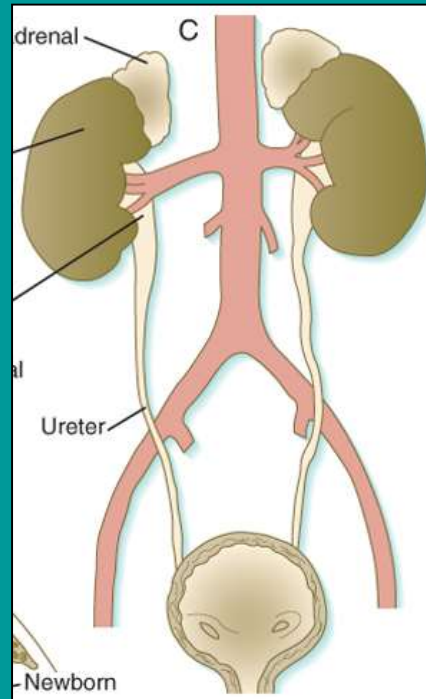


Systema urinarium, systém močový, jeho vývoj a vrozené vady



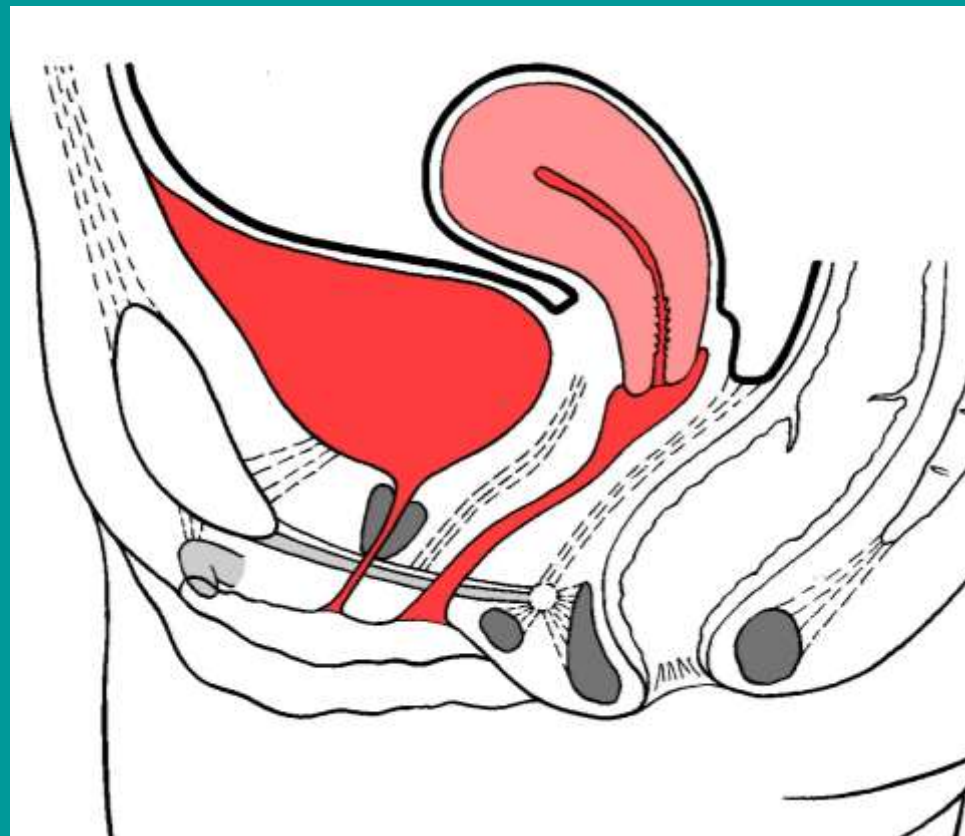
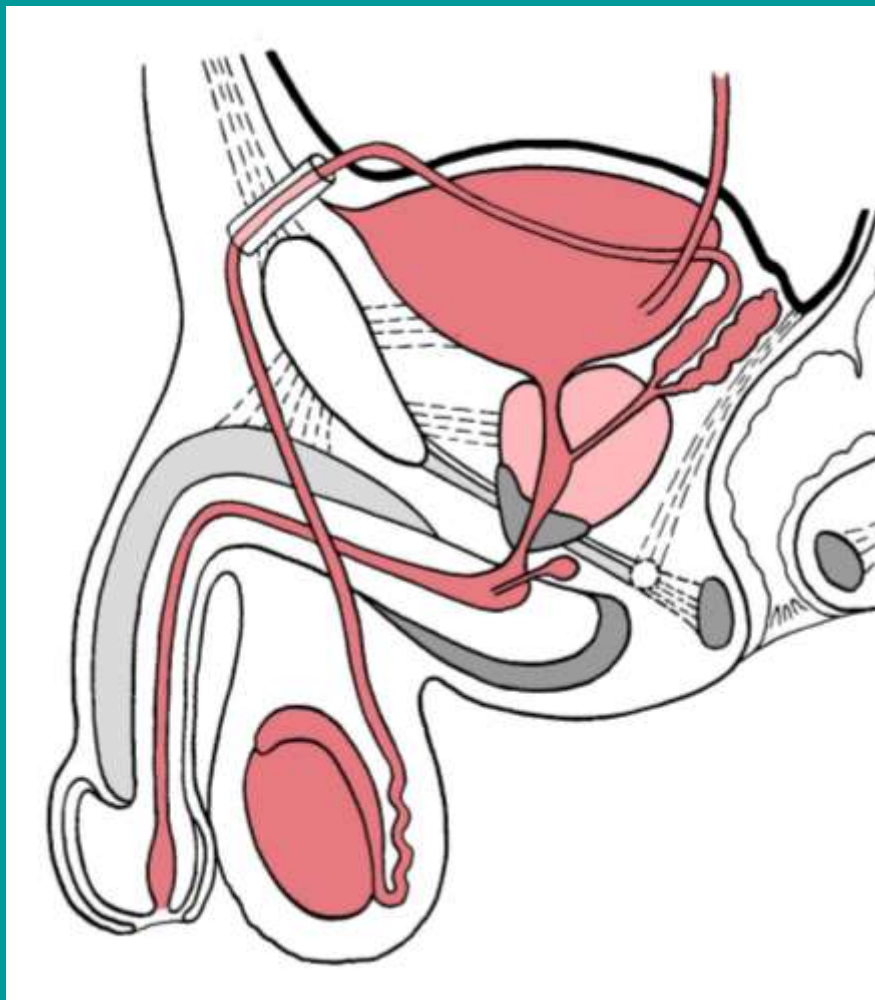
Miloš Grim

Anatomický ústav 1. lékařské fakulty,

Univerzita Karlova

letní semestr 2019 / 2020

Sagitální řez pánví u muže a u ženy



Funkce ledvin

1. udržování homeostázy: odstraňován přebytek vody a iontů, vylučovány odpadní látky metabolismu, zejména metabolismu bílkovin
2. endokrinní funkce – ledviny produkují:
 - a. renin (zvyšuje tlak krve)
 - b. erythropoetin (stimuluje krvetvorbu),
 - c. vit. D – kalcitriol (zvyšuje resorpci iontů kalcia)
 - d. prostaglandiny (látky s různými lokálními účinky)

Vývodné cesty močové vystlány přechodním epitelem močových cest (urothel), stěna obsahuje hladkou svalovinu - transport a vypuzování moče

Urethra je u mužského pohlaví také vývodnou cestou pohlavní

Funkce ledvin ve fetálním období

Metanefros je funkční od druhé poloviny prenatálního období. Moč je vyměšována do amnia a mísí se amniovou tekutinou, kterou fétus polyká a resorbuje. Látky vyloučené močí se tak dostávají opět do krevního řečiště a v něm do placenty, kde přecházejí do krve matky, která je vylučuje definitivně. Vlastní funkci ledvin fétu tak přebírá placenta.

Ageneze ledvin se projeví sníženým objemem plodové vody, ale k metabolickému selhání dojde až po porodu.

Tři vývojová stadia ledviny
předledvina, pronephros
prvoledvina, mesonephros
definitivní ledvina, metanephros

Močový systém - *systema urinarium*

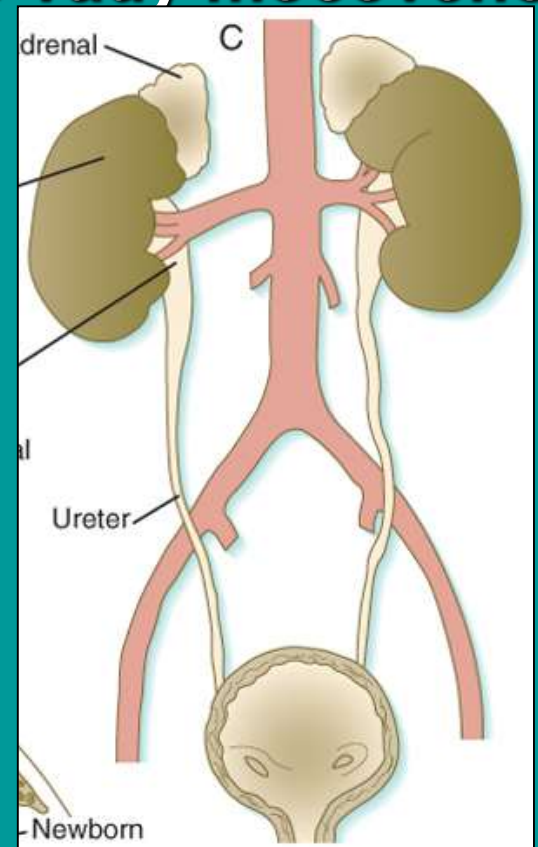
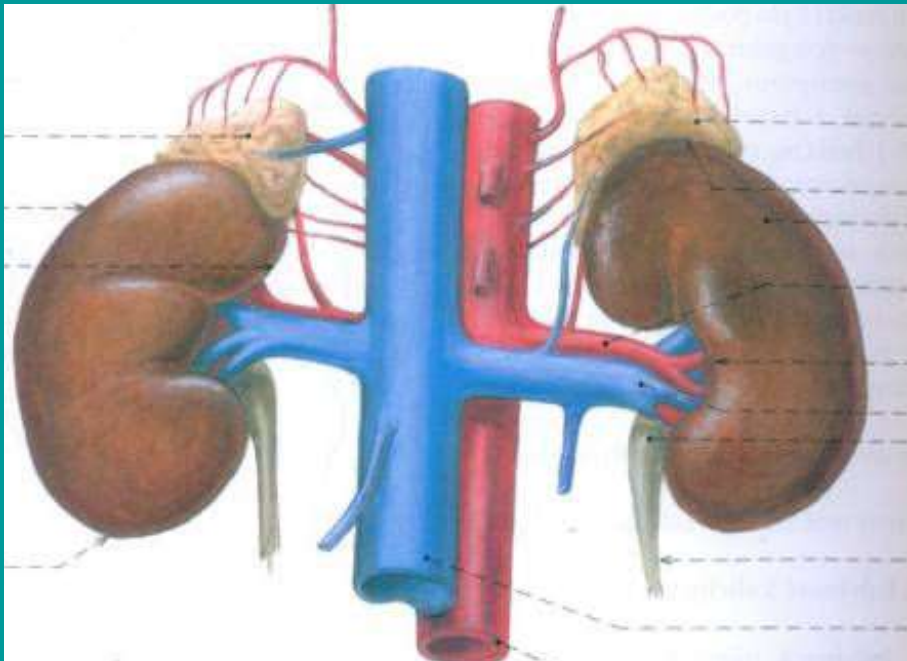
ledvina - *ren, nephros, a. renalis, v. renalis*

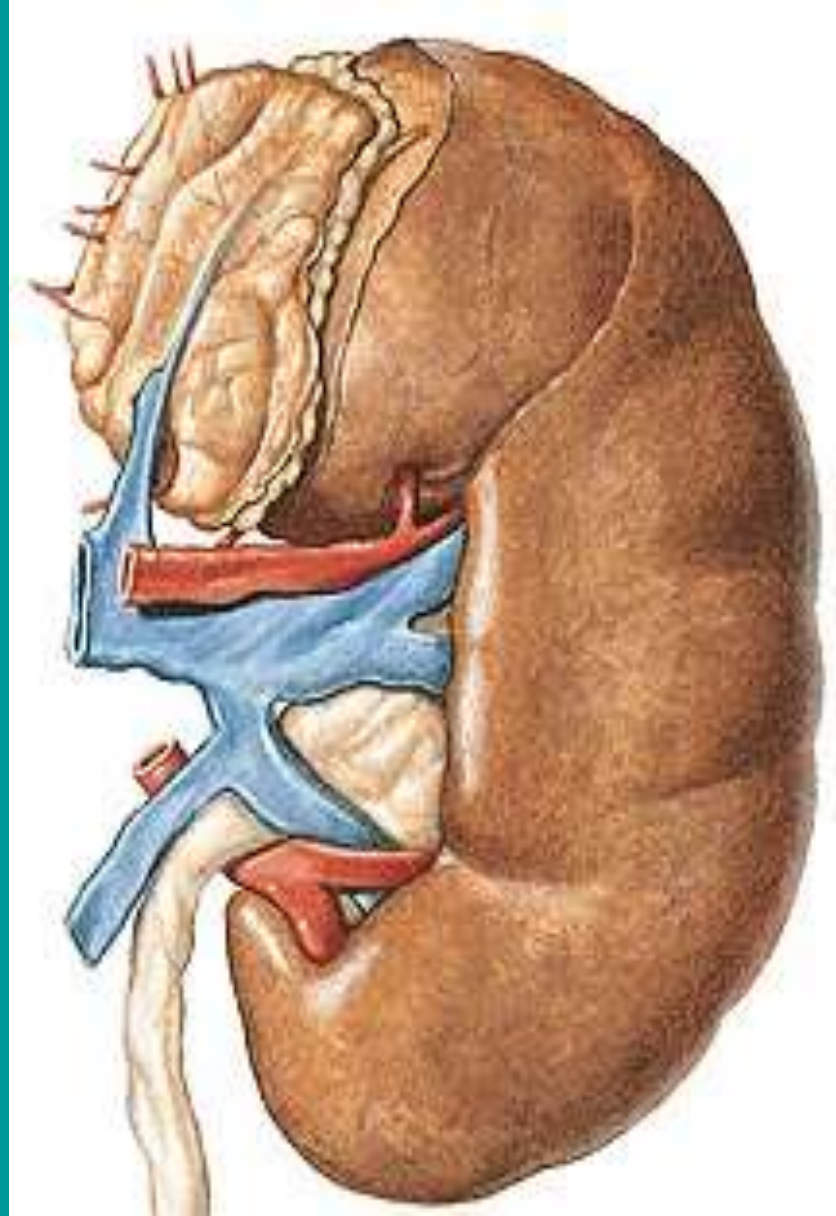
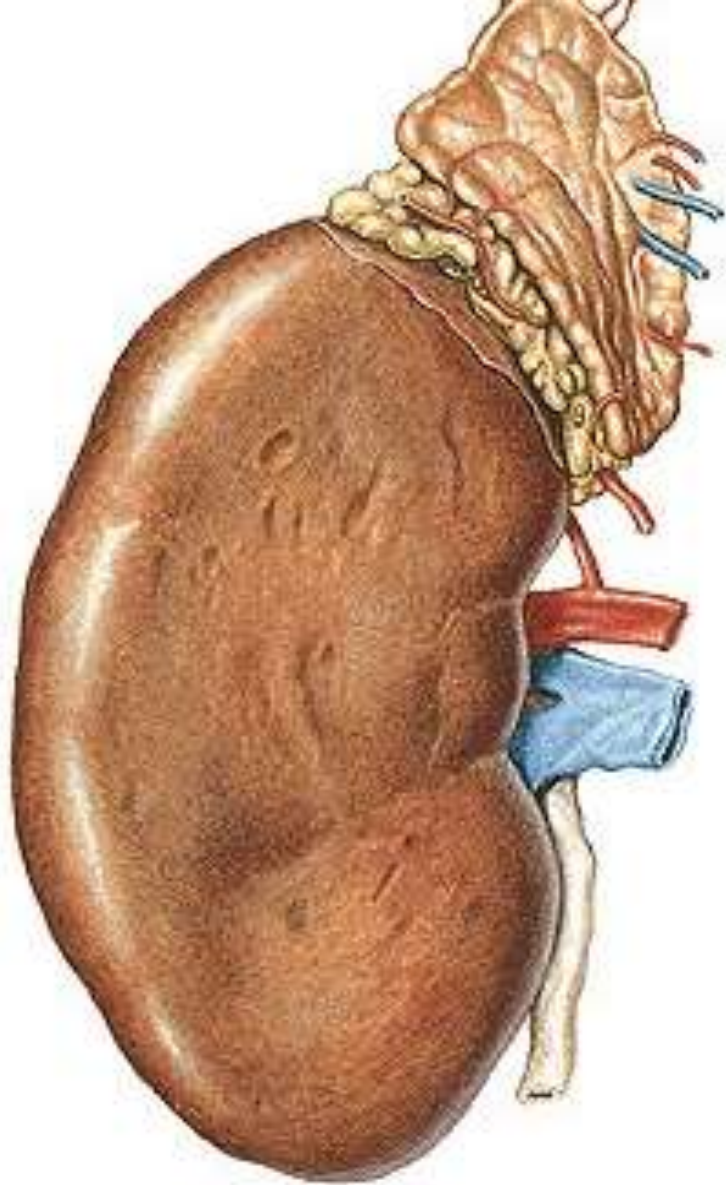
pánvička ledvinová - *pelvis renalis*, močovod - *ureter*,

močový měchýř- *vesica urinaria*, ženská močová

trubice - *urethra feminina*, mužská močová trubice -

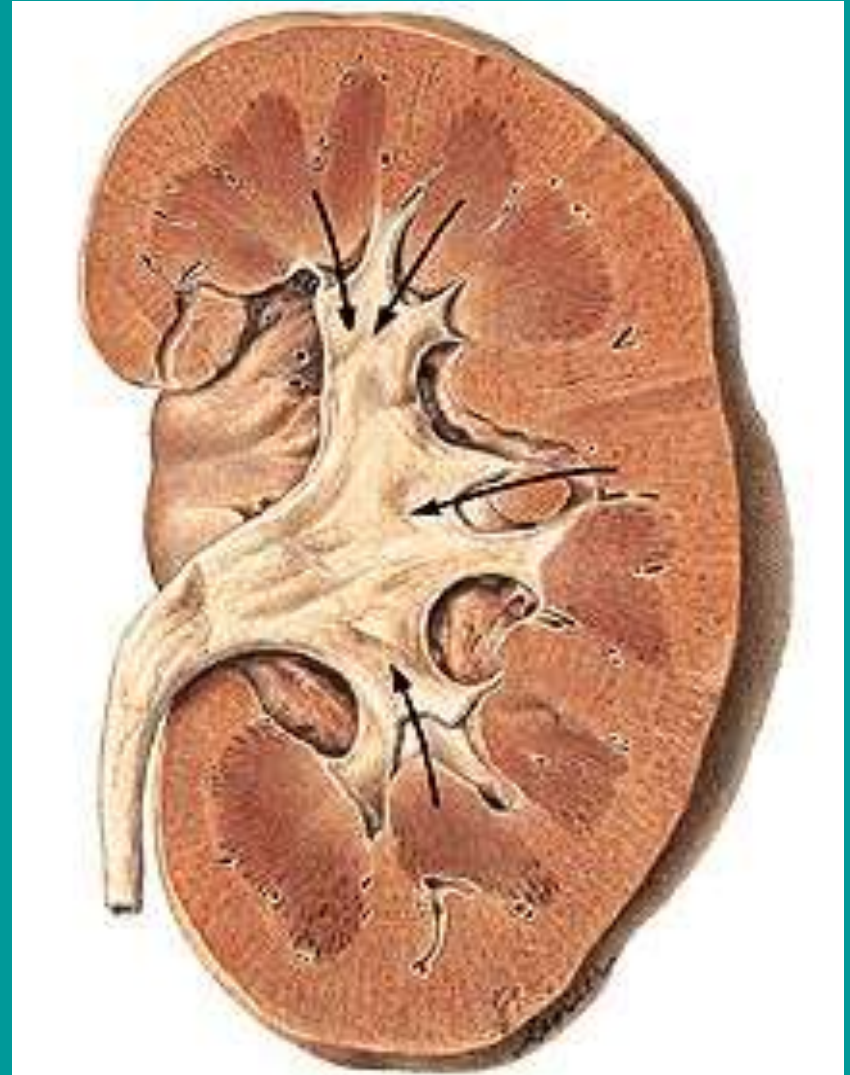
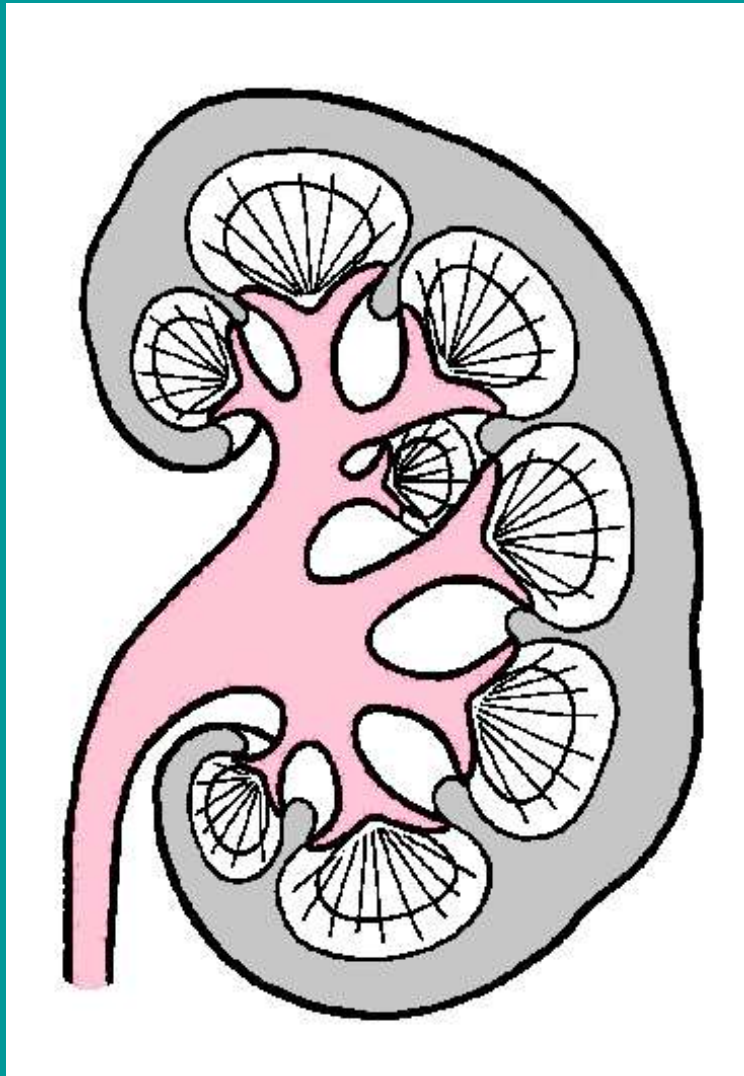
urethra masculina, vývoj, vrozené vady močového systému, nadledvina





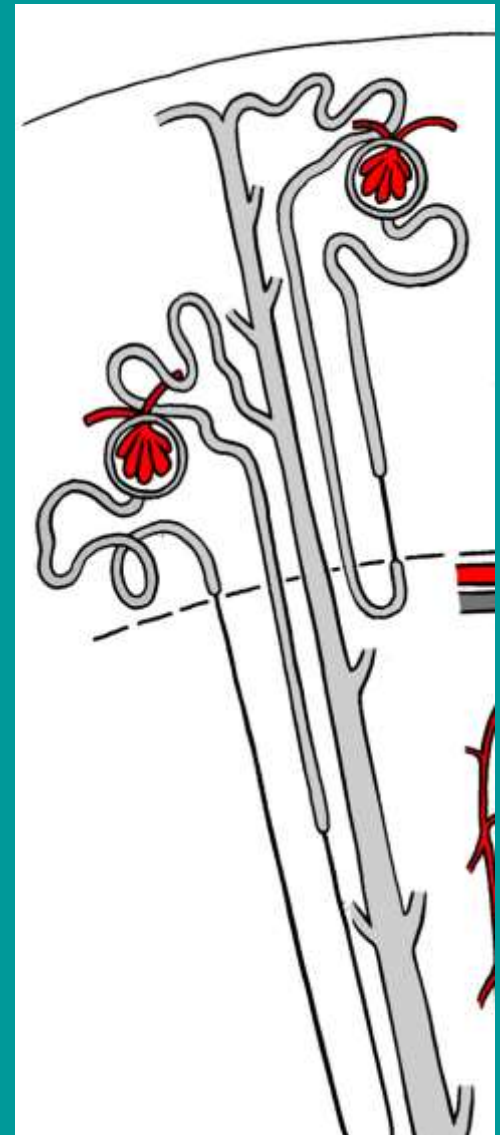
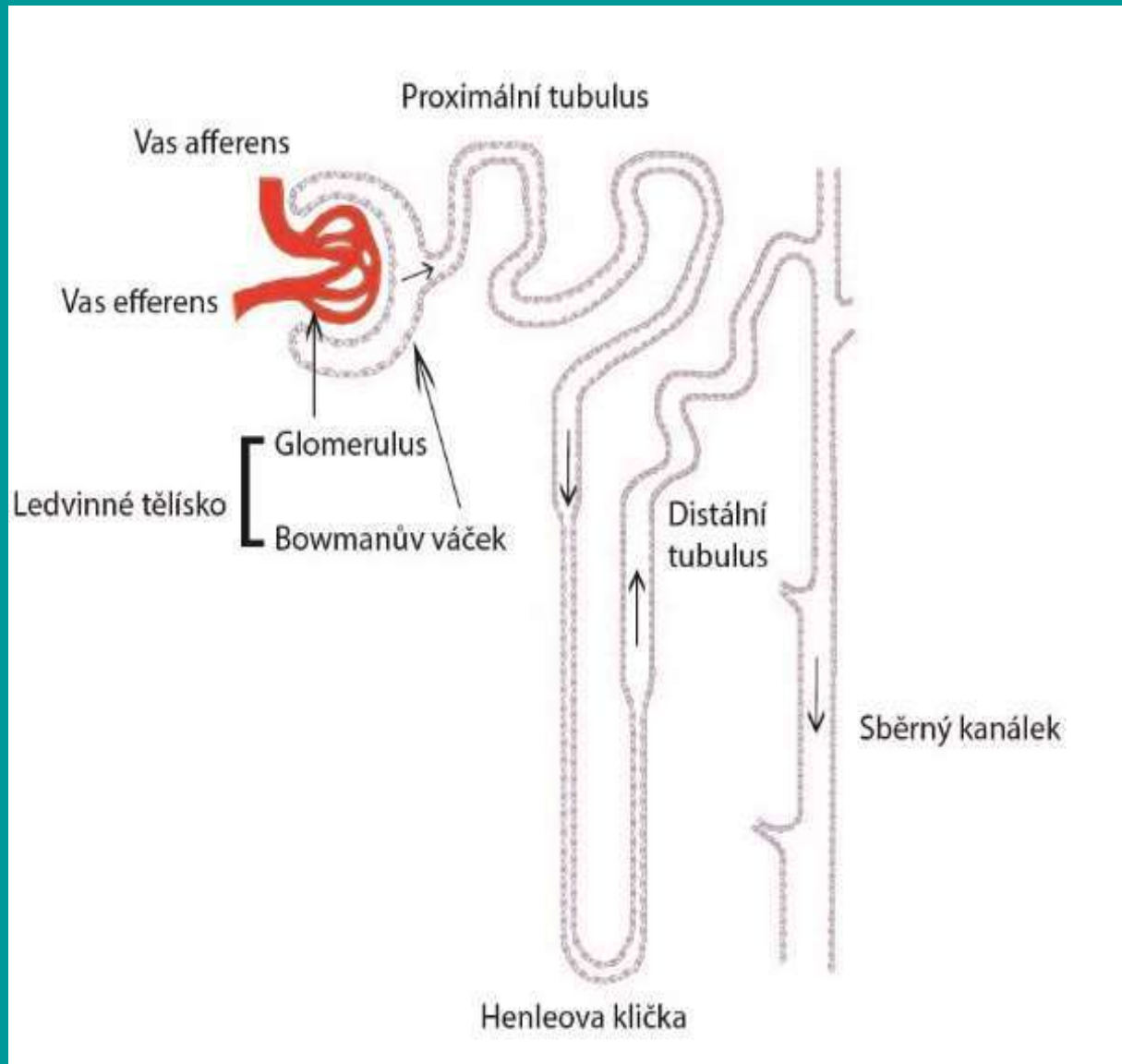
Ren (nephros) margo medialis, lateralis, hilum, sinus, facies anterior, posterior, polus (extremitas) superior, inferior

Stavba ledviny

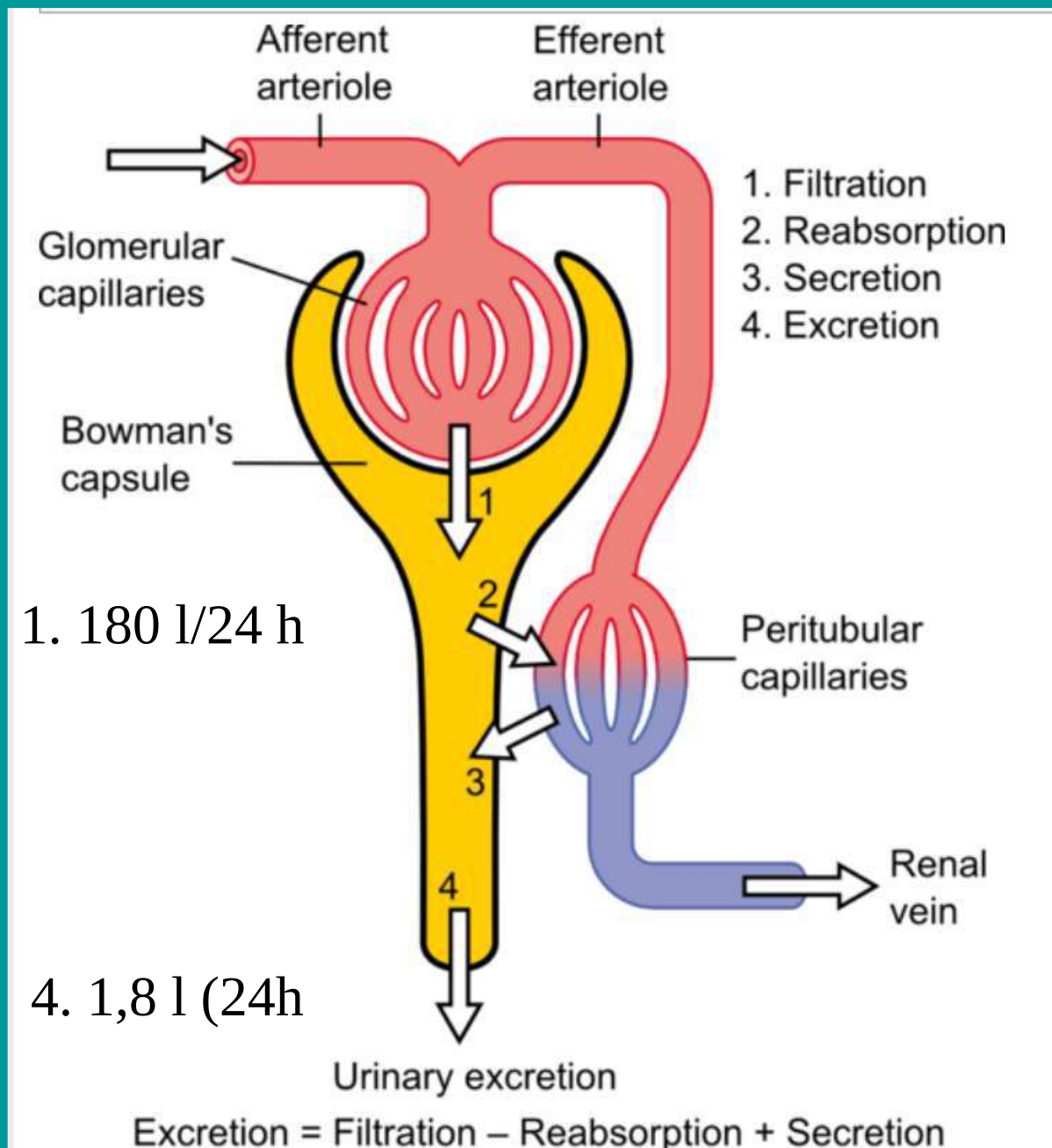


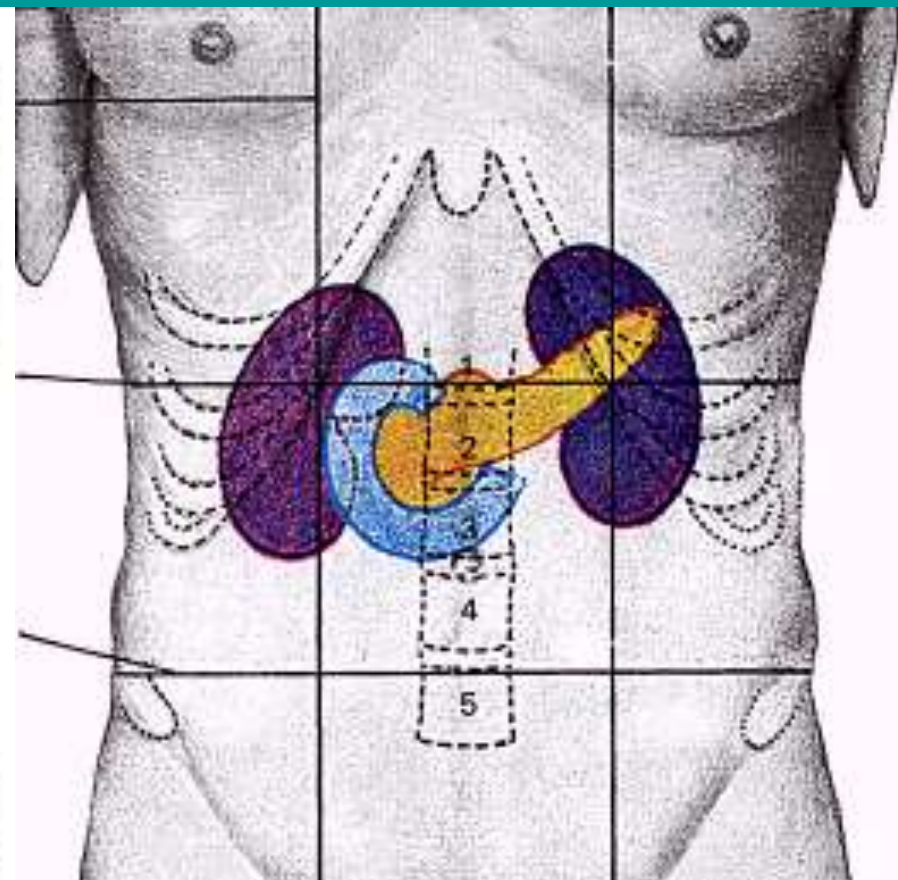
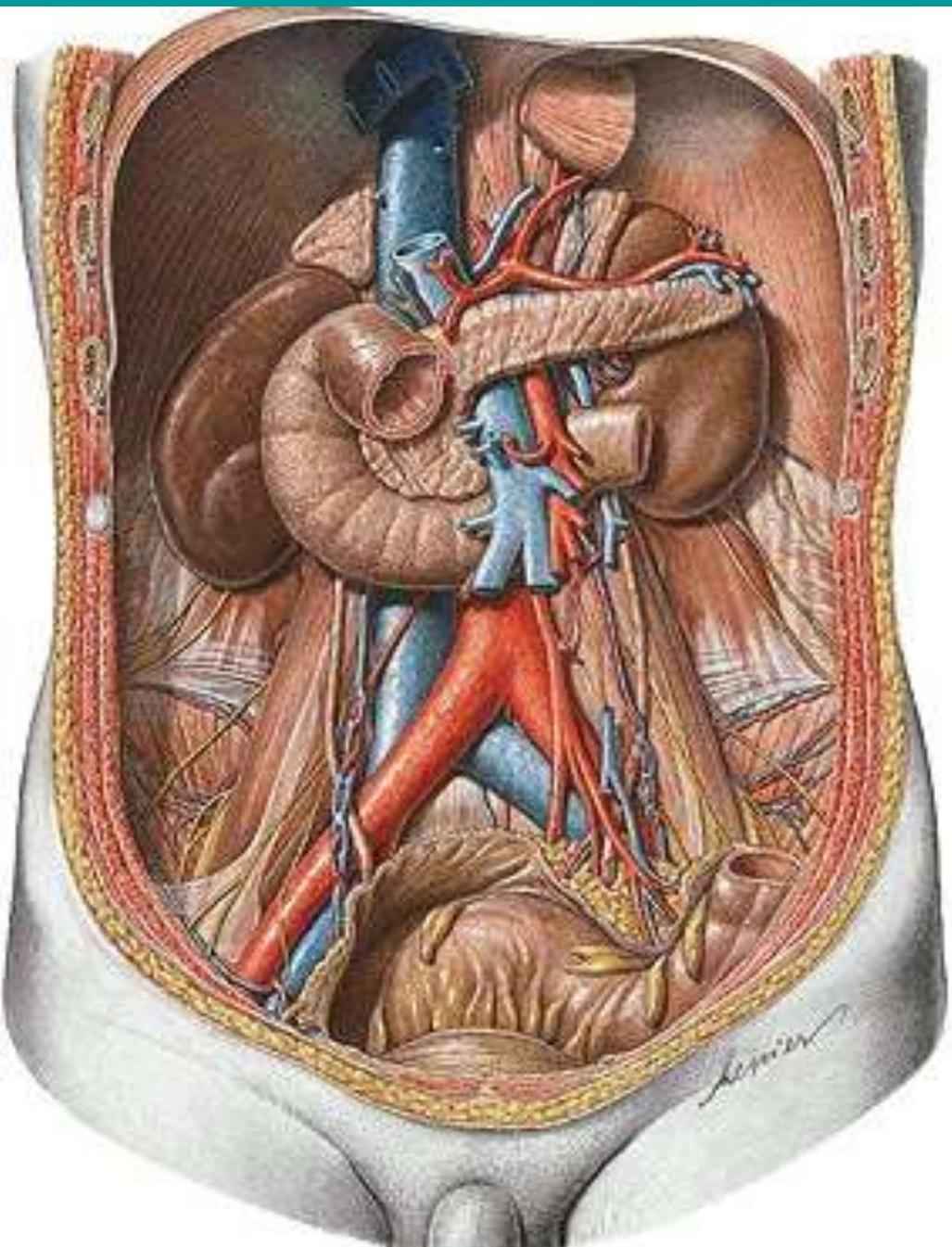
Capsula fibrosa, cortex, medulla, columnae renales, pyramides (5-14), lobi renales, papillae renales, foramina papillaria, ductus papillares (120 – 770), area cribrifera, calices renales

Nefron



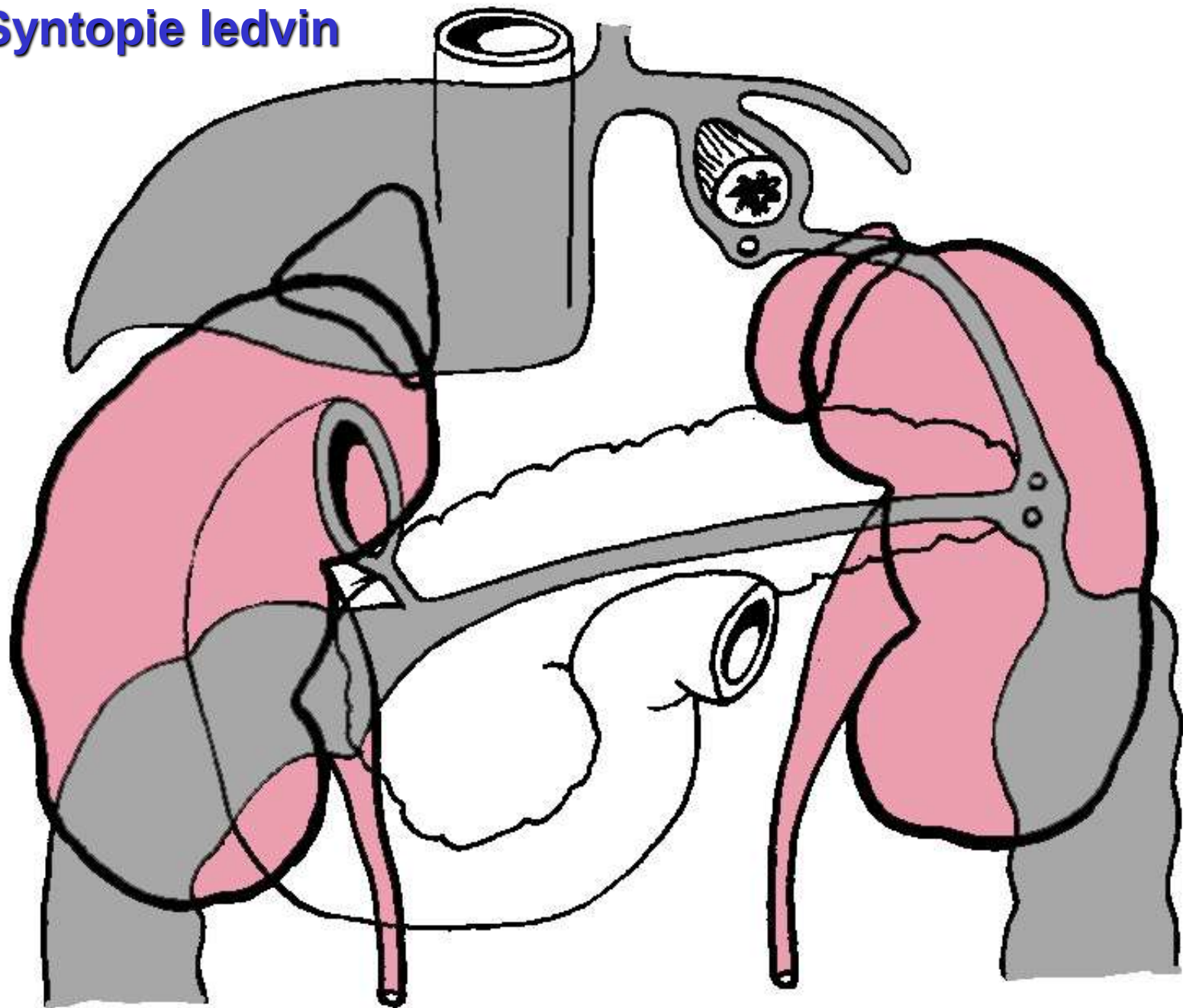
Tvorba moči

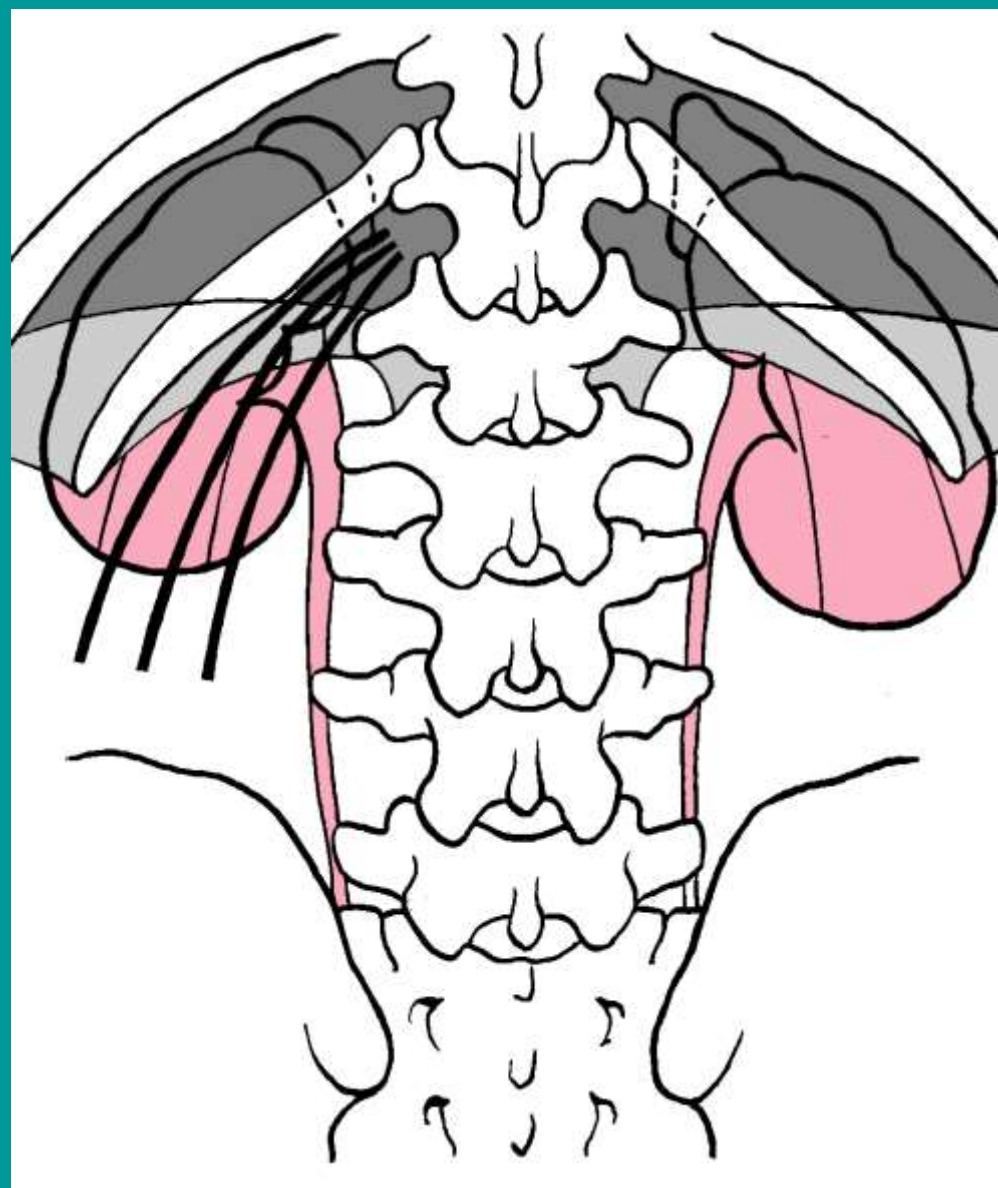




Syntopie ledvin
Th12 – L2

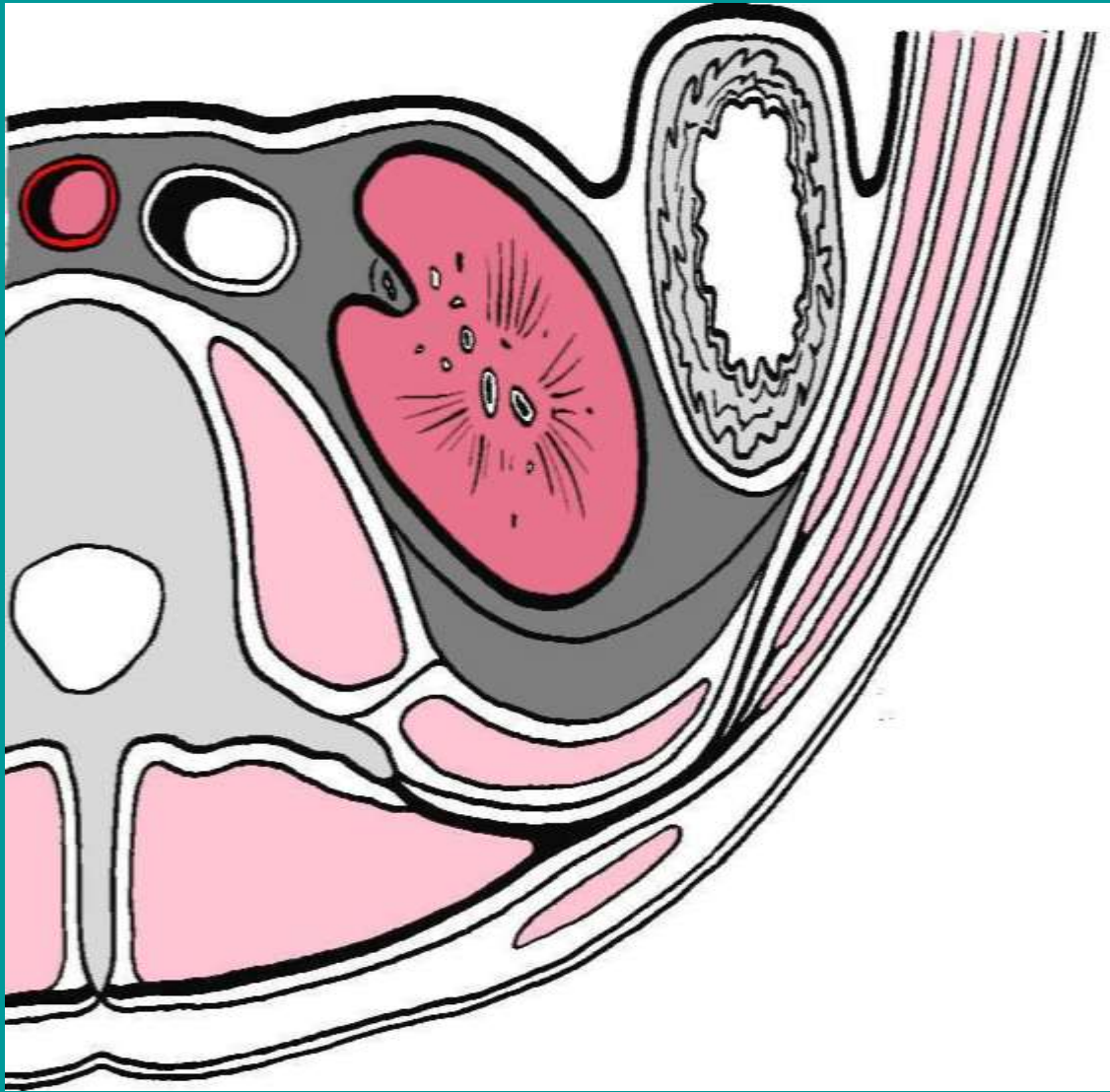
Syntopie ledvin





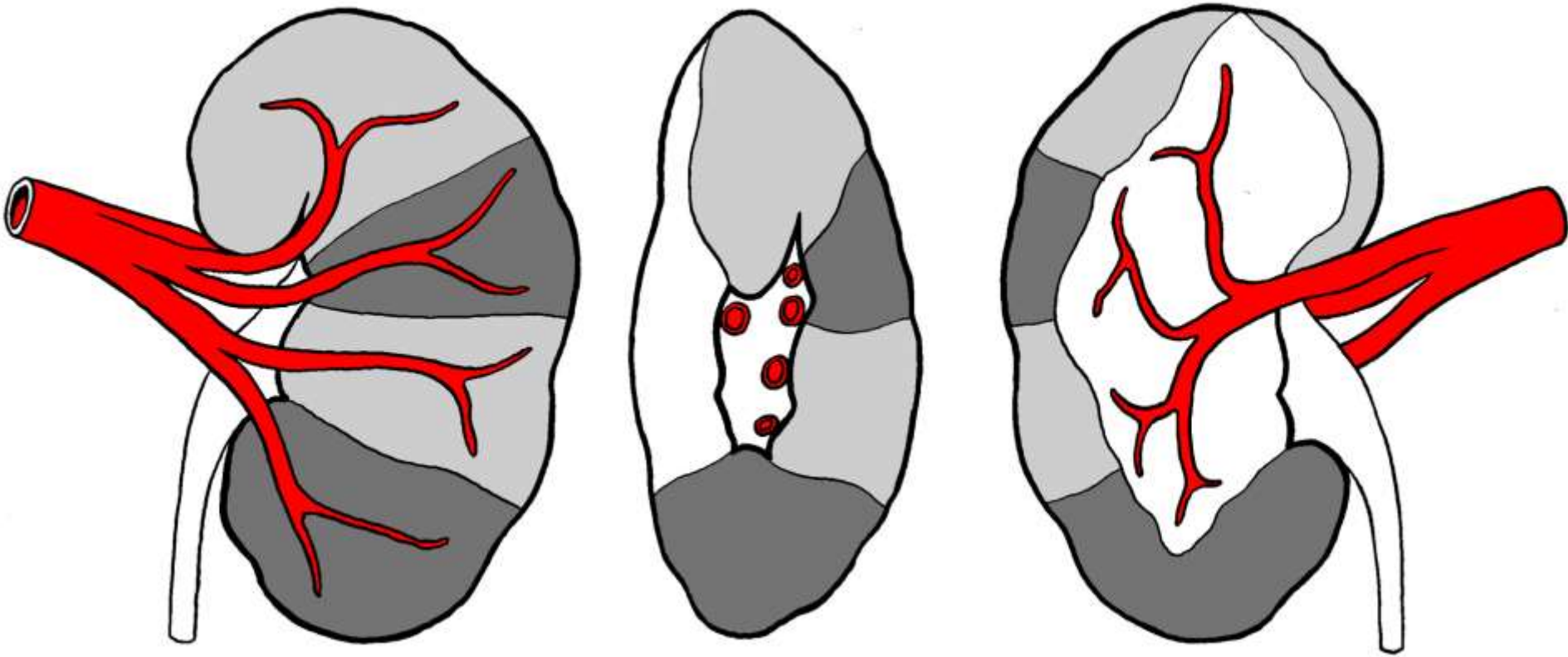
n.subcostalis, n. iliohypogastricus, n. ilioinguinalis,
 diaphragma, m. psoas major, m. quadratus lumborum,
 m. transversus abdominis, recessus costodiaphragmaticus

Syntopie ledvin na příčném řezu bederní krajinou



Capsula adiposa renis, fascia renalis, corpus adiposum
pararenale

Segmenta renalia, aa. segmentales



Segmentum: superius, anterius superius, anterius inferius, inferius, posterius. A.renalis, rami anteriores (praepelvici) ramus posterior (retropelvicus), aa. segmentales.

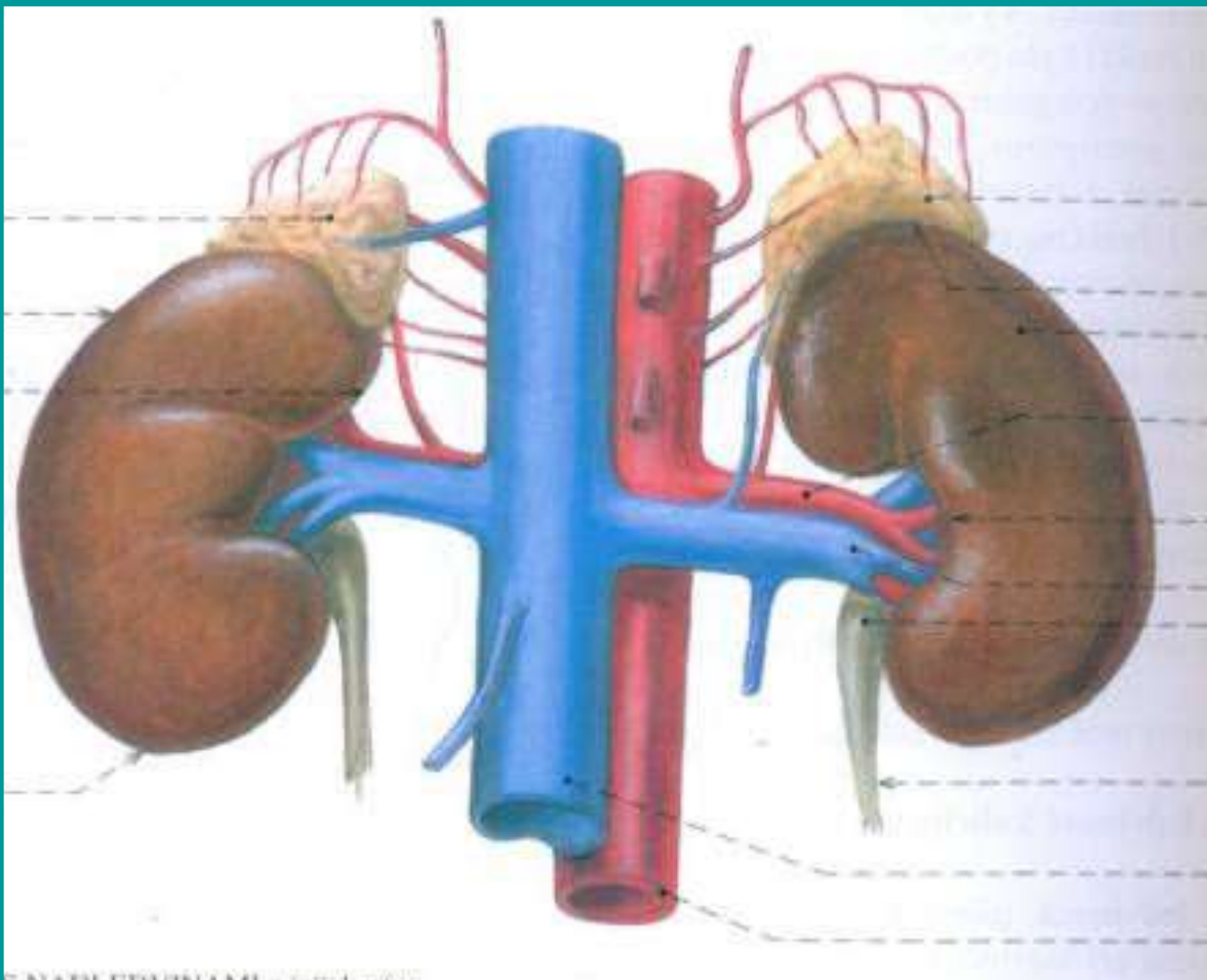
Aa. segmentales jsou konečnými větvemi bez anastomóz a kolaterál. Hranice mezi předními segmenty a zadním segmentem je zóna s chudším tepenným zásobením, (tzv .Brödelova linie).

Větvení a. renalis



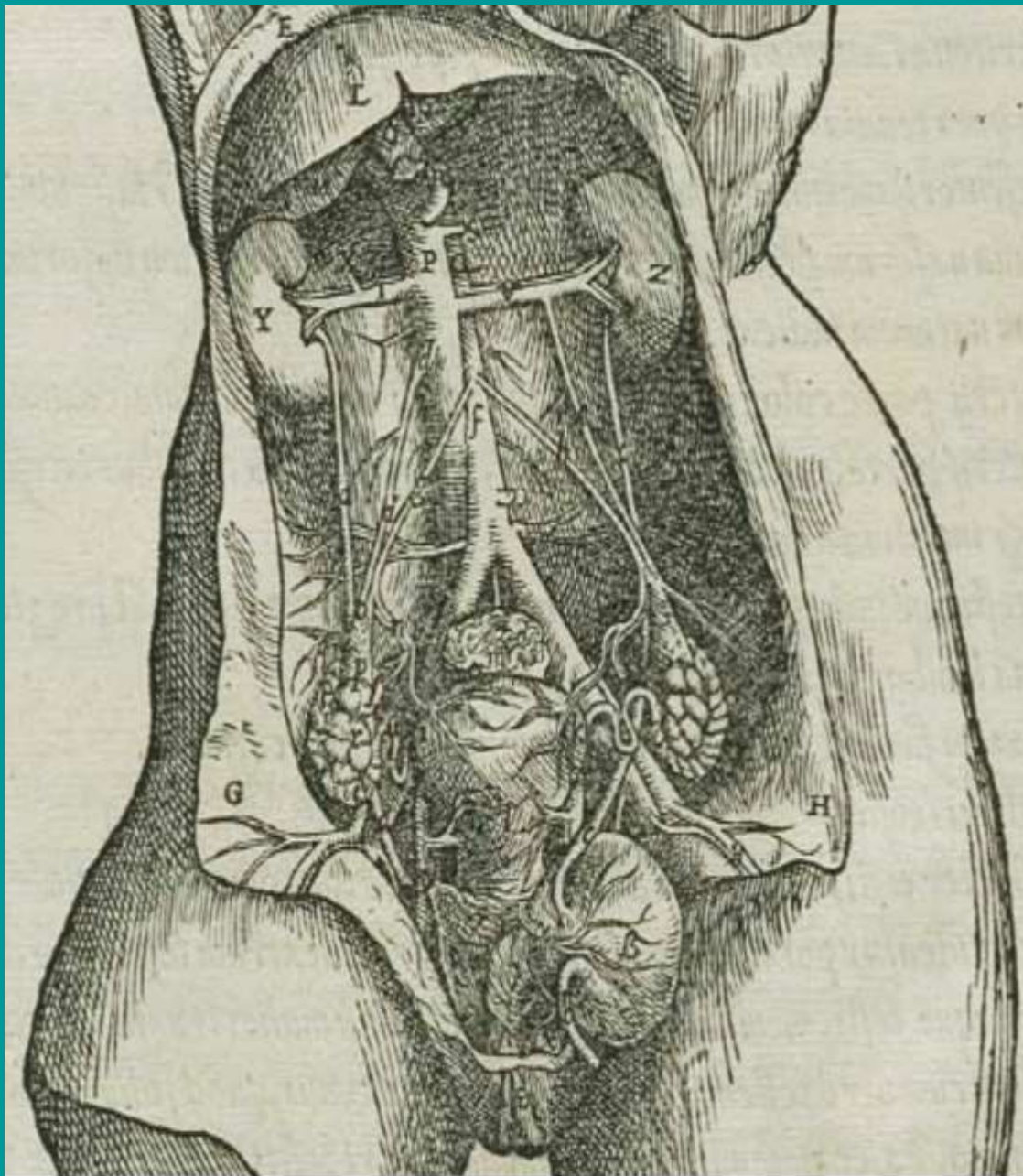
a. renalis, aa. segmentales,
aa. interlobares, aa. arcuatae,
aa. corticis radiatae,
aa. rectae medullares,
arteriole afferentes,
arteriole efferentes ,
Plexus peritubularis
(cortical. gl.),
aa. rectae medullares
(juxtamedullary gl.)

Asymetrie vyústění pravé a levé v. testicularis, resp. v. ovarica





Matouš Filomates Dačický:
Nitro těhotné ženy 1574



Vesalius A: De humani corporis fabrica . Ioannis Oporini, Basel 1543, obr. ze strany 478. Močové a pohlavní orgány ženy a jejich cévy.

Renal lobe

Medullary rays

Renal lobule

Juxtamedullary renal corpuscle

Cortical renal corpuscle

Arcuate artery and vein

Capular network

Interlobular artery

Capule

Outer cortex

Juxta-medullary cortex

Cortex

Outer medulla

Pyramid

Inner medulla

Papilla

Area cribrosa

Minor calyx

Interlobular artery and vein

Vasa recta

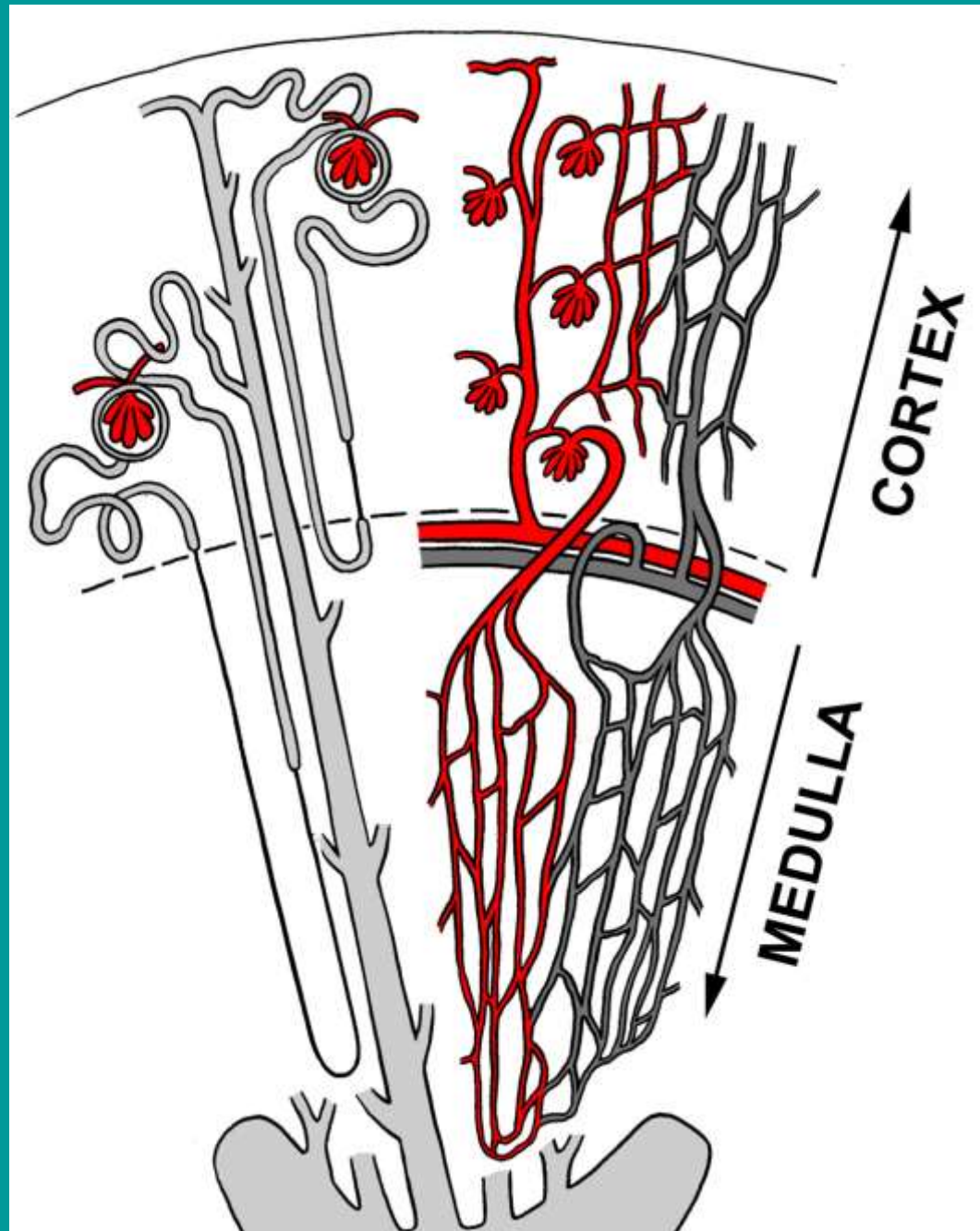
cortex renalis, medulla renalis, pyramides renales, lobi renales, columnae renales, papillae renales, foramina papillaria, area cribrosa, calices renales, aa. interlobares, aa. arcuatae, aa. corticales radiatae, aa. rectae medullares

Stavba nefronu

Nefron: corpusculum renale (Malpighiho tělísko): glomerulus + capsula glomerularis (Bowmanův váček, podocyty)
+ tubulus renalis

tubulus renalis:
proximální tubulus
Henleova klička
distální tubulus

tubulus colligens
ductus papillaris



Nefron - základní stavební a funkční jednotka ledviny. Skládá se z corpusculum renale a z tubulus renalis.

1 – 1,5 mio nefronů v každé ledvině;

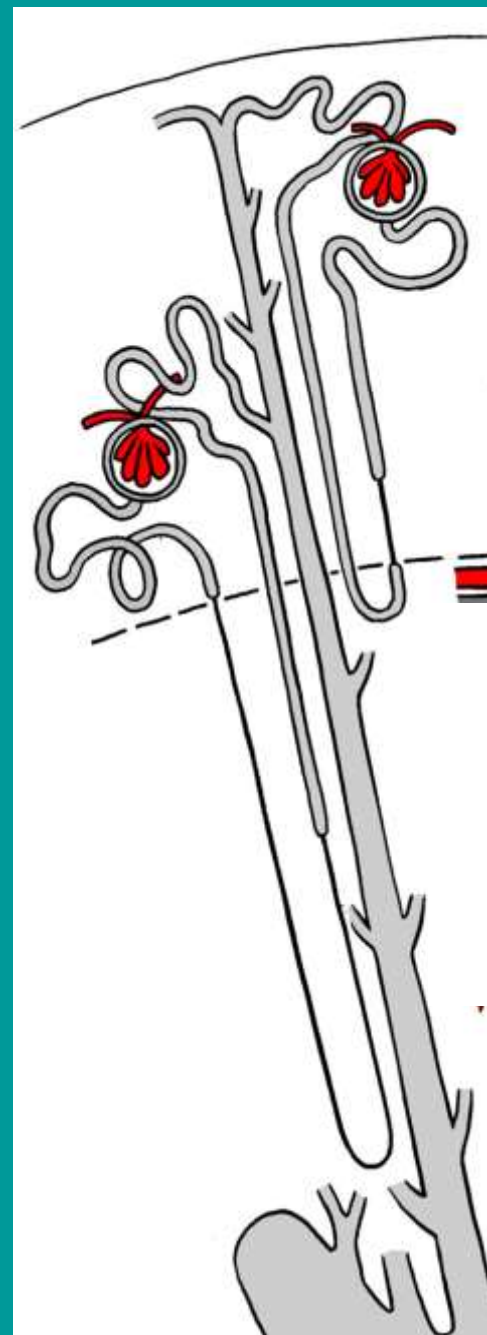
juxtamedulární nefrony, (15 %)

kortikální nefrony (85%) U člověka tvoří nefron cca 10 000 buněk, které jsou diferencovány ve více než 12 buněčných typů. Regenerační schopnost nefronů - kompenzační hypertrofie ledviny

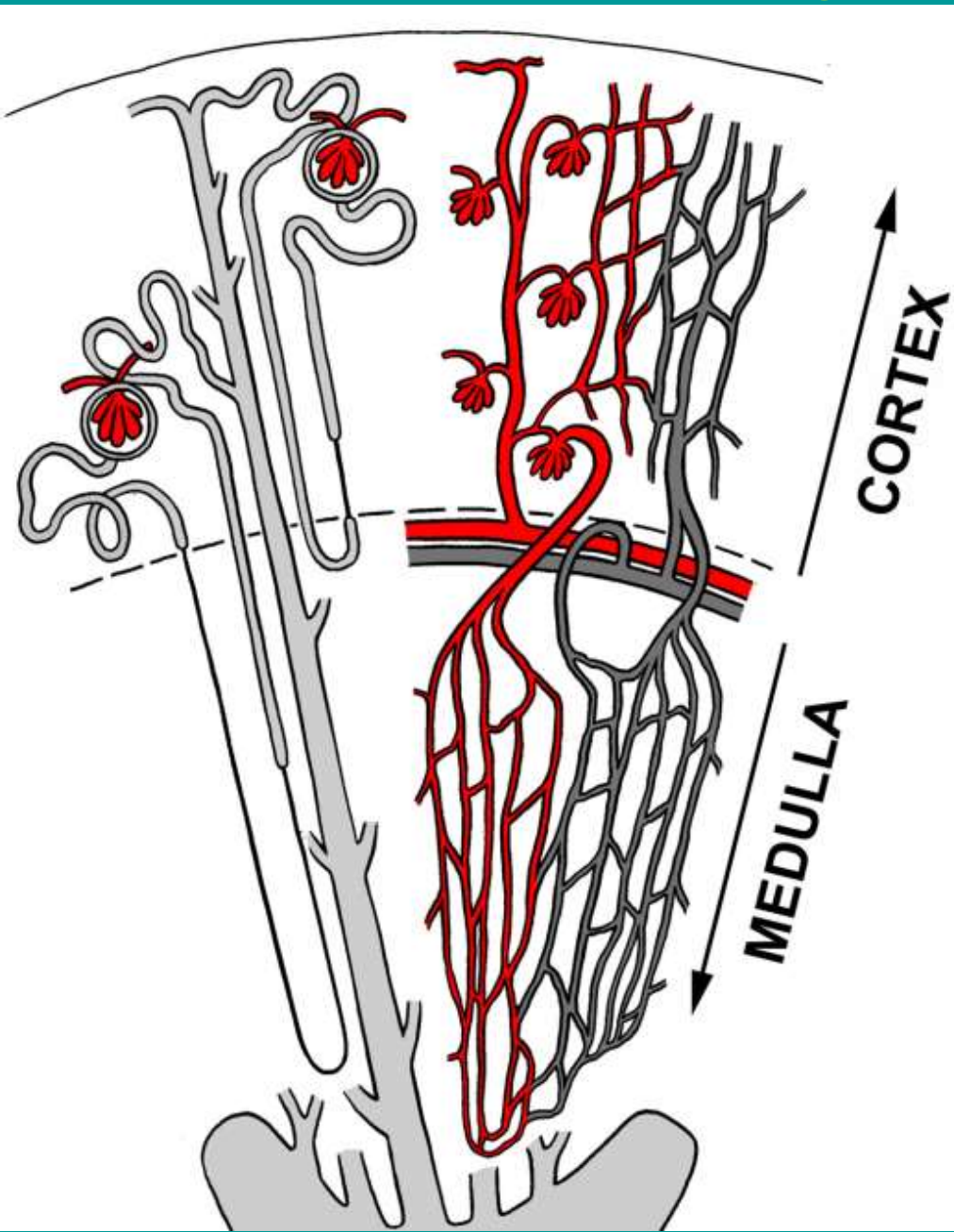
Mechanismy tvorby moči:

Glomerulární filtrace, tubulární resorpce, tubulární sekrece

Denně protéká ledvinou 1800 l krve, z té se tvoří přibližně 180 l primární moči. Za průtoku nefronem je primární moč dále upravována a její objem redukován na cca 1,8 l definitivní moči.



Cévní řečiště ledviny



a. interlobares

aa. arcuatae

aa. corticales radiatae

aa. afferentes

glomerulární kapiláiry

glomerulus

• **kortikální**

aa. efferentes

kapilární peritubulární pleteň

rete capillare peritubulare

• **juxtamedulární**

aa. efferentes

aa. rectae medullares, jejich

kapilární pleteň

venulae rectae

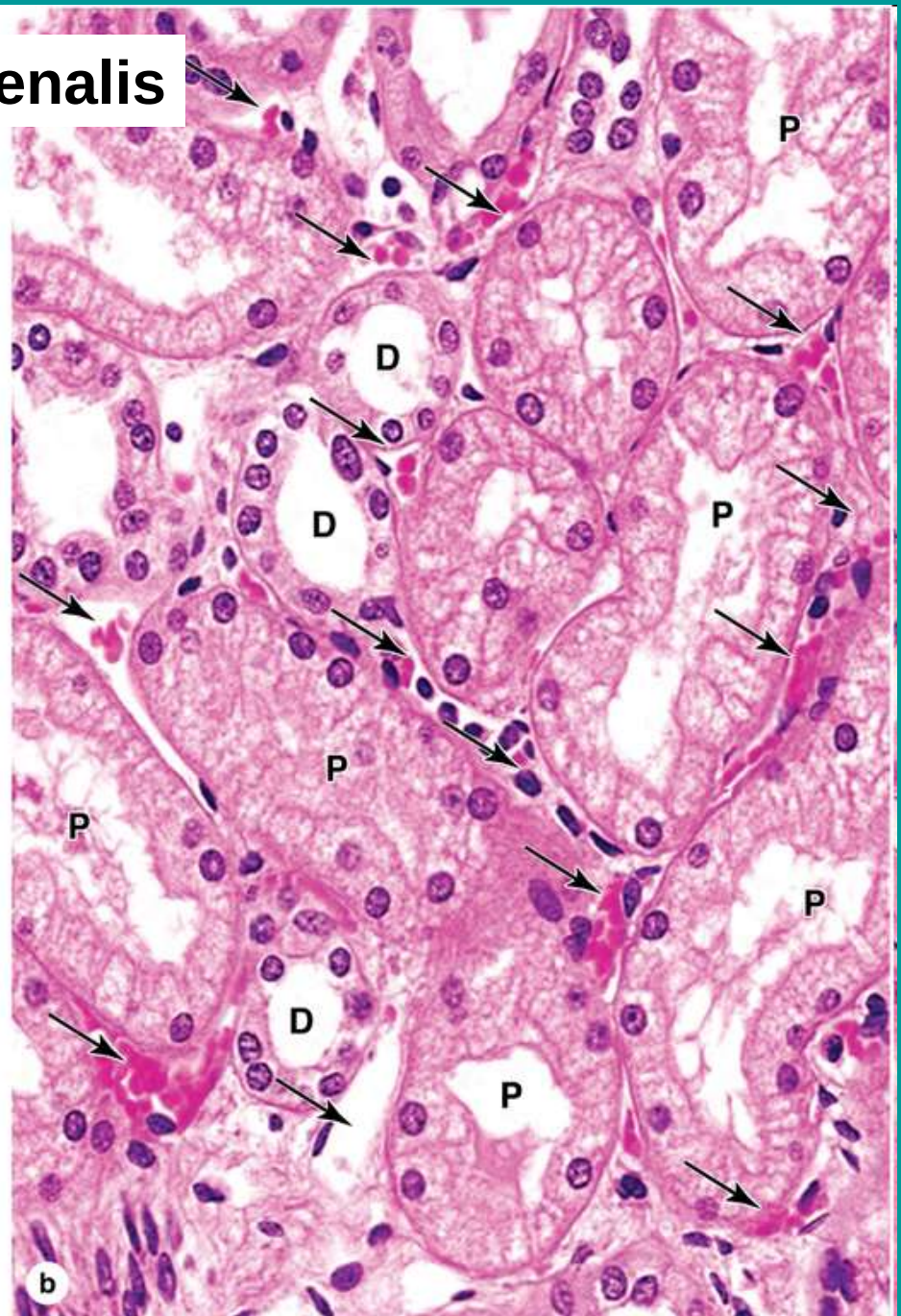
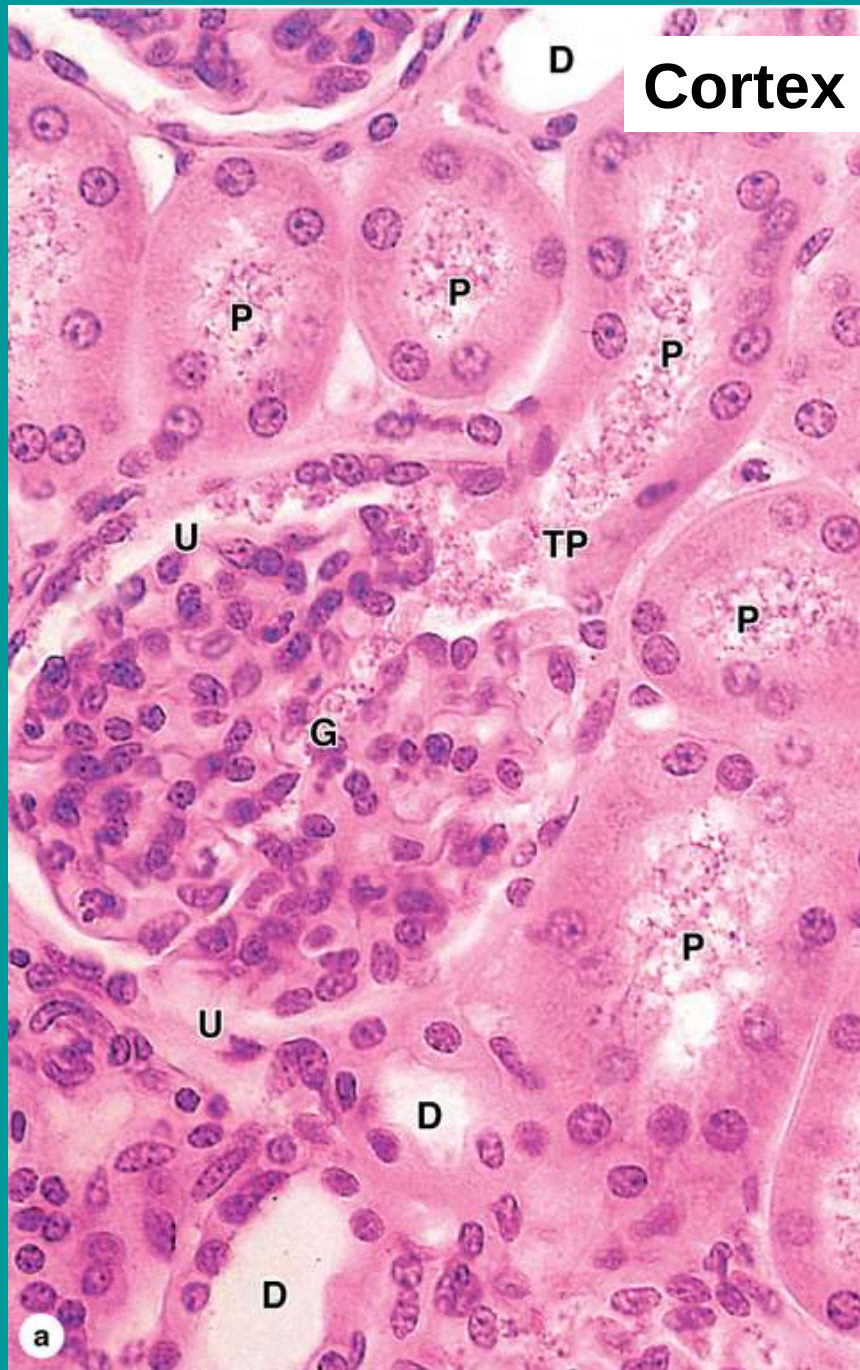
vv. stellatae

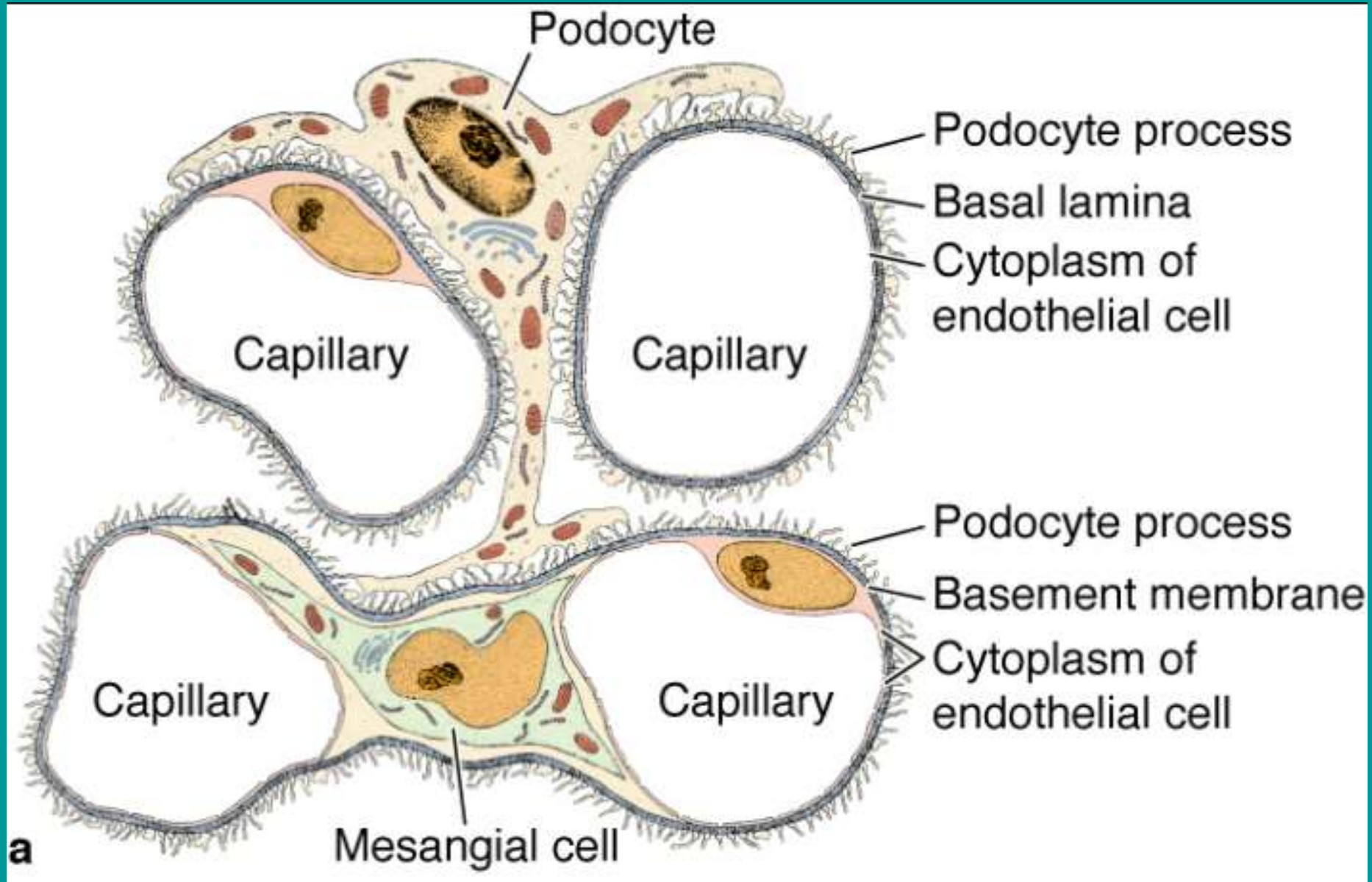
vv. corticales radiatae

vv. arcuatae

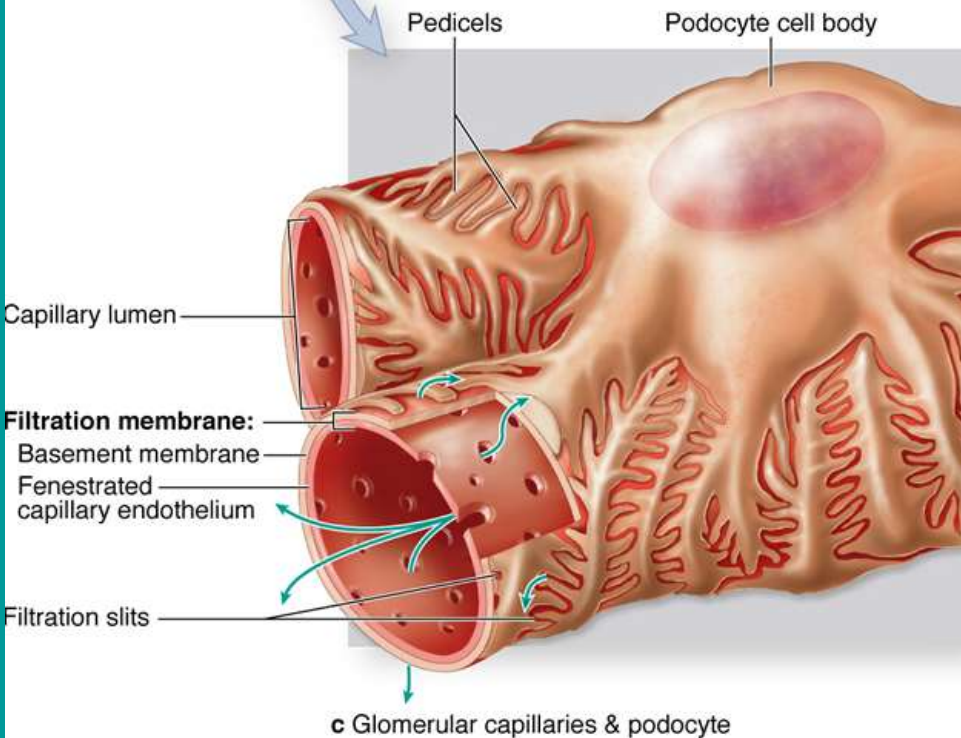
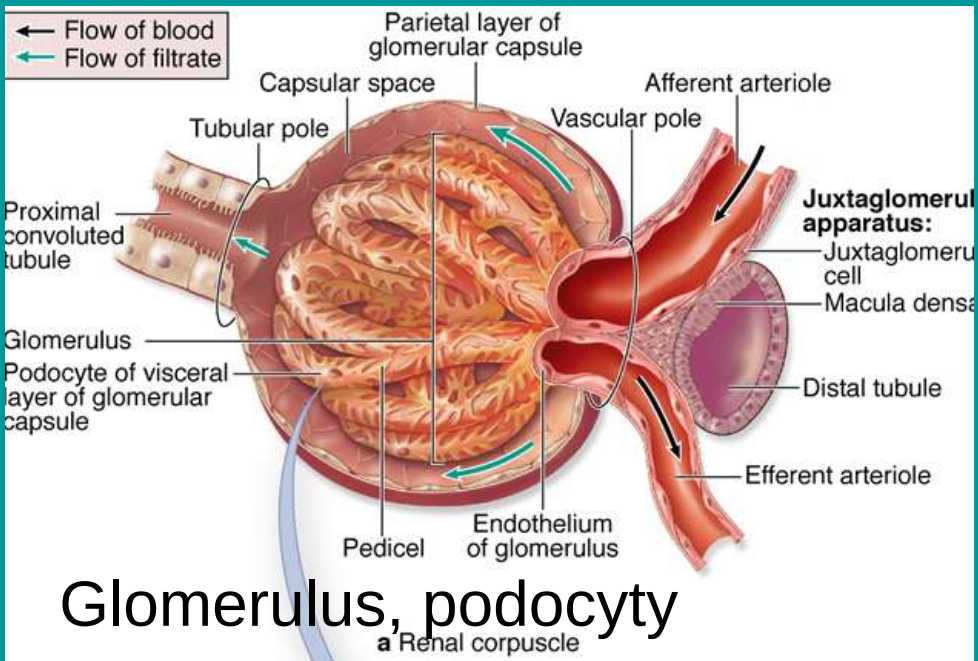
vv. interlobares

Cortex renalis



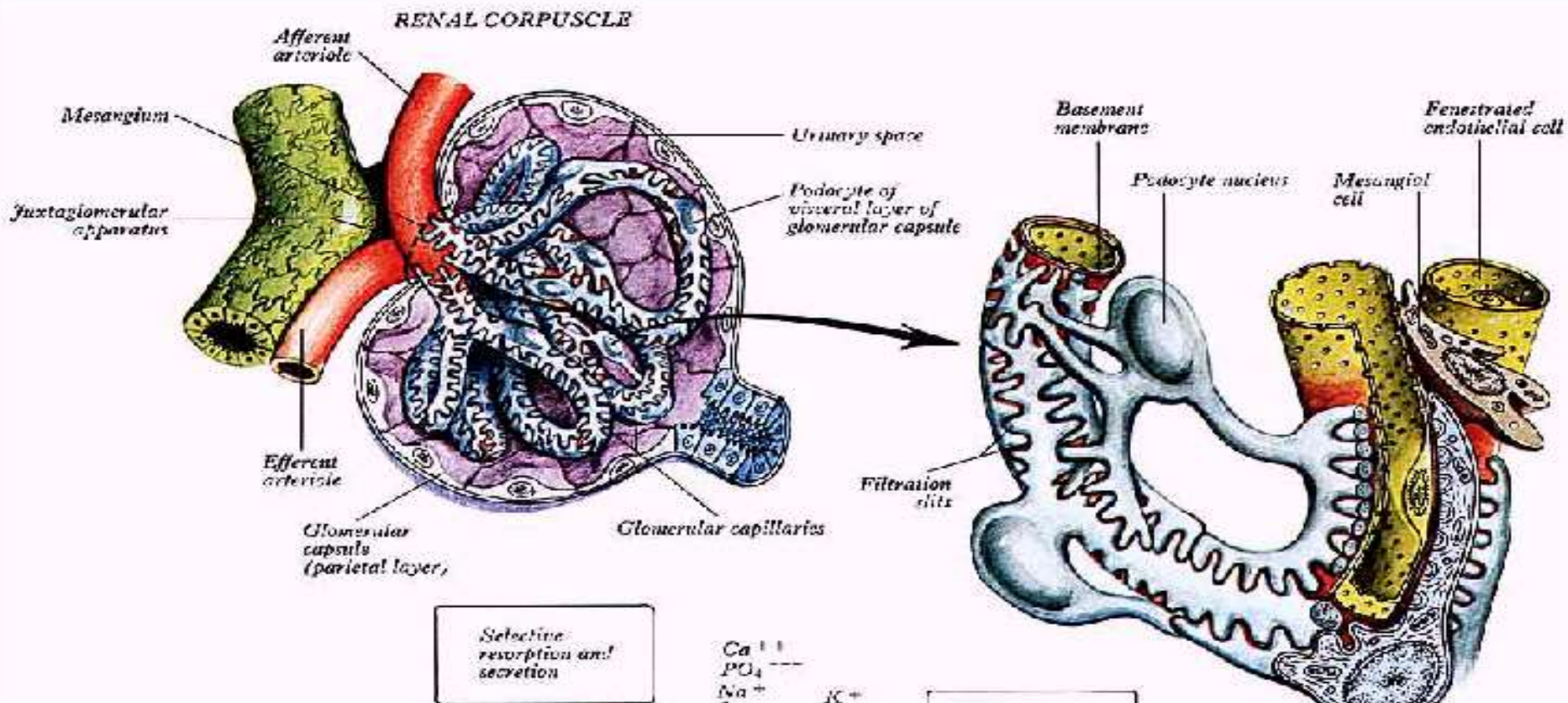


Glomerular capillaries – filtrační bariéra: fenestrováný endotel, basální lamina, pedikly podocytů

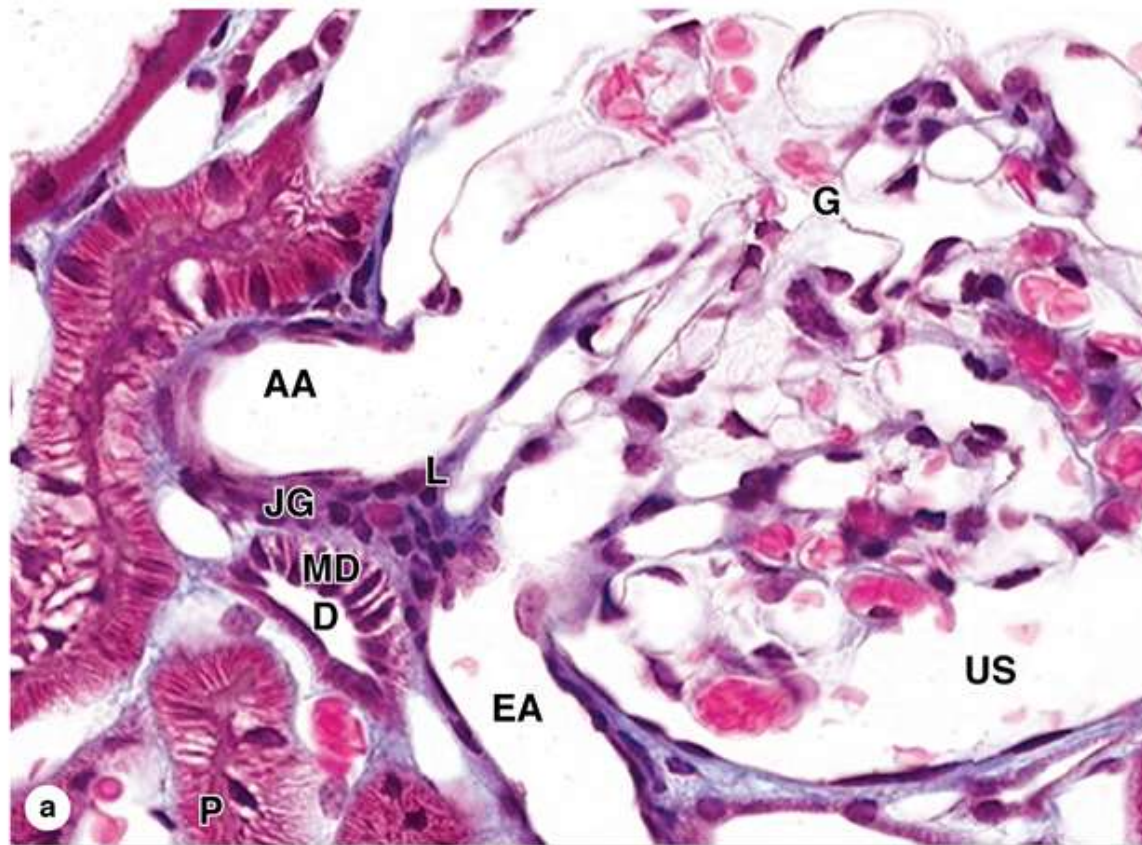


glomeruli,
rete cilaplare
peritubulare





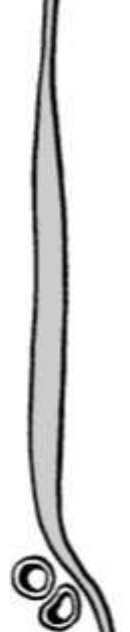
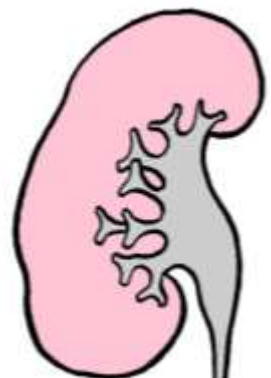
Juxtaglomerulární aparát (JGA):
 pólový polštářek, macula densa, juxtaglomerulární buňky produkující renin.
 JGA je zpětnovazební systém regulující glomerulární filtraci



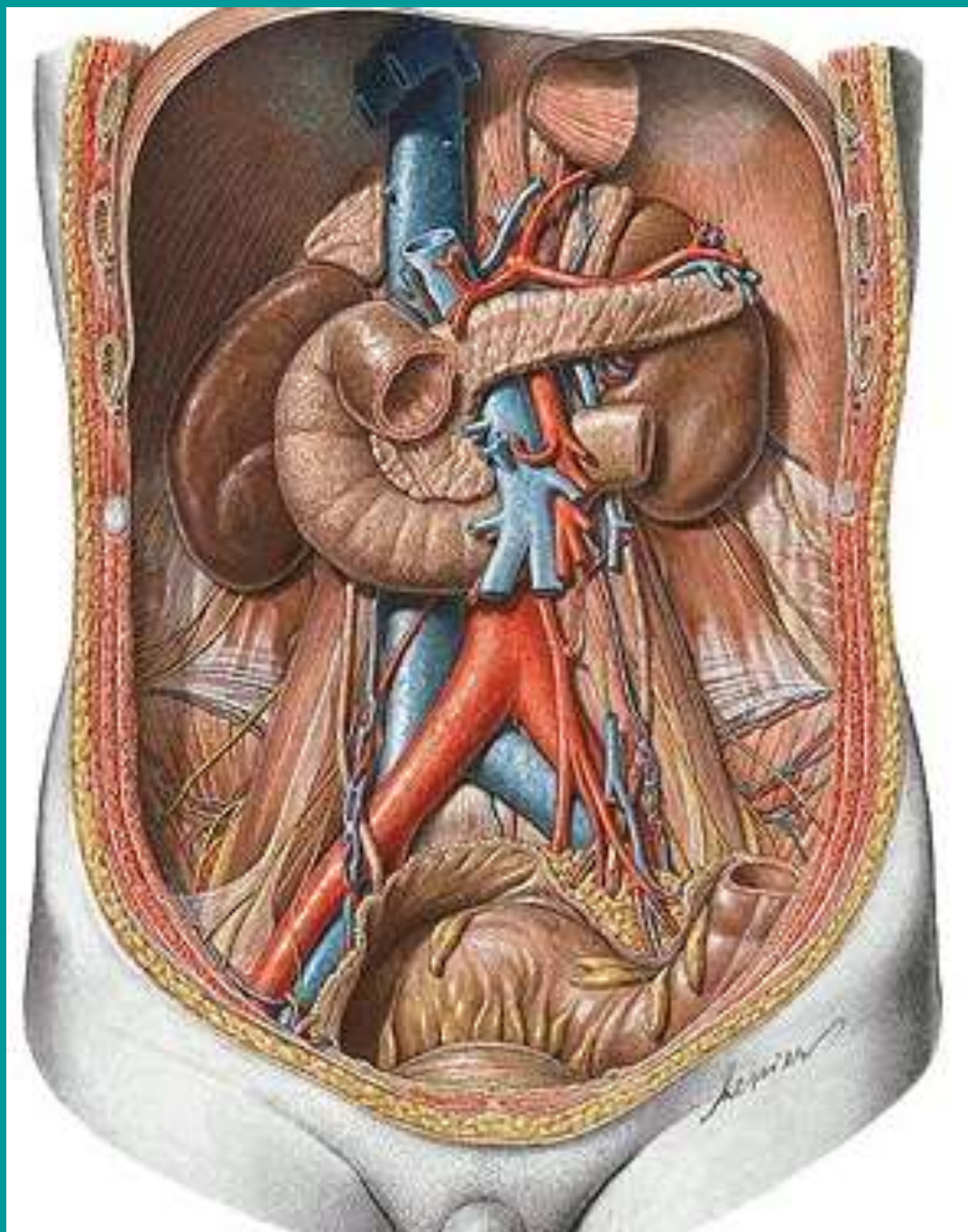
Juxtaglomerulární aparát (JGA), juxtaglomerulární buňky = modif. hladké sval. buňky v medii art. afferens, produkují renin při snížení tlaku krve, **macula densa – buňky ve stěně dist. tubulu (reagují na změny koncentrace iontů), **pólový polštářek** – mesangiové buňky**

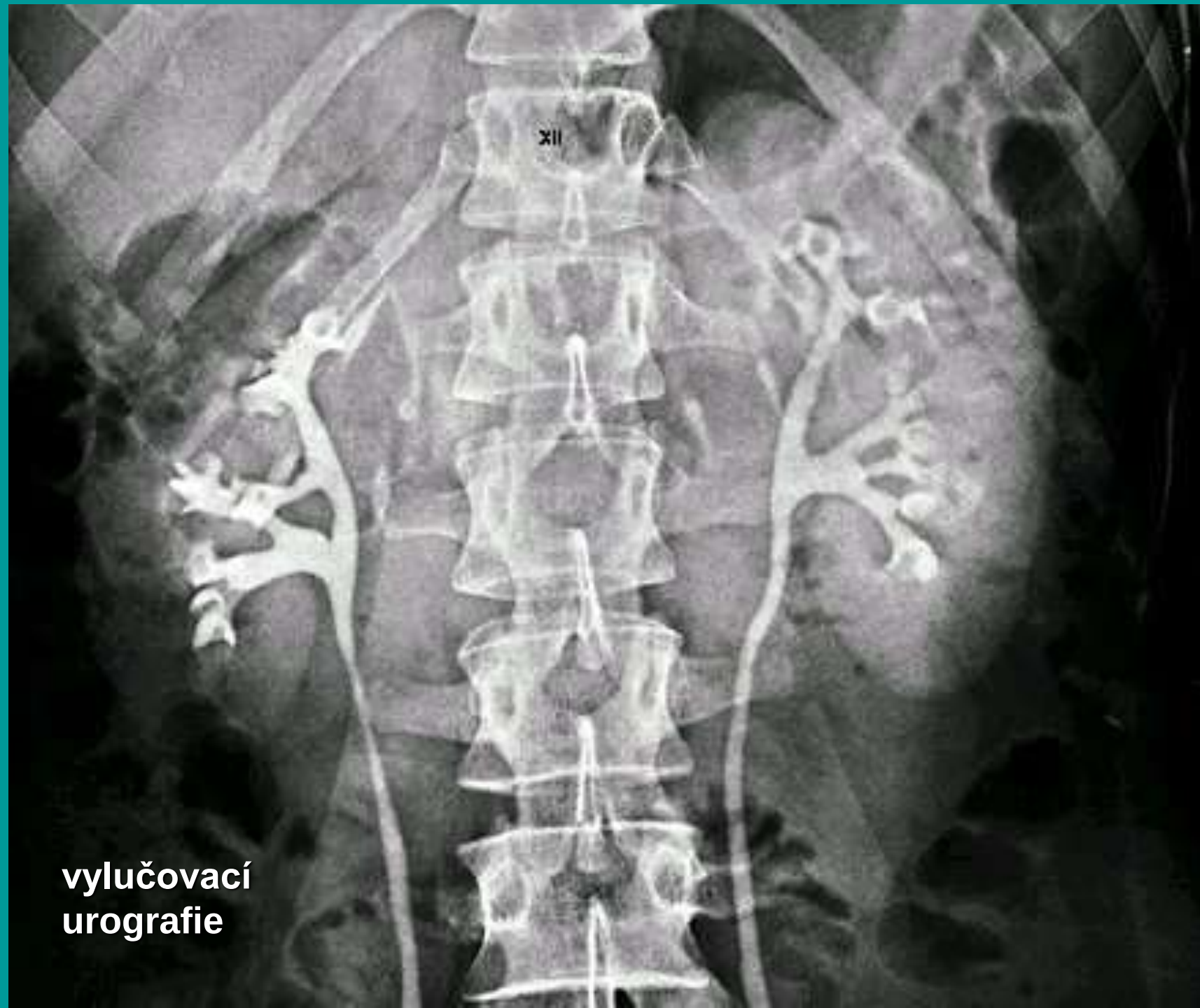


Pelvis renalis
typus ampullaris,
typus dendriticus
Calices renales
maiores (2-3),
minores (7-14)
tunica mucosa,
muscularis,
adventitia

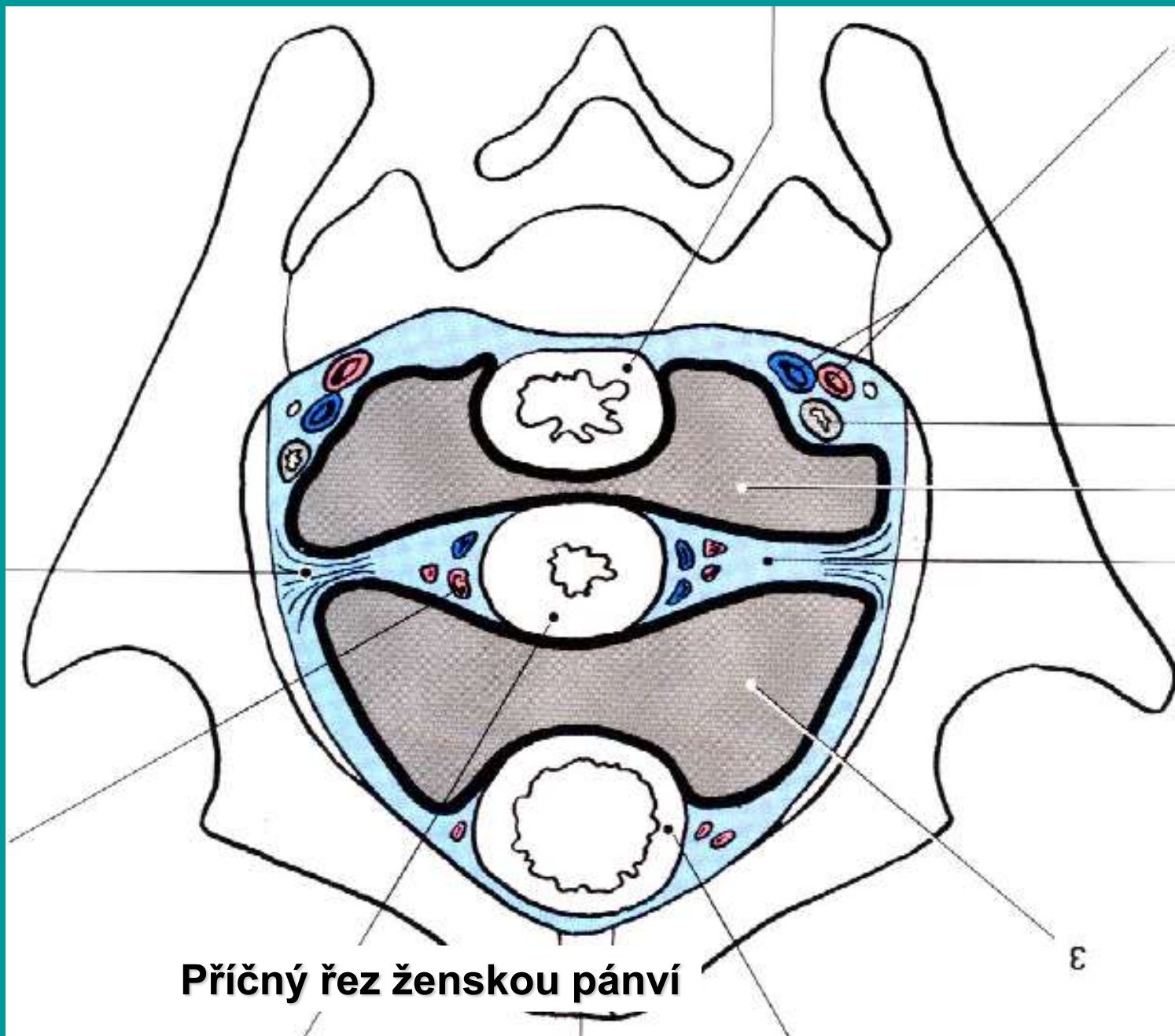


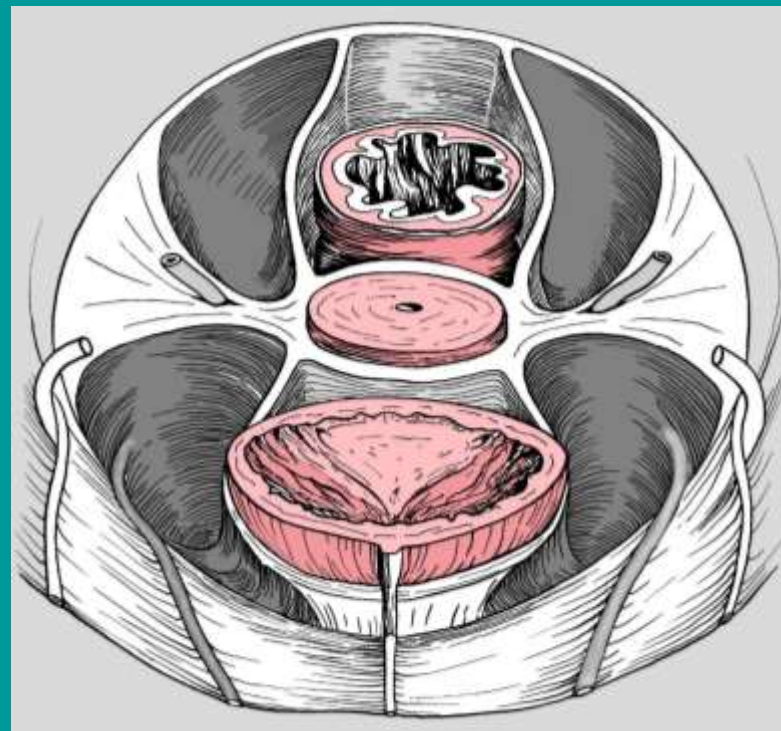
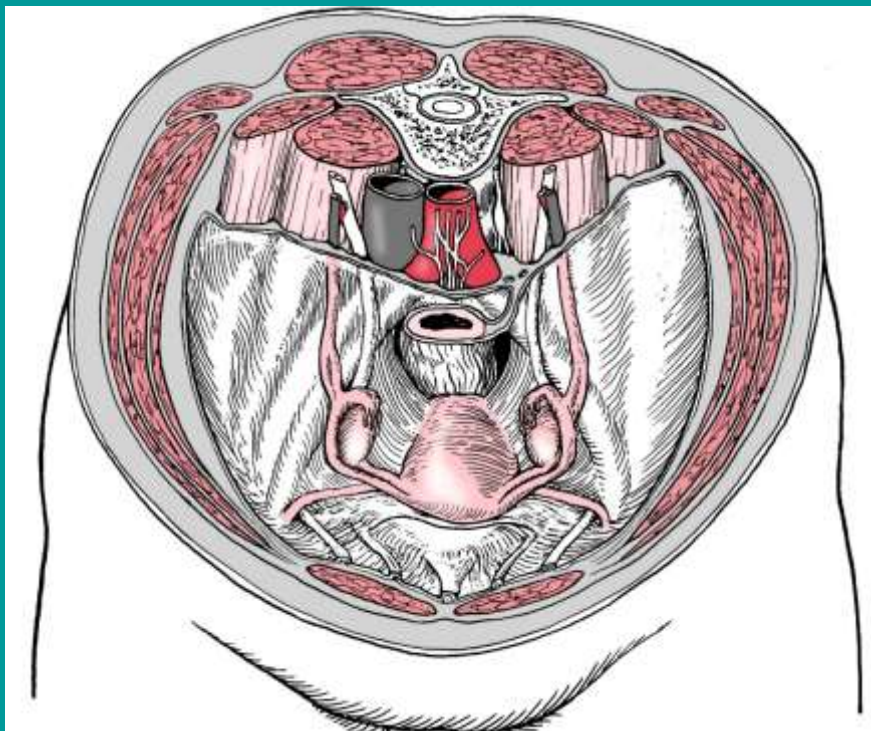
Ureter (25-30
cm) pars:
abdominalis,
pelvina,
(parietalis,
visceralis)
intramuralis,
ostium
ureteris
tři zúžení
ureterový bod
mucosa
muscularis
(vřeténka)
adventitia



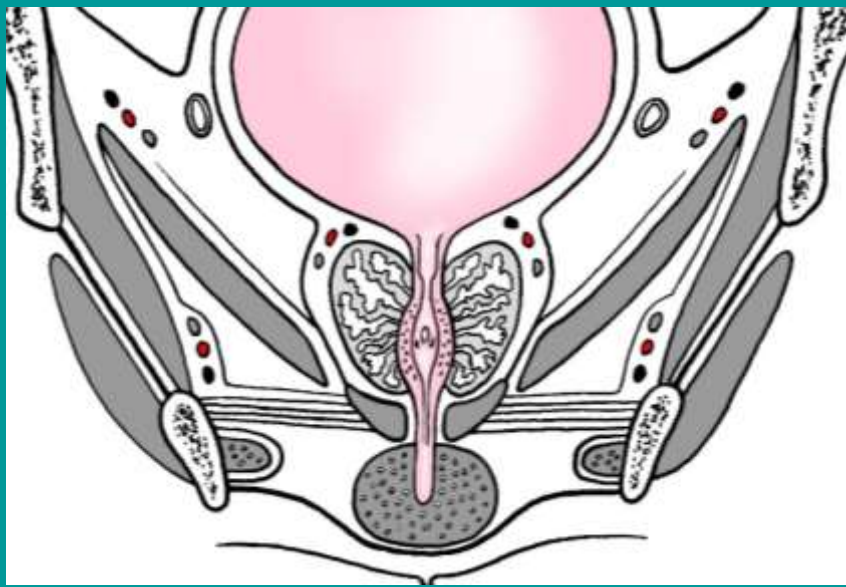


**vylučovací
urografie**



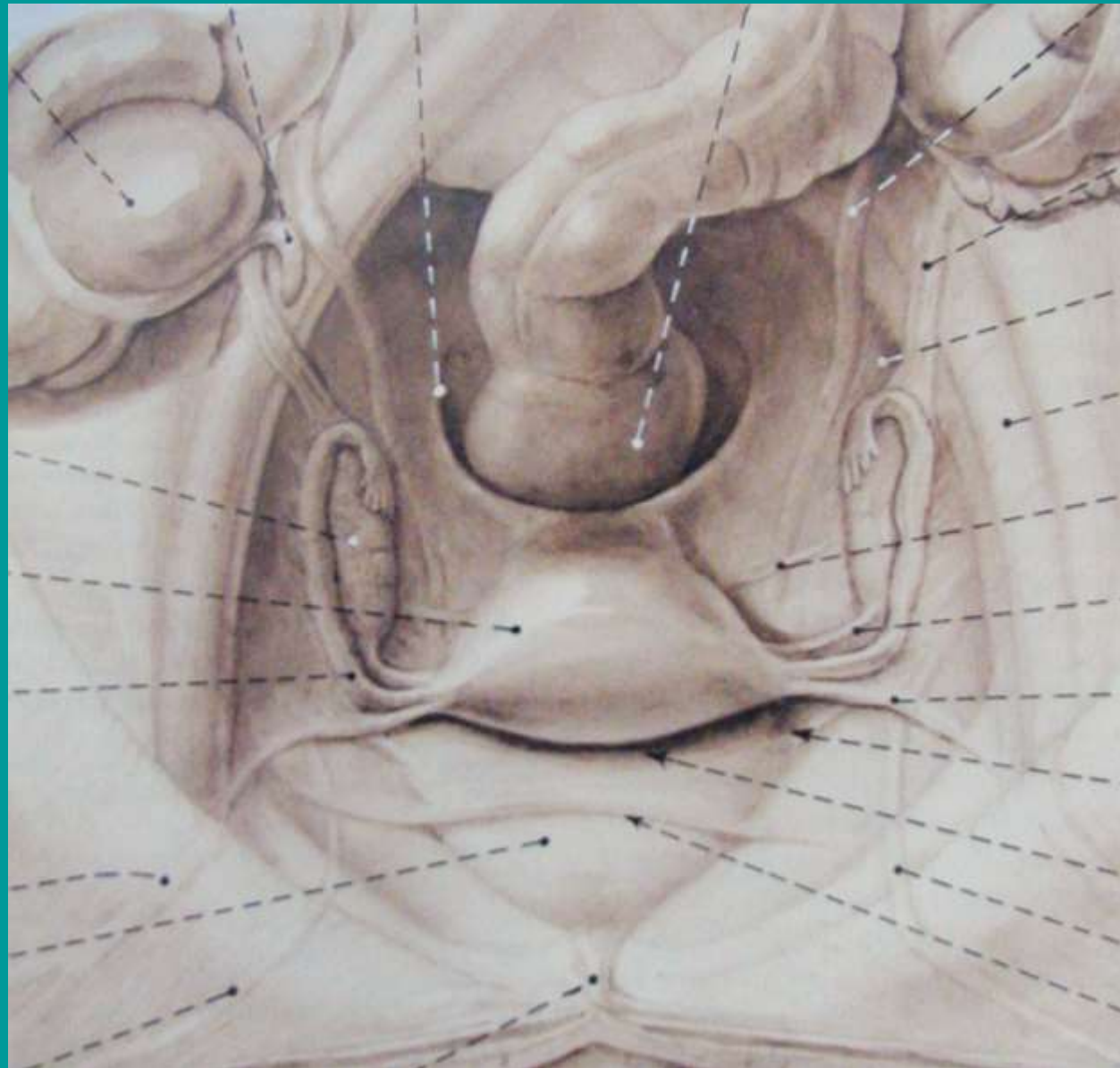
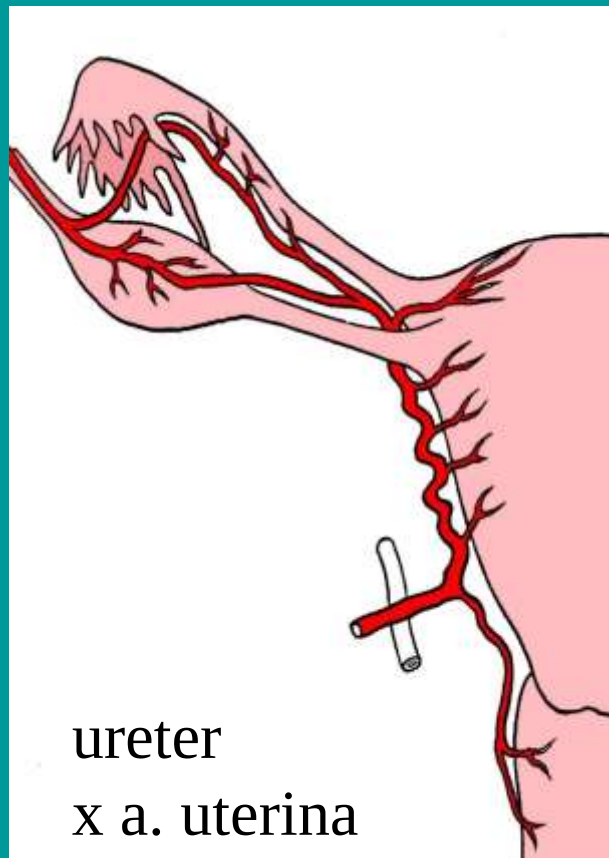


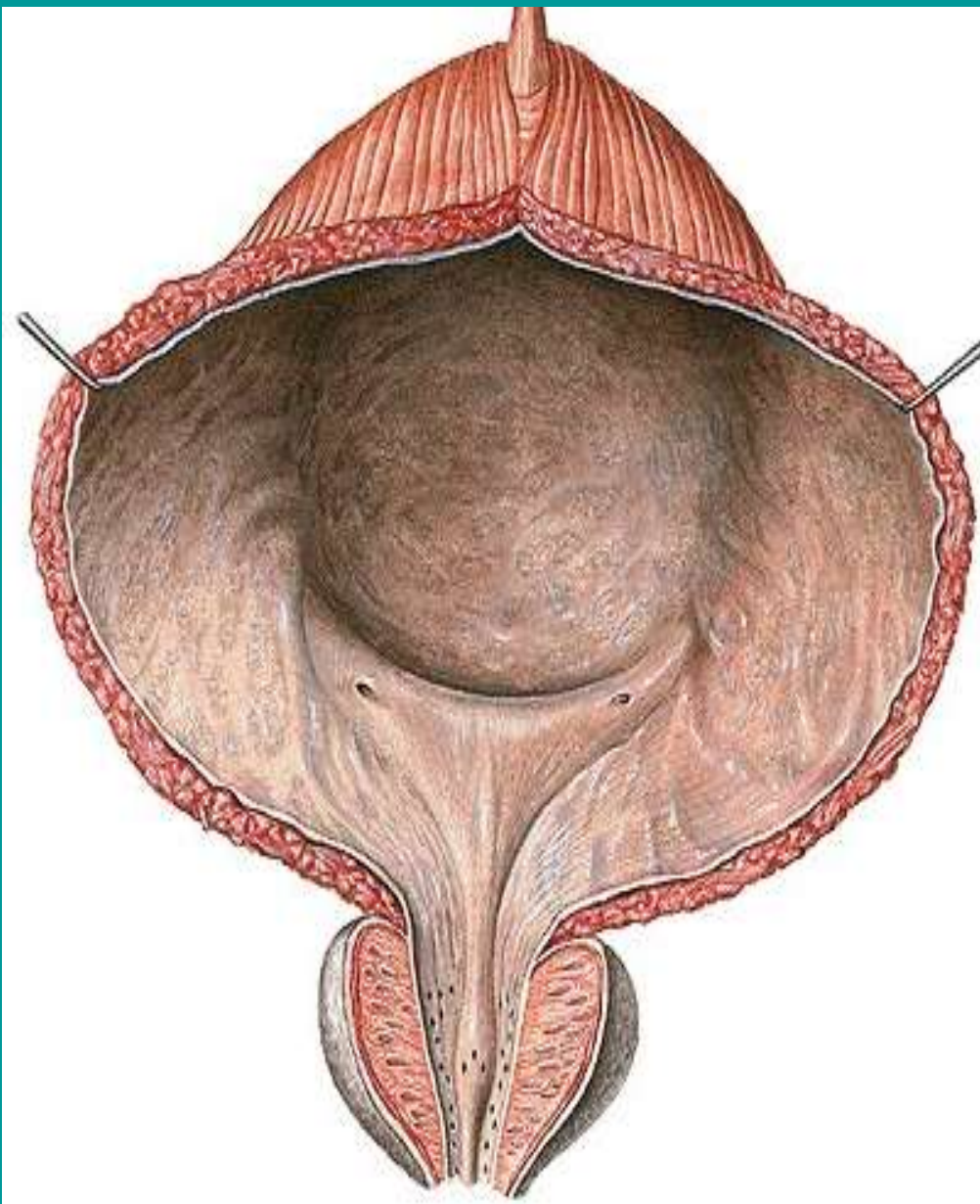
Syntopie pars pelvina ureteris u ženy a u muže



Peritoneum v malé pánvi u ženy

zkřížení ureteru a
a. uterina

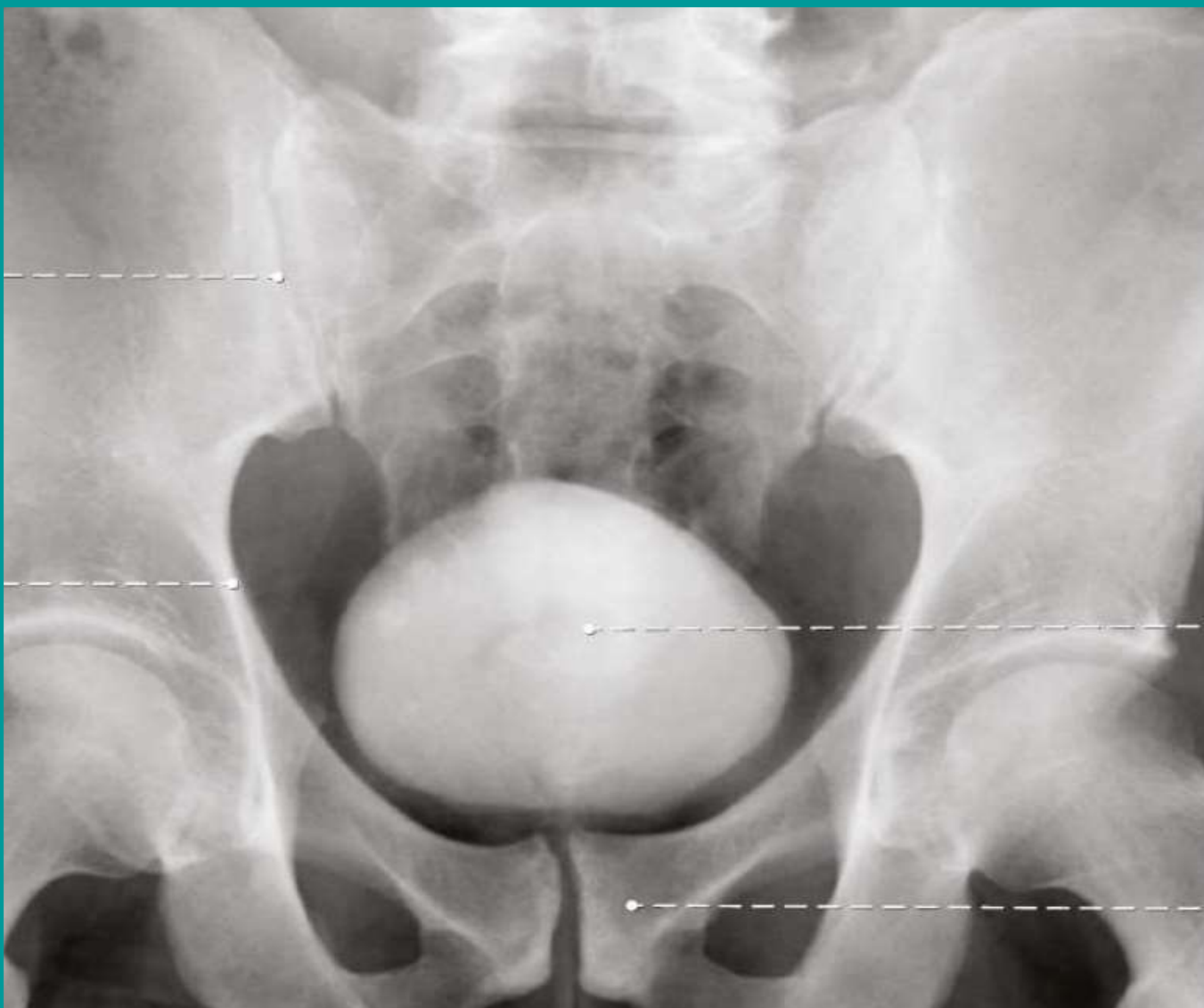




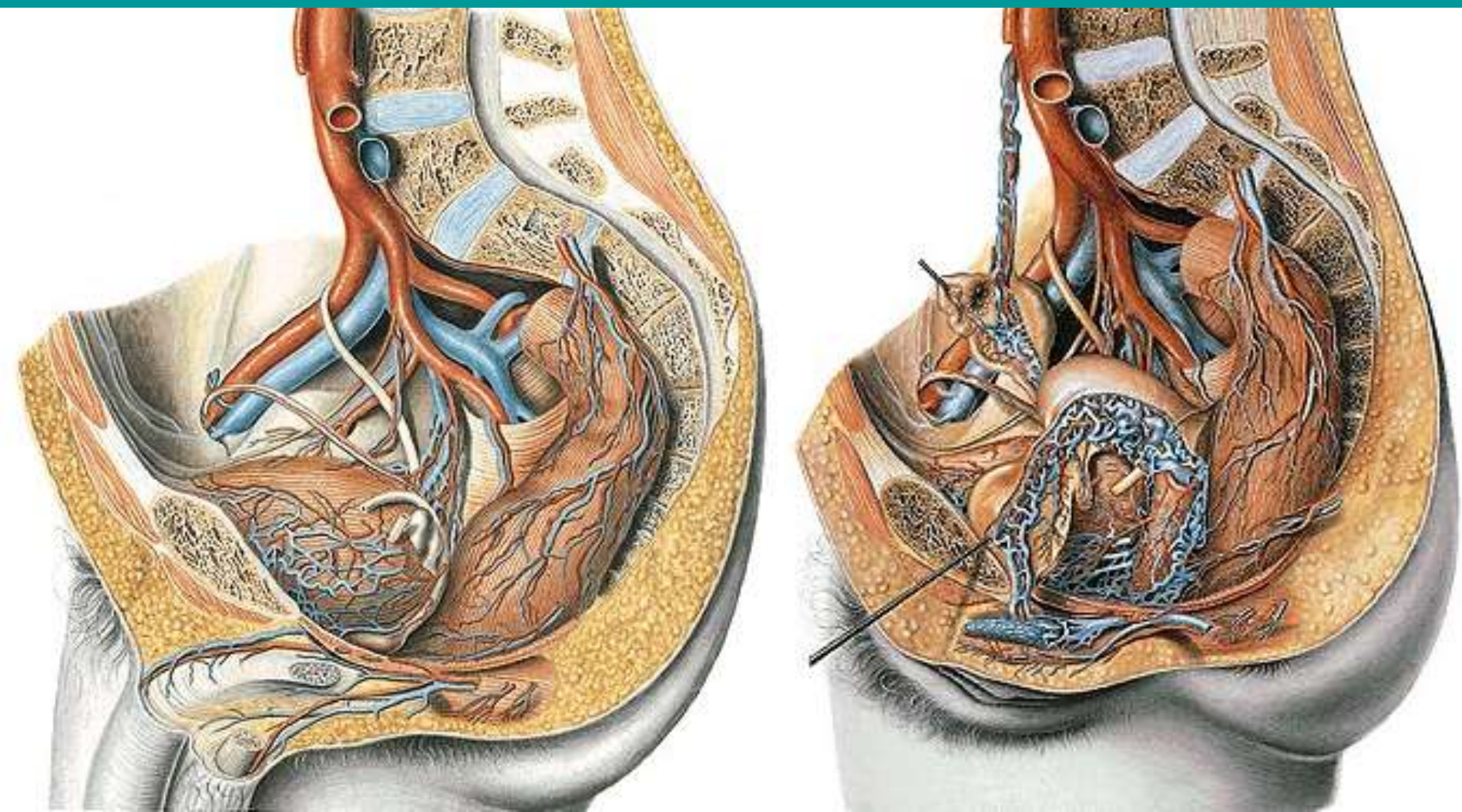
Vesica urinaria

apex, corpus, fundus,
cervix, uvula,
trigonum vesicae
ostium ureteris
ostium urethrae
internum,
plica interureterica
tunica serosa,
subserosa,
muscularis,
submucosa,
mucosa,
m. detrusor,
m. trigonalis

Blader capacity: 30 – 80 ml (newborns), 300 ml (children), 600 – 1200 ml (adults)

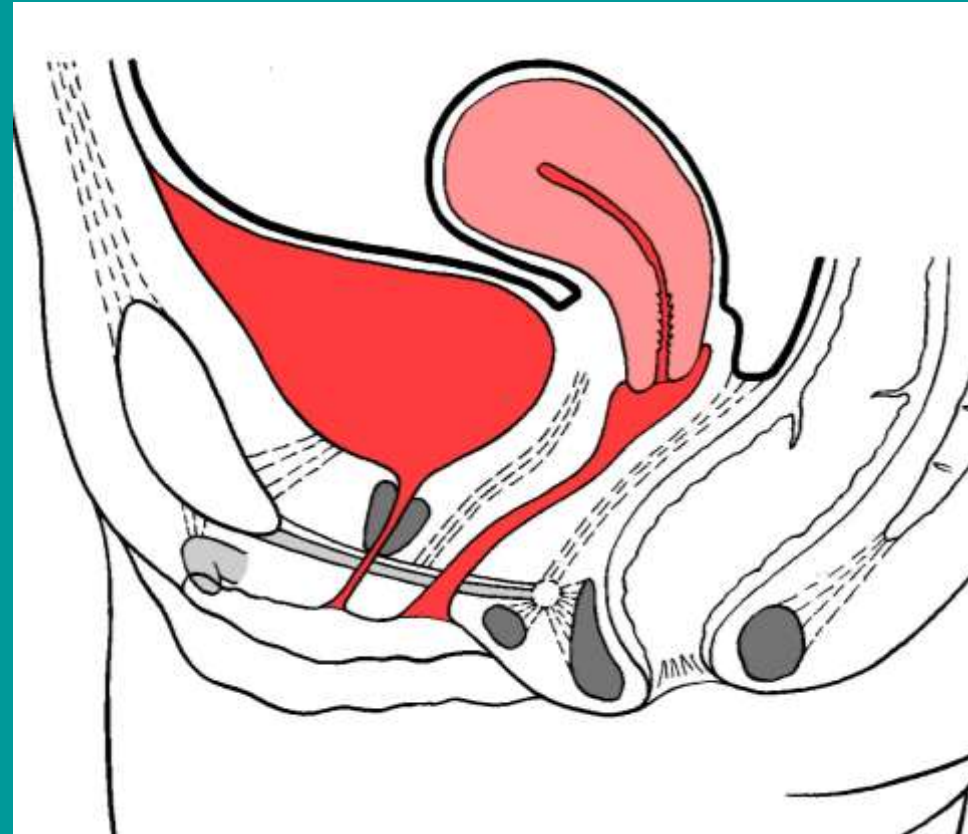
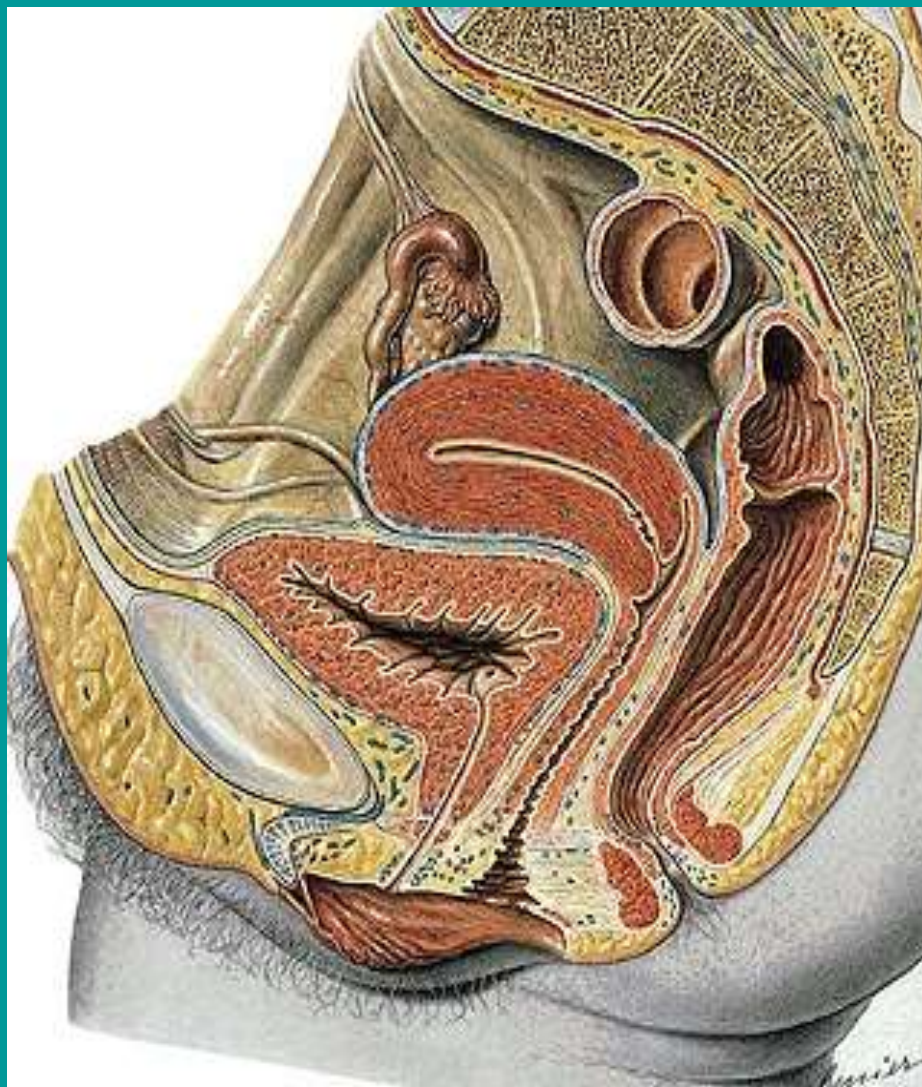


Rtg znázornění močového měchýře (Grim, Naňka, Helekal: Atlas anatomie člověka Gada, 2017)



Cevy a nervy měchýře a urethry: a vesicalis sup. + inf. plexus venosus, parasymp. vl. (S2-4) aktivují detrusor, symp. vl. (L1-3) sphincter u muže, nodi iliaci int.

Syntopia vesicae urinariae u ženy



Fossa supravesicalis, excavatio vesicouterina, excavatio rectouterina, paracystium, fascia vesicoumbilicalis, septum vesicovaginale, spatium prevesicale, spatium paravesicale

Klinické poznámky

Palpace močového měchýře - u muže per rectum v rozsahu trigonum interampulare, u ženy per vaginam v rozsahu area trigonalis vaginae.

Dutina měchýře - endoskopické vyšetření při **cystoskopii**. Vyšetření **ultrazvukem**, k rtg znázornění je nutná kontrastní náplň.

Při **retenci** moče lze k vyprázdnění měchýře použít cévku (**katetr**) zavedenou do měchýře urethrou.

U muže je třeba respektovat subpubické zahnutí urethry. Nelze-li cévku zavést, je nutné provést **punkci** naplněného měchýře přes stěnu břišní těsně nad symfýzou.

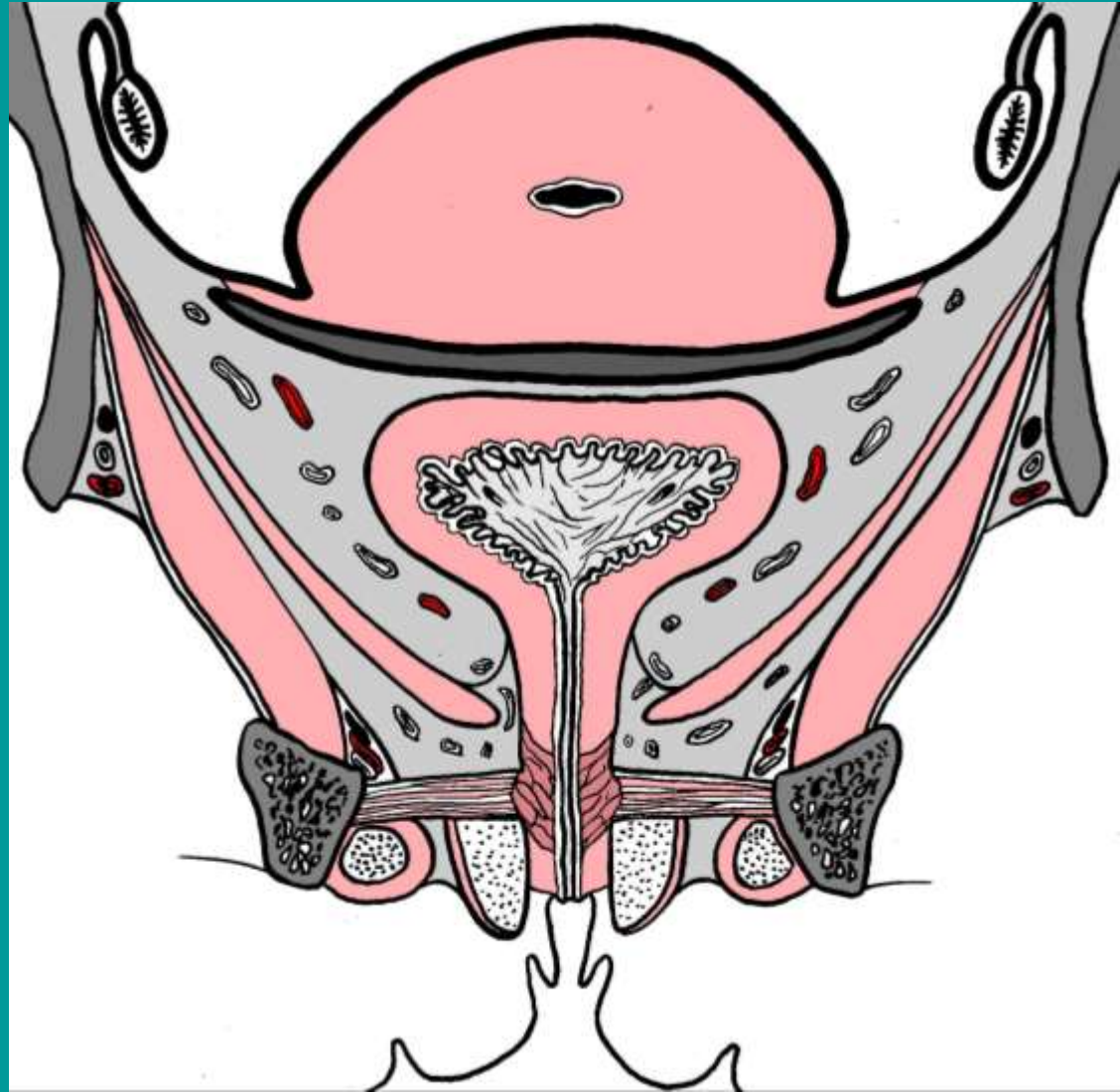
Urethra feminina

(4 cm)

Ostium urethrae
internum (accipiens,
evacuans),

Pars intramuralis,
pelvina, perinealis
Ostium urethrae
externum

M. sphincter urtehrae
externus,
glandulae urethrales
ductus paraurethrales

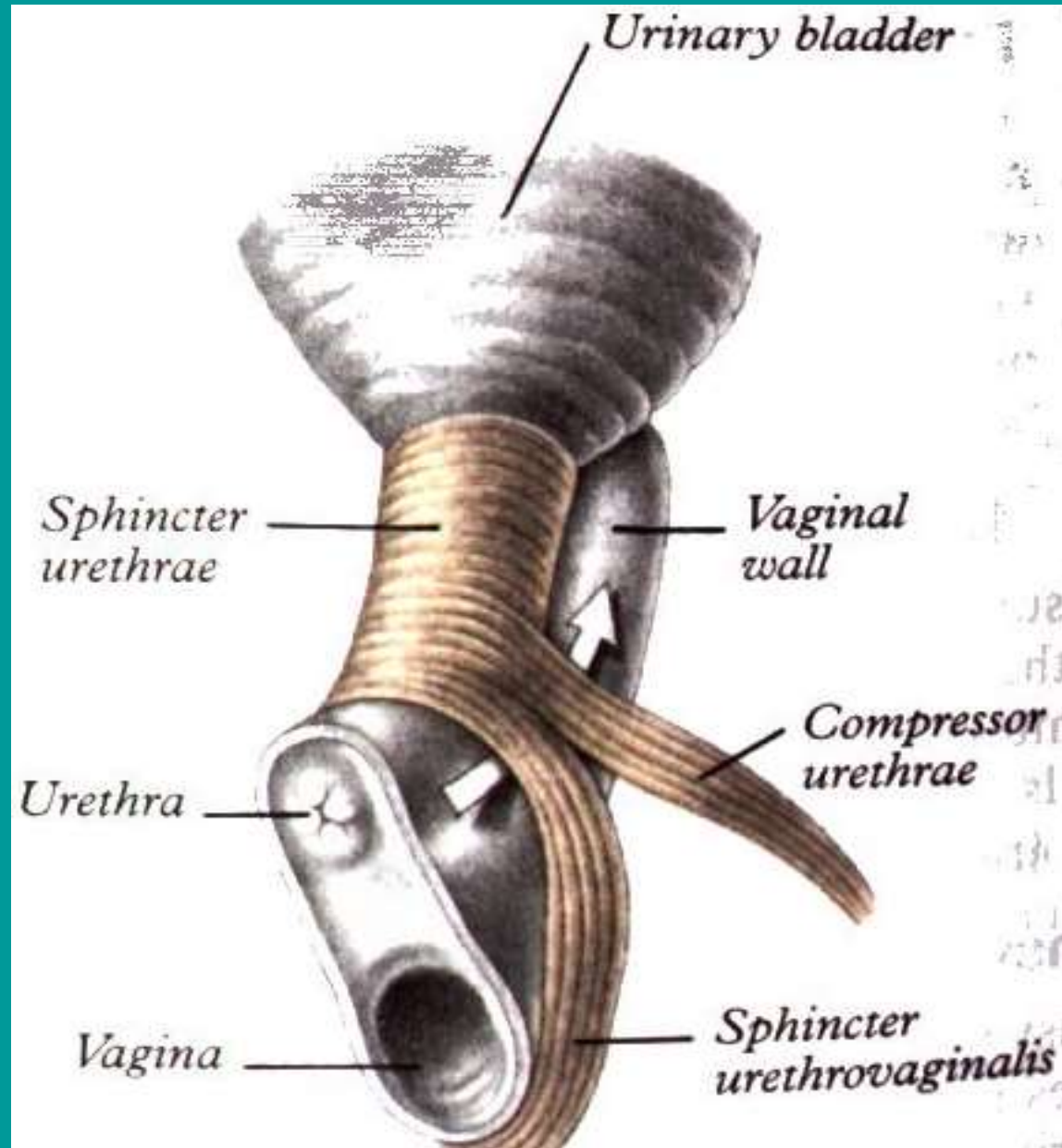


Příčně pruhované svěrače urethry

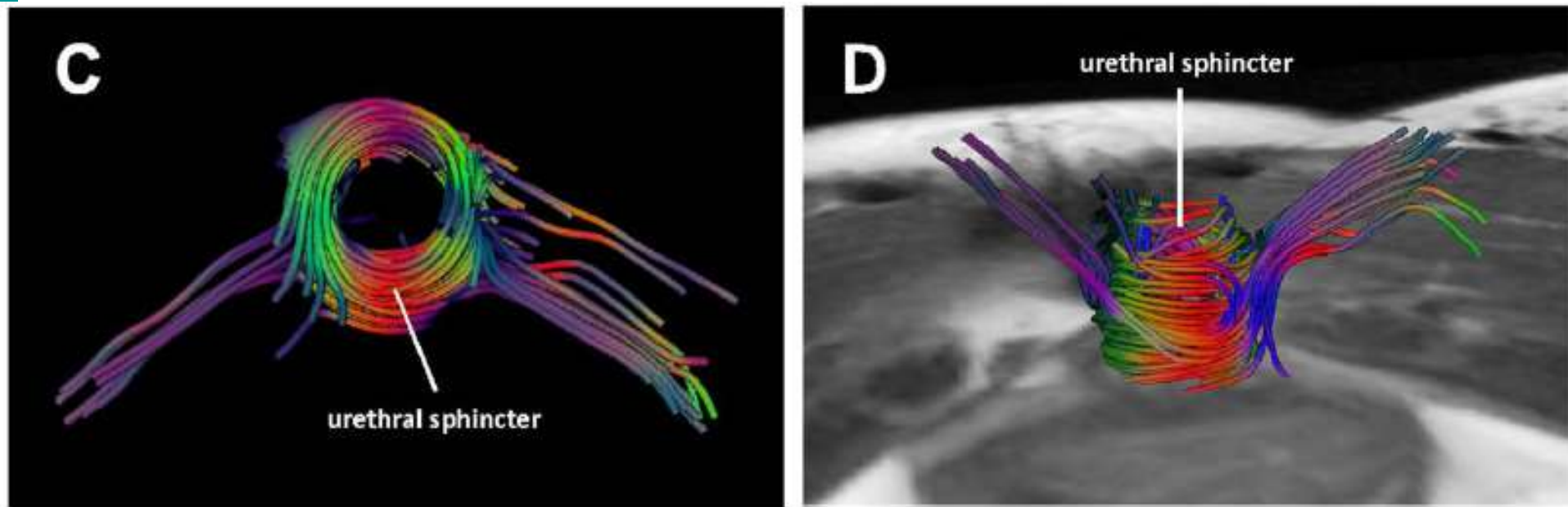
**M. sphincter
urethrae
externus**

**M. sphincter
urethrovaginalis**

**M. compressor
urethrae**



Traktografie je technika, která umožňuje znázornění nervových drah (ale také průběh svalových vláken). Využívá techniku magnetické rezonance (MRI) k zobrazování symetrické difúze molekul vody ve tkáních a počítačovou analýzu obrazu. Výsledky mohou být prezentovány ve dvou nebo trojrozměrných obrazech. **Svazky nervových nebo svalových vláken v nutí vodu difundovat asymetricky.** To využívá technika magnetické rezonance zvaná Diffusion Tensor Imaging (zobrazování dufusních tensorů). Blíže např. **Neurol. Prax. 2005, roč. 6 (3): 352 – 7.**



Fiber tractography representing the urethral sphincter complex from cranial (C) and posterior view (D).

M. sphincter urethrae externus

leží nad a v úrovni diaphragma urogenitale, obkružuje urethru, je silnější po stranách a dorzálně, obsahuje pomalá svalová vlákna, dlouhodobě udržuje svalový tonus. Kaudální snopce přecházejí na boky pochvy, kraniální snopce na apex prostaty.

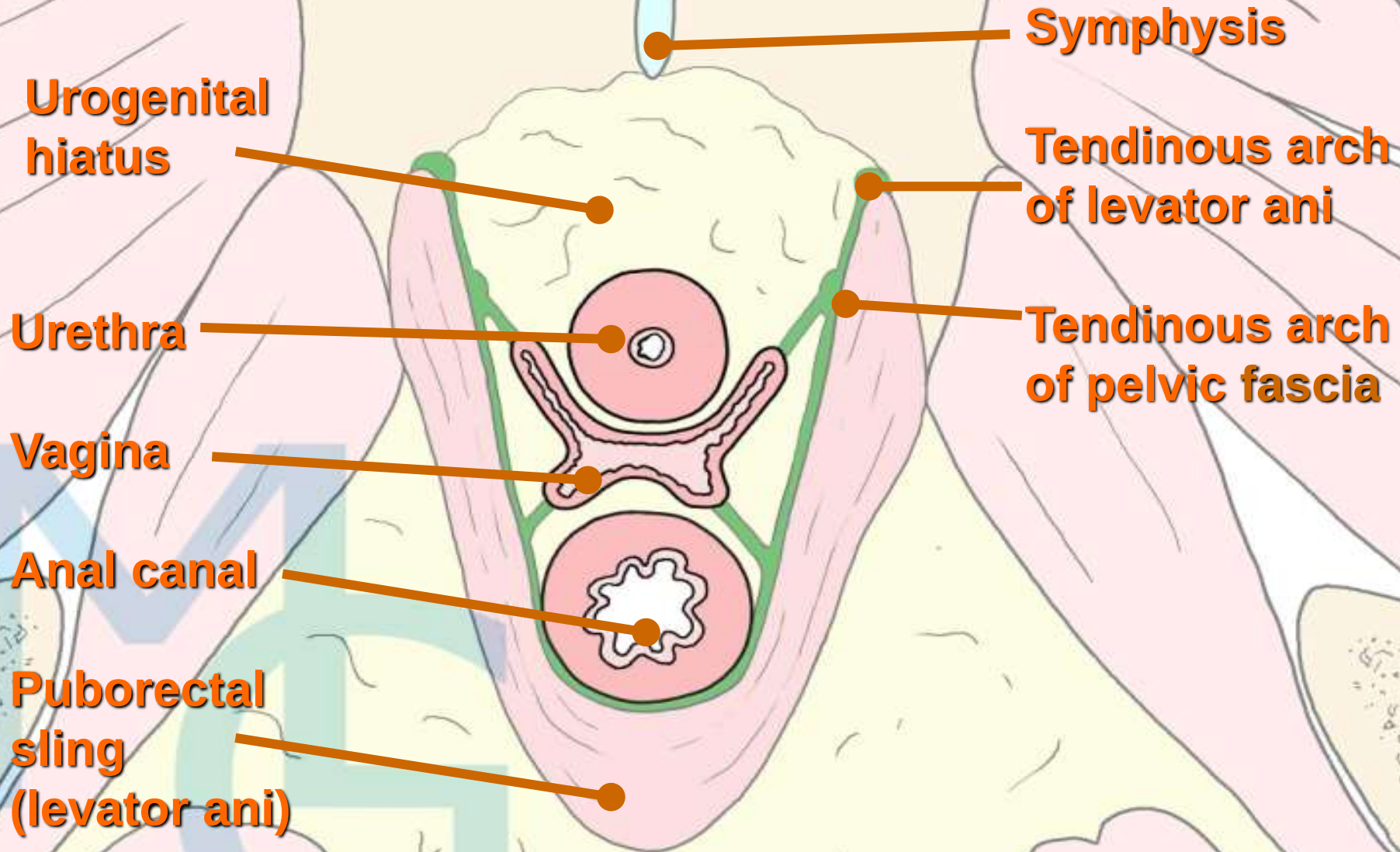
Inervace cestou plex. hypogastricus inferior z motoneuronů Onufova jádra v S2 a S3

M. sphincter urethrovaginalis a m. compressor urethrae se na této aktivitě podílejí

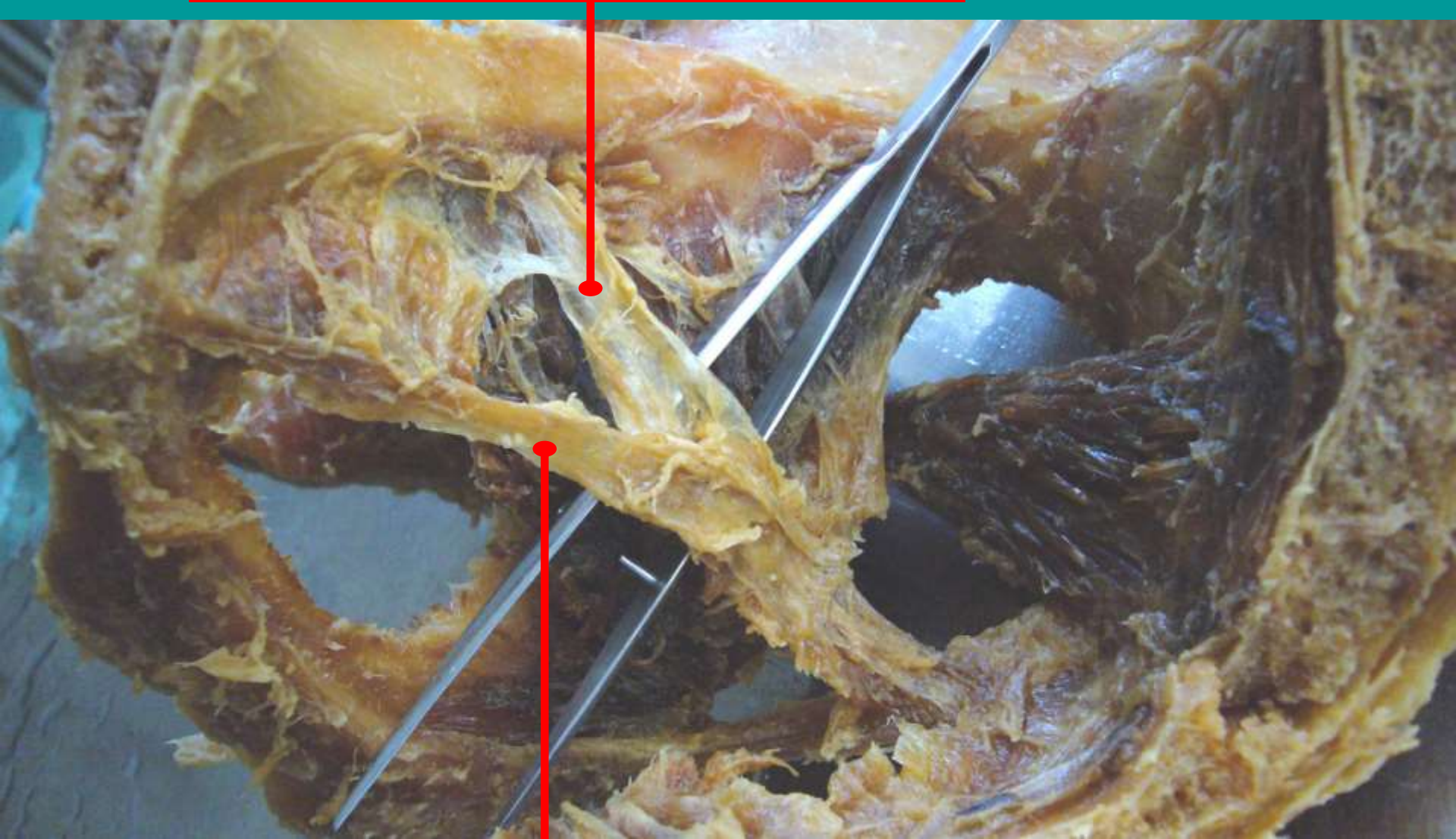


**MRI ženské pánve v rovině hiatus urogenitalis
(level 2 according to DeLancey)**

Anatomy of the pelvic outlet (scheme based on MRI)



Arcus tendineus m. levatoris ani



Arcus tendineus fasciae pelvis

Kontinence moči u ženy

Podle teorie hamaky (De Lancey, 1994) je hlavní faktor kontinence **podpora spodiny močového měchýře a urethry**. Opírají se o přední stěnu vaginy fixované v pánvi závěsem (hamakou) k fascia endopelvica na stěnách pánve. Při zvýšení intraabdominálního tlaku je urehtra komprimována přitlačením na hamaku.



Zde skončil ve středu 26. 2.

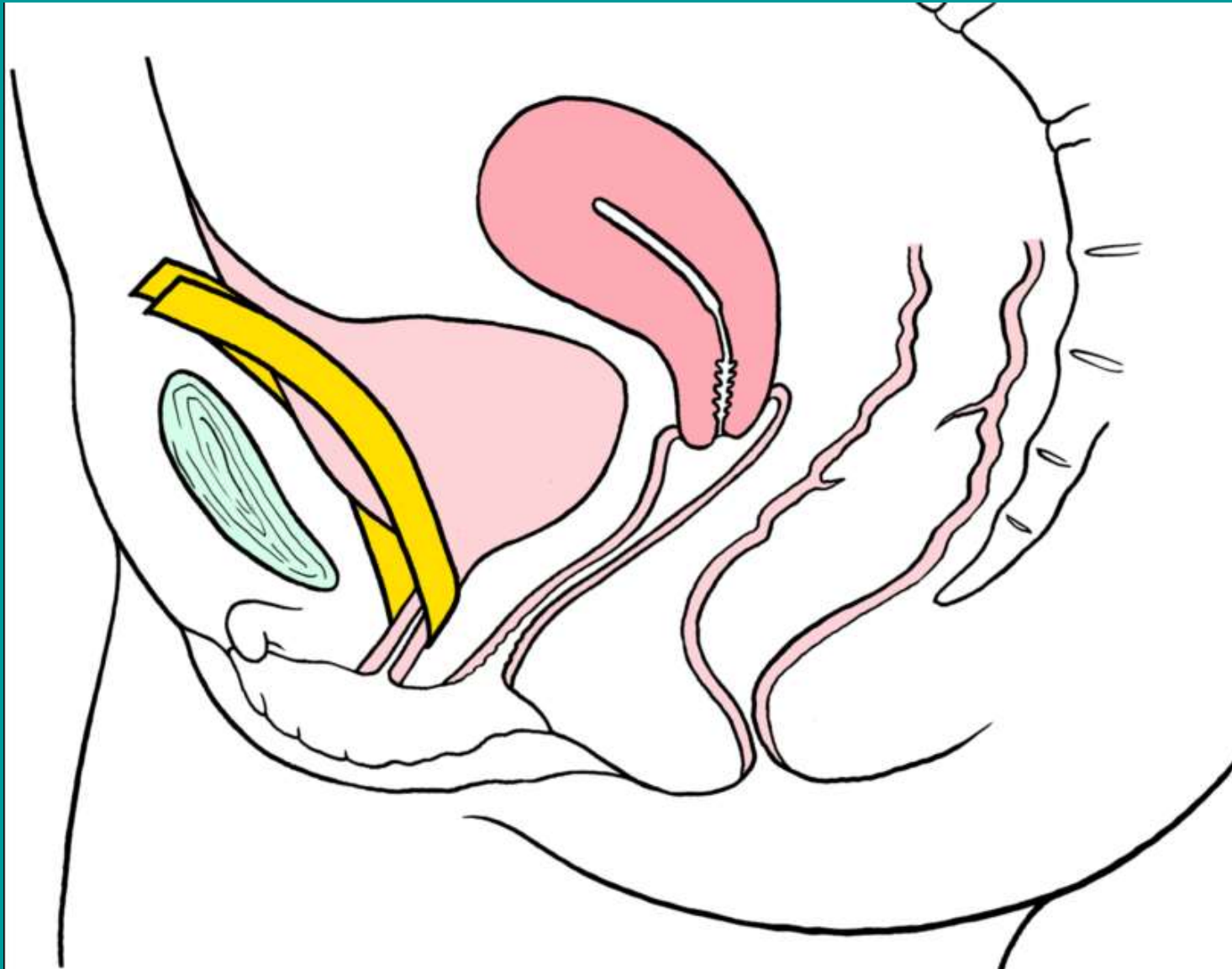
Continetia urinae

Při výstupu močové trubice z měchýře není u ženy vytvořen svěrač. Ten obklopuje teprve urethru. **Mechanismus uzávěru měchýře** je proto složitější. Uplatňuje se více faktorů: svalovina, která tvoří pánevní dno, vazivový aparát tvořený endopelvickou fascií, která fixuje vaginu a močový měchýř (teorie hamaky).

Mechanismus mikce

Na začátku močení svalovina pánevního dna ochabne a měchýř poklesne. Jeho **krček zaujme nálevkovitý tvar** a moč vstoupí do evakuačního ústí močové trubice. Současná kontrakce detrusoru jí vtlačí do urethry. Smršťuje se i svalovina ureterové pochvy, která přispívá k uzávěru ureterů a brání refluxu moči. Příčně pruhovaný svěrač urethry ochabne a umožní mikci. Na konci močení se kontrahuje svěrač i svaly dna pánevního, měchýř je vysunut kraniálně a nálevkovitý tvar krčku vymizí.

Nová chirurgická technika k úpravě inkontinence moči: tension-free urethral suspension



Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 2009 Jun;20(6):681-8. .

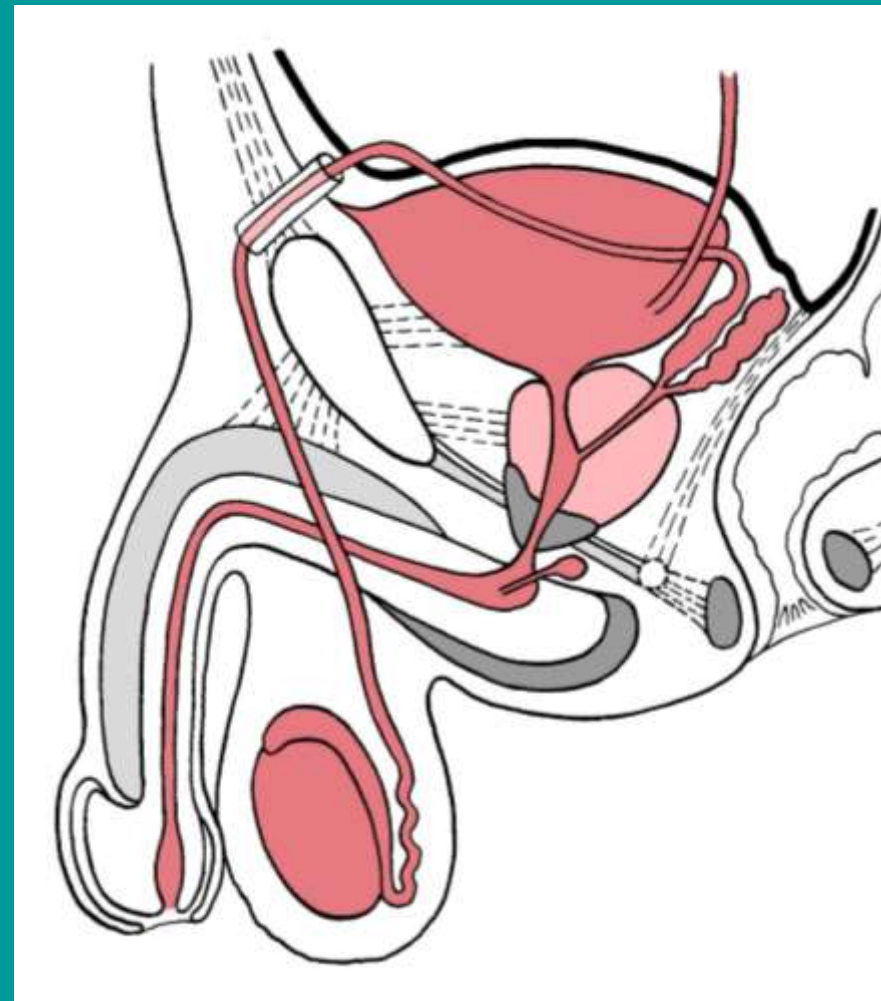
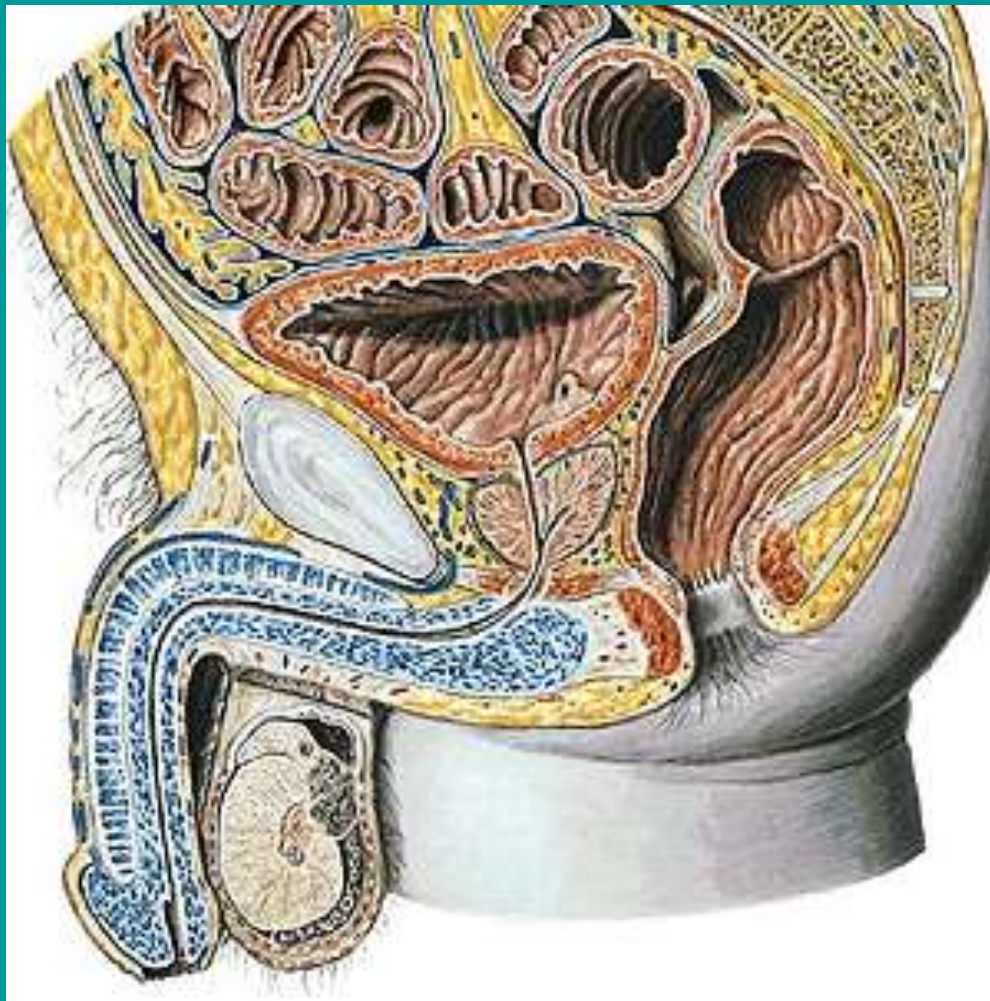
Anatomical relationship and fixation of tension-free vaginal tape Secur.

Hubka P, Mašata J, Naňka O, Grim M, Martan A, Zvárová J

First Faculty of Medicine and General Teaching Hospital, Department of Gynaecology and Obstetrics, Charles University in Prague, Apolinarska 18, 12000, Prague, Czech Republic. petr.hubka@vfn.cz

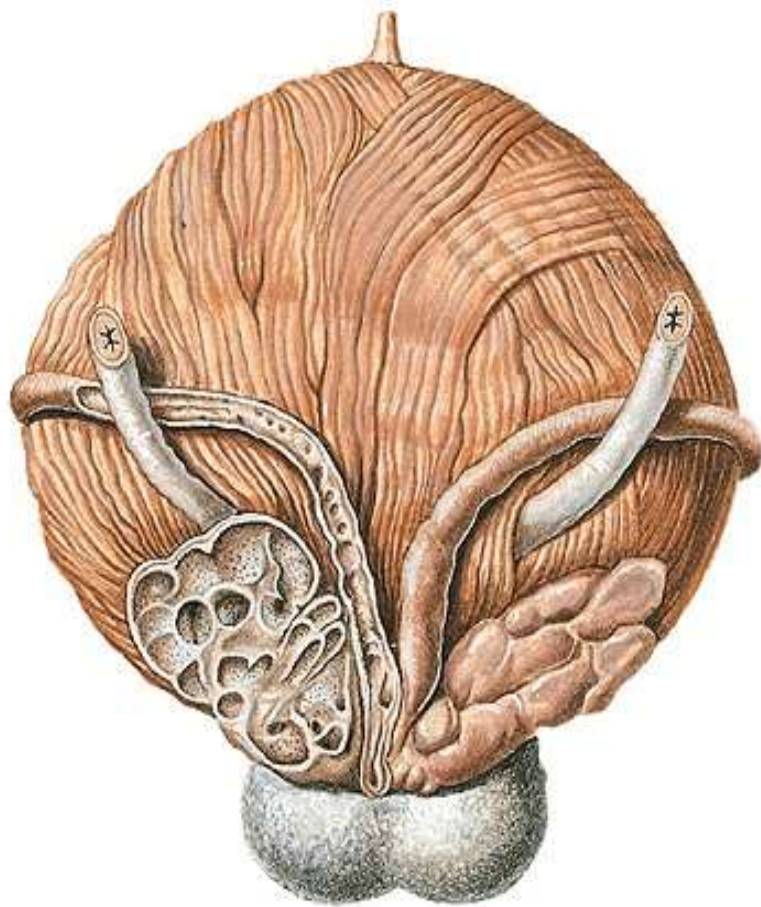
OBJECTIVE: The objective is to describe the anatomical localisation of tension-free vaginal tape Secur (TVT-S) in the H-position regarding possible injury of vessels and fixation site. **METHODS:** We placed TVT-S inserters bilaterally in 14 embalmed and five fresh frozen female bodies. After dissection, we measured distances from the obturator bundle (obturator nerve and obturator vessels). **RESULTS:** In embalmed bodies, the mean distance of TVT-S from the obturator bundle was 3.05 cm (standard deviation (SD) 1.18 cm) on the left, 3.07 cm (SD 1.17 cm) on the right. Perforation of the fascia of obturator internus muscle occurred in 46.4%. In fresh frozen bodies, results were fundamentally similar. Injury of variable vessels can occur. **CONCLUSION:** There is a minimal risk of injury to the obturator bundle during TVT-S; however, there is a significant risk of inserting the TVT-S inserter into the obturator fossa. The position of TVT-S does not change significantly after legs mal-positioning.

Syntopia vesicae urinariae u muže



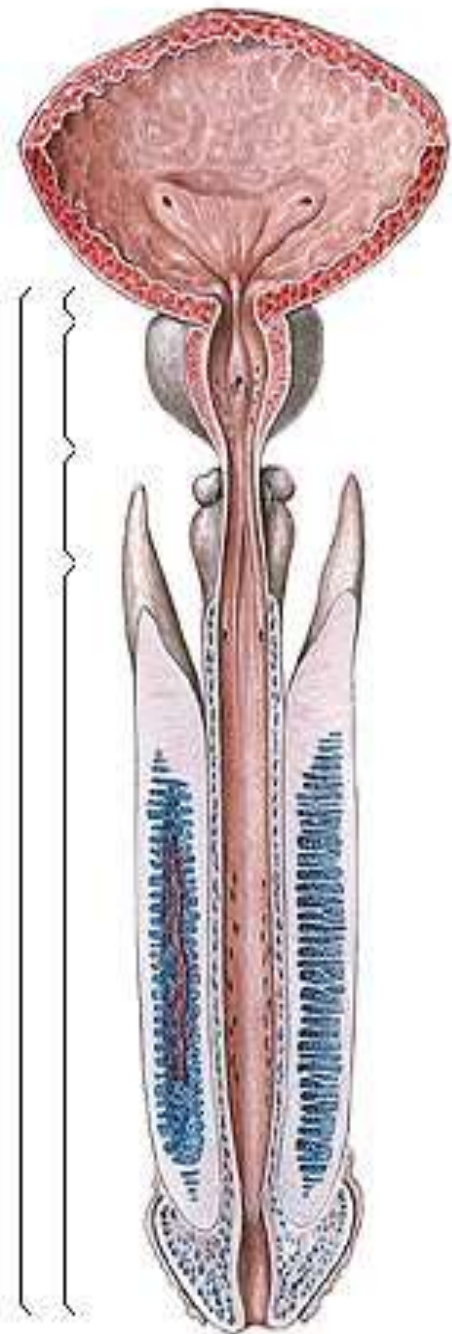
Excavatio rectovesicalis, septum rectovesicale,
lig. Pubovesicale, lig. puboprostaticum

Trigonum interampullare



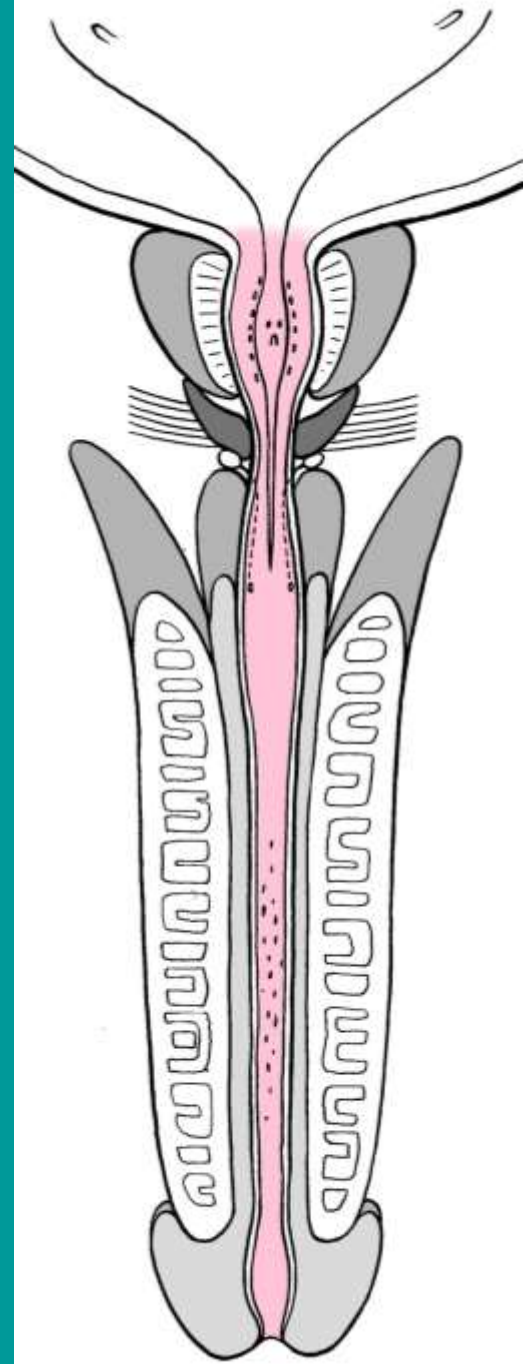
Syntopie močového měchýře
na frontálním řezu pánví
v úrovni prostaty





Urethra masculina

orificium urethrae internum,
 ostium accipiens, evacuens
 sphincter urethrae internus,
 uvula vesicae
 pars intramuralis, prostatica,
 spongiosa,
 curvatura subpubica,
 praepubica
 colliculus seminalis,
 sinus prostaticus,
 sphincter urtehrae externus,
 glandulae bulbourethrales,
 lacunae urethrales,
 orificium urethrae externum
 fossa navicularis



Vývoj močového systému

Vývoj močového systému

předledvina, pronephros

prvoledvina, mesonephros

definitivní ledvina, metanephros

nefrogenese: **interakce ureterového pupenu a nefrogenního blastému** (jeho mesenchymo-epithelová transformace)

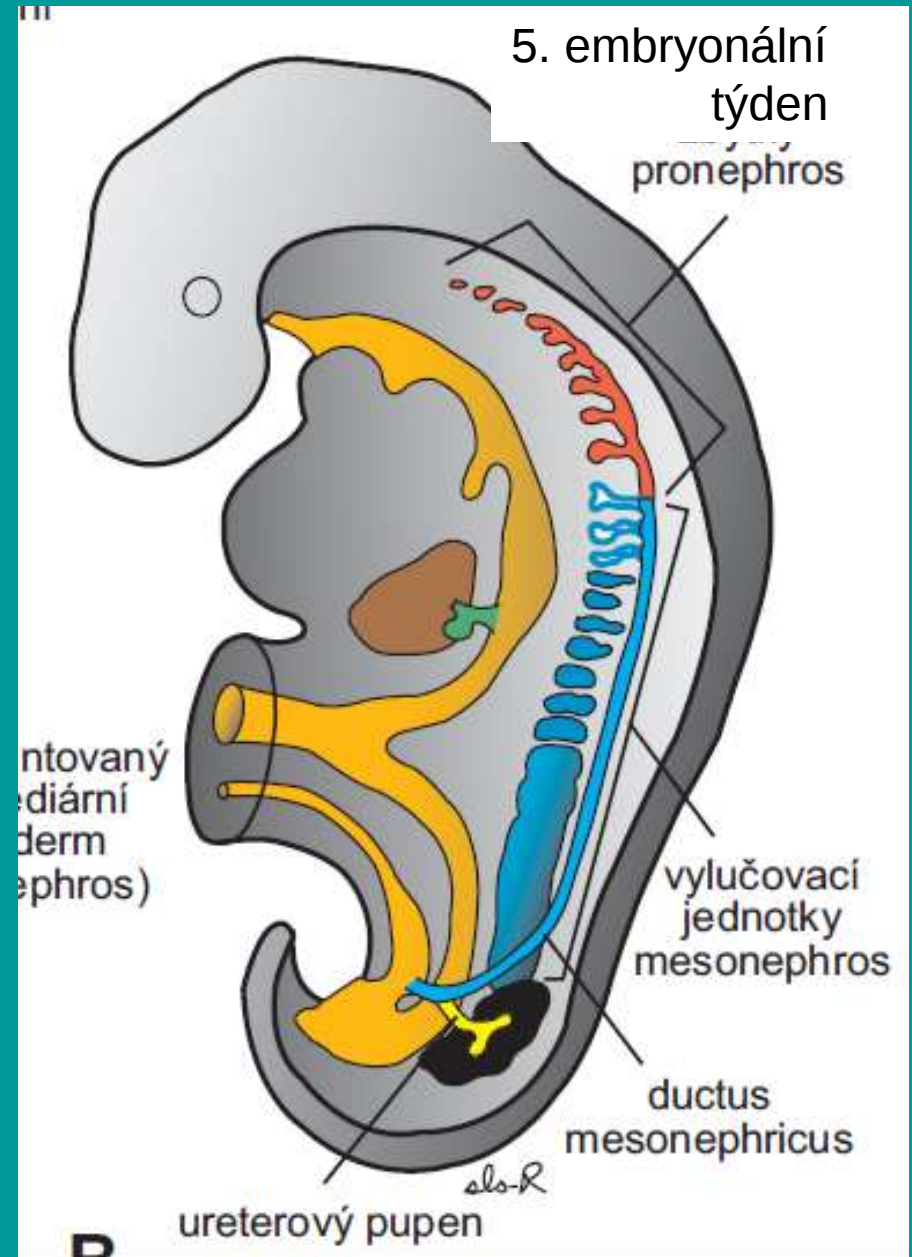
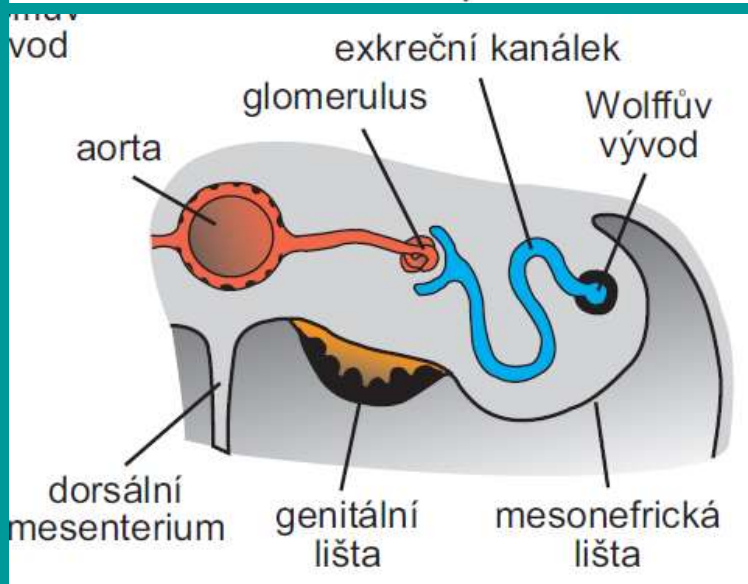
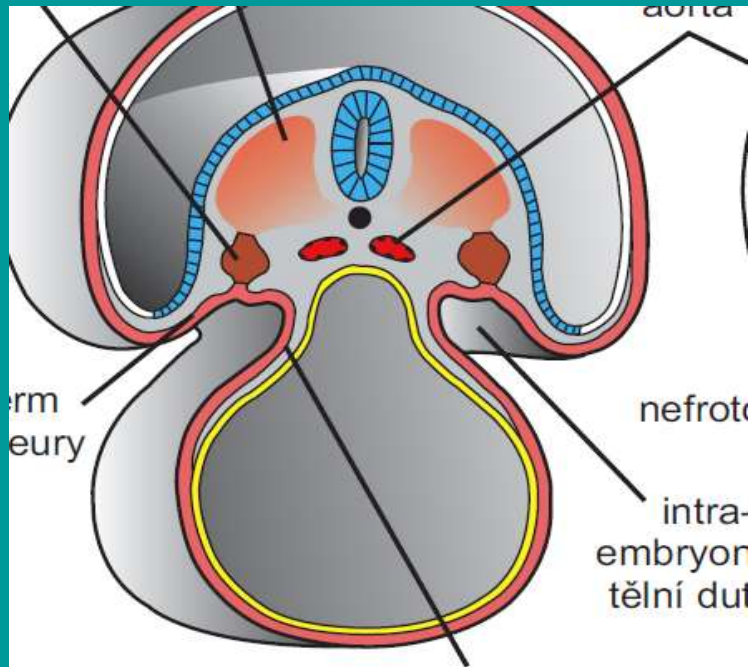
vývoj kalichů, pánvičky a močovodů

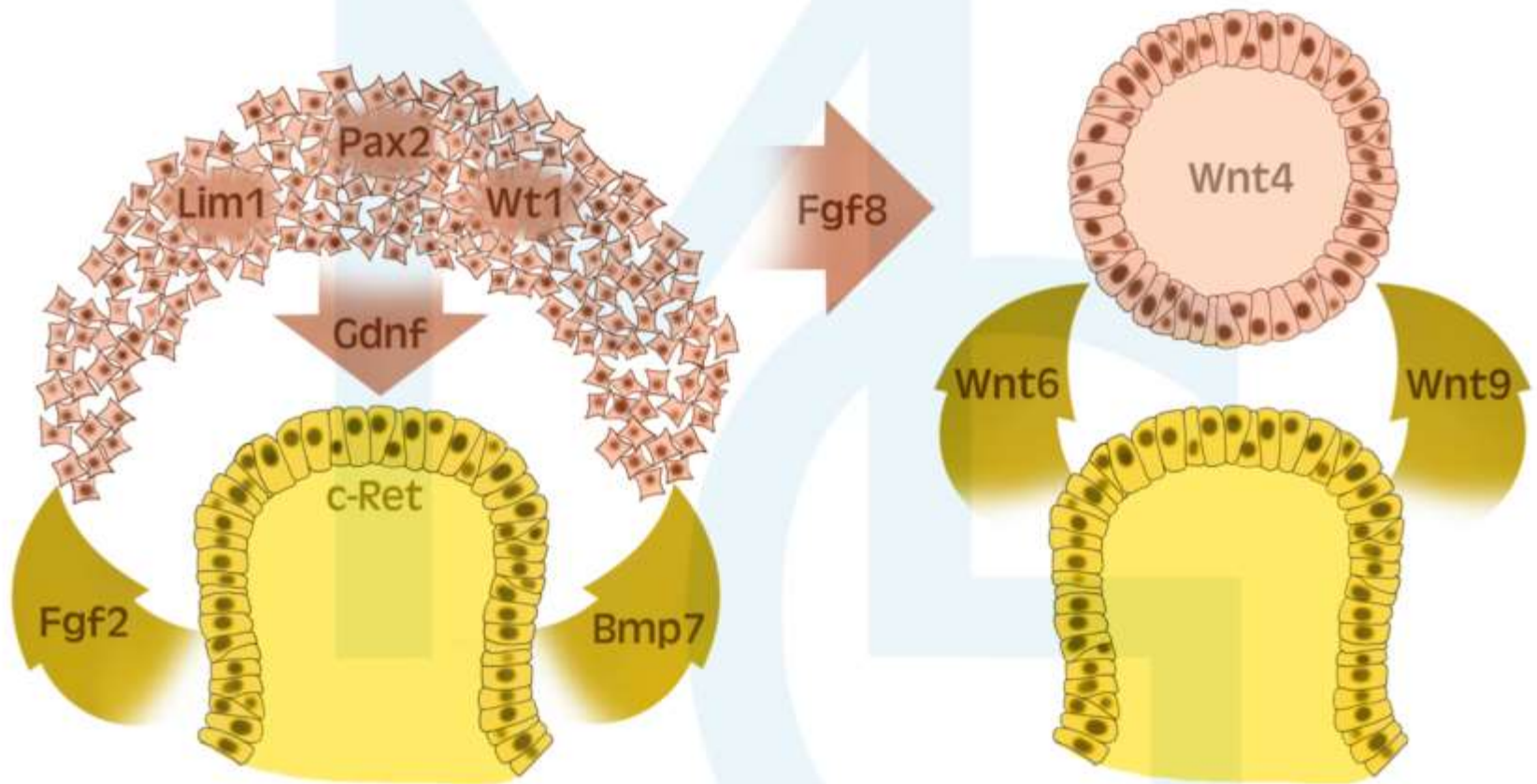
vzestup a rotace ledvin

vývoj cévního zásobení ledvin

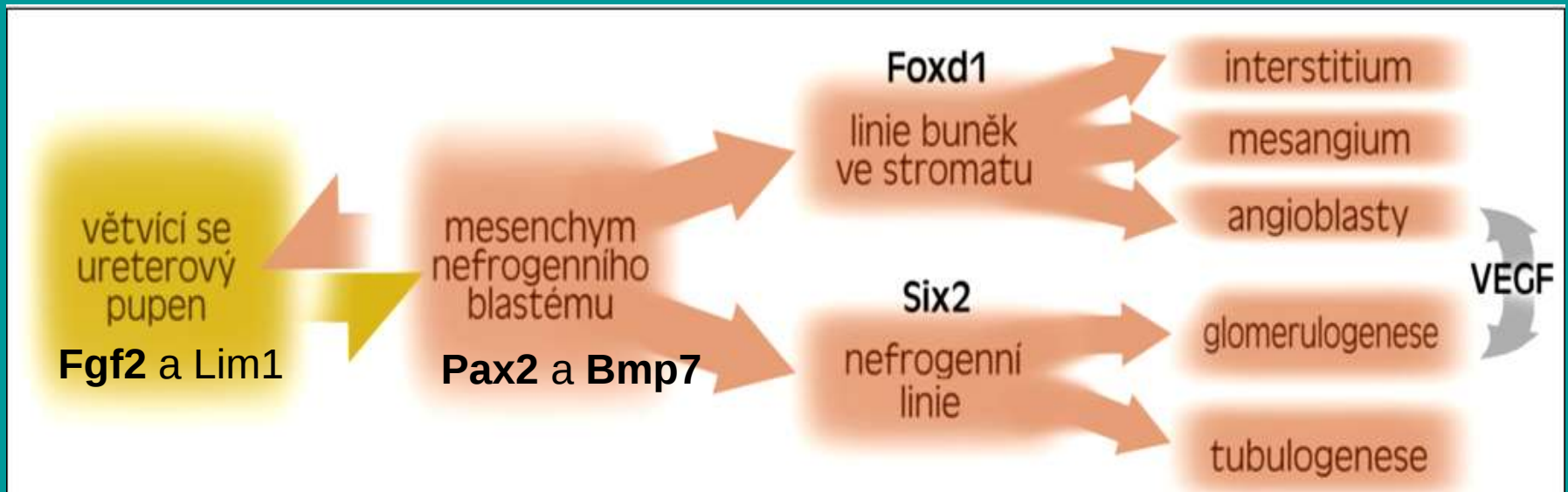
vývoj močového měchýře a močové trubice

Vylučovací systém se vyvíjí z intermediálního mesodermu





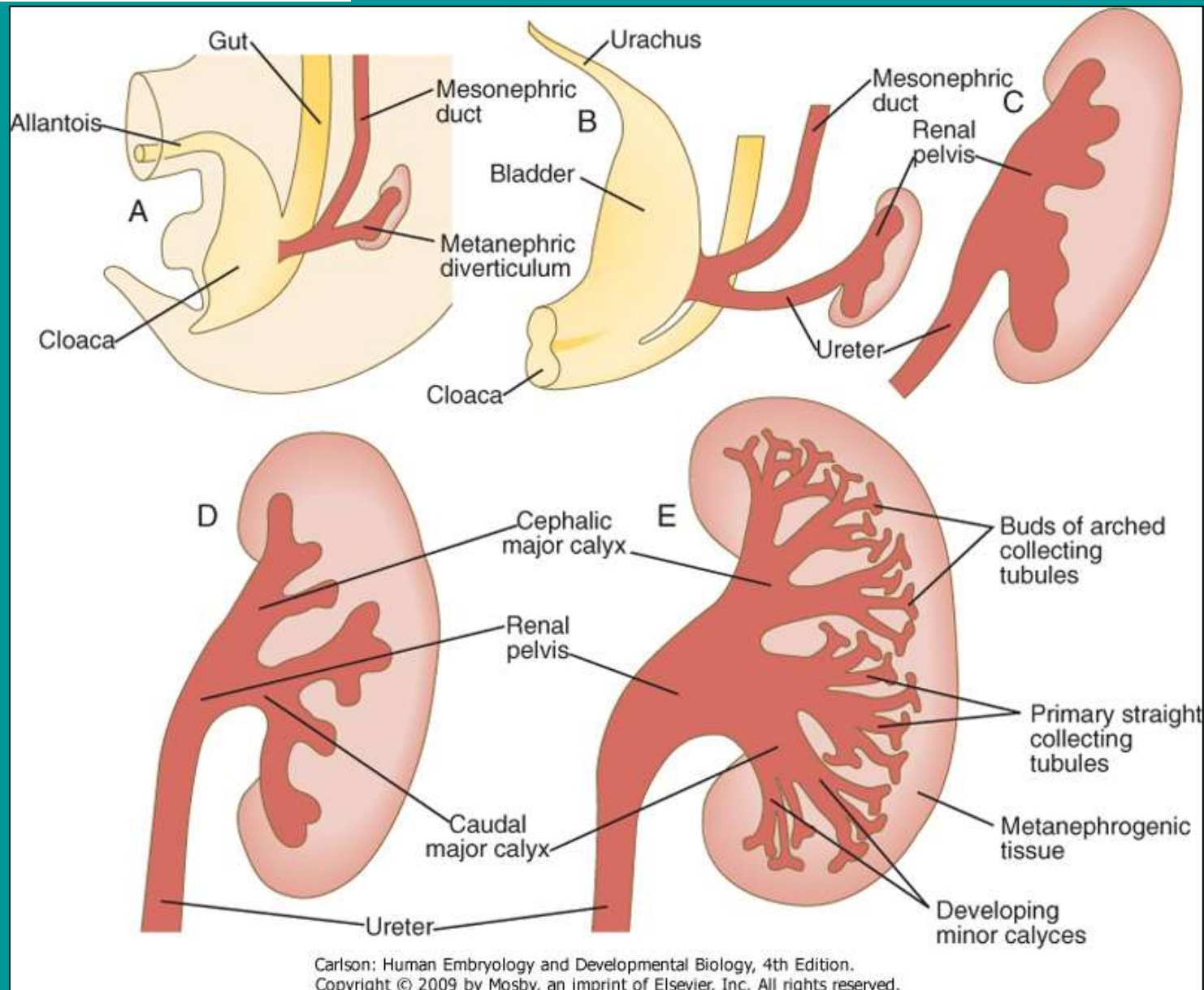
Signální molekuly a transkripční faktory, které se za nefrogeneze podílejí na interakci ureterového pupene a nefrogenního blastému (hnědě)



NEFROGENESE je výsledkem interakce mezi ureterovým pupenem (signální molekuly **Fgf2** a **Lim1** a vzápětí **WT1**) a mesenchymem nefrogenního blastému (transkripční faktory **Pax2** a **Bmp7**).

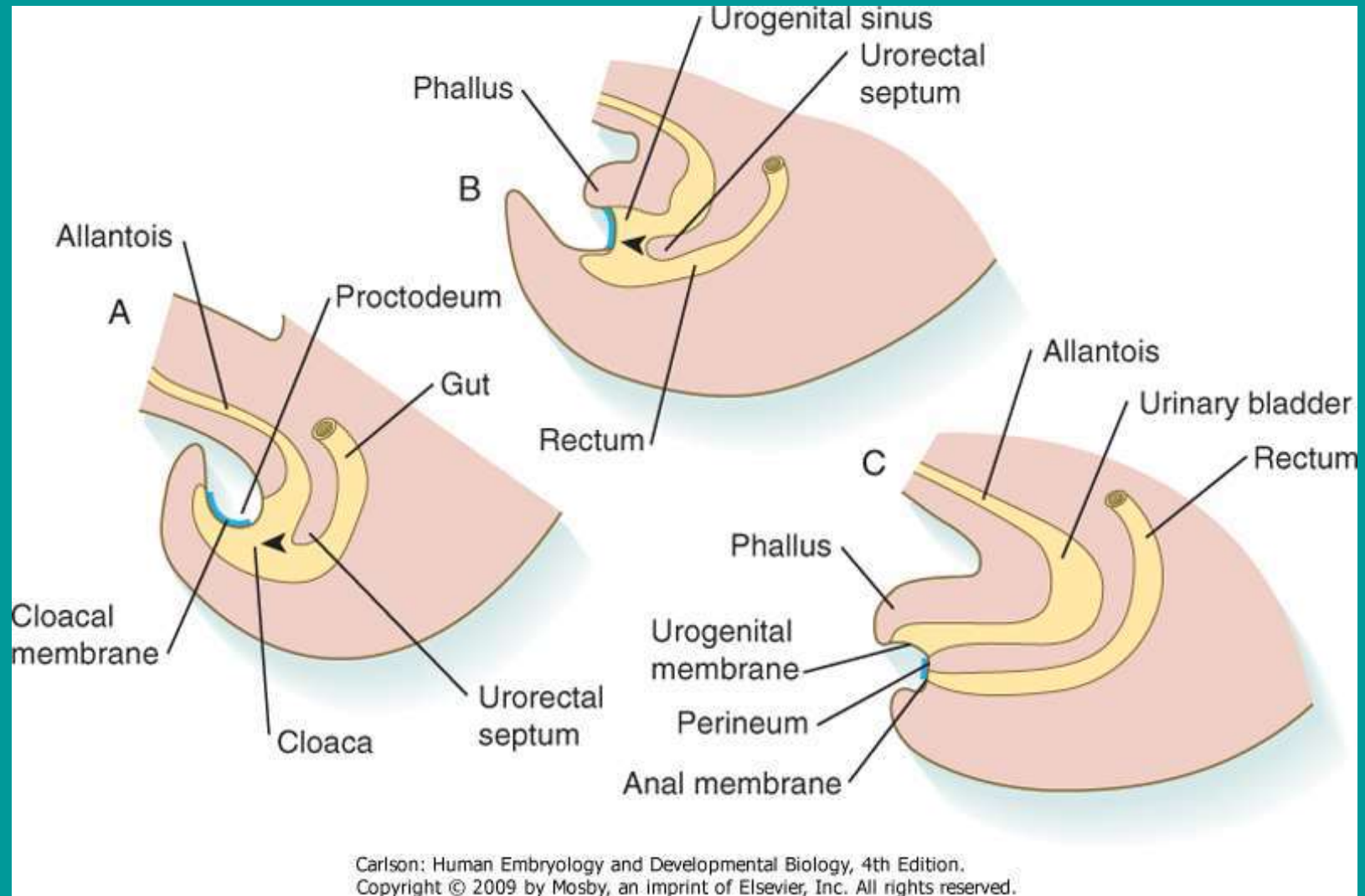
Z ureterového pupenu vzniká v ledvině výstelka odvodných cest od sběracích kanálků až po ductus papillares.

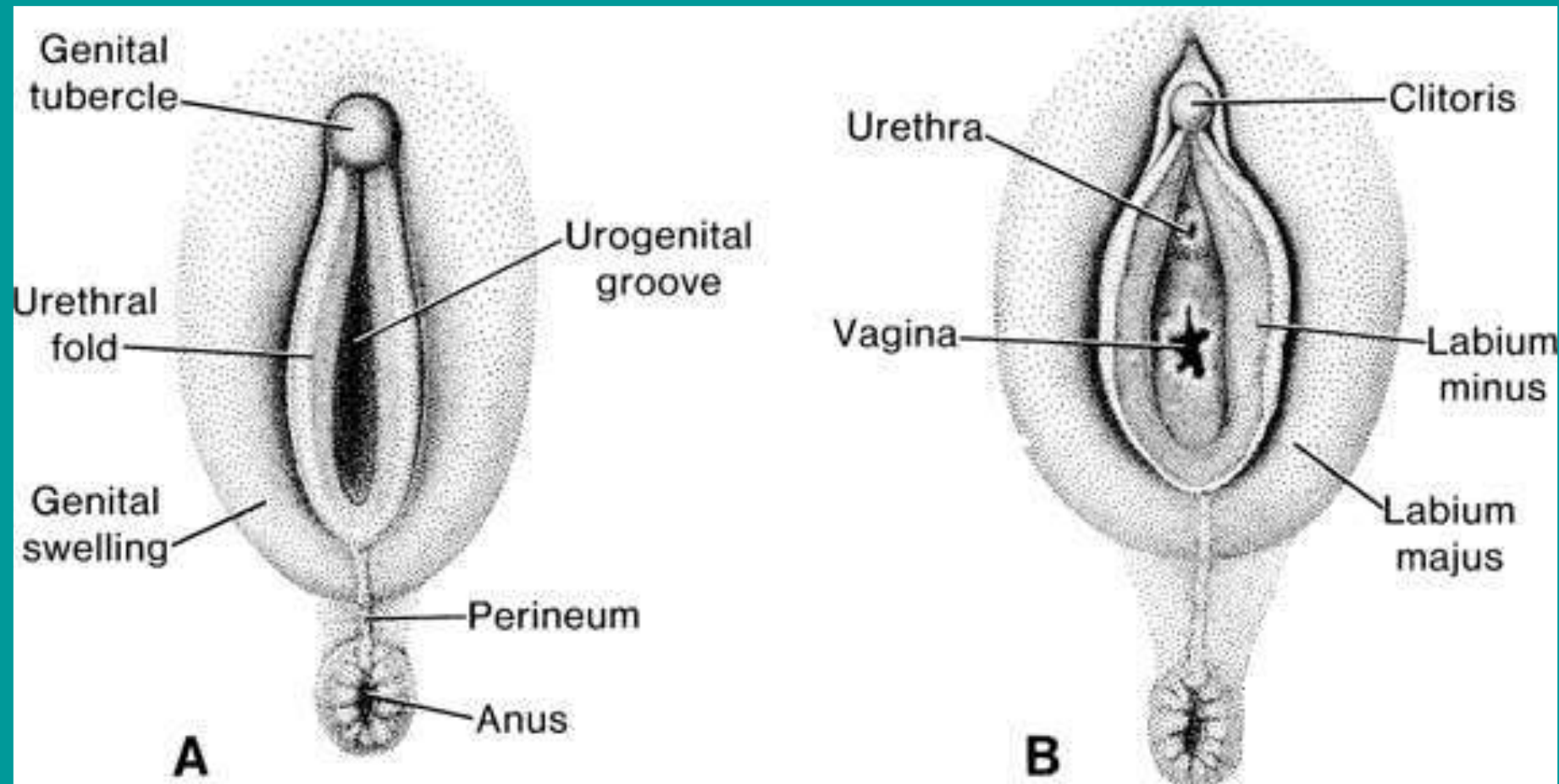
Z nefrogenního blastému vznikají nefrony a kapilární řečiště. Jedna linie vzniká pod vlivem transkripčních faktorů **Foxd1** a druhá pod vlivem **Six2**. Prekusory podocytů secernují **VEGF**, který se podílí se na tvorbě kapilárních klíčků glomerulů

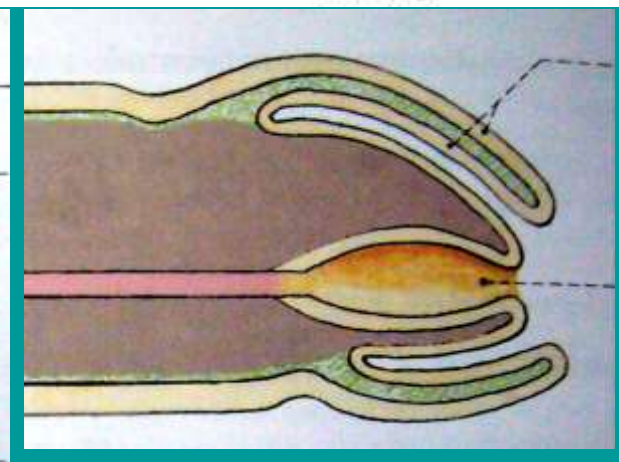
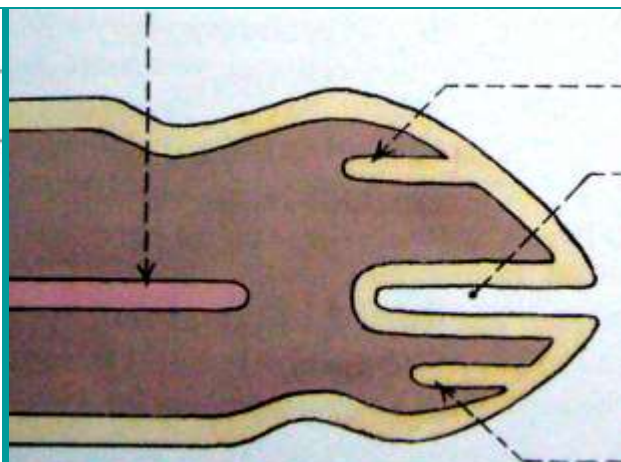
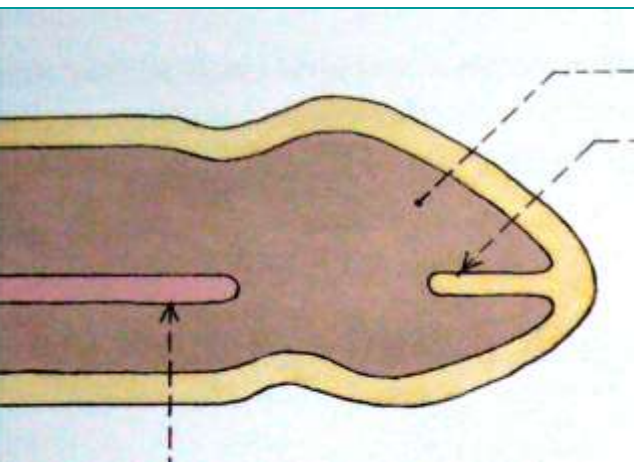
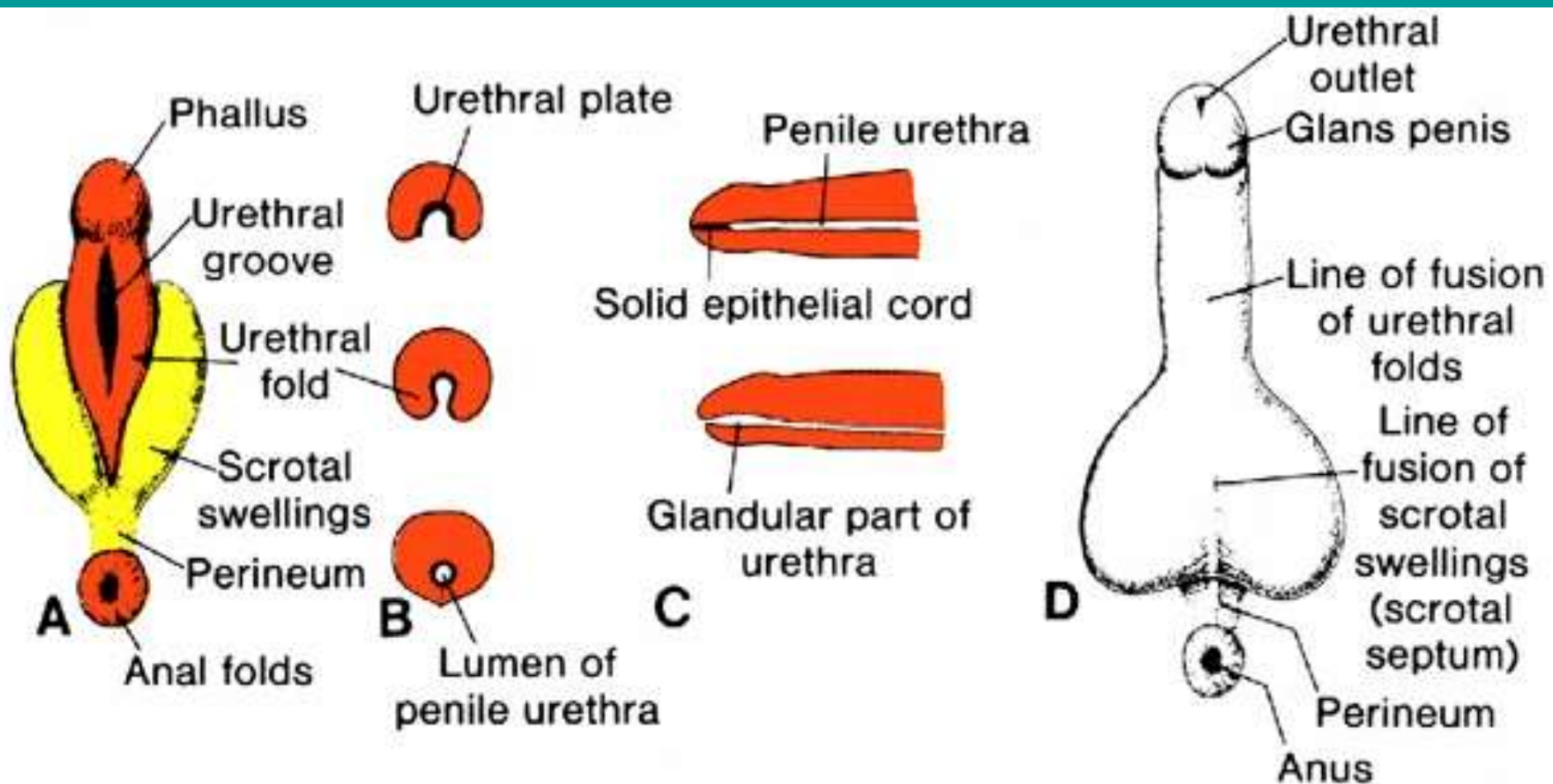


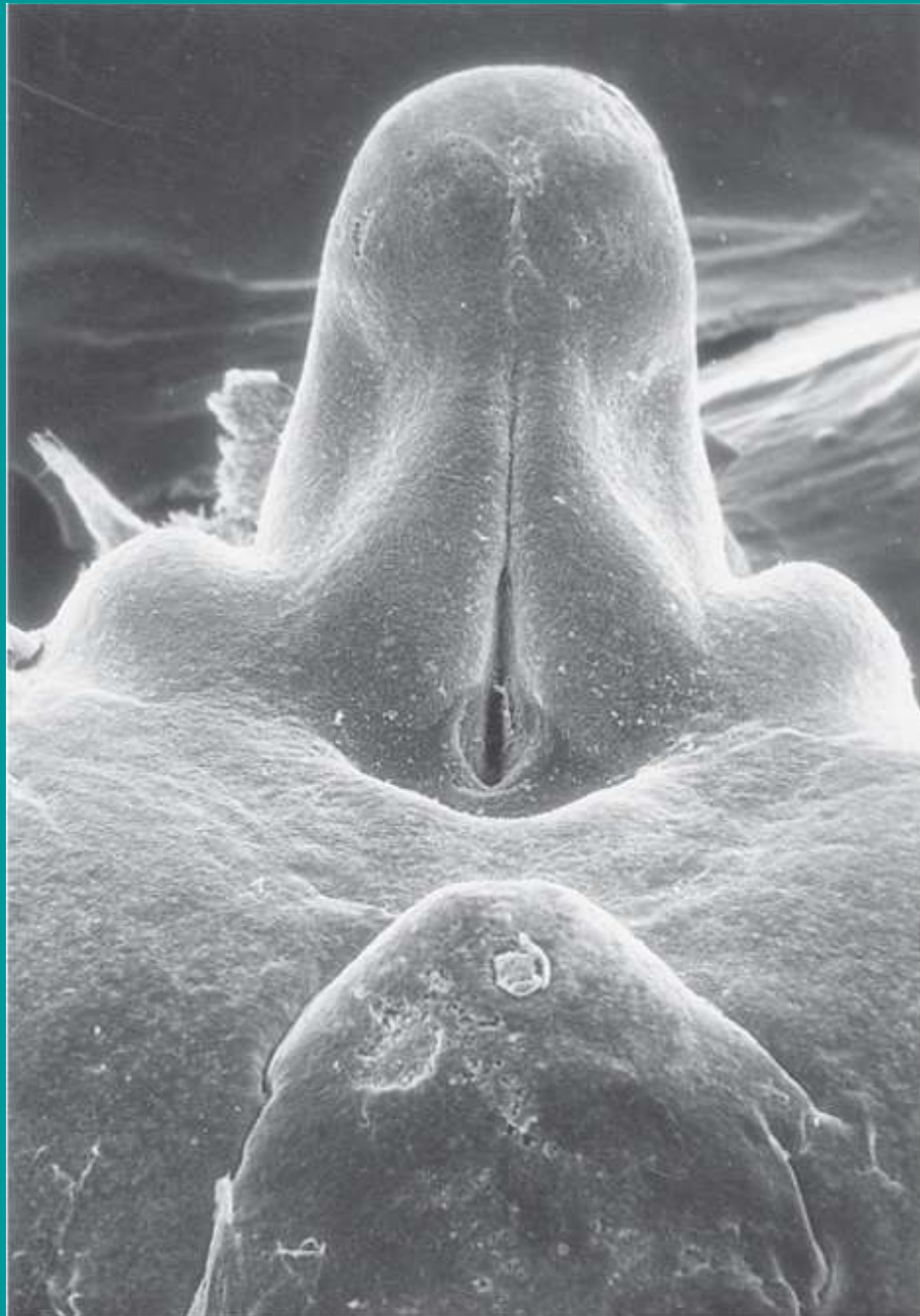
Vznik pánvičky a kalichů.

Kloaka, sinus urogenitalis, močový měchýř, urethra

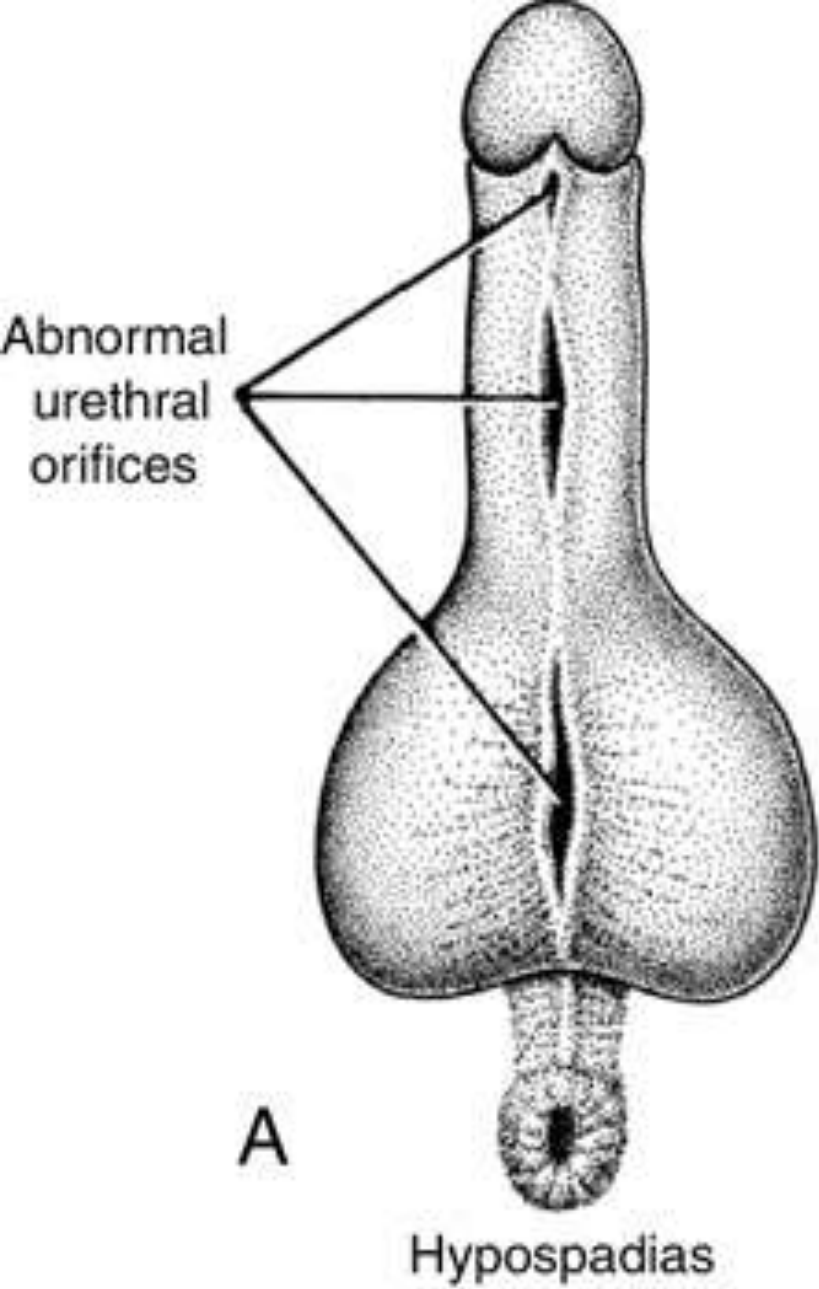


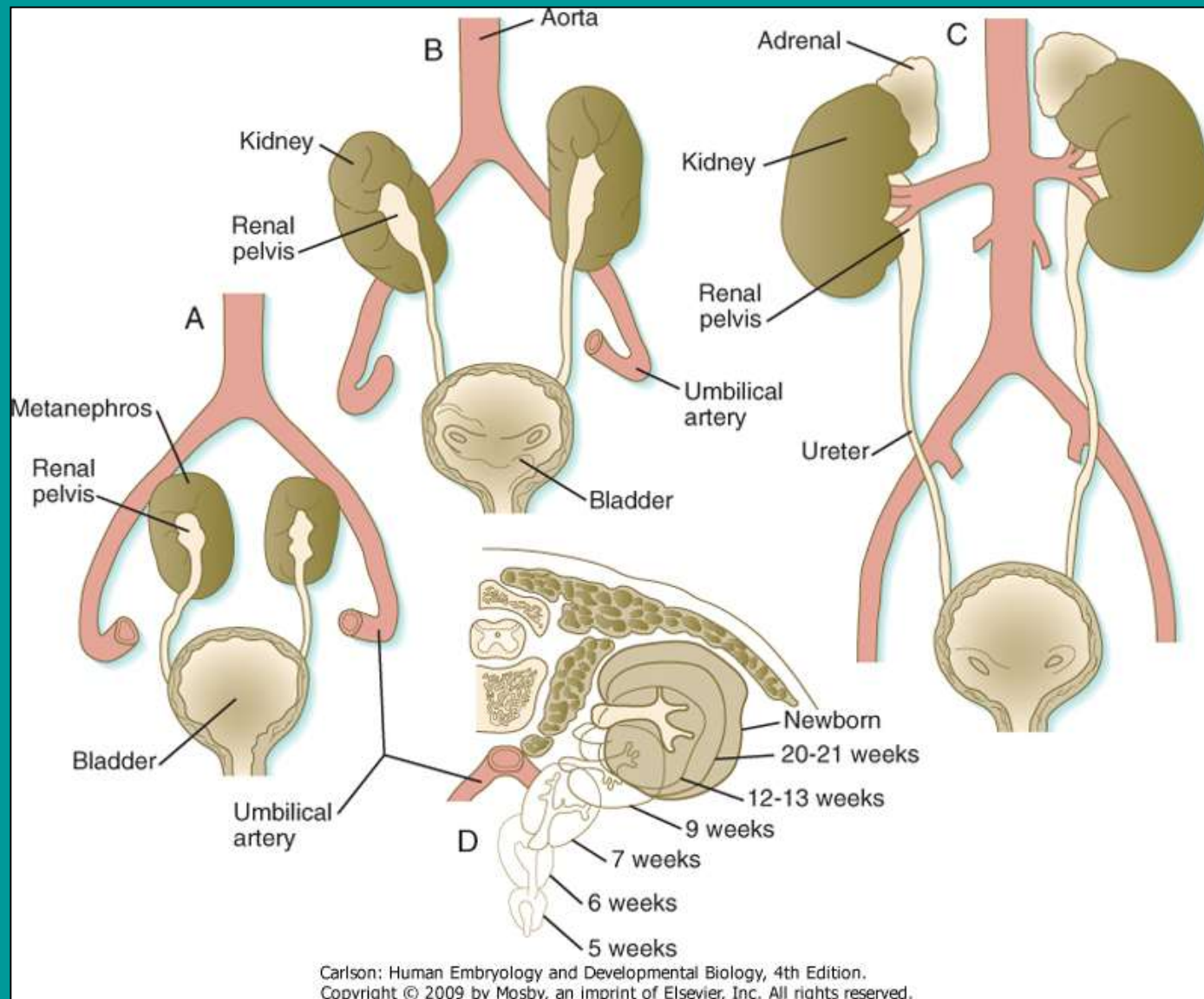




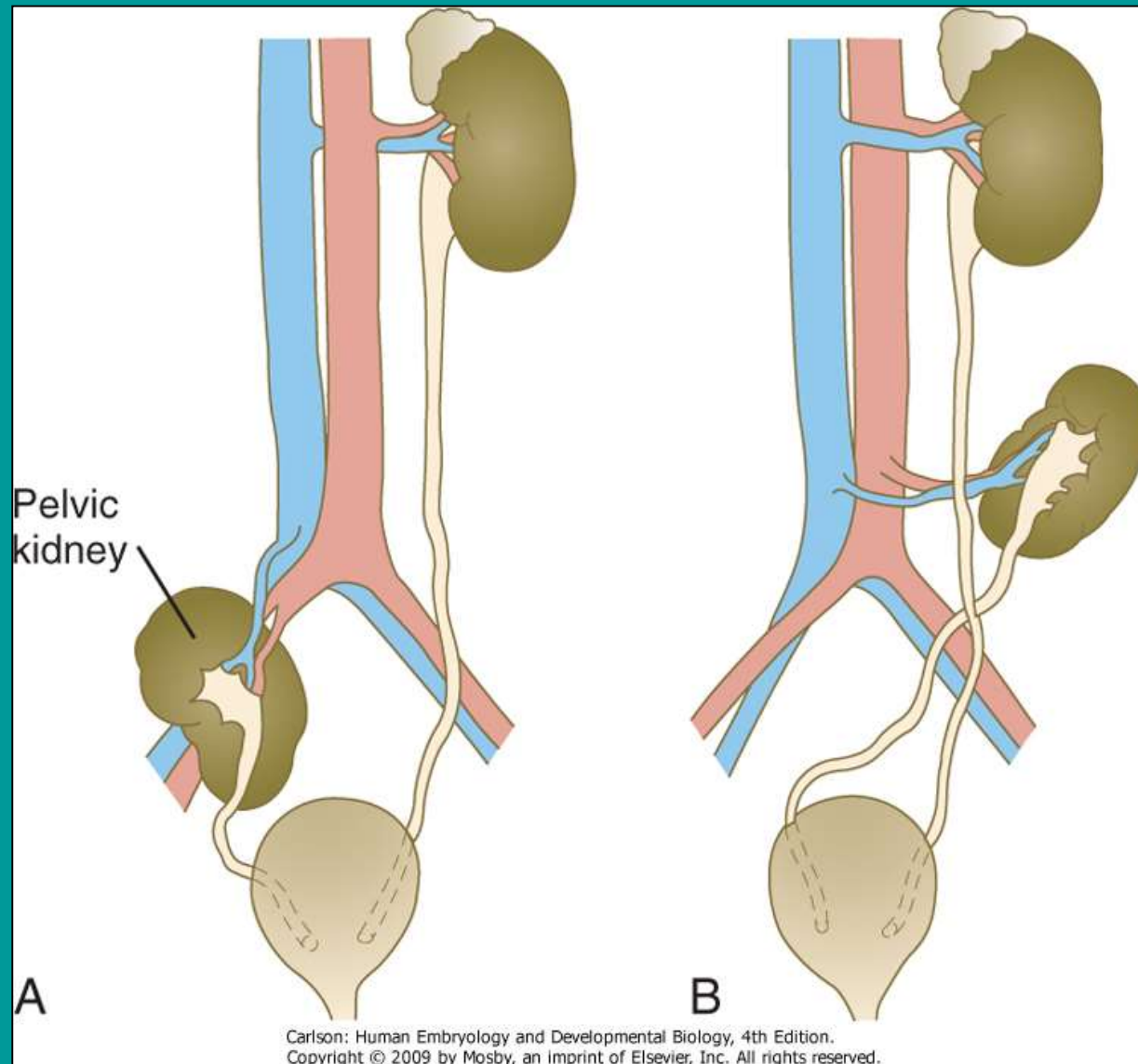


Carlson: Human Embryology and Developmental Biology, 4th Edition.
Copyright © 2009 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

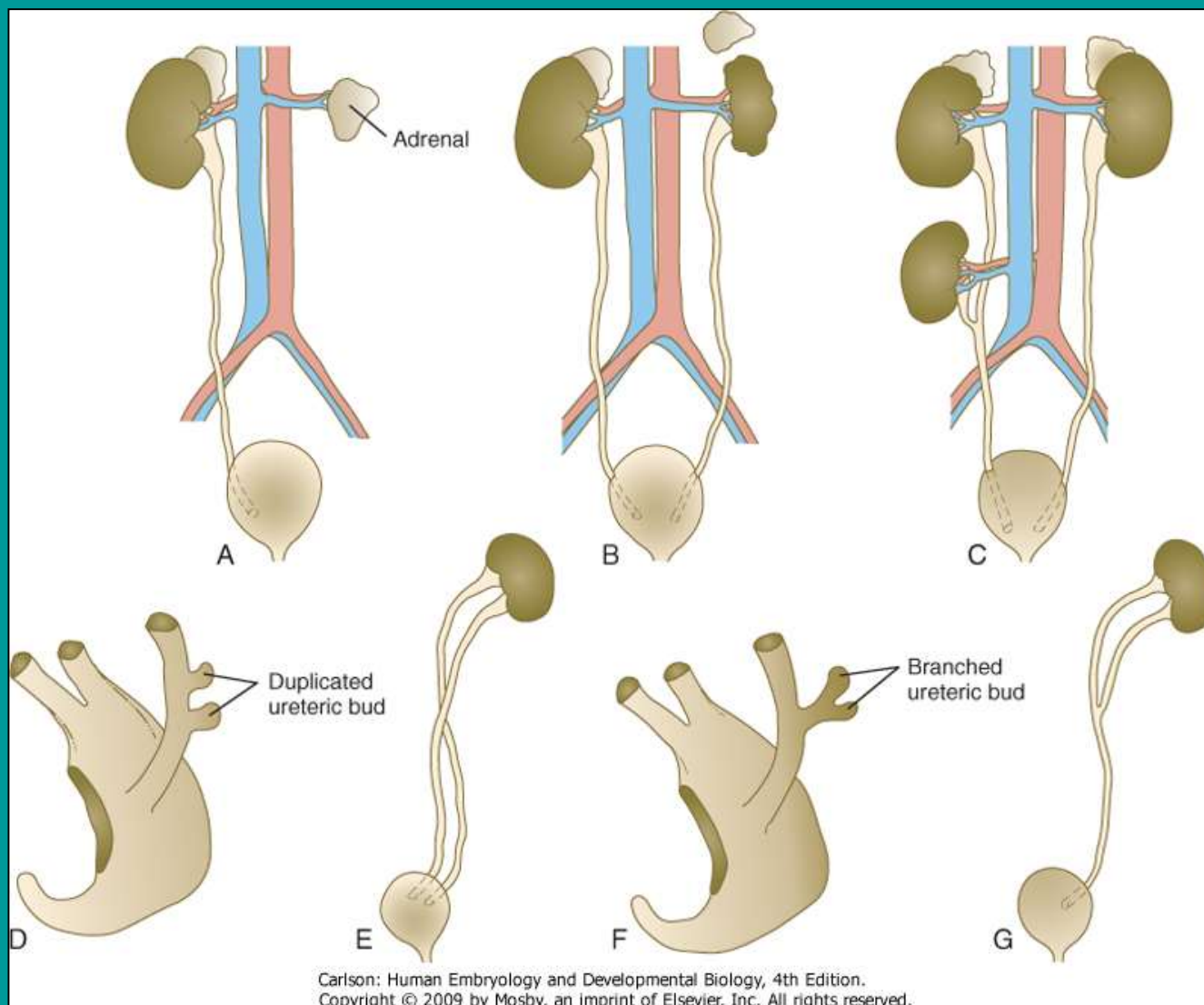




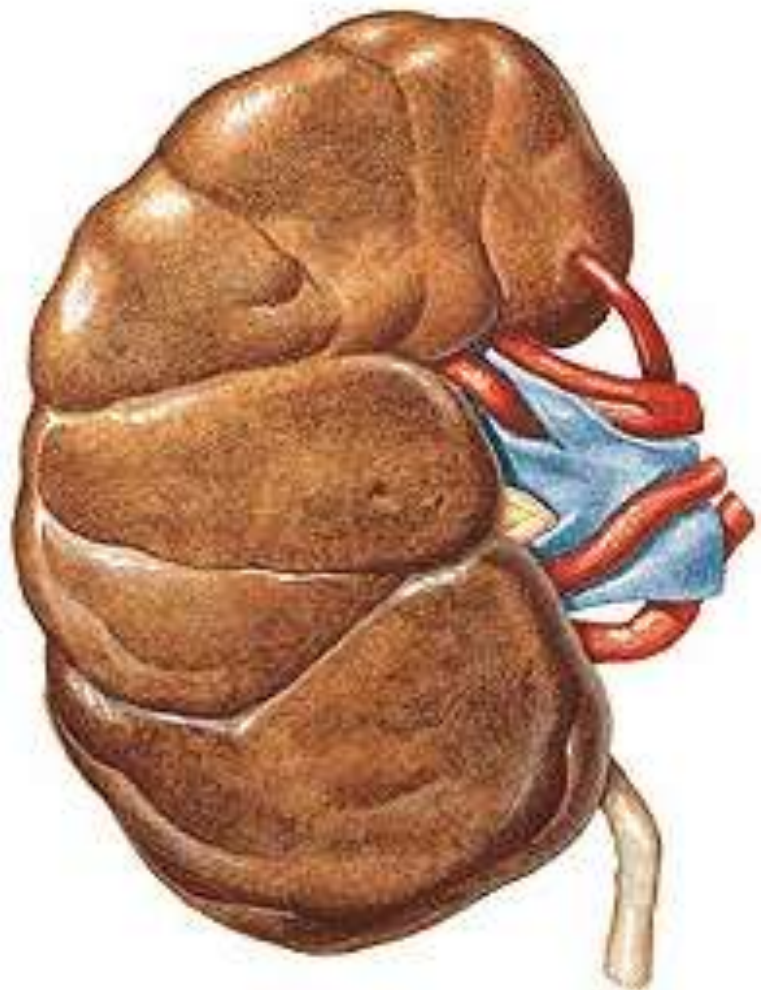
Migrace ledvin z pánve do lumbální krajiny



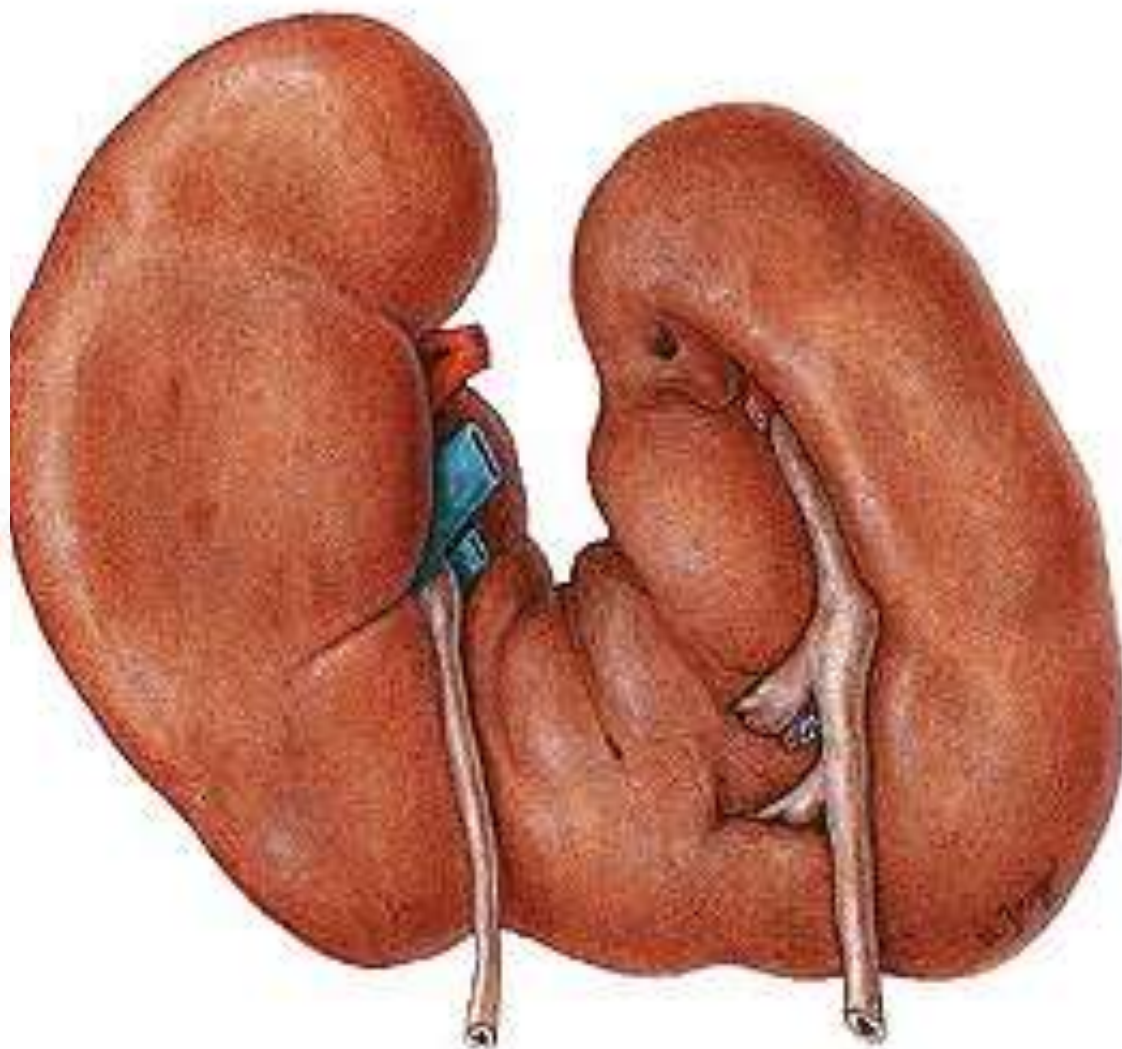
Migrační defekty ledviny. A Pelvic kidney. B Crossed ectopia.



Příklady různých anomálií vývoje ledvin.



Renculisace



Podkovovitá ledvina

Doporučená literatura:

Čihák R: Anatomie 2, Grada 2002, (3. vydání 2013)
Grim, M., Druga, R. et al: *5. Anatomie krajin těla*. Praha, Karolinum, Galén, 2010;
Grim, M., Druga, R: *3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém*, Praha, Karolinum, Galén, 2005,
Lüllmann-Rauch R.: Histologie, překlad 3. vydání , Grada 2012
Sadler T. W: Langmanova lékařská embryologie, překlad 10. vydání , Grada 2011,
Junqueira's Basic Histology 12th Edition, 2010

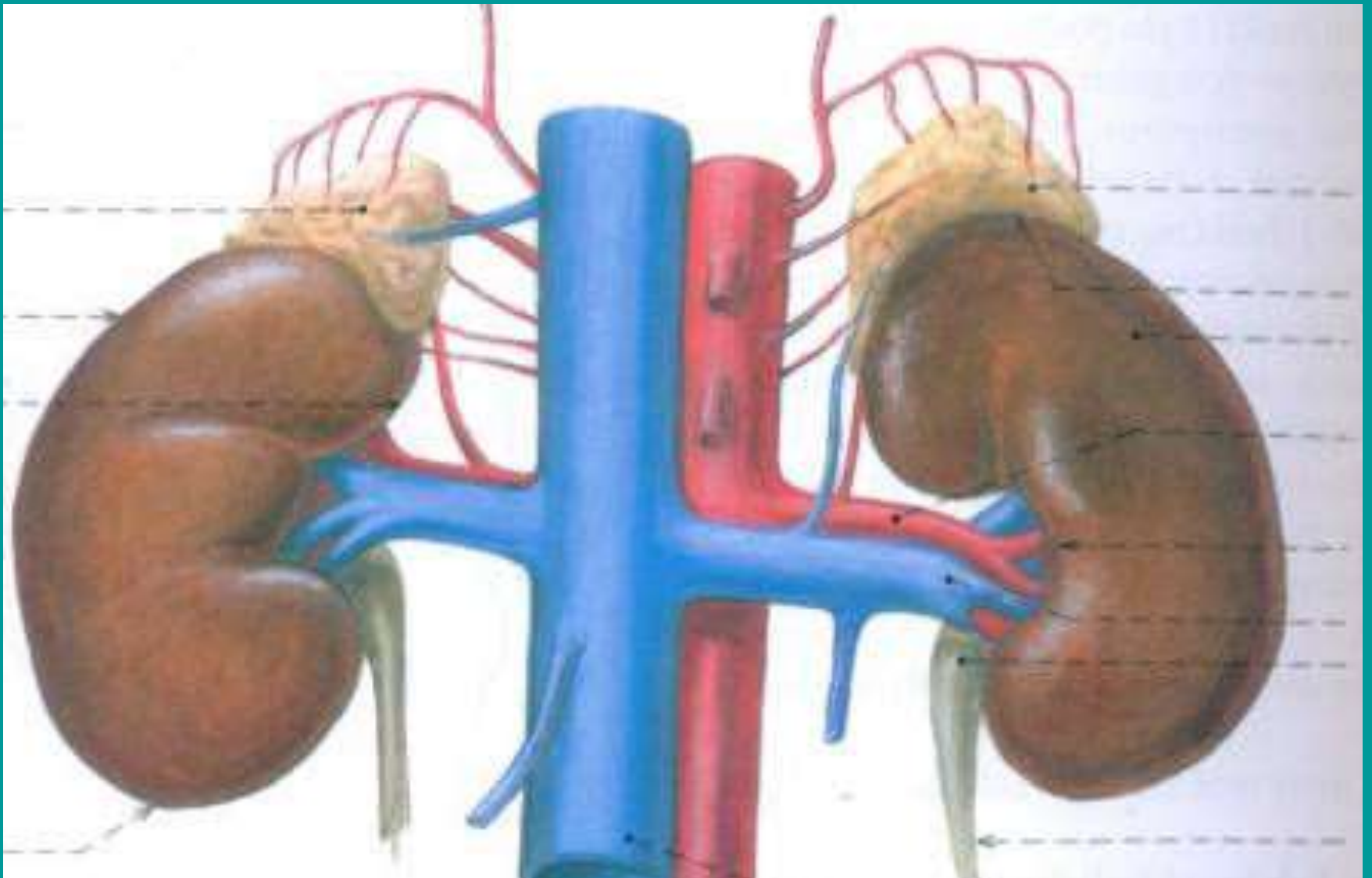
Zdroje ilustrací:

Gray's Anatomy,
Sobottův atlas anatomie člověka, Grada, 2007
Grim, Druga: Základy anatomie, 5. díl
Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie I., II.
Carlson, B.M.: Human Embryology and Developmental Anatomy, 2009, archiv autora

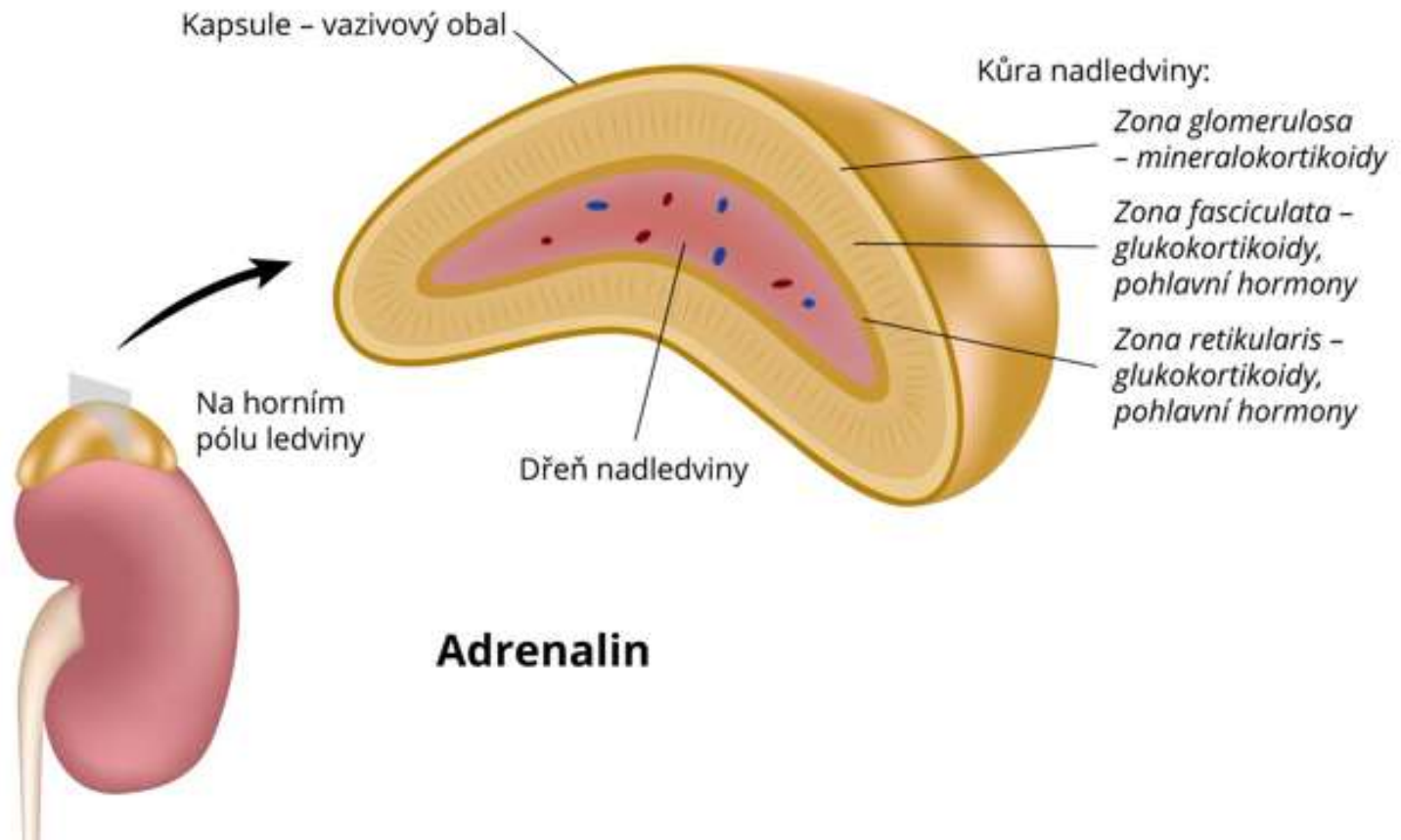
Glandula suprarenalis, nadledvina

- Párová endokrinní žláza
- Sdružuje dva orgány: **kůru** (z mesodermu splanchnopleury a dřeň (z buněk neurální lišty)
- nasedá na horní póly ledvin ve výši Th 11
hmotnost 6-12g
- zezadu naléhá na bránici,
- je fixována k renální fascií, při ren migrans zůstává in situ

Cévy nadledviny



Nadledvina – glandula suprarenalis



Kůra pochází z mesodermu splanchnopleury

děli se na

zona glomeruloza - minralokortikoidy

aldosteron

zona fasciculata - glukokortikoidy

kortisol, kortikosteron

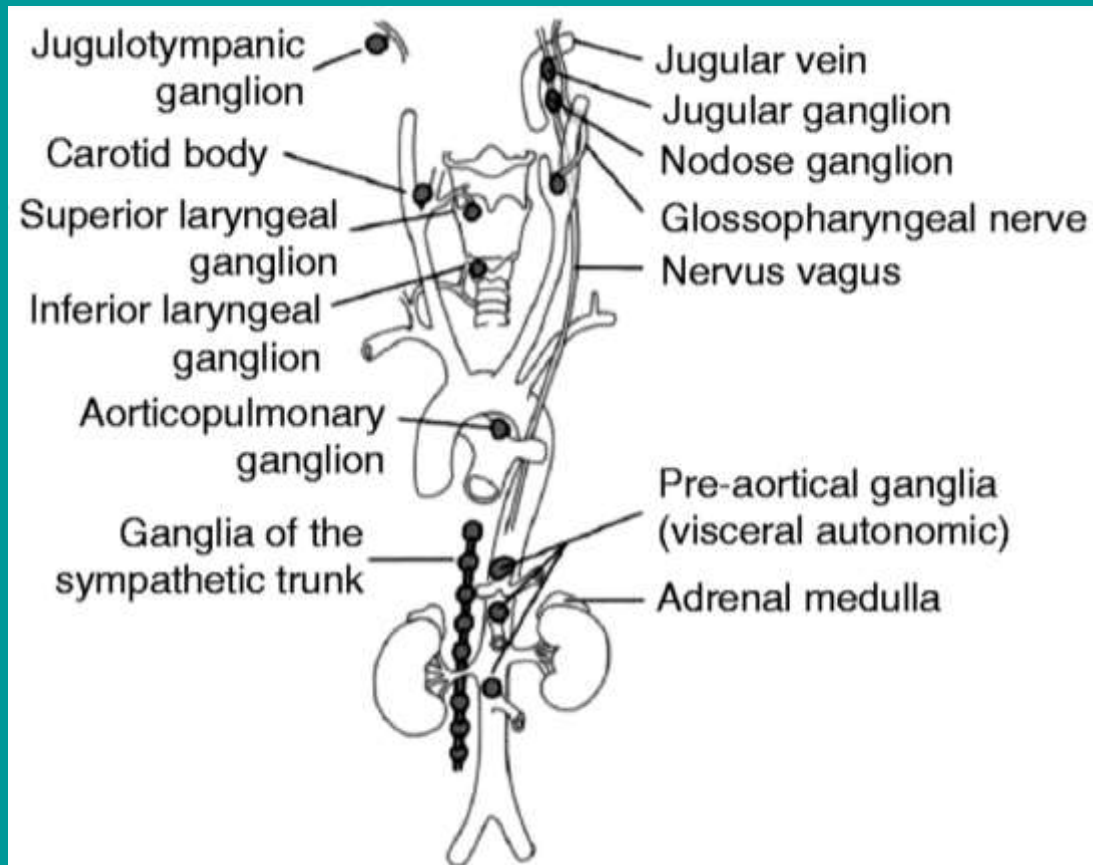
zona reticularis – především androgeny

anabol. a pohl. h.

Dřeň z buněk neurální lišty

Adrenalin noradrenalin

Paraganglia



Paraganglia – uzlíky různé velikosti (několik mm) – v blízkosti cév, autonomních nervů a symp. ggl. – je to tkáň podobná tkáni dřeni nadledvin - skupiny chromaffiních neurosecretory buněk z neurální lišty