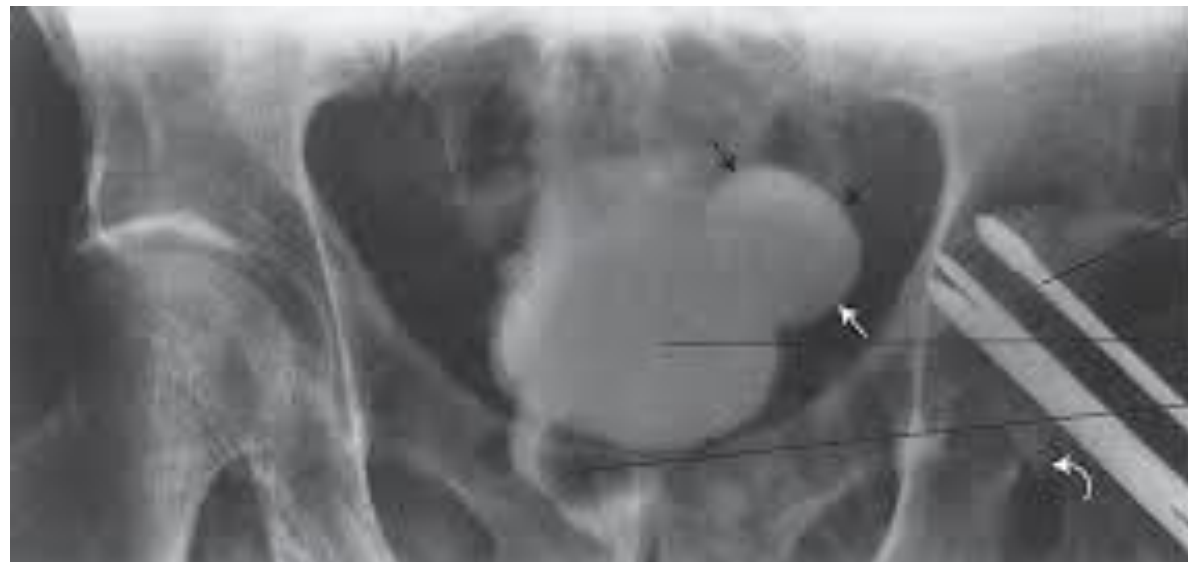
Normal kidney



Hydronephrosis







Metallic orthopedic pins

Urinary bladder

Foley catheter balloon

Léčebné zásahy

- LERV (litotripse extrakorporální rázovou vlnou) = ESWL (extracorporeal shock wave lithotripsy)

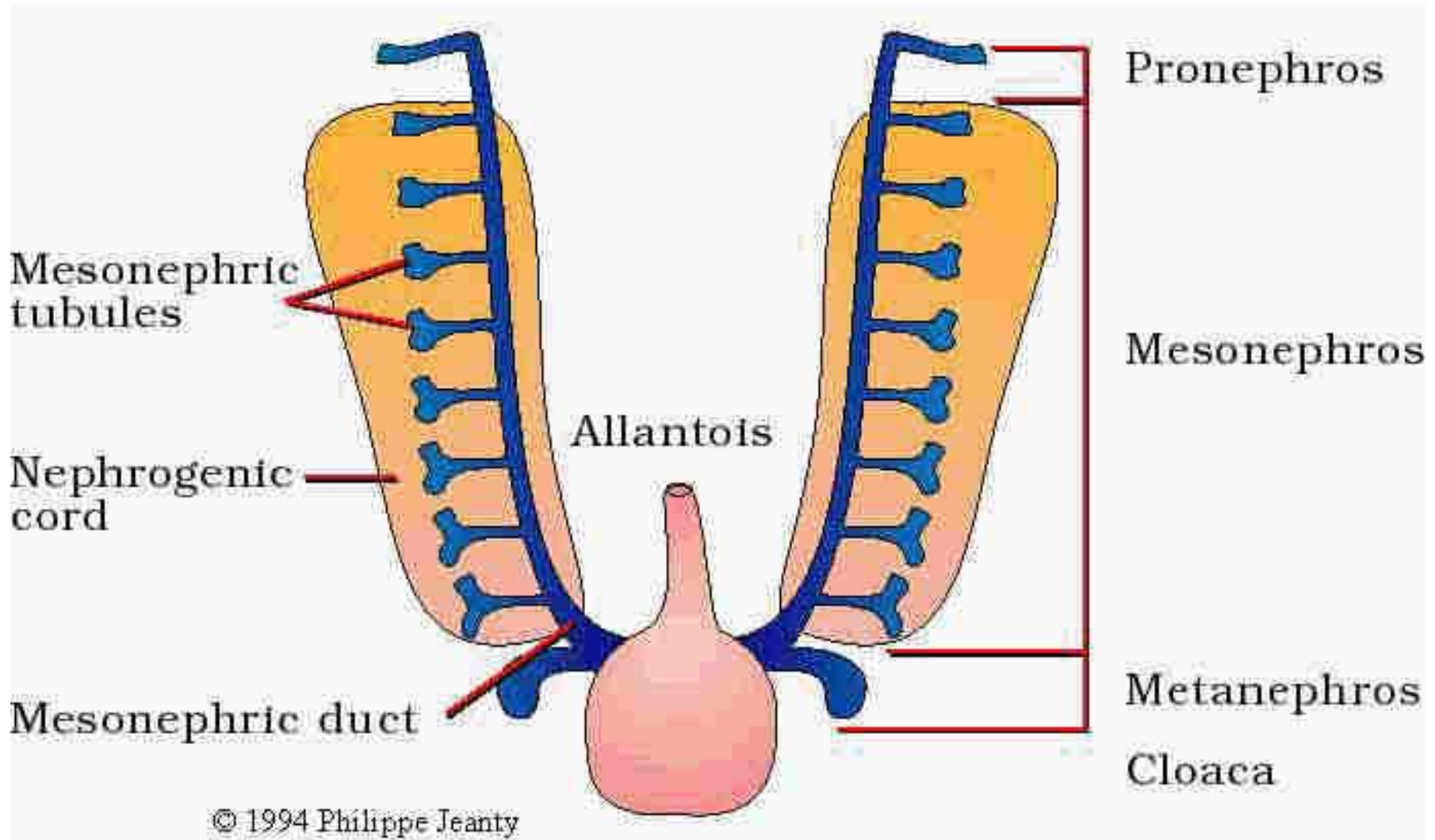


- URS (ureteroskopická lithotripse)
- sondáž močovodu (endoskopické zavedení stentu)

Vývoj ledviny

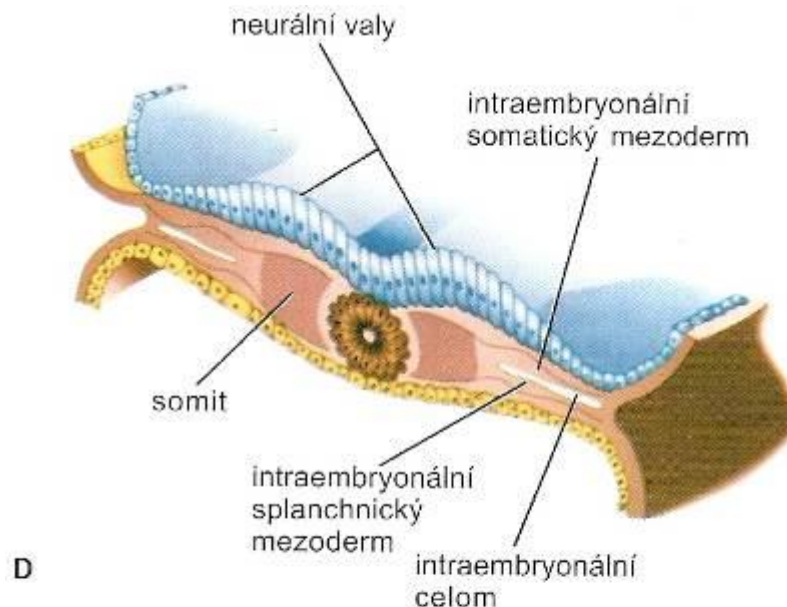
- předledvina = *pronephros*
 - nefunkční, „otevřená“
- prvoledvina = *mesonephros*
 - základ pohlavní žlázy
- konečná ledvina = *metanephros*

Vývoj ledviny



Vývoj ledviny

- vznik z intermediálního mezodermu
- podélné vyvýšení mezodermu po obou stranách dorzální aorty → **urogenitální lišta** → nefrogenní provazec → vznik močového / vylučovacího ústrojí
 - genitální lišta → vznik pohlavního ústrojí



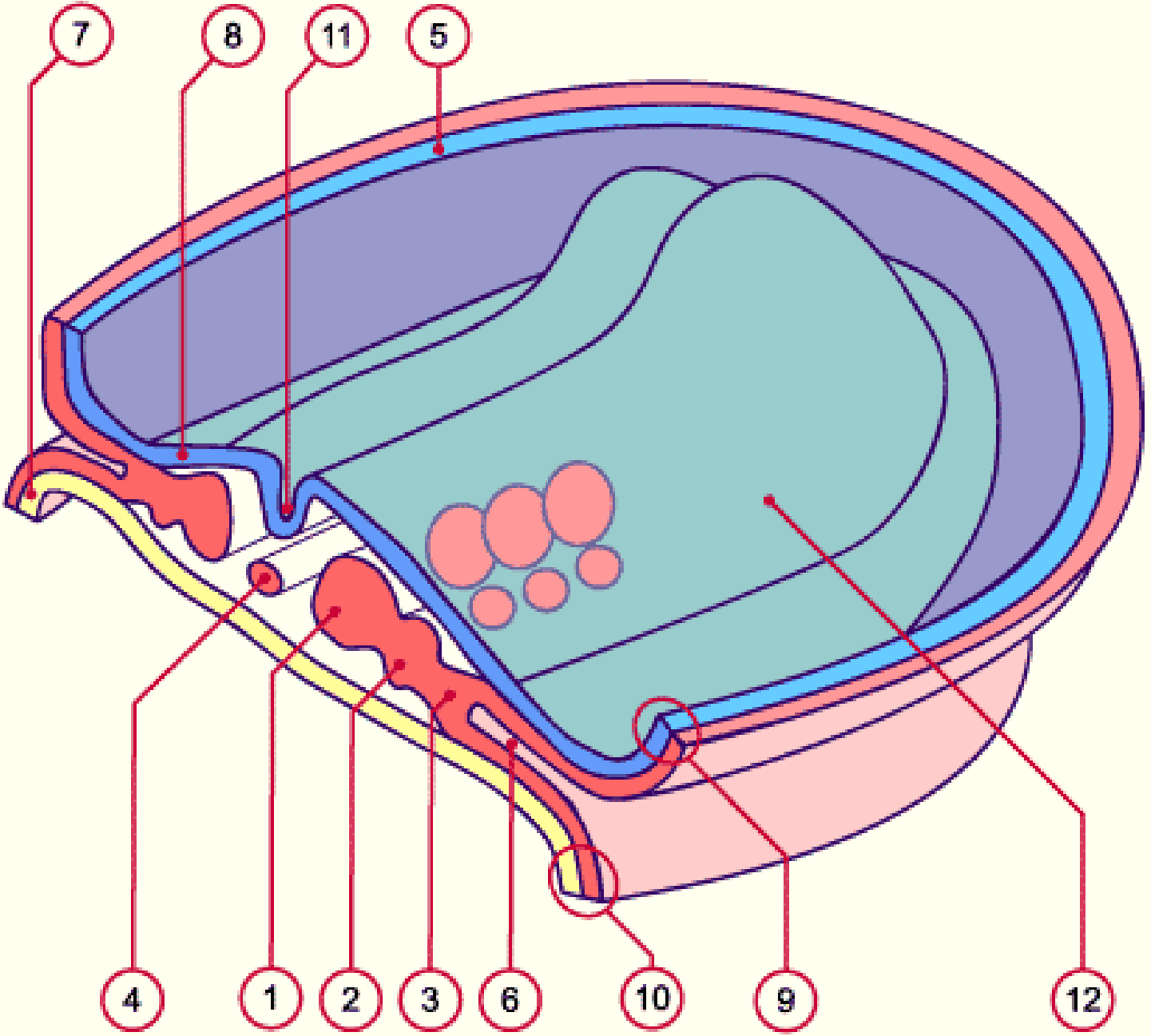
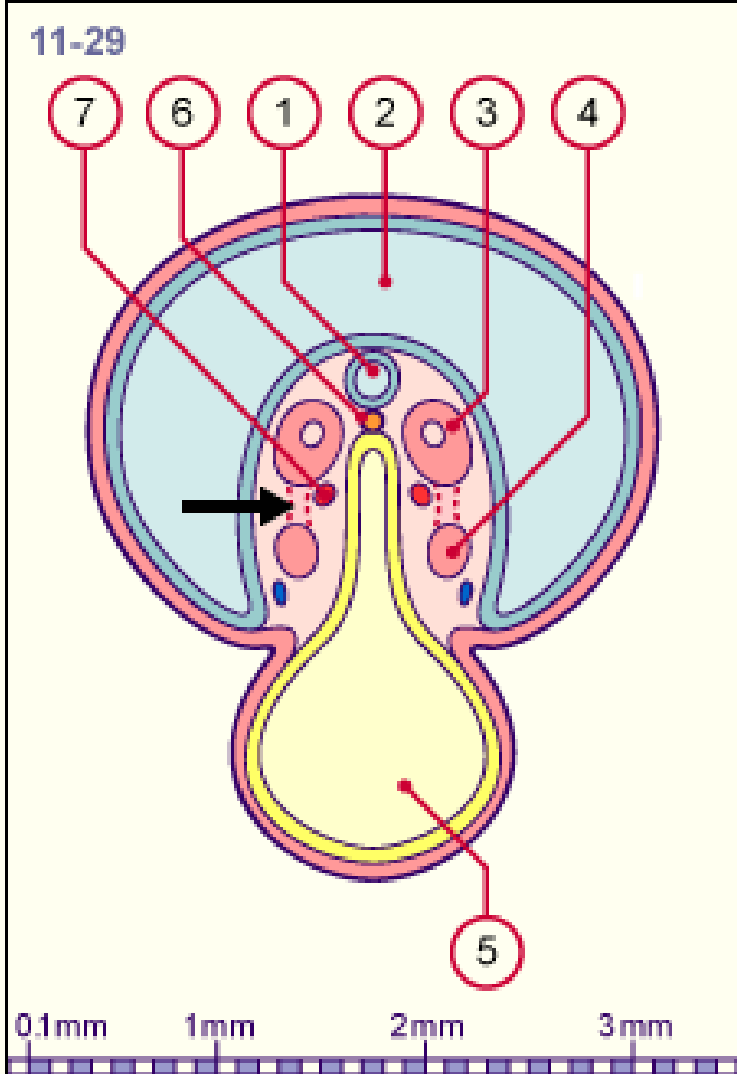
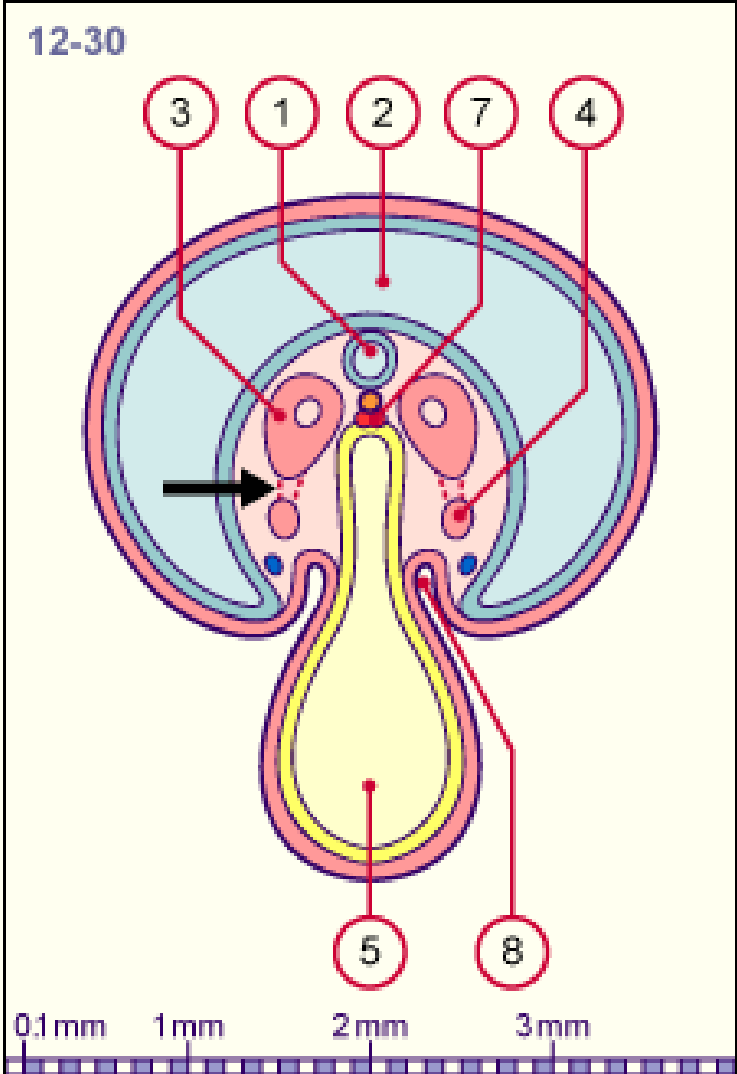


Fig. 3 - Isolation of the nephrogenic cord (stage 11)



- 1 Neural tube
- 2 Amniotic cavity
- 3 Dermatomyome
- 4 Nephrogenic cord that has moved away from the paraxial mesoderm (somite) (black arrow)

Fig. 4 - Isolation of the nephrogenic cord (stage 12)



- 5 Yolk sac (umbilical vesicle)
- 6 Notochord
- 7 Aorta
- 8 Intraembryonic coelom

4 základy vylučovacího ústrojí

- **metanefrogenní blastém**
 - nefron (Bowmanovo pouzdro a tubuly)
- **ureterový pupen**
 - sběrací kanálky → močovod
- cévy – větve z dorzální aorty
- buňky z crista neuralis (regulace, sekrece)

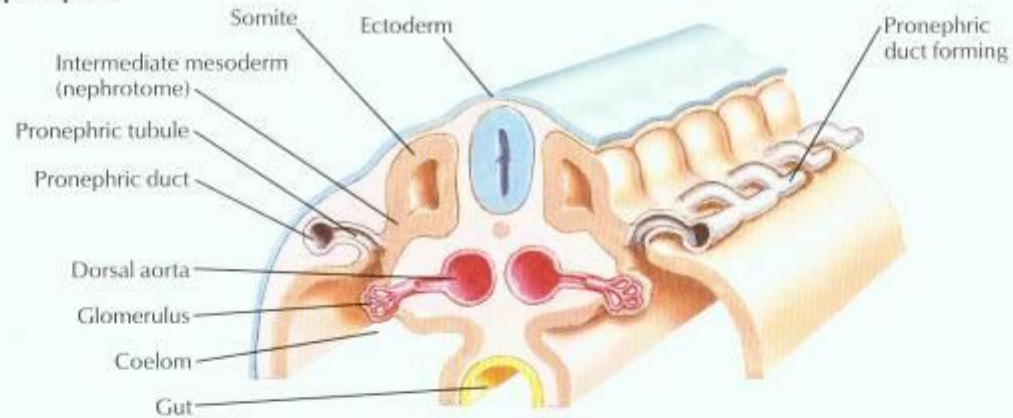
Pronephros = Předledvina



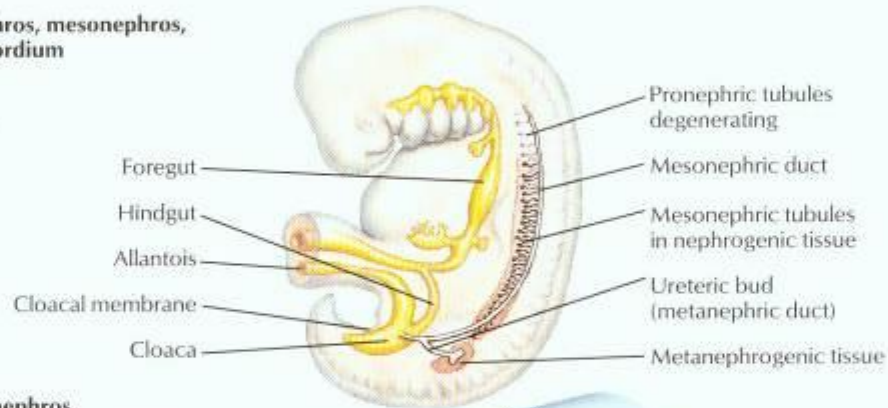
pl. pronephroi

- tvoří vylučovací ústrojí u kruhoústých (mihule)
- u člověka poprvé popsal Jánošík
- stopky kraniálních 12-13 prvosegmentů
- od 21. dne (4 prvosegmenty) v krční krajině
- rudimentární, záhy zanikají
- *tubuli pronephrici*
- *ductus pronephricus* přetrvává do dalšího stádia

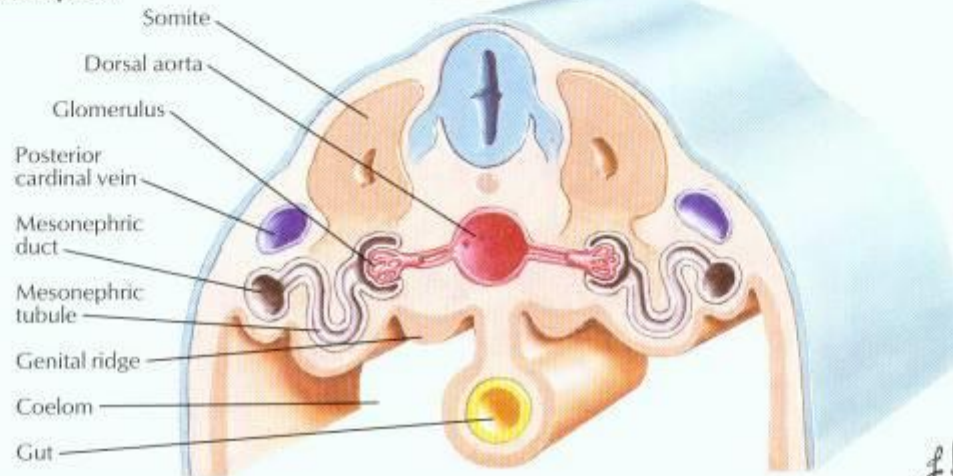
Section through pronephros



Topography of pronephros, mesonephros, and metanephric primordium

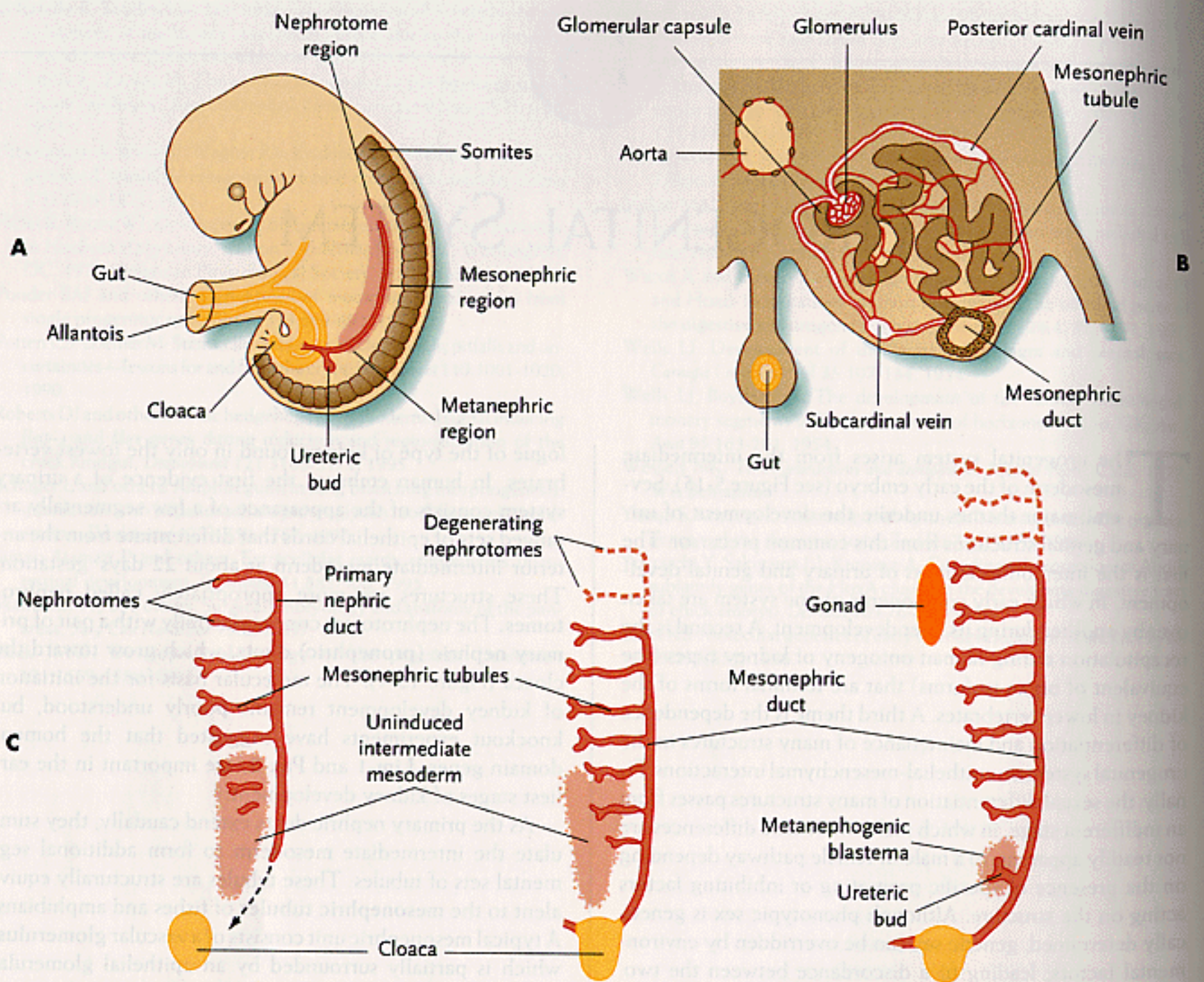


Section through mesonephros



Mesonephros = Prvoledvina

- vylučovací ústrojí u paryb a ryb
- základem je nefrogenní blastém (intermediární mezoderm)
- váček se protahuje k *ductus mesonephricus Wolffii*
 - ve stadiu 27-28 prvosegmentů vrůstá do kloaky
- od asi 23. dne do konce 3. měsíce
- *corpuscula mesonephrica* (glomerulus) + *tubuli mesonephrici* (přibližně 20)
- kaudální části vývodů → základ hlavy nadvarlete



Ductus mesonephricus *Wolffi* (Prvoledvinný vývod)

- vzniká v intermediálním mezodermu
- slepě shora jako vývod *pronephroi*
- kaudálně pokračuje jako vývod *mesonephroi*
- doroste a ústí do kloaky
- zásadní pro vývoj mužských pohlavních vývodních cest
- z dolní části se vytvoří diverticulum metanephricum (*ureterální/močovodový pupen*)

MUŽSKÉ POHLAVNÍ ORGÁNY

měchýřková
žláza

předstojná
žláza

bulvo-trubicová
žláza

pyj

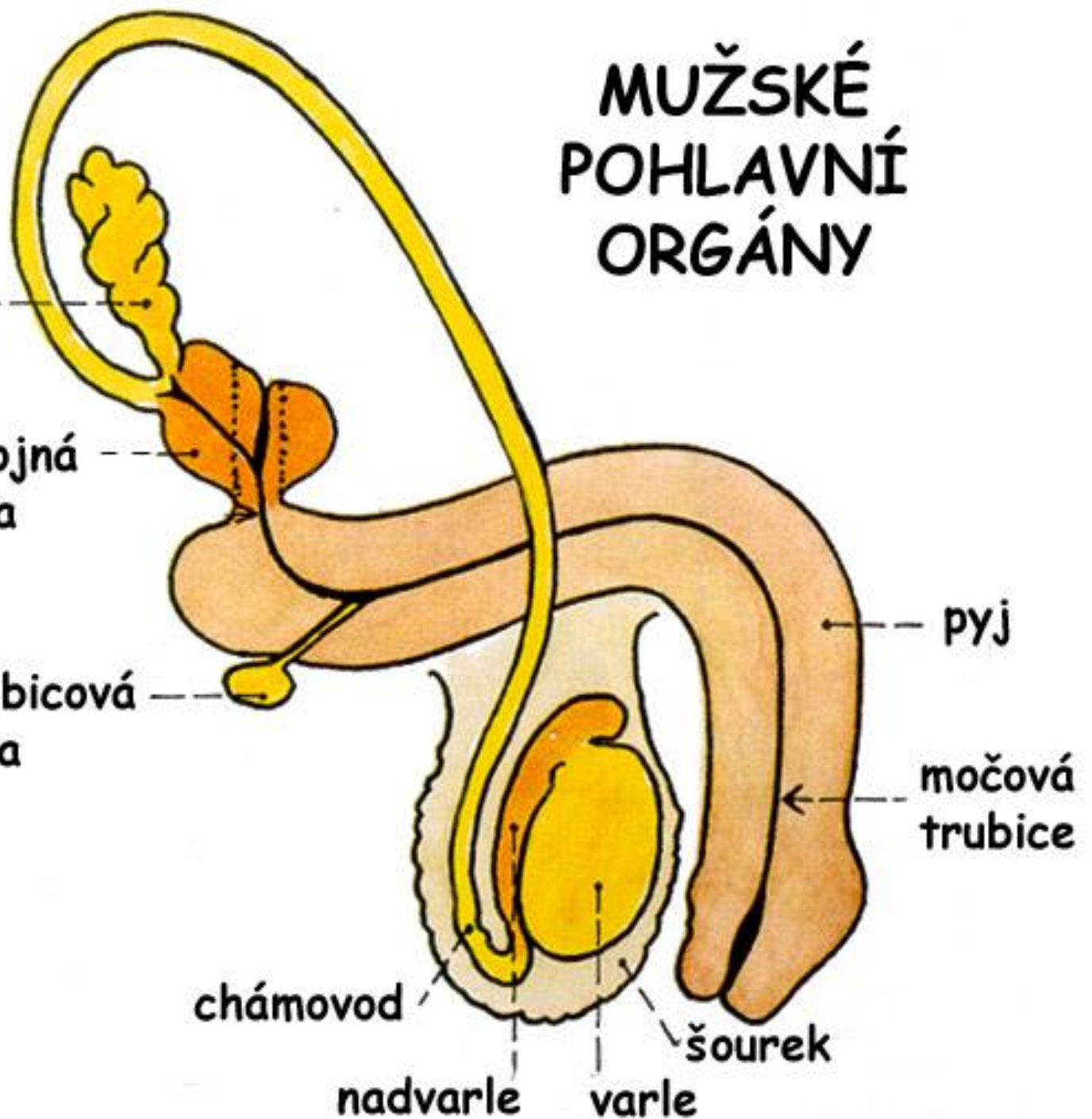
močová
trubice

chámovod

šourek

nadvarle

varle

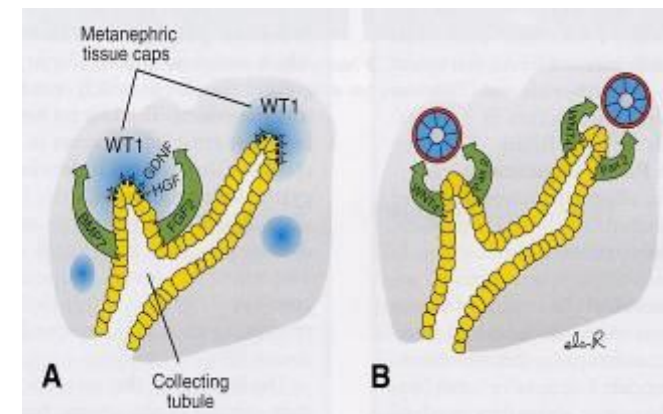


Ductus mesonephricus *Wolffi* a ureterální pupen

- ♀ → trigonum vesicae, ureter, pelvis renalis, calices, ductus papillares, ductus colligentes
 - vývojové rudimenty: epoophoron, ductus longitudinalis Gartneri
- ♂ totéž + vývodní pohlavní cesty (ductus epididymidis, ductus deferens, ductus excretorius glandulae vesiculosae, ductus ejaculatorius)

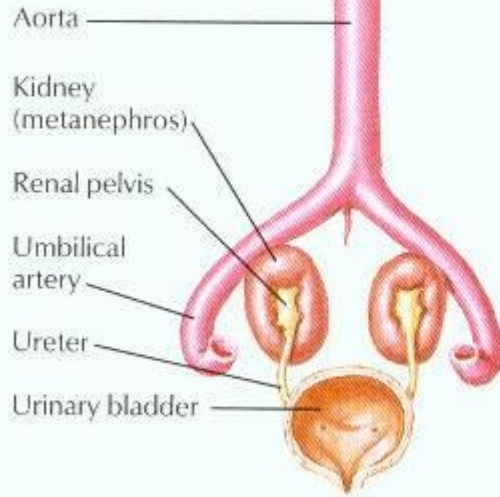
Metanephros = Konečná ledvina

- blastema metanephrogenicum (*metanefrogenní blastém*) 3.-5. bederního prvosegmentu
 - vývoj začíná na konci 5. týdne
 - během vývoje dochází k relativnímu vzestupu
- ureterální pupen vrůstá do blastému – metanefrogenní čepičky (*galea metanephrogenica*) → vzájemná indukce (nezbytný těsný kontakt)
- ureterální pupen → močovod, pánvička, kalichy, kalíšky, papilární vývody až po sběrací kanálky
- metanefrogenní blastém – nefron
- relativní vzestup: 5.-9. týden
- **funkční od 9. týdne**

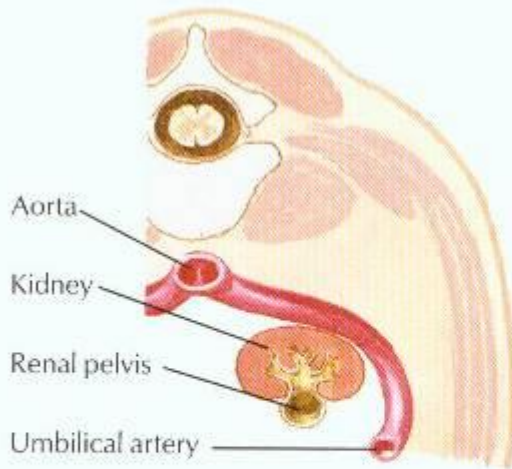


Apparent "ascent and rotation" of the kidneys in embryological development

6 weeks

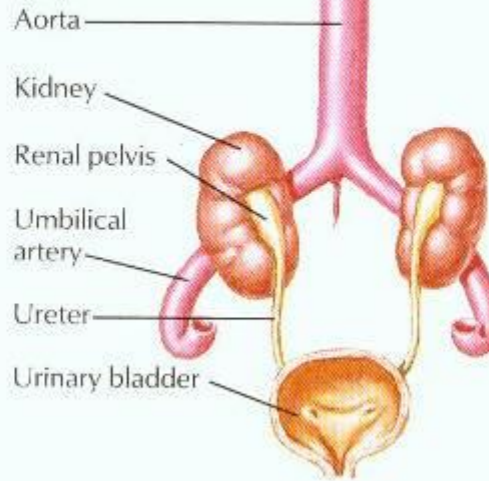


Frontal view

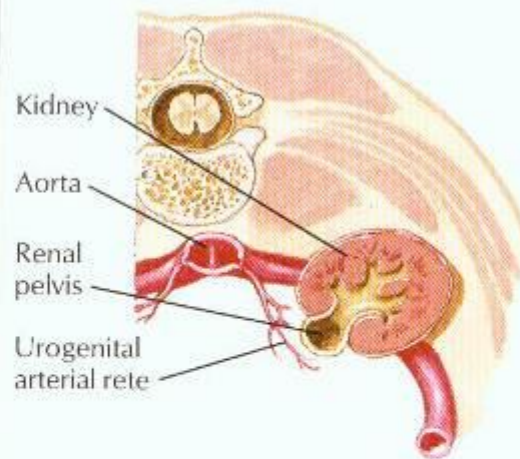


Cross section

7 weeks

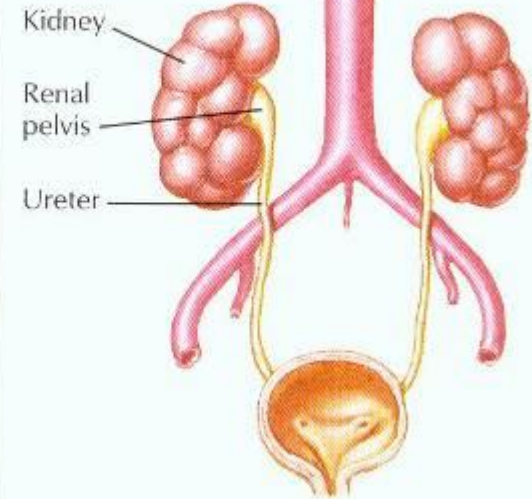


Frontal view

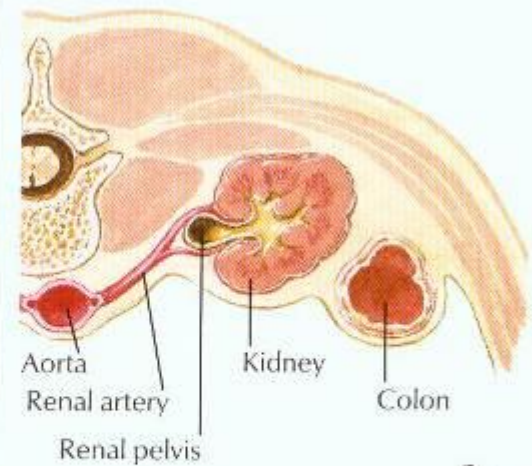


Cross section

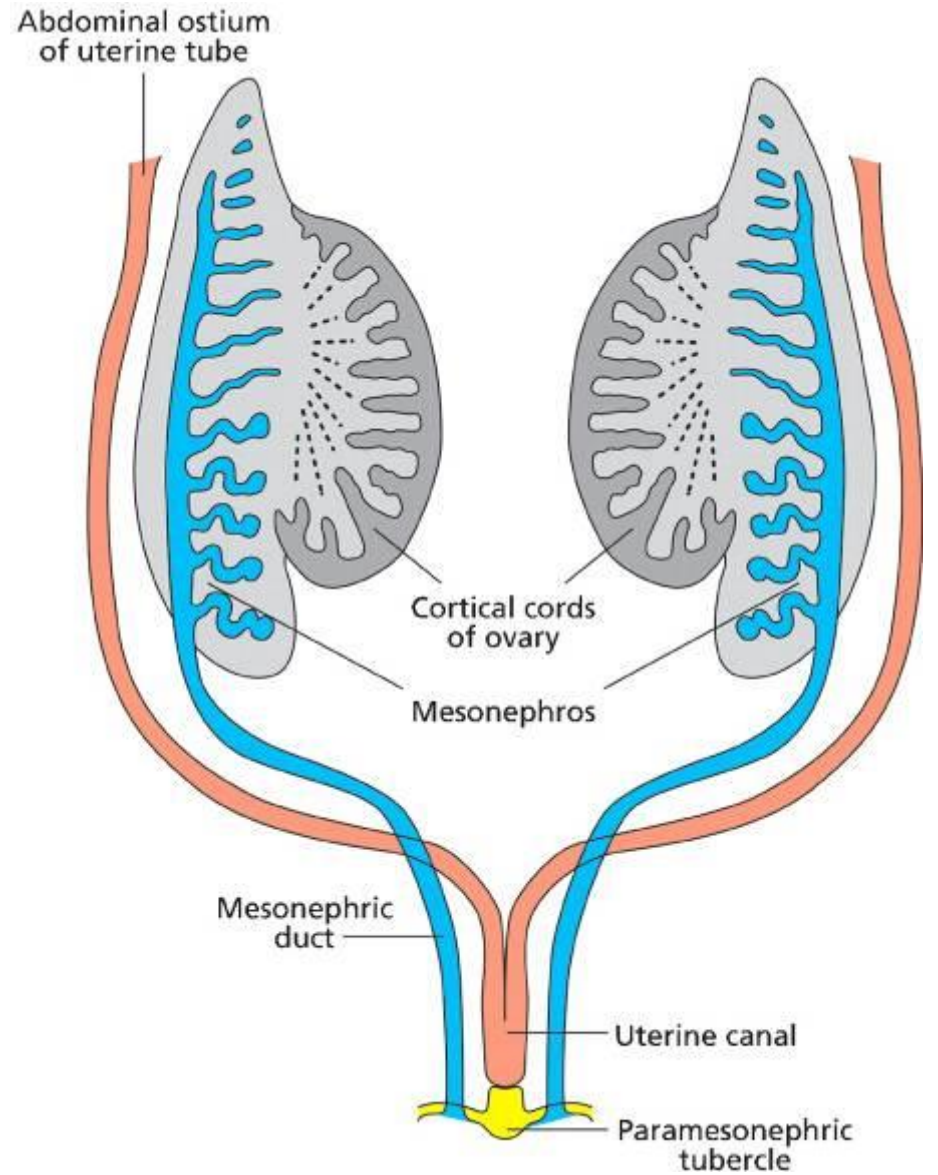
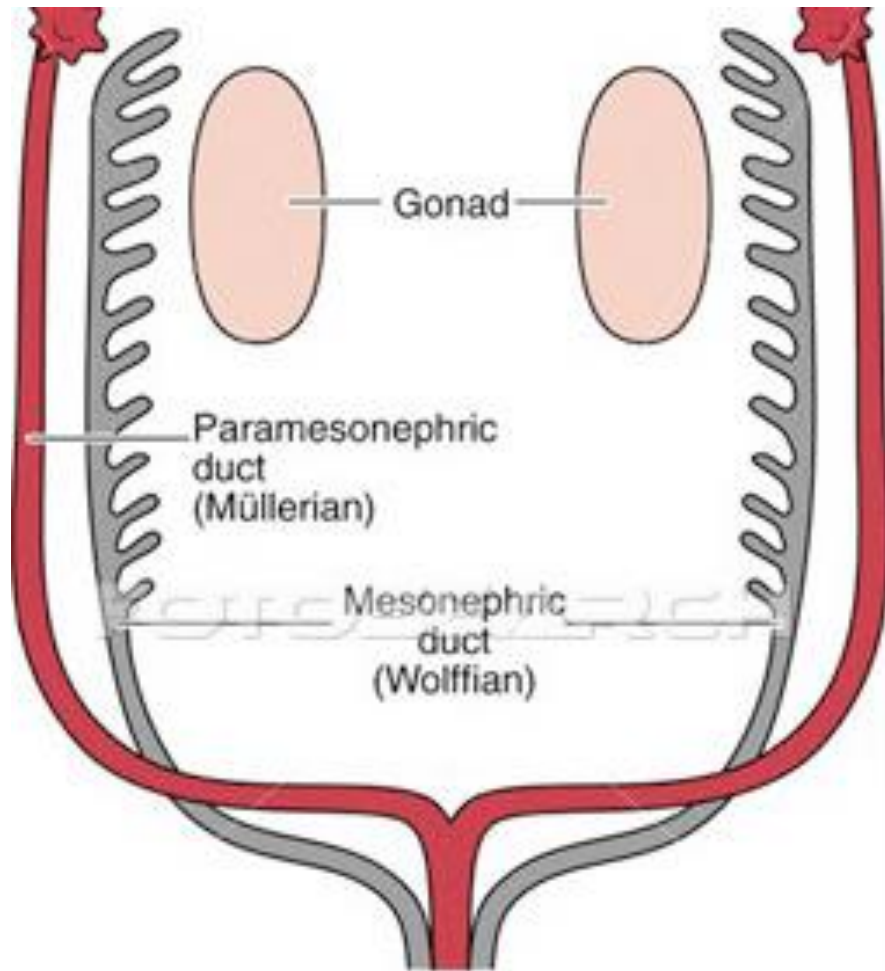
9 weeks



Frontal view



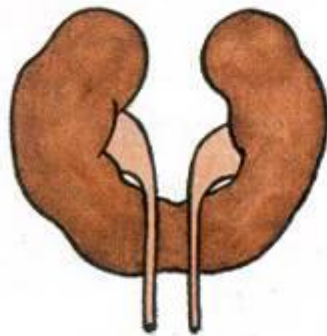
Cross section



Vývojové vady

- atypické tvary (lalúčková, podkovovitá, zdvojená, esovitá, koláčovitá...)
- cystické, polycystické ledviny
- ageneze ledviny
- dysplázie ledvin
- ektopie ledviny (ren dystopicus)

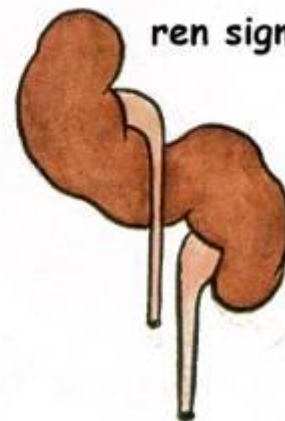
ren renculisatus



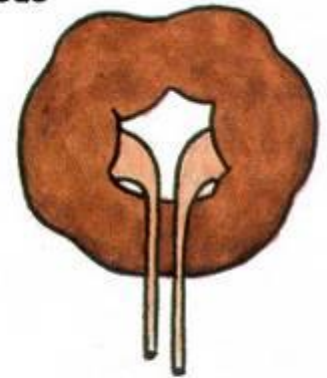
ren arcuatus
podkovovitá ledvina
horseshoe kidney



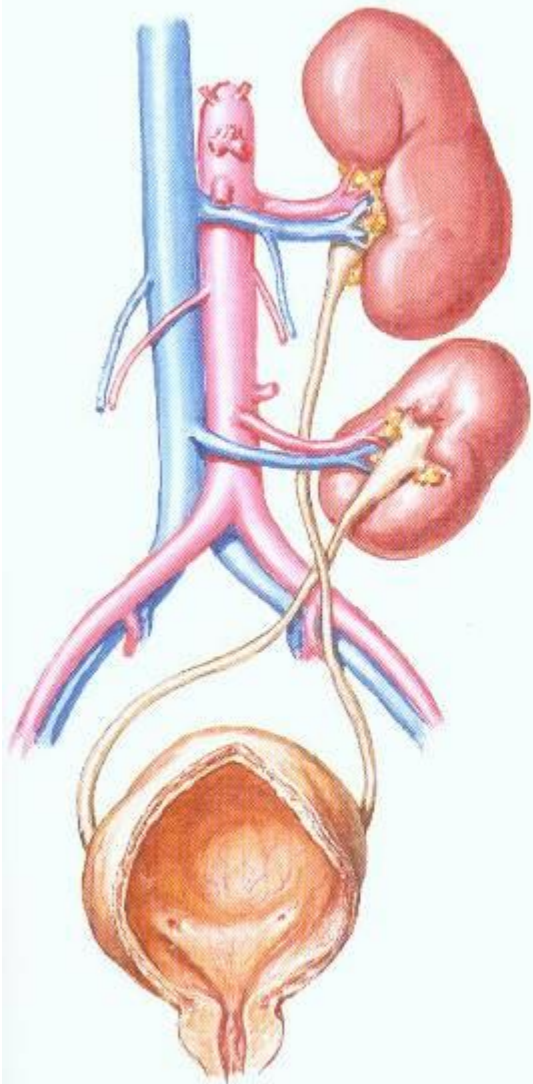
ren duplex



ren sigmoideus

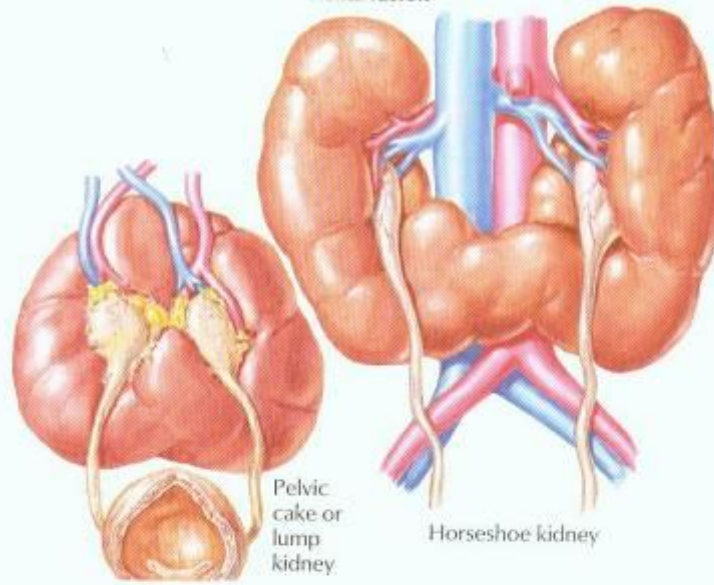


ren fungiformis



Crossed ectopia of the right kidney

Renal fusion

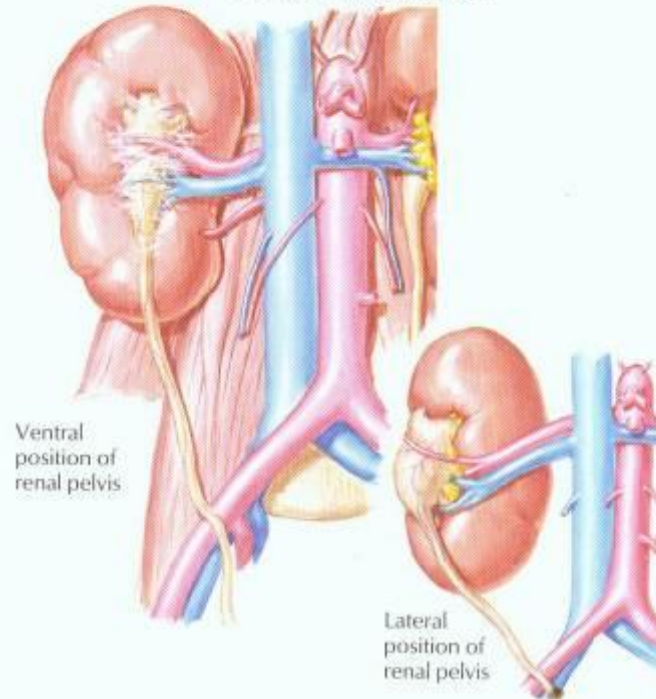


Pelvic cake or lump kidney

Horseshoe kidney

vic kidney

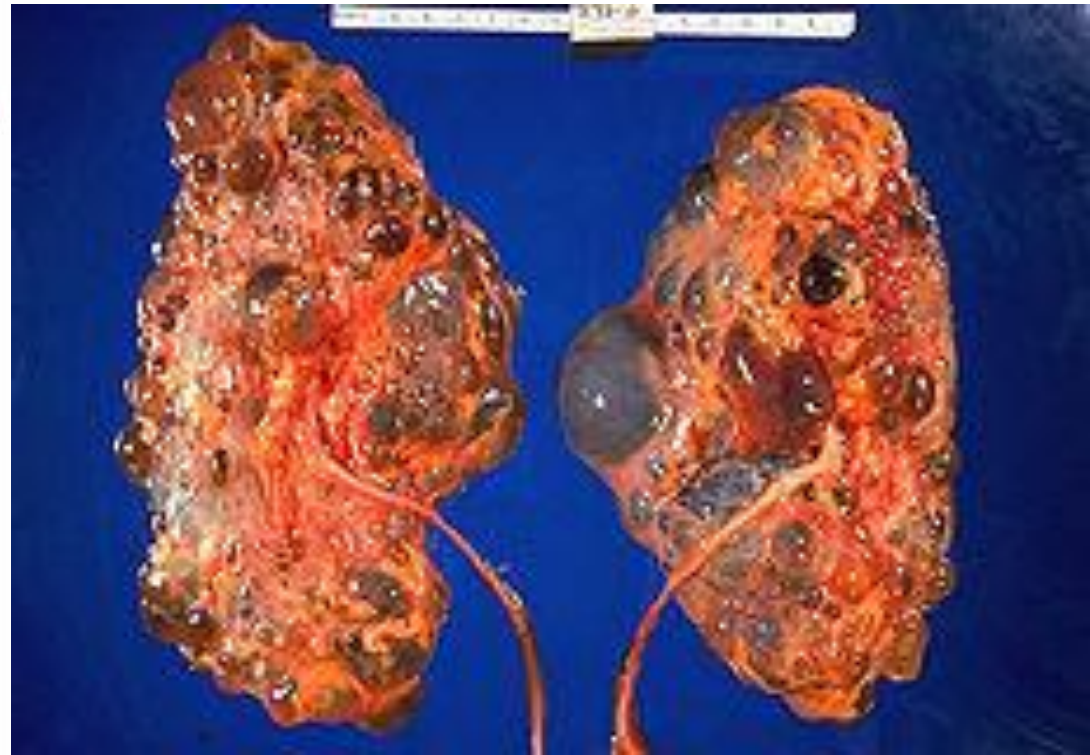
Anomalies of renal rotation



Ventral position of renal pelvis

Lateral position of renal pelvis

Polycystické ledviny

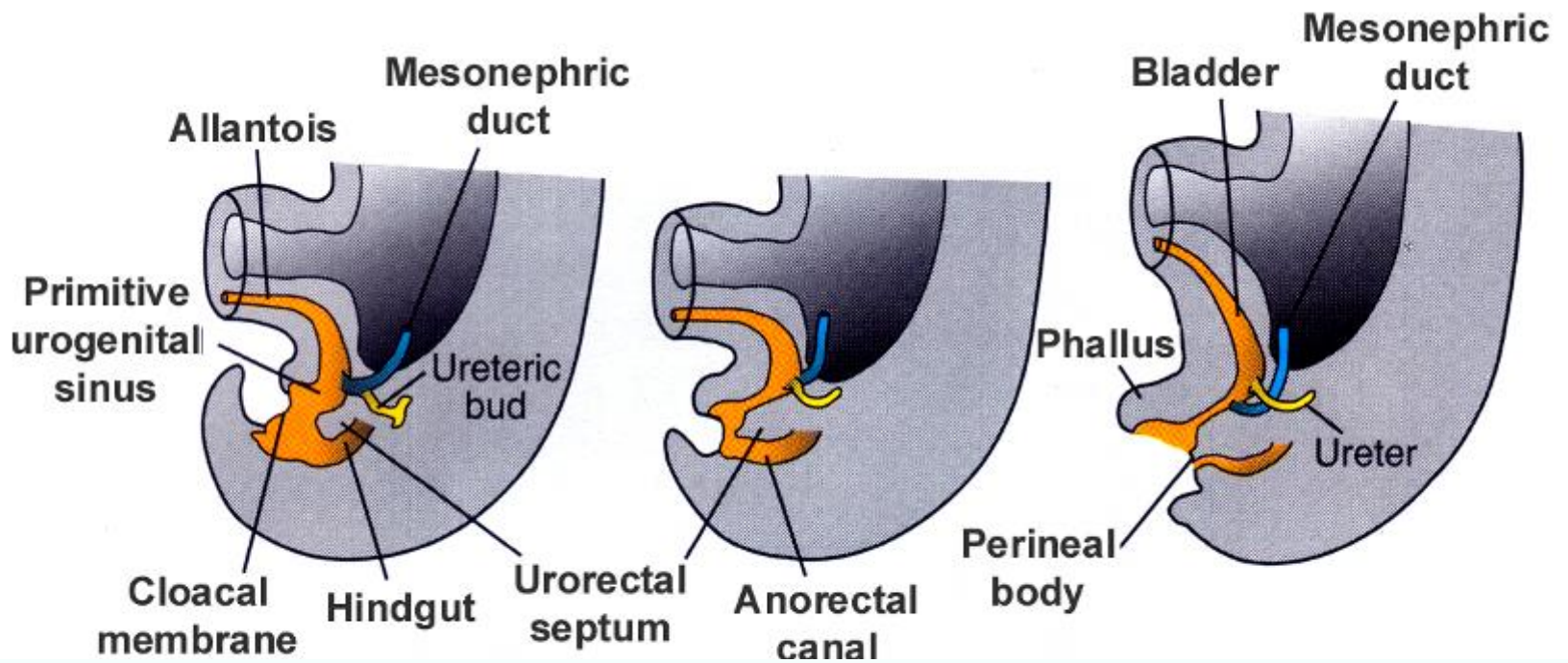


Prenatální diagnostika

- ledviny jsou zobrazitelné ultrazvukem od 12.-15. týdne
- cílem je odhalení vývojových vad
 - dysplázie ledvin, poškození funkce ledvin, hypoplázie plic
- **Oligohydramnion**
 - primární poškození ledvin, sekundárně plic (součást syndromu Potterové)
- **Cystická dysplázie ledvin**
 - zvýšené riziko rozvoje Wilmsova nádoru (nefroblastomu)
- **Hydronefróza**
 - vznik při obstrukčních nefropatiích

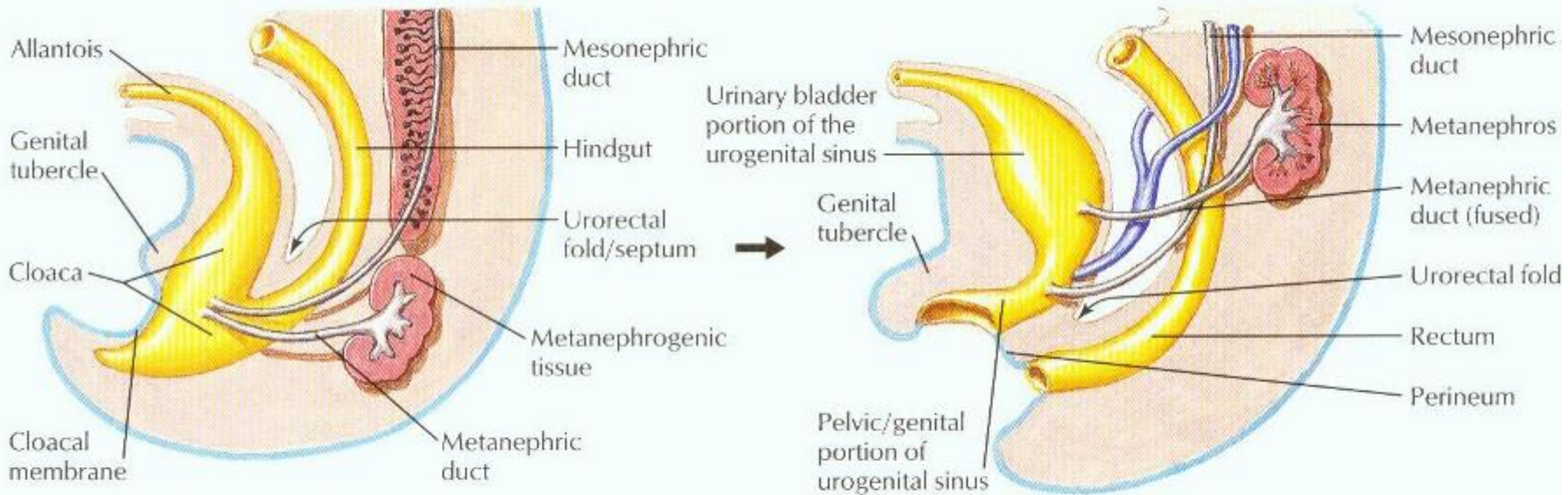
Sinus urogenitalis

- 6. týden: spojení septum urorectale a membrana cloacalis →
 - membrana urogenitalis
 - membrana analis
- sinus urogenitalis primordialis
 - canalis vesicourethralis
 - pars vesicalis
 - pars urethralis
- sinus urogenitalis definitivus
 - pars pelvica
 - pars phallica



Division of the cloaca by the urorectal septum

Urogenital sinus and rectum



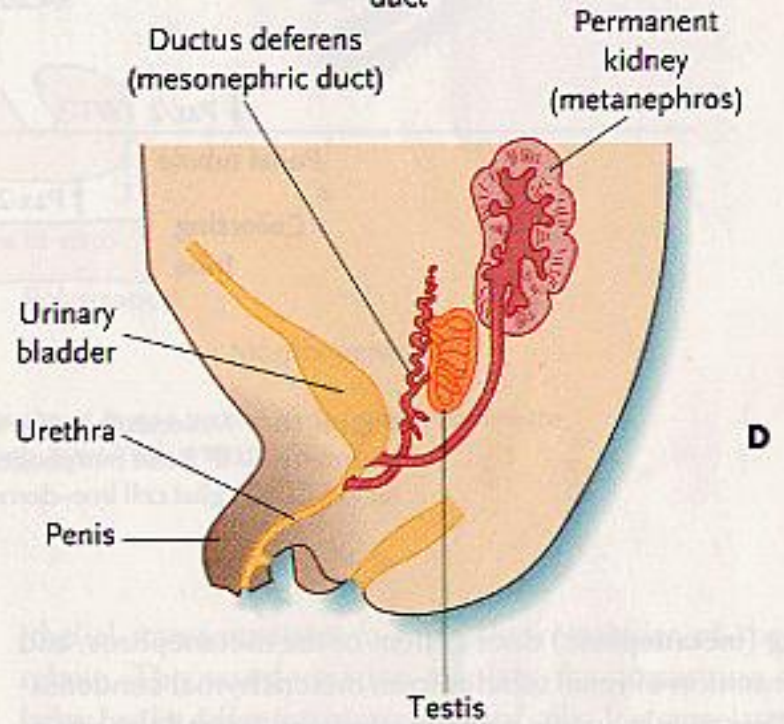
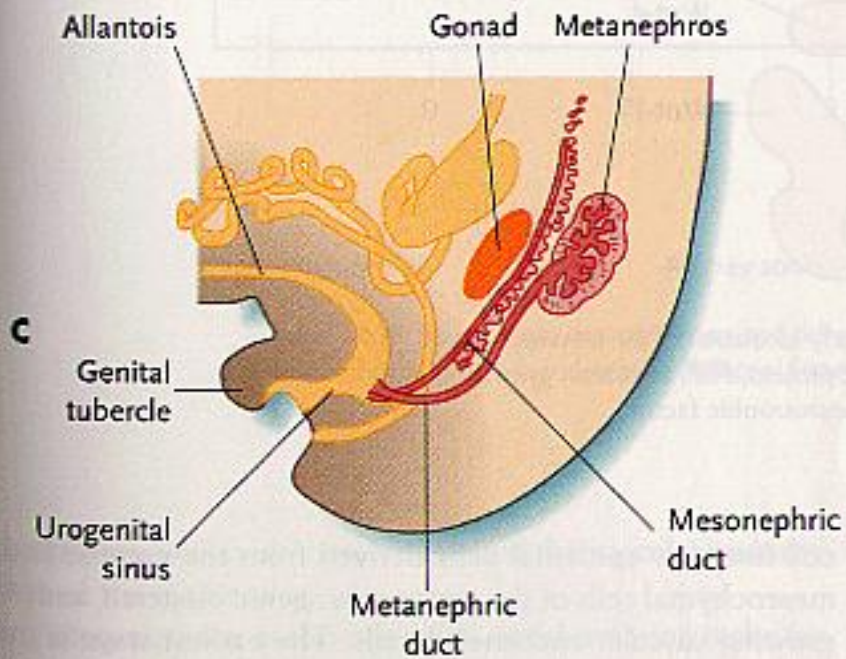
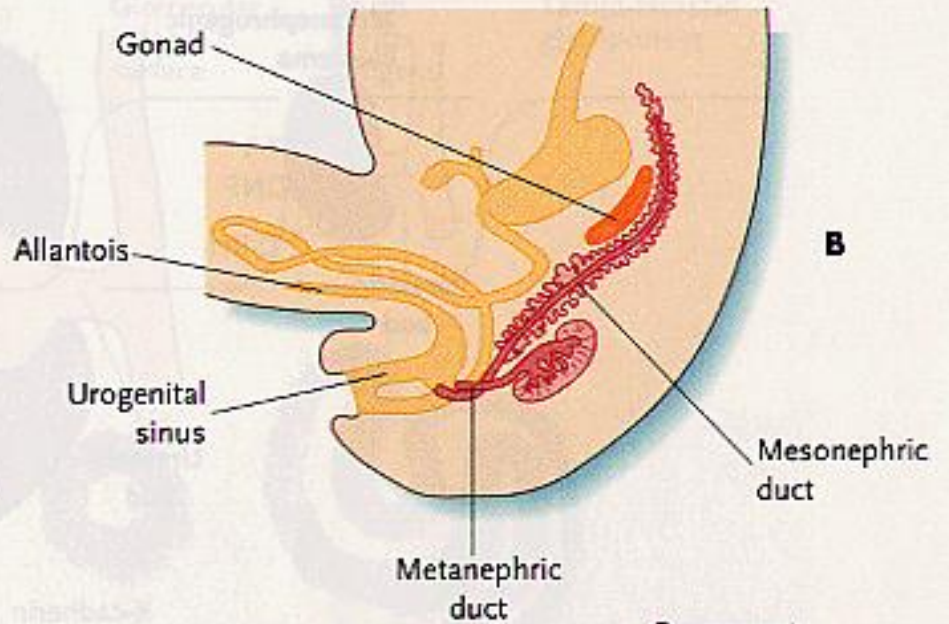
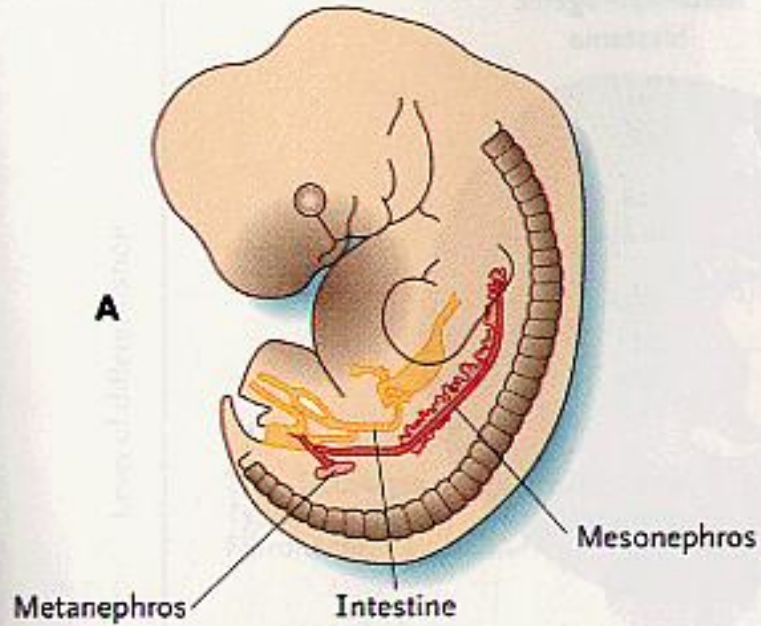
Funkční dělení sinus urogenitalis

3 části:

- horní (pars allantoica) → urachus → zaniká
- střední (canalis vesicourethralis) → močový měchýř, močová trubice ženy
- dolní (pars pelvica et pars phallica) → močová trubice ženy, většina močové trubice muže, předstojná žláza a bulvotrubicová žláza

Vývoj vývodních močových cest

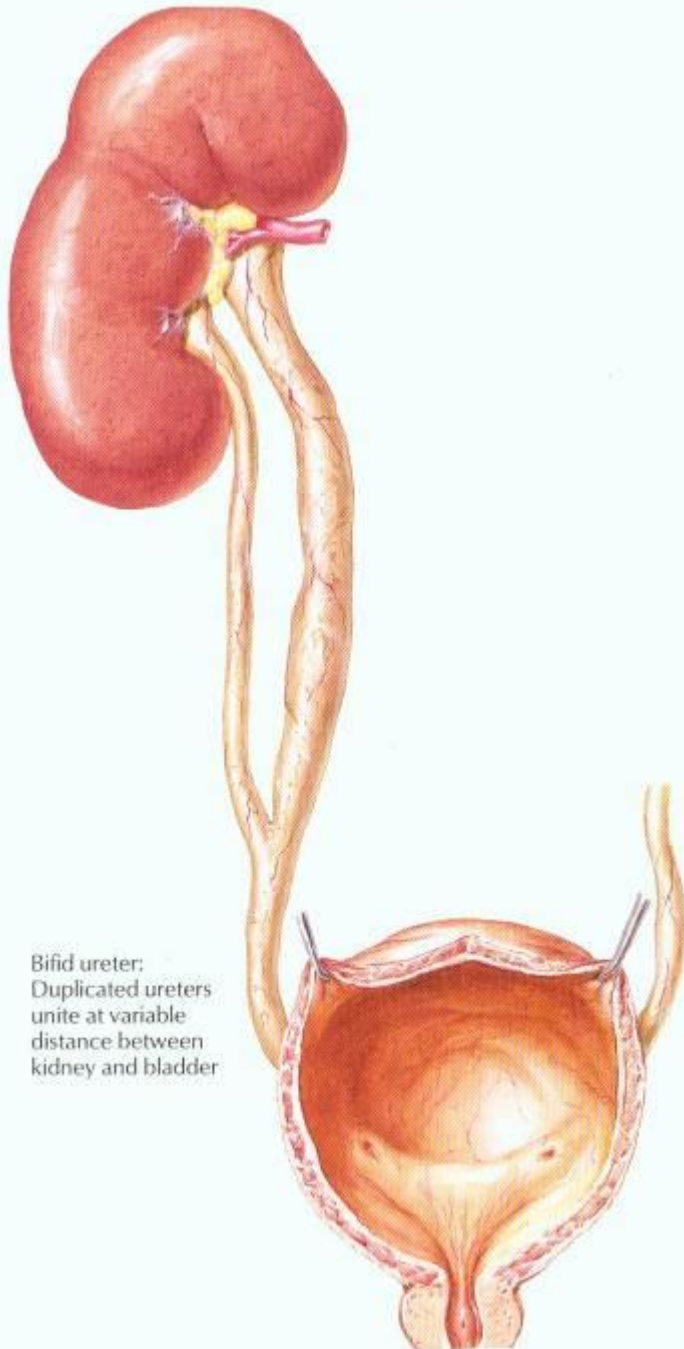
- močový měchýř
 - ze sinus urogenitalis - pars vesicalis canalis vesicourethralis
 - urachus
 - oddělení vývodu močových a pohlavních cest
 - podklad trigonum vesicae z materiálu Wolfova vývodu
- ženská močová trubice
 - větší proximální část z pars urethralis canalis vesicourethralis – vystlaná přechodním epitelem
 - menší distální část z pars pelvica sinus urogenitalis – vystlaná vícevrstevným dlaždicovým nerohovějícím epitelem
- mužská močová trubice
 - zadní stěna pars intramuralis + horní polovina pars prostatica (nad vyústění pohlavních cest) z materiálu Wolfova vývodu
 - dolní polovina pars prostatica + pars intermedia u.m. z pars pelvica sinus urogenitalis
 - pars spongiosa u.m. + gl. bulbourethralis *Cowperi* z pars phallica sinus urogenitalis
 - koncová část v žaludu z ektodermové glandulární ploténky



Vývojové vady

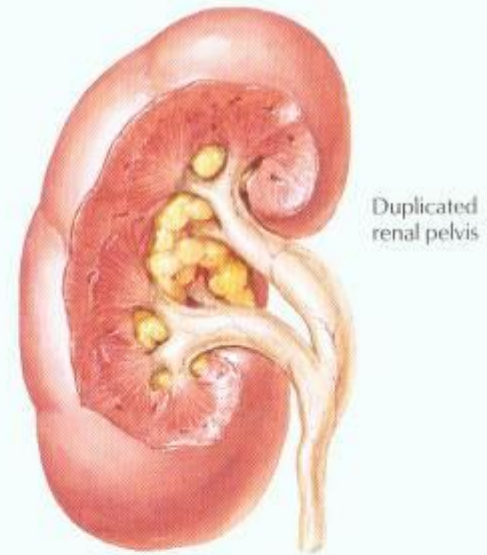
- utereri duplex, ureter fissus
- exstrofie močového měchýře
- ageneze močového měchýře
- ektopie močového měchýře
- zdvojení močového měchýře
- fistula congenita vesicouterina / vesicovaginalis
- cysta urachu
- sinus urachu
- píštěl urachu
- hypospadiie / epispadiie

Incomplete duplication of ureter



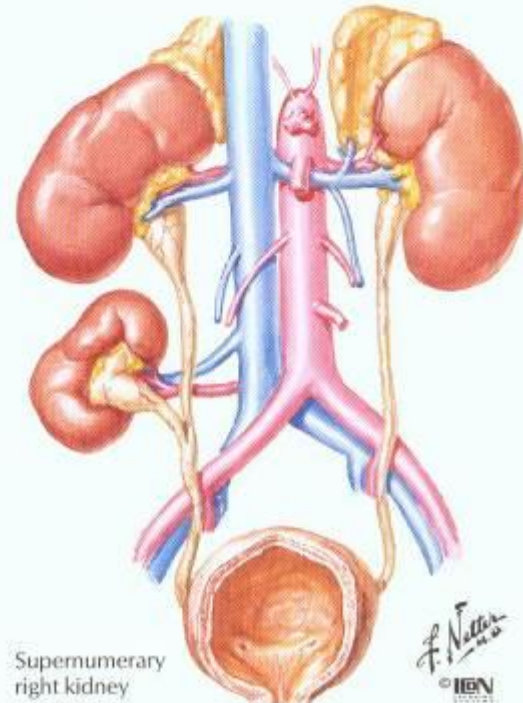
Bifid ureter:
Duplicated ureters
unite at variable
distance between
kidney and bladder

Anomalies of renal pelvis and calyces



Duplicated
renal pelvis

Anomalies in number of kidneys



Supernumerary
right kidney

F. Netter
© IGV