

Lezione __
App. Urinario

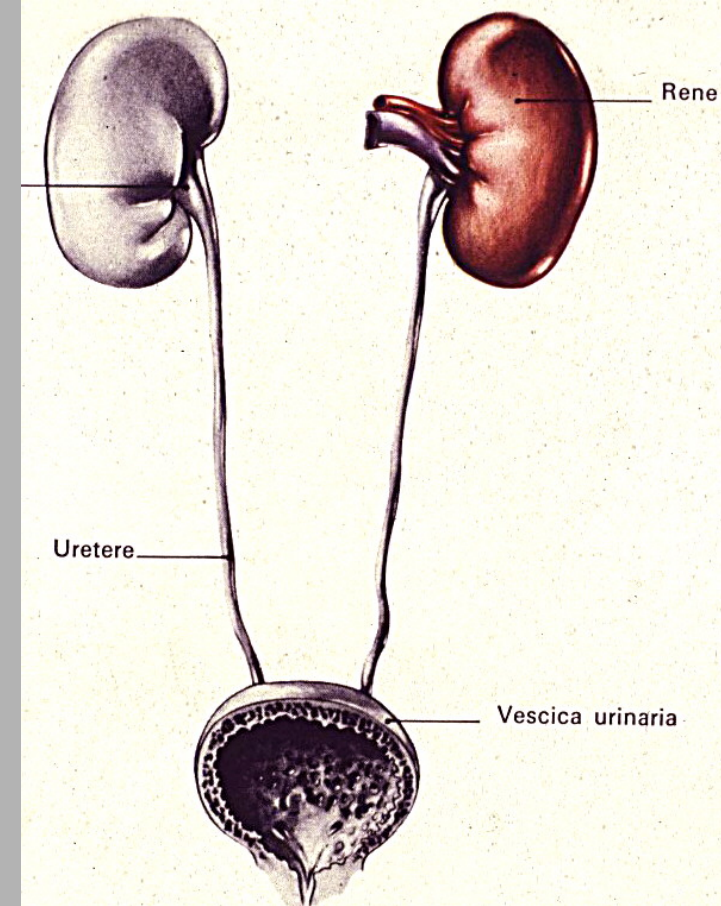
Costituzione

Ren: Filtrazione del sangue dai cataboliti
e produzione dell'urina

Vie urinarie: calici + pelvi + uretéri
+ vescica + uretra: raccolta ed
eliminazione dell'urina

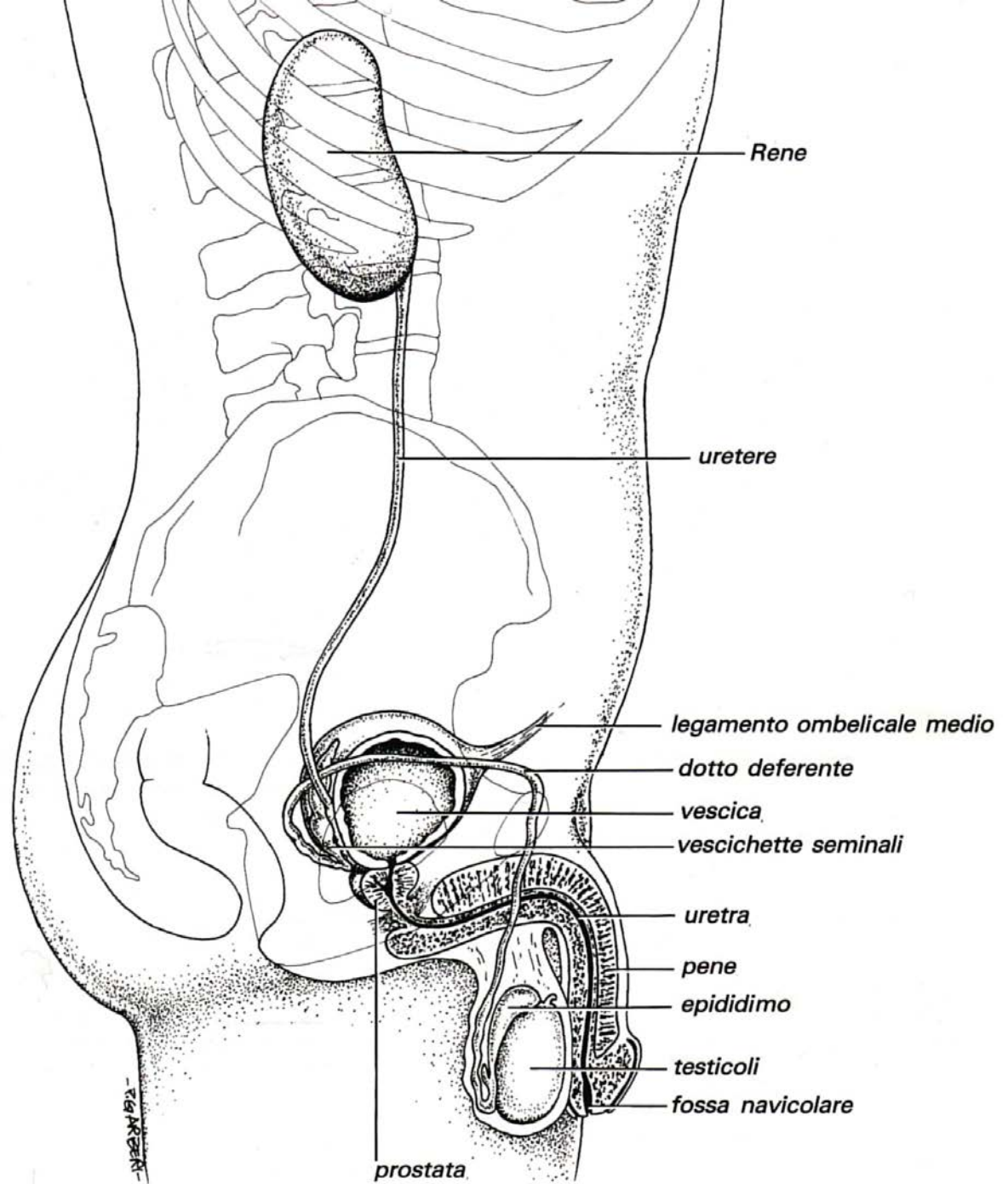
Funzioni

1. Eliminazione delle scorie azotate dell'organismo
2. Regolazione volume e composizione chimica del sangue (mantenimento equilibri idro-salino e acido-base)
3. Produzione enzimi (Renina → regolaz. pressione sanguigna)
4. Produzione ormoni (Eritropoietina → produzione eritrociti da parte del midollo osseo)



**Punti di repere:
Da T12 a L3**

**Differenze tra
maschio e femmina**

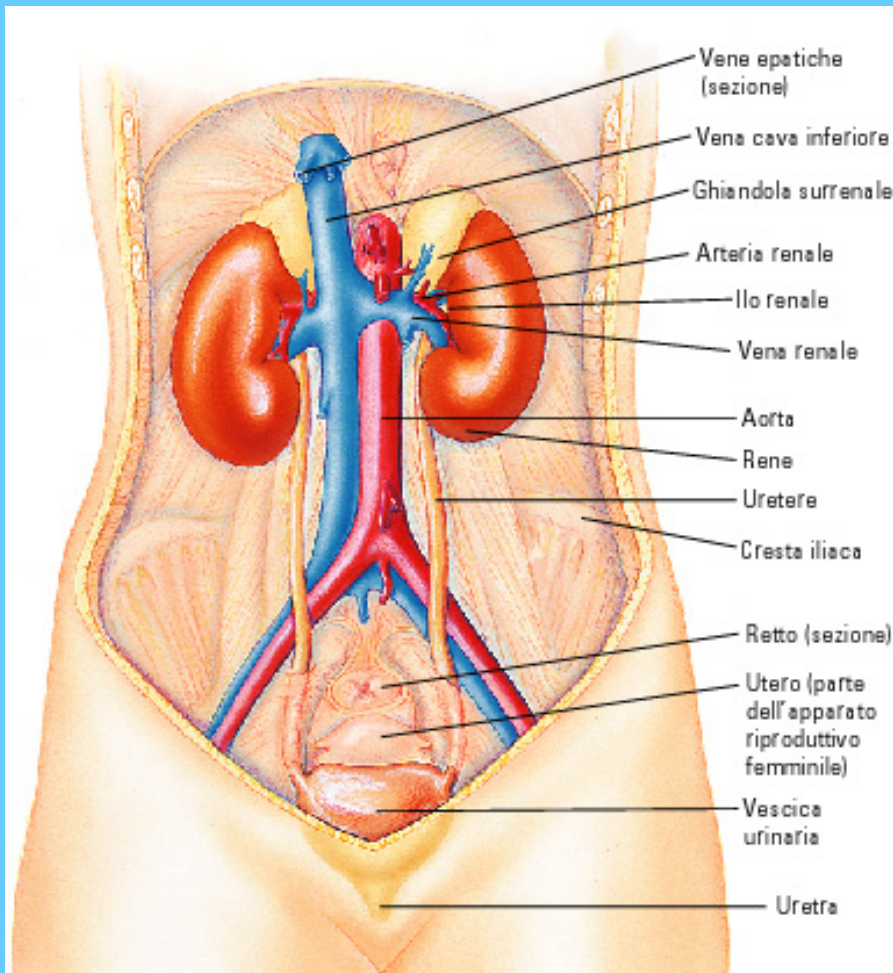


RENE

- due organi simmetrici (dx + sx) posti nella cavità addominale nella regione lombare superiore (da T12 a L3), retroperitoneali, addossati alla parete posteriore, ai lati della colonna vertebrale
- colore rosso scuro, peso 170 g, forma a fagiolo appiattito (cm 12x3x6)
- faccia anteriore convessa, posteriore appiattita, margine laterale convesso, margine mediale concavo con l'ilo
- facce lisce, quella anteriore ricoperta dal peritoneo parietale, poli sup. e inf. arrotondati
- polo superiore sormontato dalla ghiandola surrenale
- margine mediale presenta profonda incisura o ilo del rene, delimitata da due labbri ant. e post.; l'ilo si continua in una cavità o seno del rene
- occupano la parte alta della fossa lombare, con il rene dx più in basso del sx di 2 cm, all'interno delle logge renali

I **reni** sono posti nella cavità addominale - regione lombare - addossati alla parete posteriore, ai lati della colonna vertebrale, in posizione retroperitoneale; il rene dx è leggermente più basso del sinistro.

sono **tenuti in loco** dalle connessioni vascolari, dalla pressione degli altri visceri, da una fascia connettivale (**fascia renale**) e da abbondante tessuto adiposo intorno (**capsula adiposa**) (→ ptosi renale)



(a)

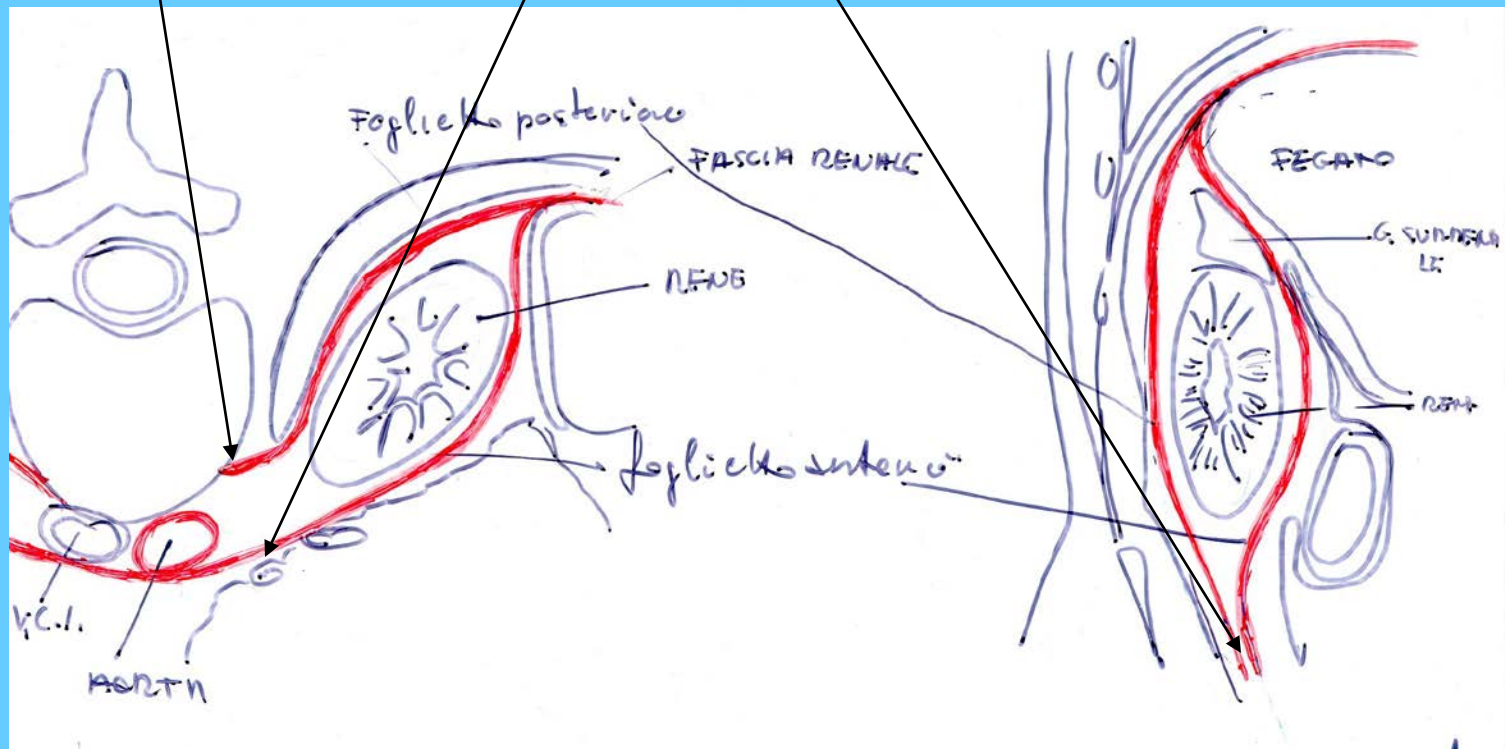


(b)

- **Loggia renale**: formata dallo sdoppiamento della **fascia renale**, la quale è una differenziazione della tonaca sottosierosa del peritoneo; questi lembi, uno anteriore e uno posteriore, passano davanti e dietro al rene, fondendosi superiormente ma non inferiormente.

- sotto la loggia resta aperta

- medialmente il foglietto posteriore si perde a ridosso della colonna vertebrale, mentre quello anteriore si continua con il controlaterale abbracciando la vena cava inferiore e l'aorta



Complesso fasciale renale

Il complesso fasciale renale è un insieme di foglietti sierosi che delimitano la sede del rene, definita come **zona perirenale**.

Tale complesso è costituito da **piani fasciali**, un tempo conosciute come **fasce renali**.

Emil Zuckerlandl descrive per primo una fascia posteriore nel 1883, ma non riconosce la porzione anteriore. Nel 1895 è Dimitrie D. Gerota a documentarne la presenza, usando egli stesso l'espressione **fascia di Zuckerlandl per indicare la parte fasciale renale posteriore**. Nonostante ciò, nella letteratura scientifica passata si è usata molto spesso l'espressione **fascia del Gerota per riferirsi all'intero complesso fasciale renale**.

Dodds, nel 1986 ha invece osservato come ognuna di queste fasce sia costituita in realtà da due foglietti sierosi mesoteliali accollati, con presenza, nel mezzo, di uno spazio virtuale, che può, in certi casi (es. raccolte fluide), riaprirsi. Per tal motivo si parla ora più frequentemente di piani fasciali renali.

I piani fasciali sono quindi così distribuiti:

Anteriormente al Gerota vi è il peritoneo posteriore, che passa anteriormente al colon, venendo quindi a distinguere lo spazio perirenale da quello pararenale anteriore.

Posteriormente, lo Zuckerlandl passa davanti al muscolo quadrato dei lombi e allo psoas e si inserisce sul rachide lombare, venendo a individuare lo spazio perirenale posteriore dallo spazio pararenale posteriore.

Lateralmente al corpo renale vi è il **piano combinato o piano trifasciale**, poiché costituito dai piani fasciali (**espandibili**) anteriore (**Gerota**), posteriore (**Zuckerlandl**) e laterale. Quest'ultima, conosciuta come **fascia lateroconale**, unisce i due piani fasciali anteriore e posteriore, i quali invece si inseriscono sulla parete addominale.

Superiormente, il complesso fasciale renale ingloba il surrene, comunque facilmente clivabile dal rene omolaterale grazie alla presenza della capsula adiposa renale.

La regione perirenale è aperta caudalmente.

Ptosi renale in caso grave anoressia



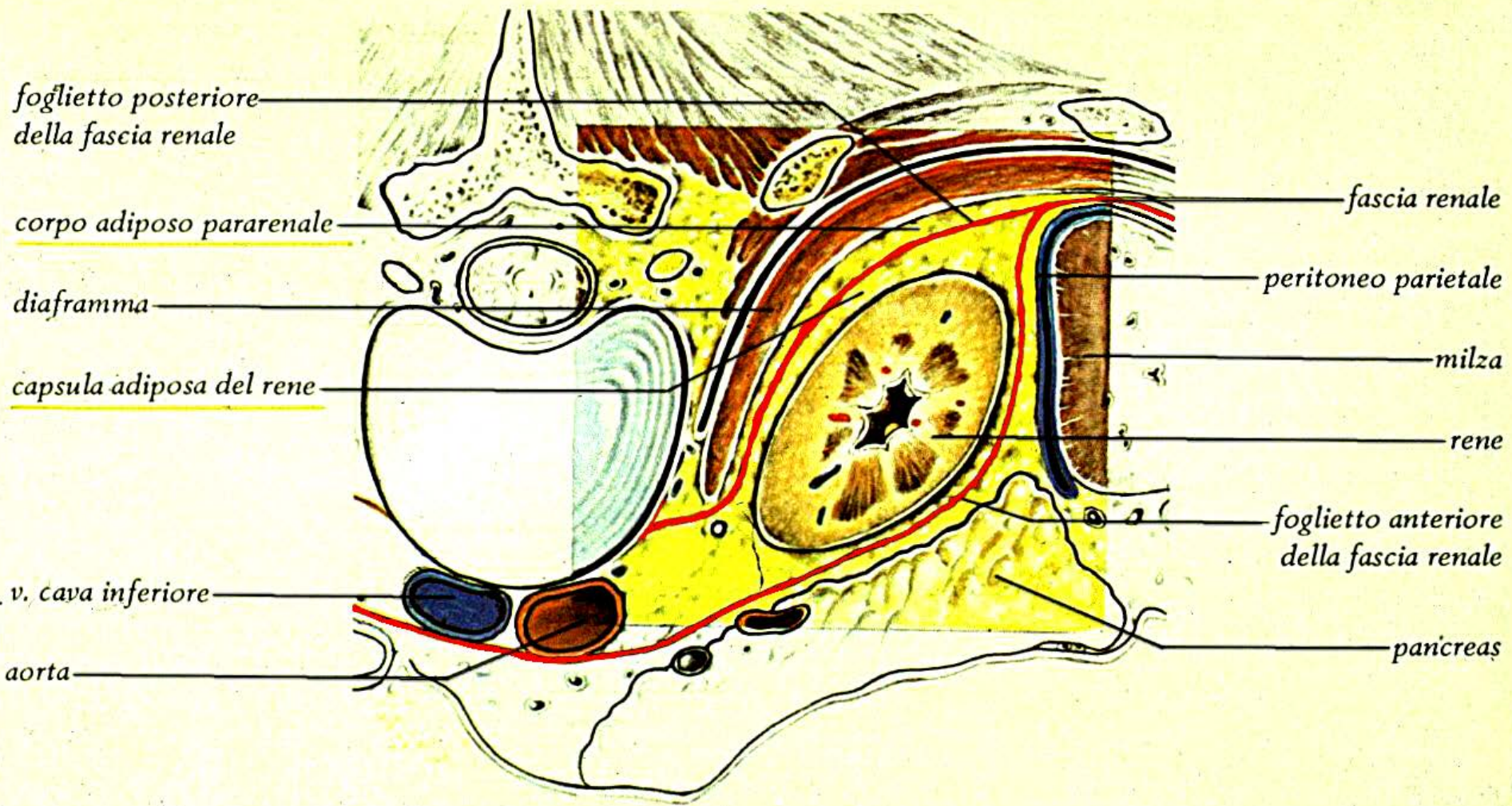
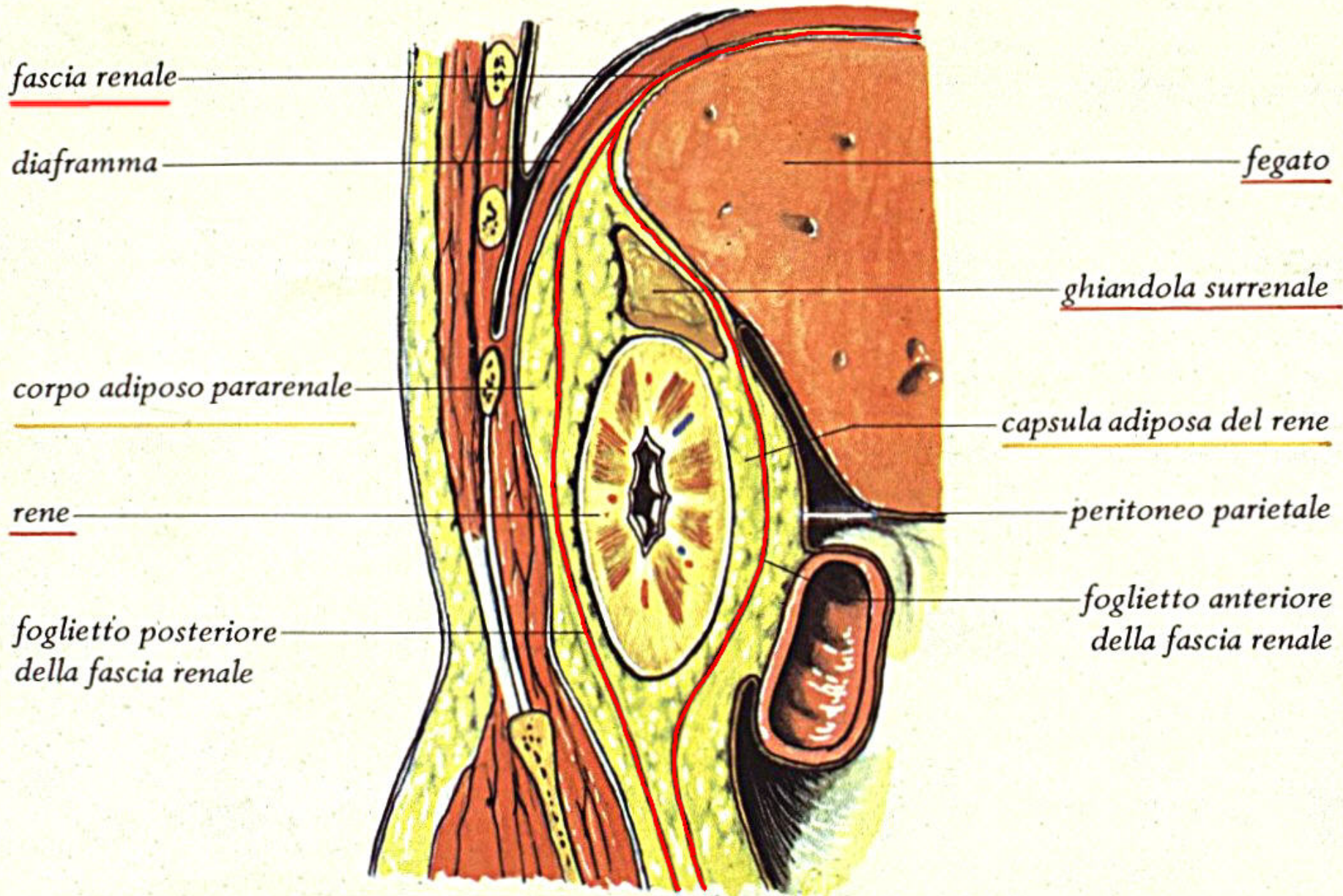
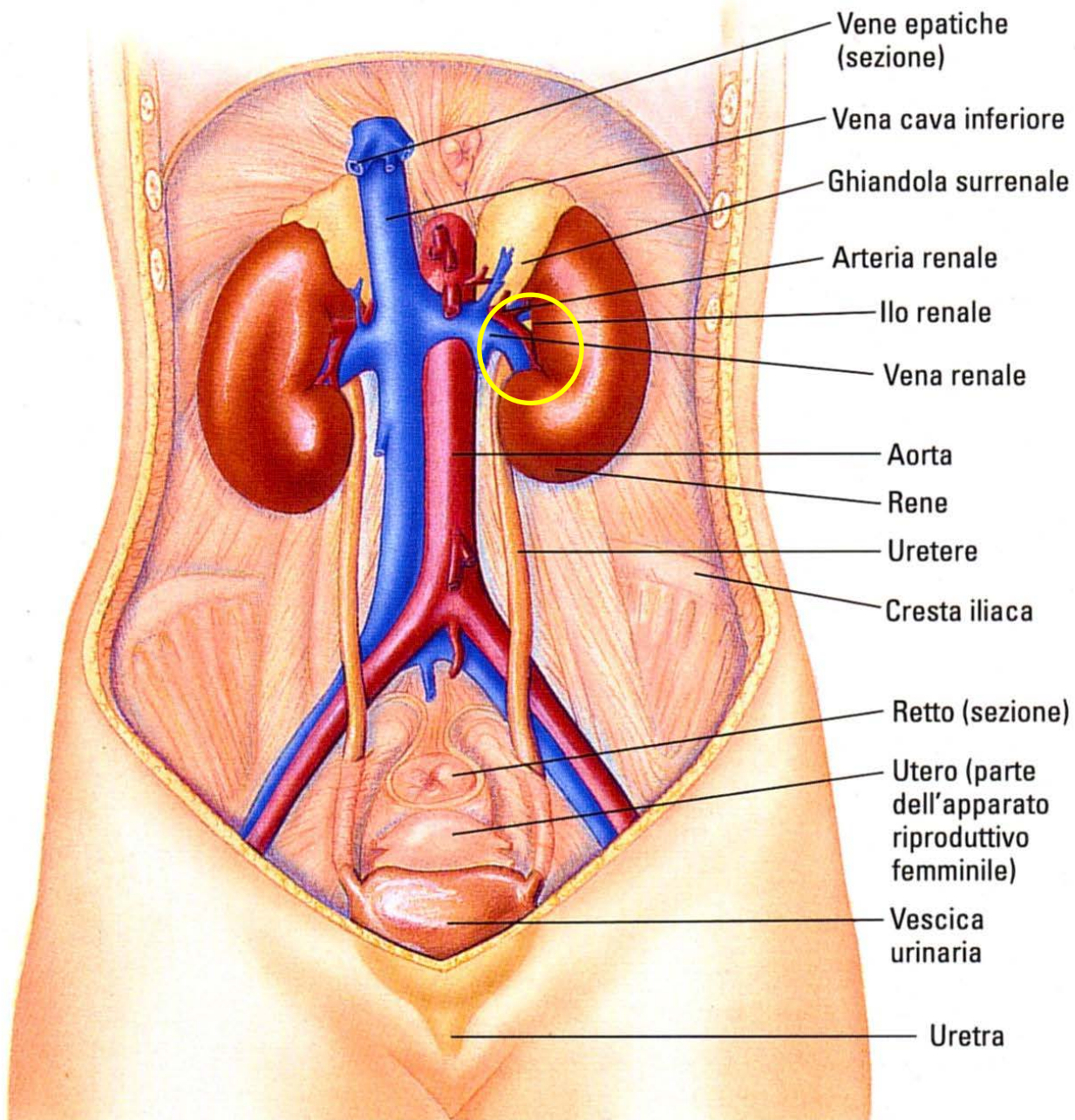


Figura 8.2. Loggia renale sinistra, vista in sezione orizzontale.

Sezione parasagittale





Al centro del margine mediale, in una depressione (seno renale) è situato l'ilo renale, attraverso cui passano

- uretere
- arteria e vena renali
- vasi linfatici
- nervi

e penetra all'interno la capsula fibrosa che riveste il seno renale

v. cavá inferiore

a. celiaca

diaframma

rene

pelvi renale

m. trasverso dell'addome

m. quadrato dei lombi

v. spermatica
interna destra

a. spermatica
interna destra

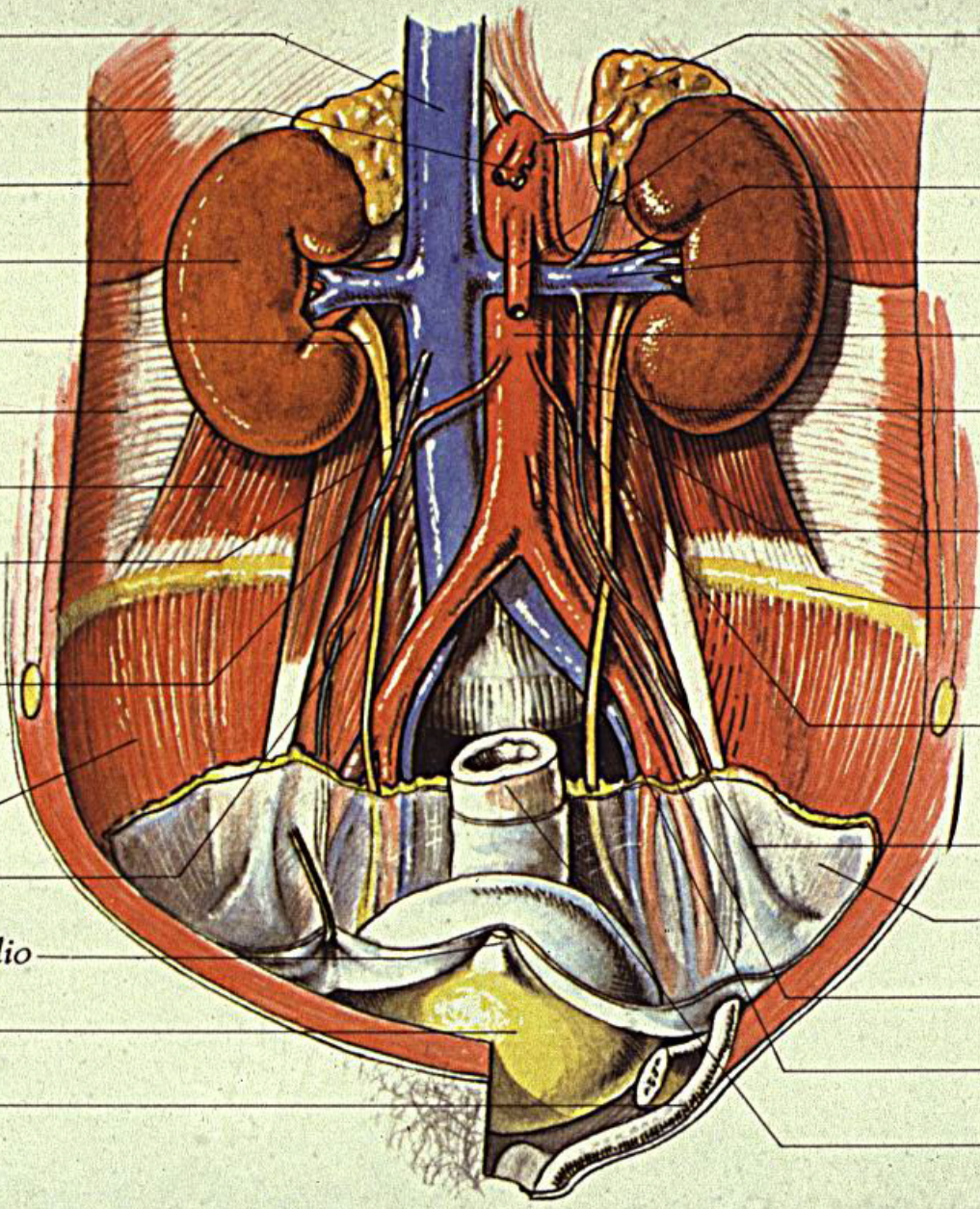
m. iliaco

m. grande psoas

legamento ombelicale medio

vescica urinaria

cordone spermatico



ghiandola surrenale

a. mesenterica superiore

a. renale

v. renale

aorta

v. spermatica
interna sinistra

uretere

cresta iliaca
dell'osso dell'anca

a. spermatica
interna sinistra

a. mesenterica inferiore

peritoneo parietale

a. iliaca comune

v. iliaca comune

colon pelvico

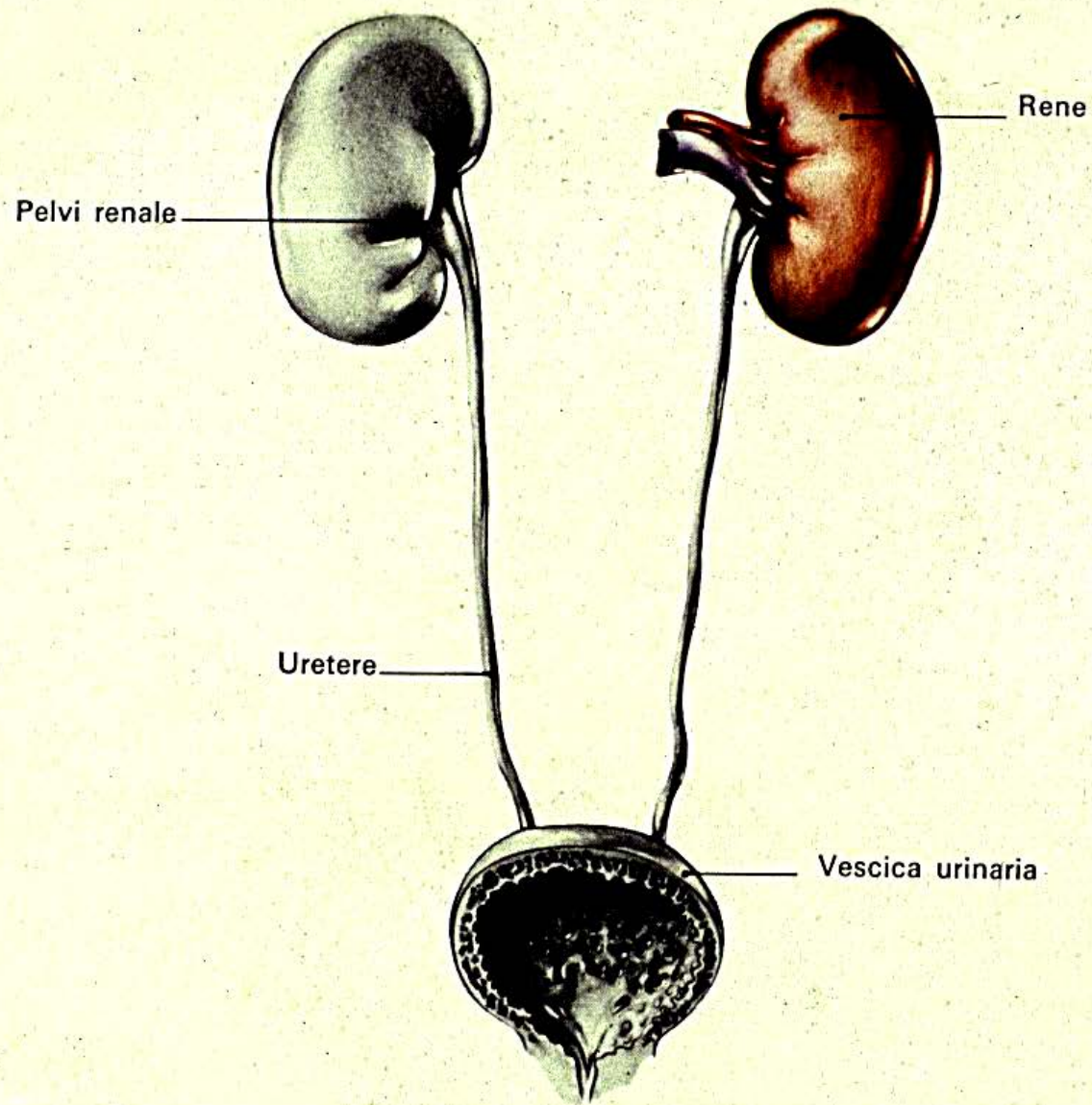
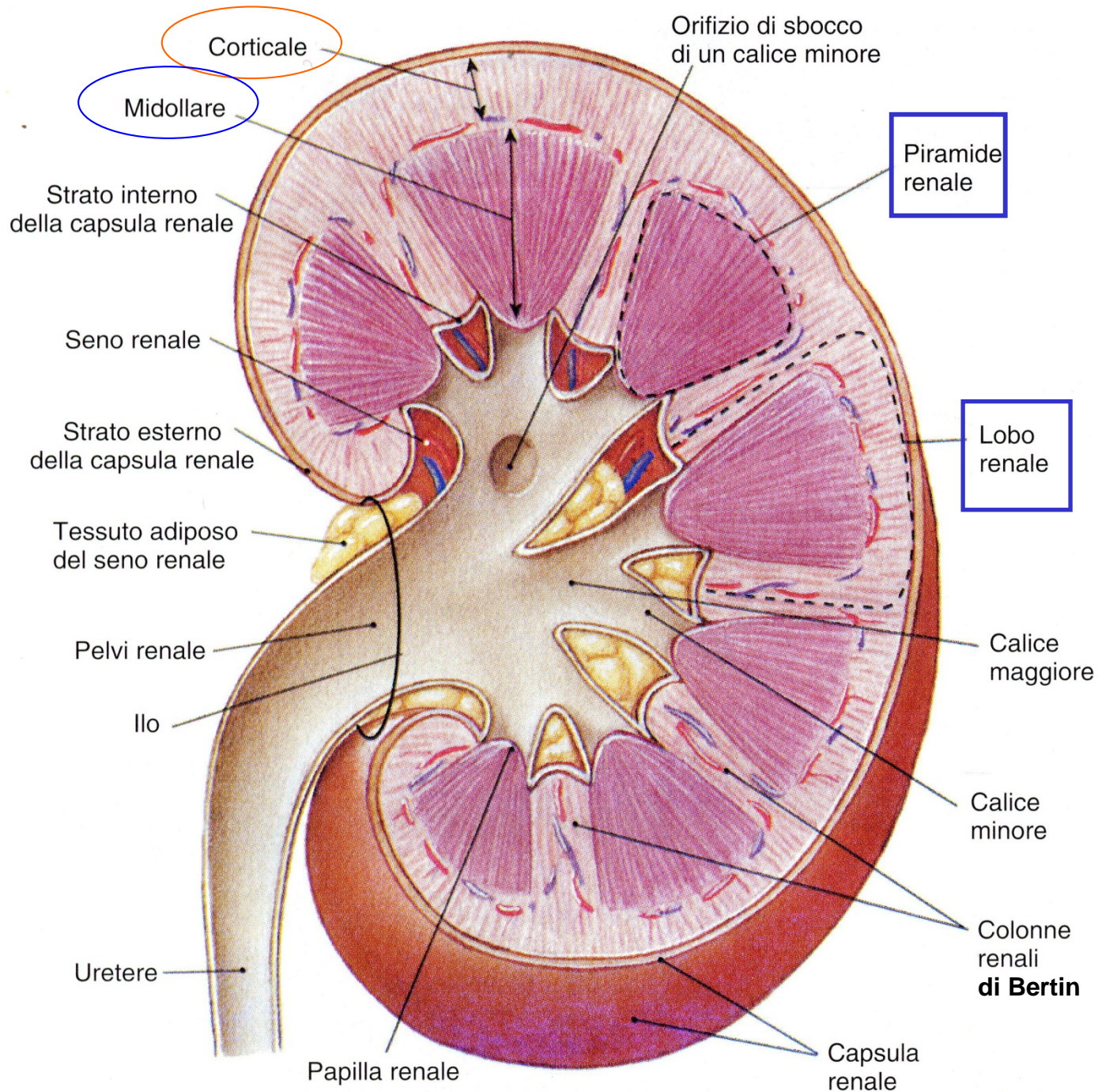


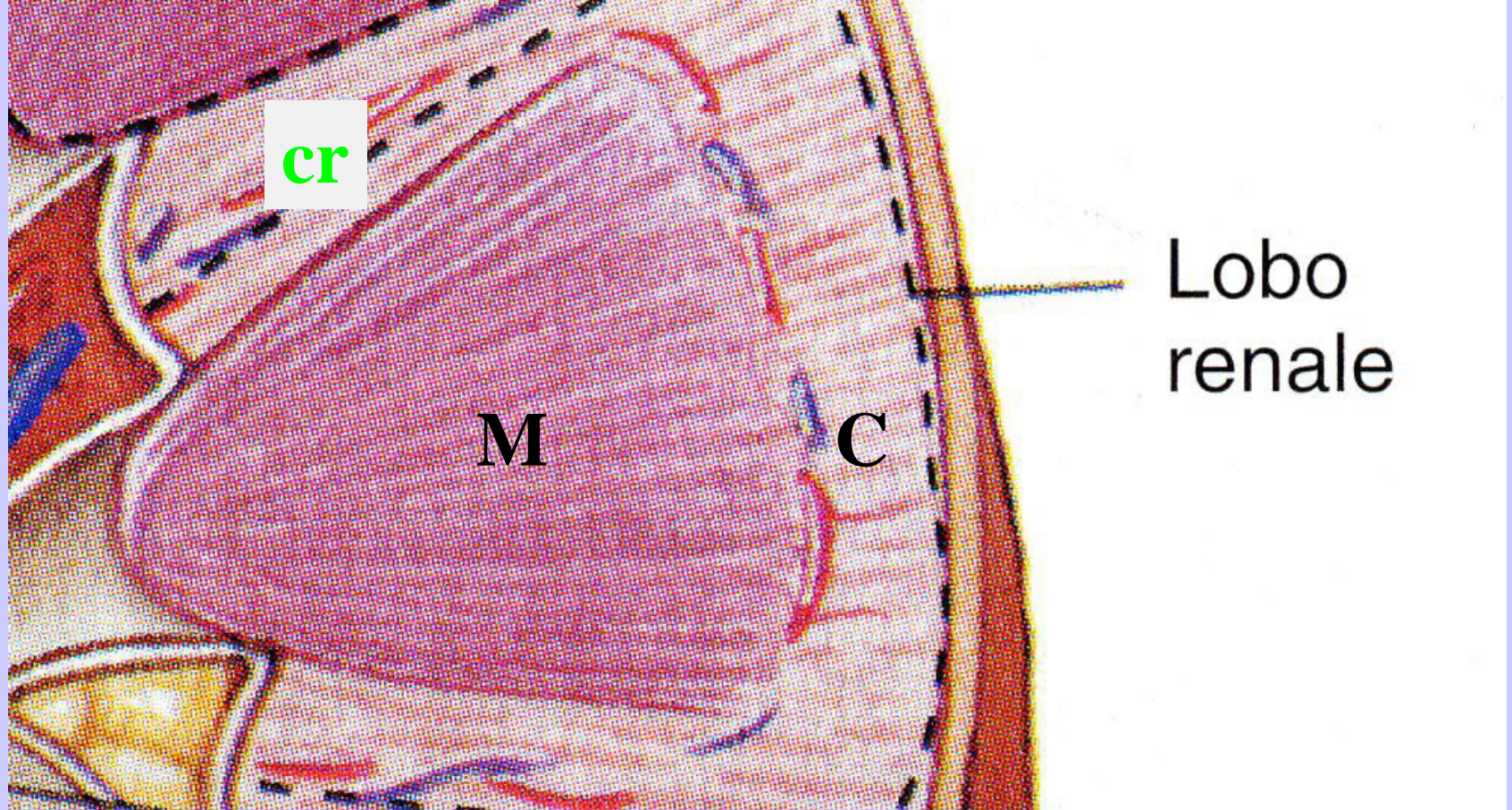
Fig. 516. Schema della costituzione anatomica dell'apparato urinario che comprende i reni e le vie urinarie, fino al tratto iniziale dell'uretra.

Struttura del Rene

- ghiandola tubulare composta costituita da **nefroni** = unità anatomo-funzionale
- avvolto da una **tonaca fibrosa** che all'altezza dell'ilo si approfonda e riveste il seno renale, e da quindi origine a sottili setti che si addentrano nel parenchima
- in sez. frontale, dal margine laterale al mediale, si ha: 1. Corteccia, spessa (con *cortex corticis*) e terminante nel seno renale; 2. **Midollare**; 3. Seno renale; 4. Pelvi renale; 5. Uretère
- Nella pelvi convergono i Calici renali a coppa , all'interno dei quali sporgono 8-18 papille renali; ciascuna all'apice presenta una trentina di fori di sbocco dei dotti escretori

Il rene è suddivisibile in **Lobi o Piramidi Renali**, individuabili come separati solo inferiormente a livello dei calici renali. **Nel periodo fetale il rene presenta una spiccata lobatura (es. maiale). Patologia → Rene policistico**



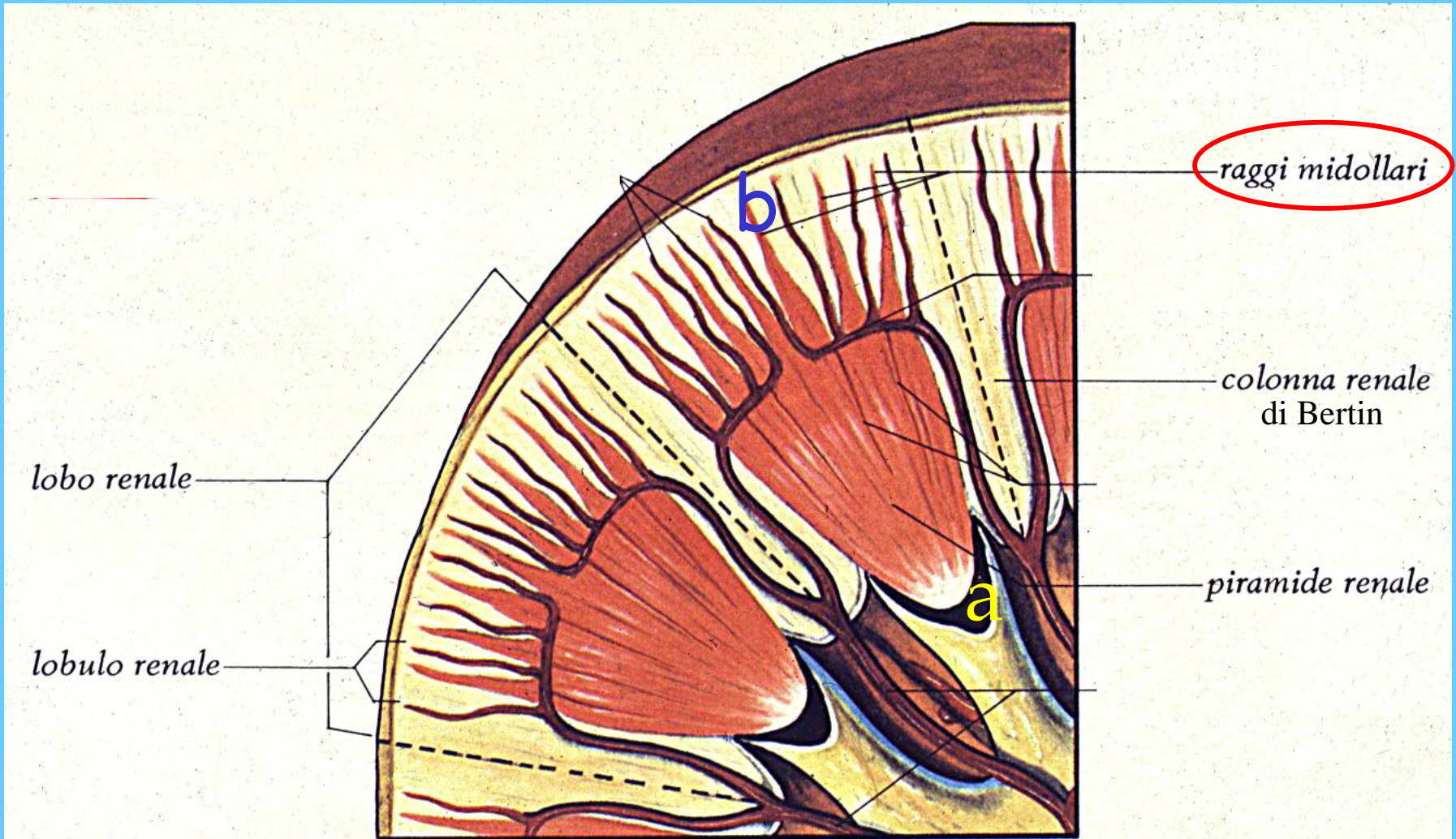


In sezione si evidenzia la suddivisione del parenchima renale in lobi renali costituiti da una porzione di corticale (C) e da una regione midollare (M) a forma di piramide (la piramide renale di Malpighi). Lateralmente alla piramide il tessuto corticale forma le colonne renali di Bertin (cr).

Le piramidi renali sono in numero di 8/18 per rene.

Il lobo renale ha una forma conoide, con la base (b) rivolta verso la superficie e l'apice (a) che sporge nel calice, dove meglio si distinguono i lobi tra di loro, mentre i confini laterali sono meno evidenti.

Una più chiara discriminazione dei lobi è evidente attraverso la componente vascolare.





Marcello Malpighi (Crevalcore (BO), 10 marzo 1628 - Roma, 29 novembre 1694) è stato un medico, anatomista e fisiologo italiano.



Exupère Joseph Bertin (Tremblai, Bretagna, 1712 - Gahard (presso Rennes, 1781)

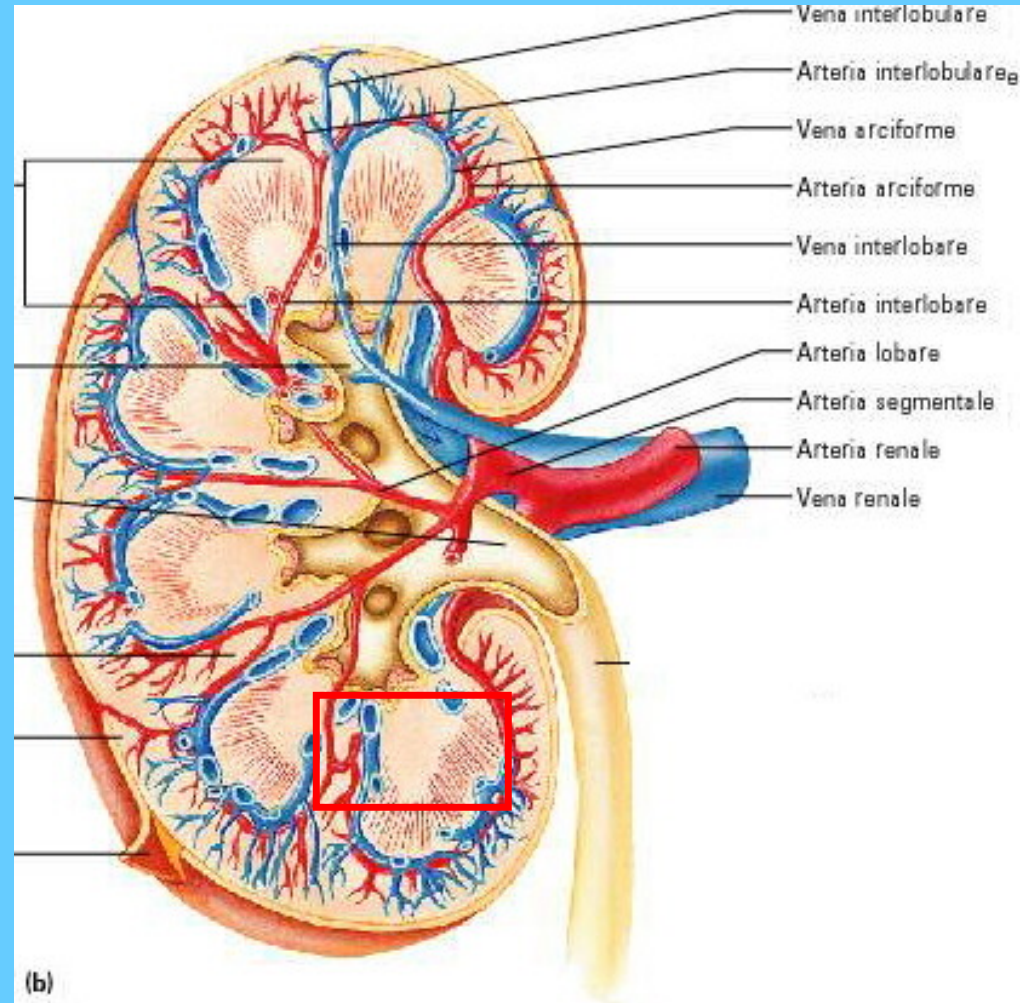
Fu un anatomista francese che diede il nome alle colonne renali.

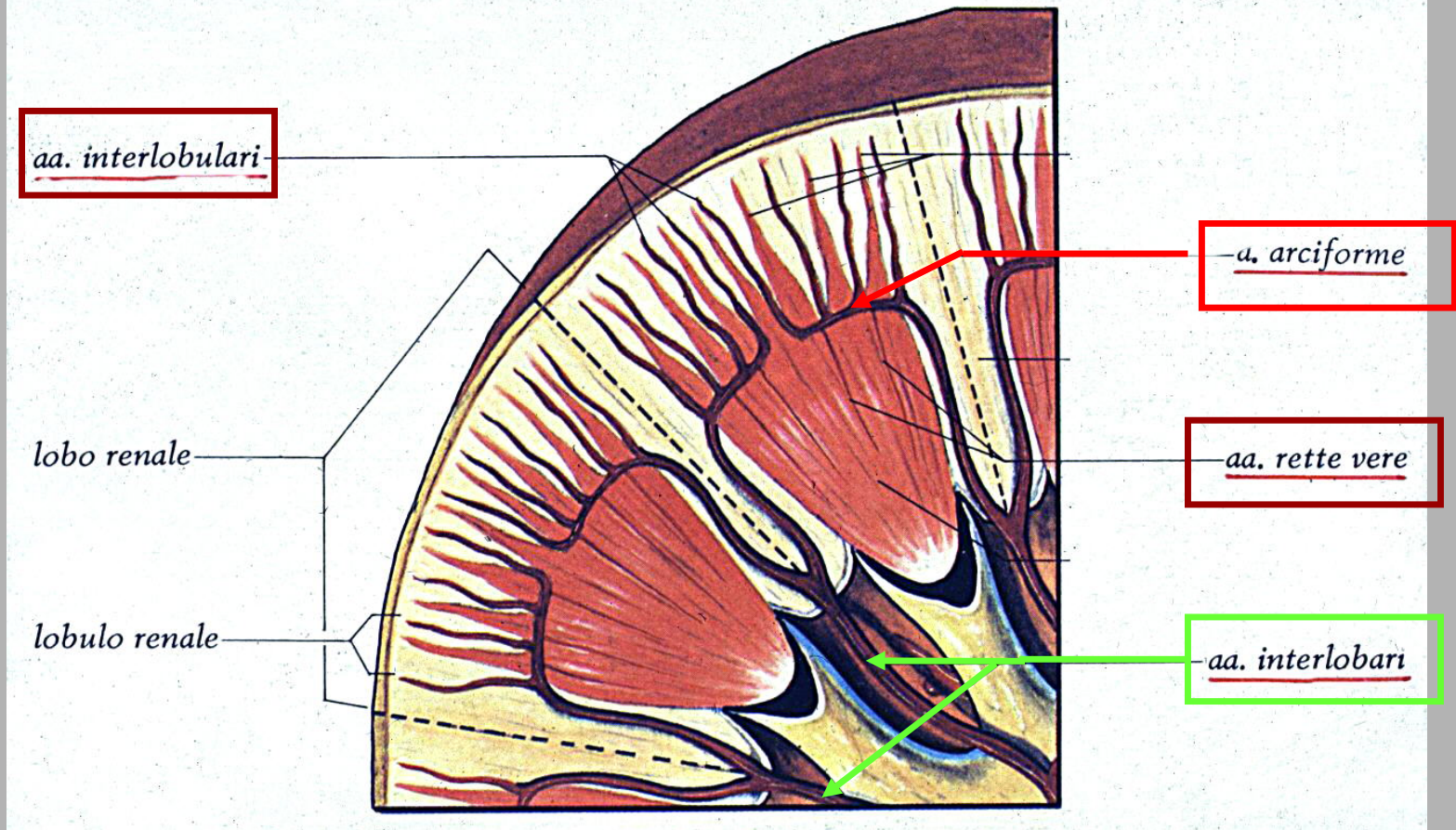
La vascolarizzazione renale

I reni svolgono il ruolo importante di purificazione del sangue e per questo sono riccamente vascolarizzati;

- ogni minuto passa attraverso i reni circa un quarto di tutto il sangue del corpo (più di un litro di sangue al minuto...).

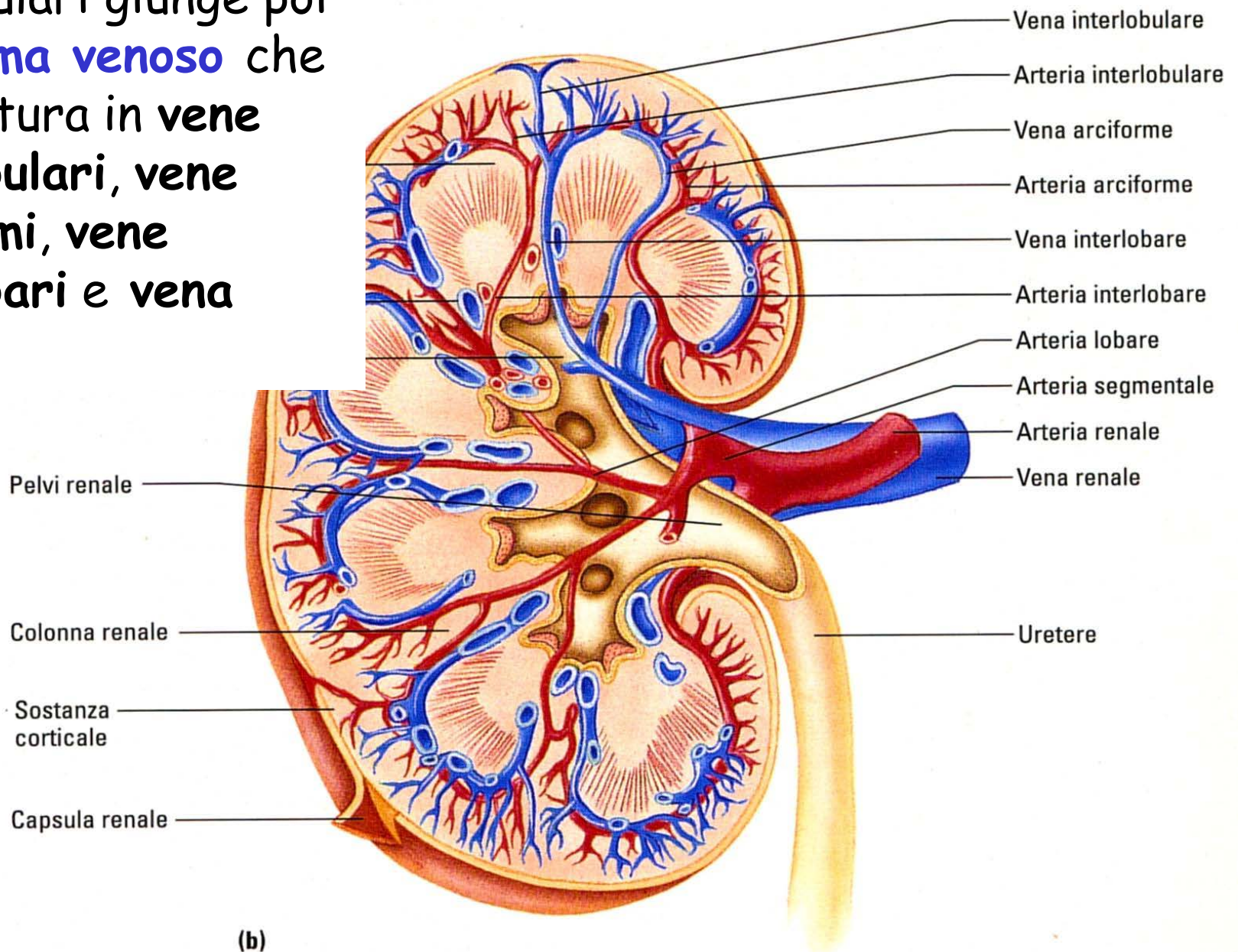
I due grossi vasi che si trovano in corrispondenza dell'ilo renale sono l'arteria e la vena renale fra i quali si organizza una particolare vascolarizzazione del parenchima.





L'arteria renale si divide in arteria segmentale che nel parenchima si divide intorno ai lobi dando le **arterie interlobari**; queste si portano alla base dei lobi e diventano **arterie arciformi** da cui partono rami più piccoli, le **arterie rette** verso la midollare, le **arterie interlobulari** verso la cortex. Da queste ultime si formeranno le **arteriole afferenti** alla rete mirabile del glomerulo, il quale continuerà con i capillari peritubulari e i **vasa recta** nella midollare.

Il sangue dai capillari peritubulari giunge poi al **sistema venoso** che si struttura in **vene interlobulari, vene arciformi, vene interlobari e vena renale**.



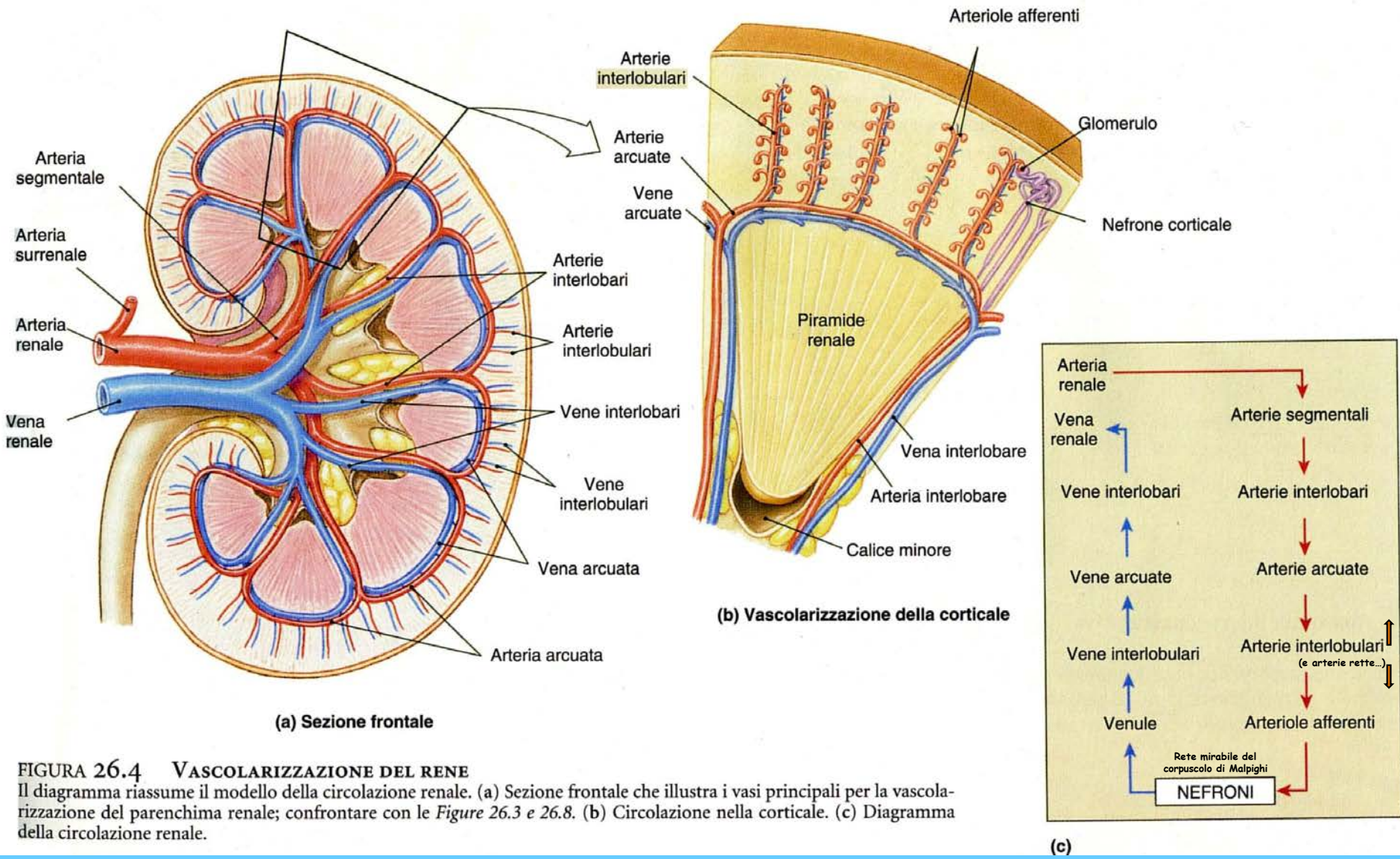
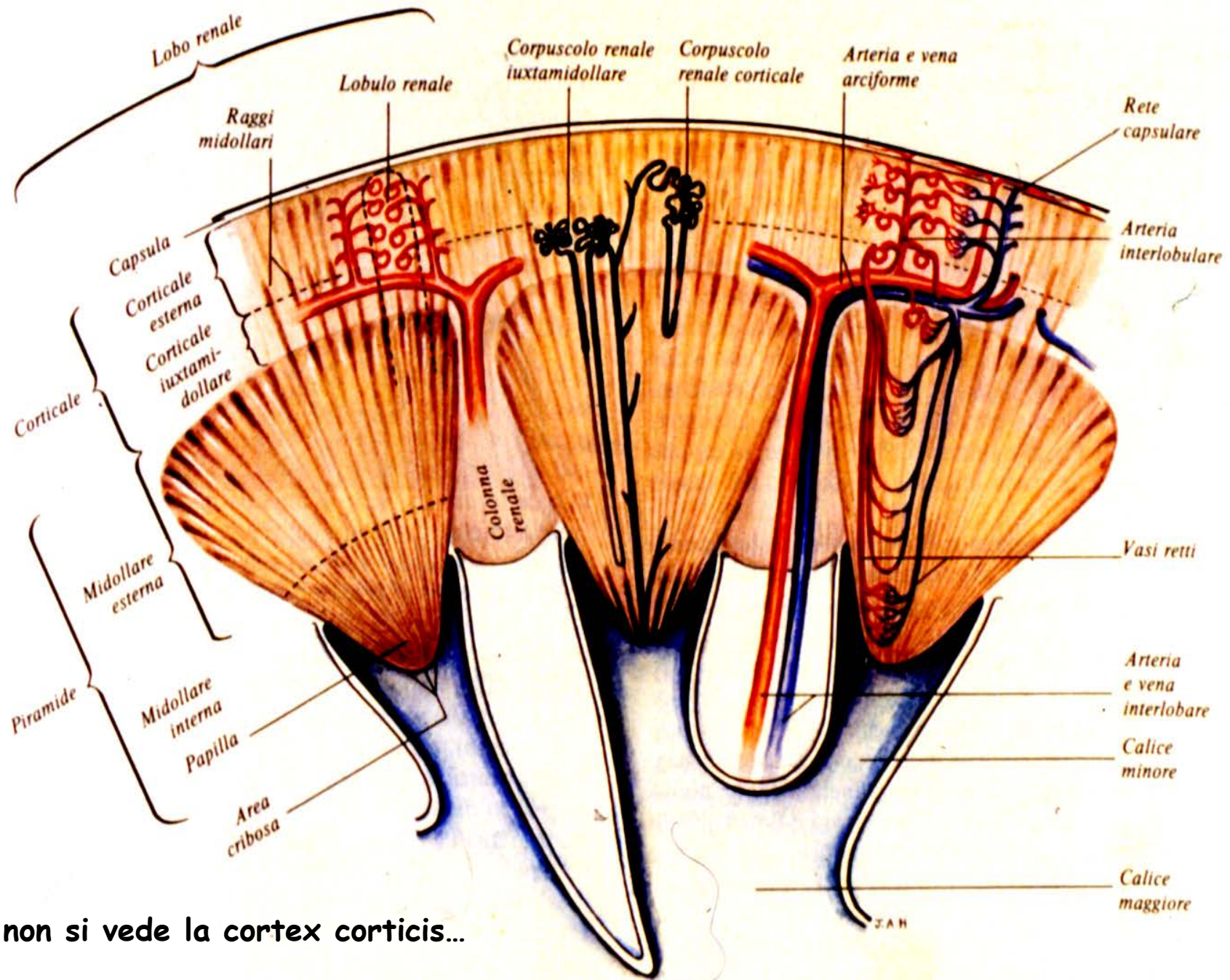


FIGURA 26.4 VASCOLARIZZAZIONE DEL RENE

Il diagramma riassume il modello della circolazione renale. (a) Sezione frontale che illustra i vasi principali per la vascolarizzazione del parenchima renale; confrontare con le Figure 26.3 e 26.8. (b) Circolazione nella corticale. (c) Diagramma della circolazione renale.

(c)



C
 Qui non si vede la cortex corticis...

VASCOLARIZZAZIONE RENALE

Parte arteriosa

-N.B.: L'arteria renale provvede alla circolazione sia trofica che funzionale, quella cioè del glomerulo.



- I rami che derivano da queste arterie si portano nel parenchima renale decorrendo tra le piramidi del Malpighi come **arterie interlobari**
- a livello della base delle piramidi si ramificano assumendo un decorso arcuato (**arterie arciformi**)
- dalla concavità delle arterie arciformi (verso l'interno) nascono le **arterie rette vere**, che scendono nella piramide secondo la direzione dei tubuli, dando origine a una rete capillare che si estende fino alla papilla

- dalla convessità delle arterie arciformi (verso l'esterno) originano le **arterie interlobulari** che risalgono nella corticale al centro della zona convoluta tra due raggi midollari e capillarizzano verso la cortex corticis

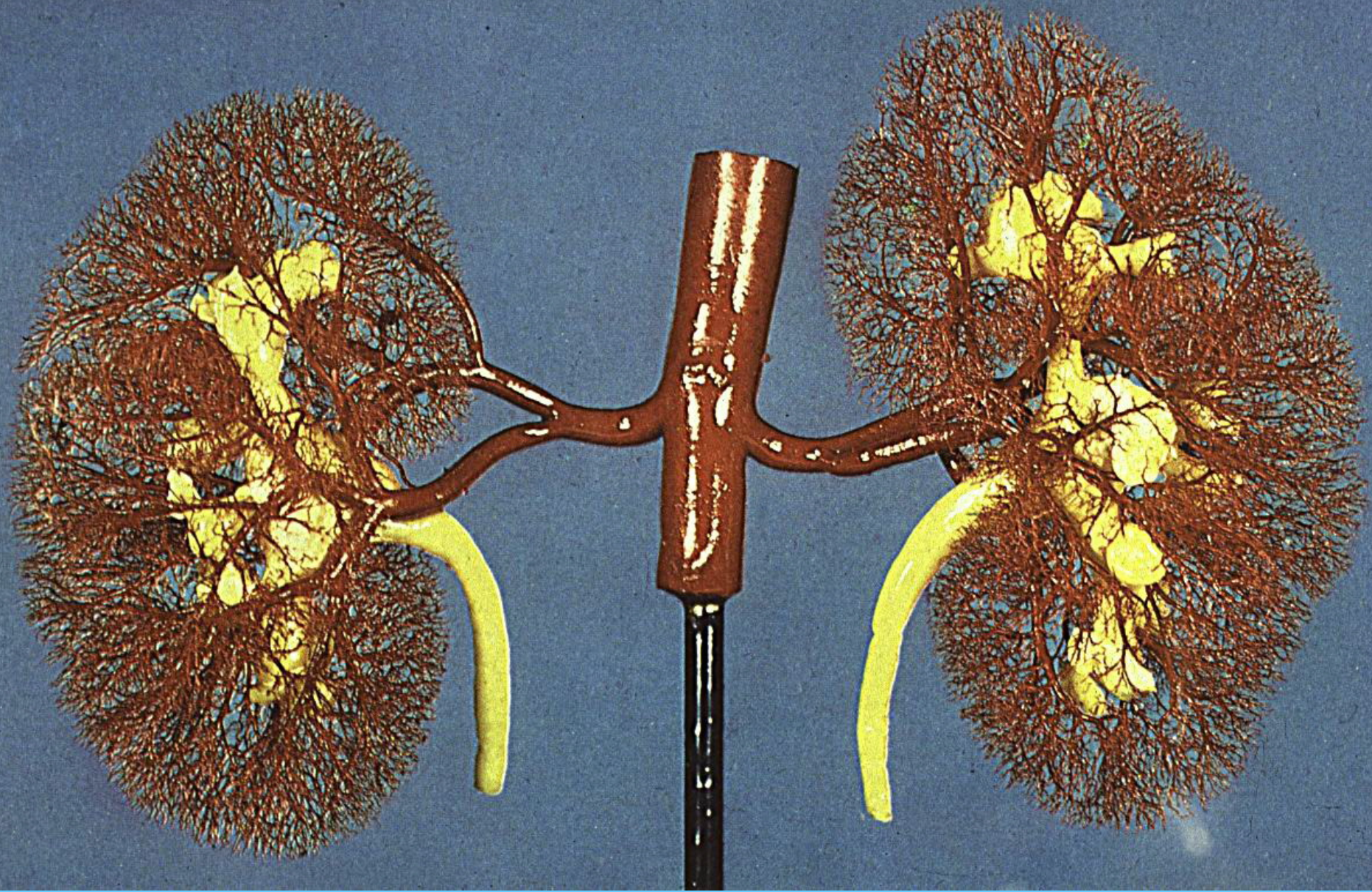
- Le arterie interlobulari proseguono come:

Arteriole afferenti → corpuscolo renale (di Malpighi) → arteriola efferente → capillari peritubulari e raggi midollari

Parte venosa

dalle reti capillari dello stato superficiale della corticale → esili vene stellate, da cui originano **vene interlobulari** che raggiungono la base delle piramidi, dove danno le **vene arciformi**, a cui arrivano le **vene rette** (sangue venoso dalle piramidi)

dalle arciformi nascono le **vene interlobari** che scendono lungo le piramidi e convergono nel seno renale → **vena renale** esce dal rene



Arborizzazione arteriosa (calco)

colonne renali

sostanza corticale del rene

seno renale

papilla renale

ilo del rene

piramidi renali

Grasso
Strutturale

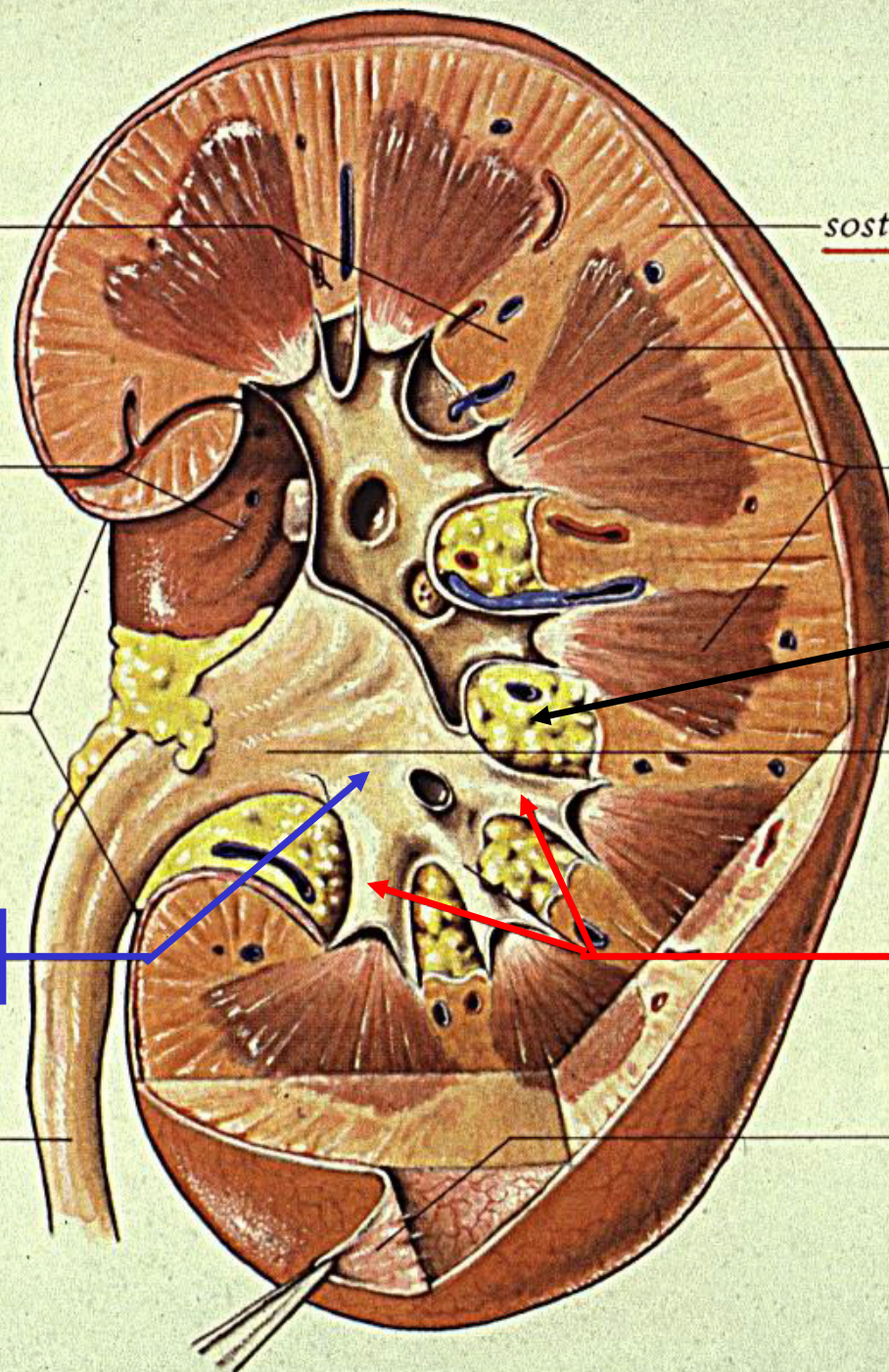
calice renale maggiore

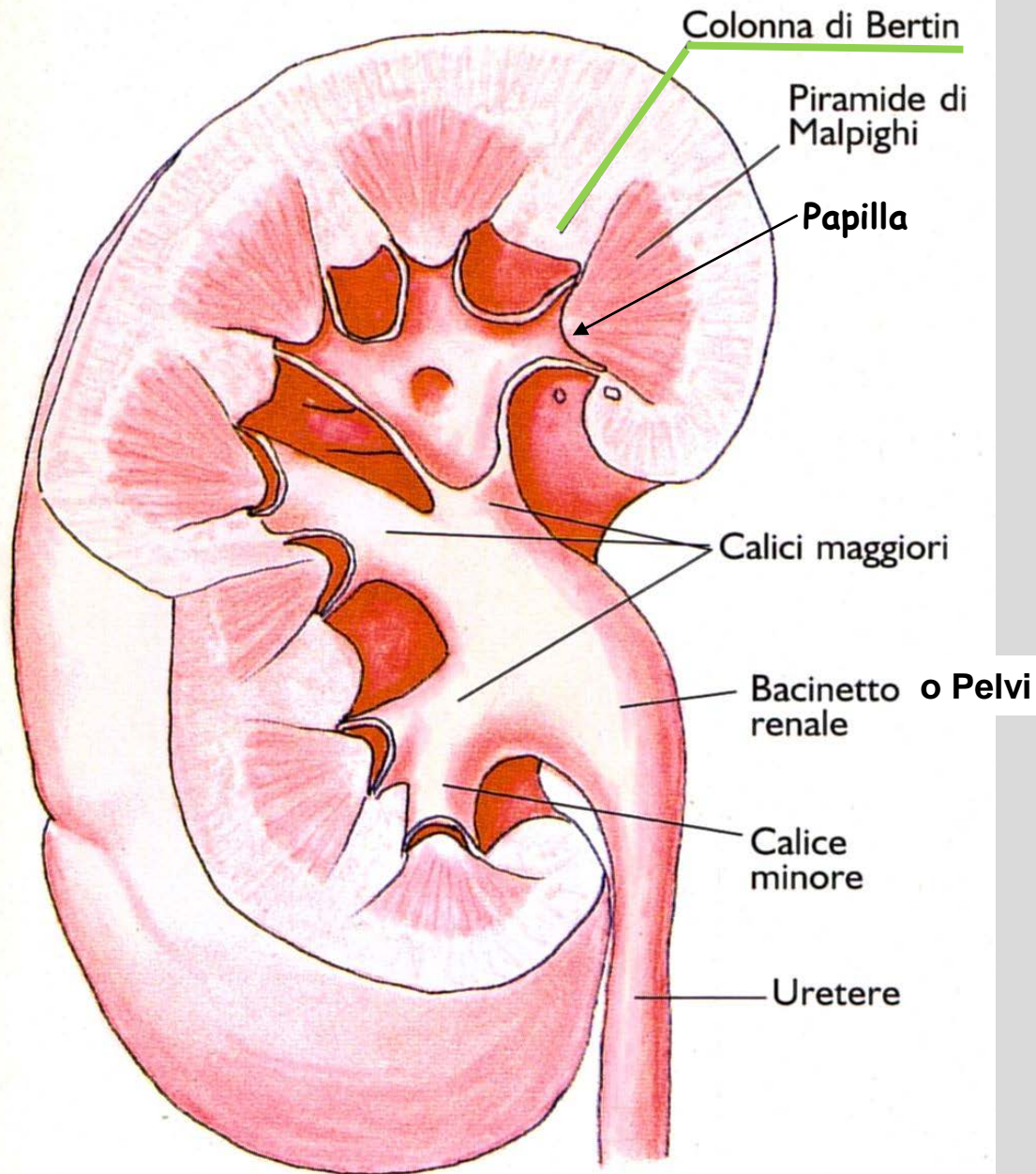
pelvi renale

uretere

calici renali minori

capsula fibrosa



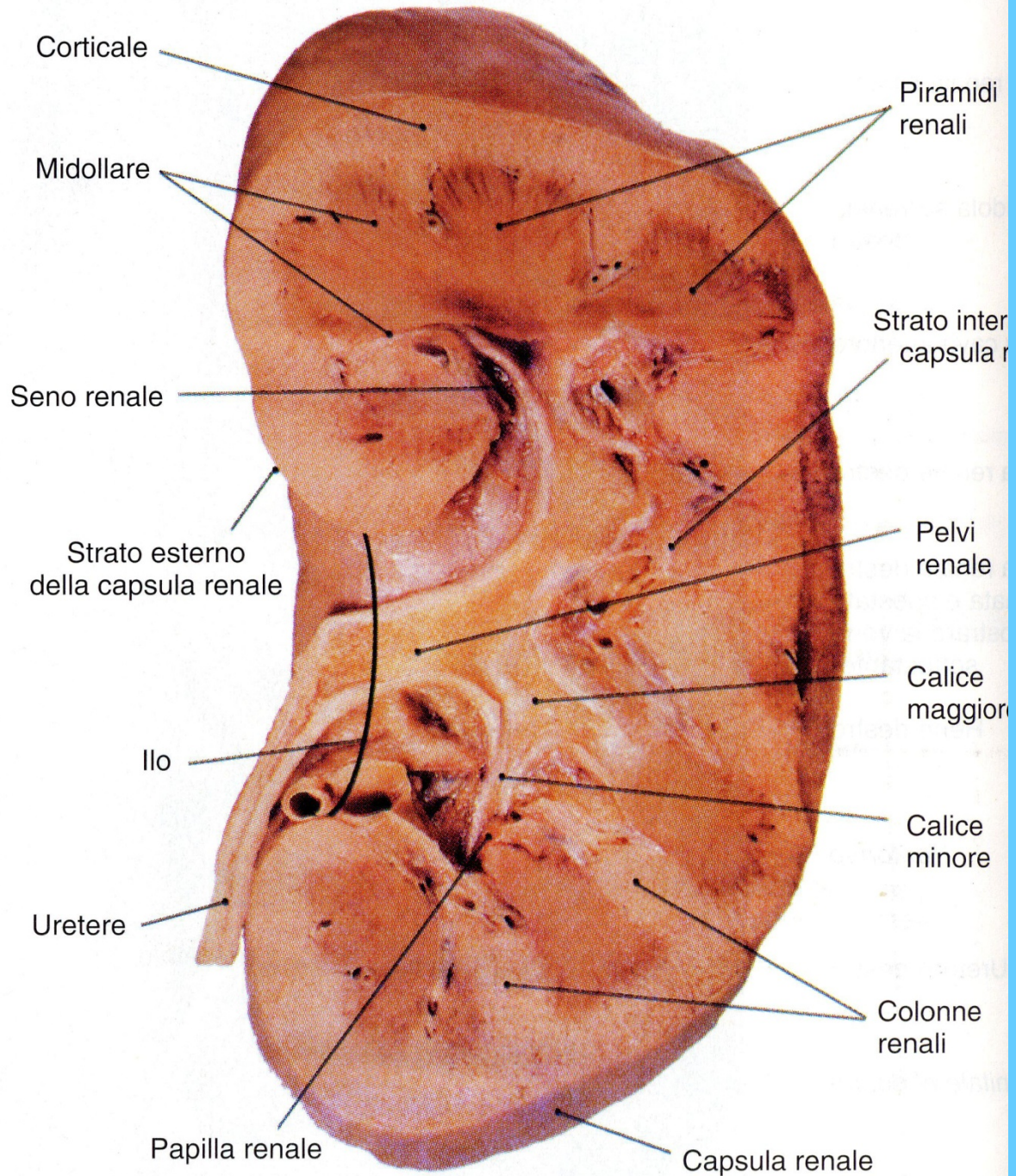


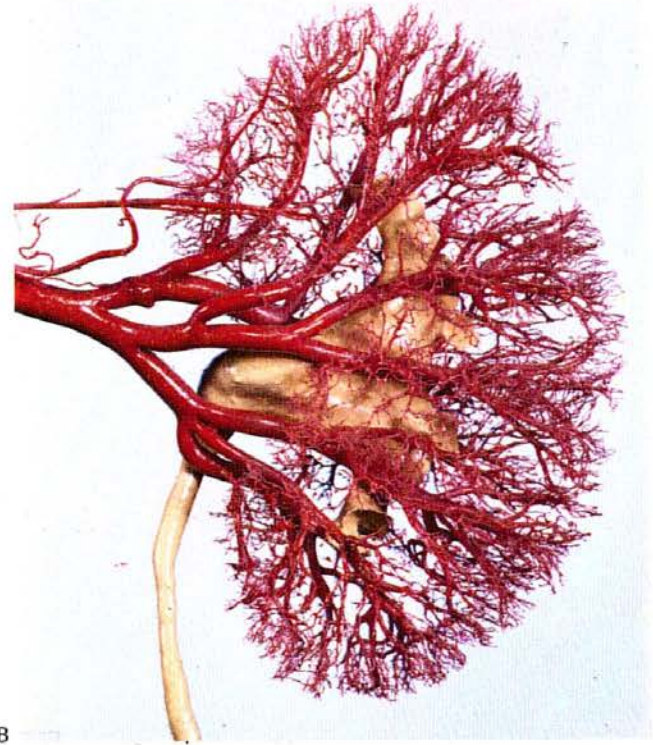
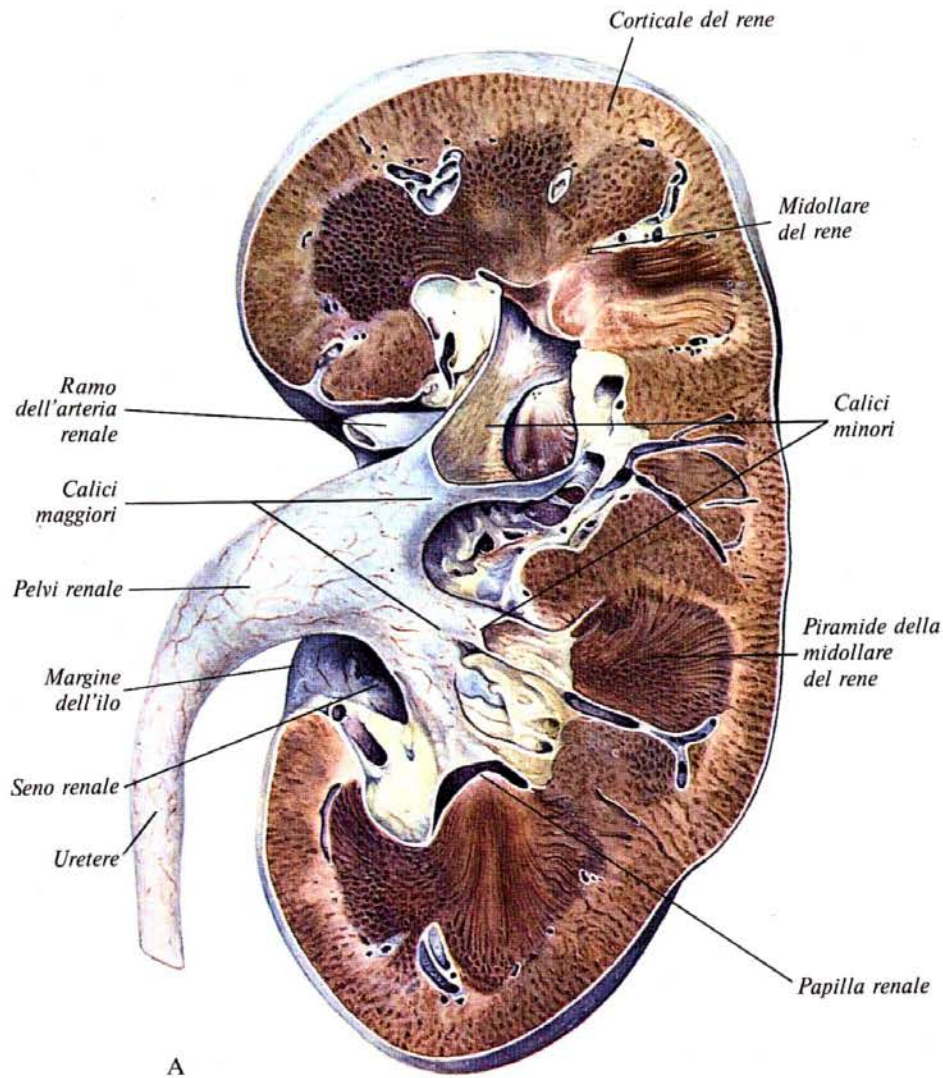
Architettura interna del rene

- Fra due piramidi contigue dei rilievi di parenchima renale (processi interpiramidali o Colonne di Bertin) circondano le piramidi sporgendo nel seno renale tra i calici

- I processi interpiramidali fusi alla base delle piramidi avvolgono gli apici e i lati

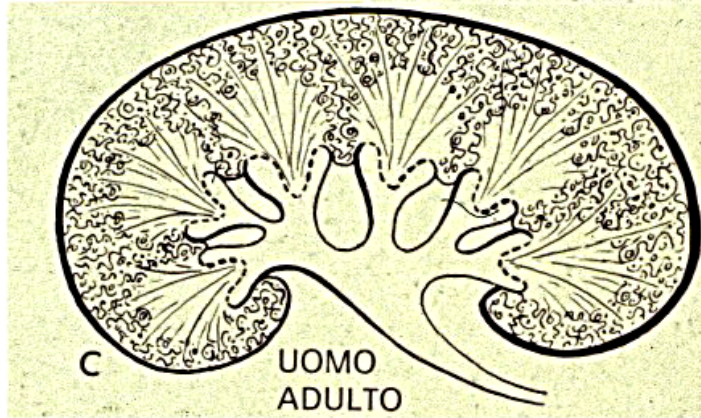
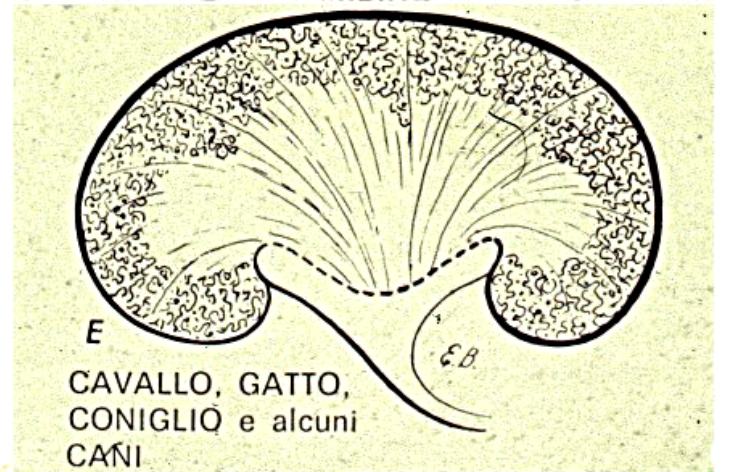
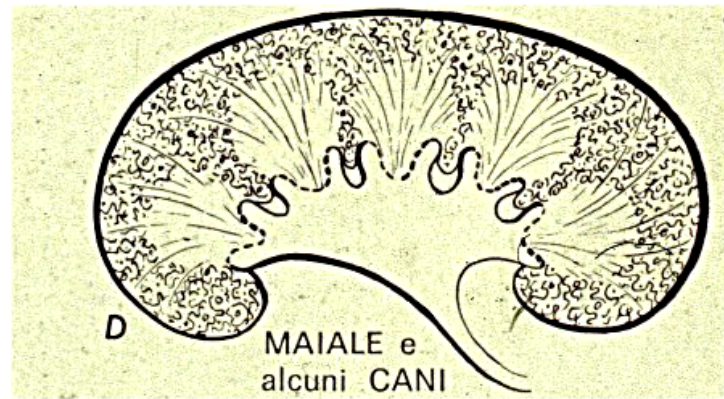
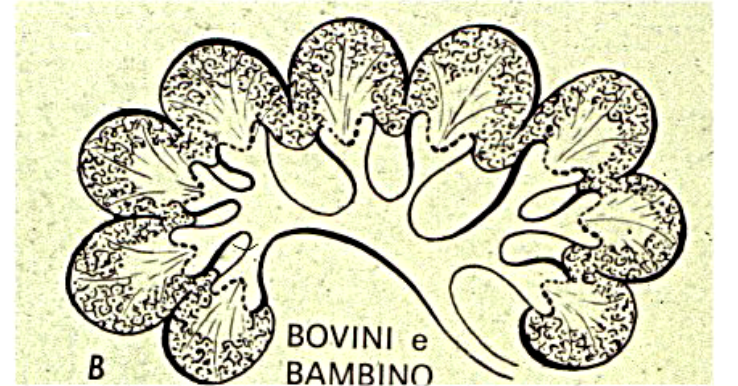
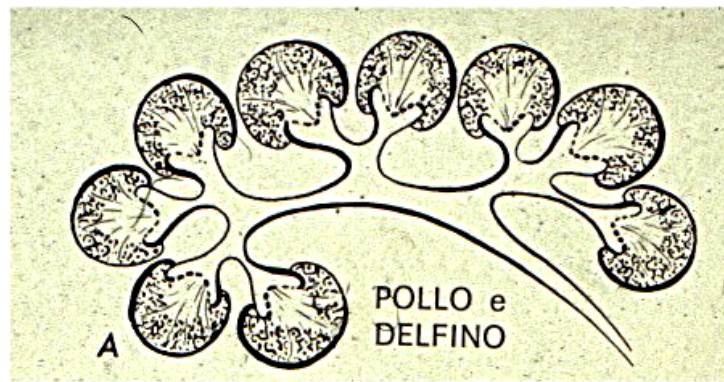
- A livello della superficie dell'organo **NON** ci sono confini netti fra i lobi renali (superficie dell'organo liscia e continua)





8.152 A-D Organizzazione morfologica e funzionale del rene. **A** Sezione longitudinale del rene; si noti la pelvi dell'uretere, la sua suddivisione in calici e l'aspetto macroscopico del rene normale. Pelvi e calici maggiori non sono stati aperti. **B** Calco per corrosione di rene umano che mostra i calici maggiori e minori, la pelvi ureterale, la parte superiore dell'uretere (in giallo) e l'albero arterioso renale (rosso). Si osservino anche rami surrenali provenienti dall'arteria renale e direttamente dall'aorta. (Preparato allestito dal dott. M. C. E. Hutchinson; fotografato da Mr. Kevin Fitzpatrick, Department of Anatomy, Guy's Hospital Medical School.) **C** Rappresentazione schematica delle strutture più importanti della corticale e della midollare del rene (sinistra), della posizione dei nefroni corticali e iuxtamidollari (al centro) e dei più grossi vasi sanguiferi (destra). **D** Disegno schematico della struttura regionale e delle principali attività del nefrone e del collettore. Per maggiore chiarezza è stato disegnato un nefrone ad ansa lunga (iuxtamidollare).

**A e B:
rene
policistico**



Sostanza **corticale**

- a. Capsula
- b. Cortex corticis omogeneo
- c. Labirinto renale composto dal parenchima con i glomeruli renali del Malpighi alternato ai Raggi Midollari (o processi del Ferrein)

Sostanza **midollare**

Dalla corticale alla papilla è suddivisa in due zone:

- d. Zona esterna, con striature visibili alternate chiare e scure. Le chiare sono la continuazione dei raggi midollari della corticale, le scure corrispondono ai vasi
- e. Zona papillare, con striature poco visibili



Antoine Ferrein (October 25, 1693 – February 28, 1769) was a French anatomist who was a native of Frespech, which today is a commune in the arrondissement of Villeneuve-sur-Lot. He was a professor at the Collège Royal in Paris, and in 1742 became a member of the *Académie des sciences*.

Ferrein is remembered for his work involving the physiology of voice, and is credited for coining the term *cordes vocales* (vocal cords). He postulated that the ligaments of the larynx were analogous to the cords on a violin. He also made the correlation between the size of the glottis and the loudness of a person's voice. There are several anatomical eponyms attributed to Antoine Ferrein, including:

Ferrein's canal: (rivus lacrimalis); A space between the eyelids when closed and the eyeball through which tears flow to the lacrimal punctum.

Ferrein's foramen: Hiatus of facial canal that makes passage for the greater petrosal nerve.

Ferrein's ligament: The thickened external portion of the capsule of the temporomandibular joint.

Ferrein's pyramid: Also known as the medullary ray, which is the center of the renal lobule, and is shaped like a small pyramid.

Ferrein's vasa aberrantia: Aberrant biliary canaliculi that have no connectivity with hepatic lobules.

N.B.

lobulo
↔

Processi di
Ferrein

Glomeruli del
Malpighi

C
O
R
T
I
C
A
L
E

Capsula

B

Cortex corticis

Labirinto renale

raggi midollari
(o processi di Ferrein)

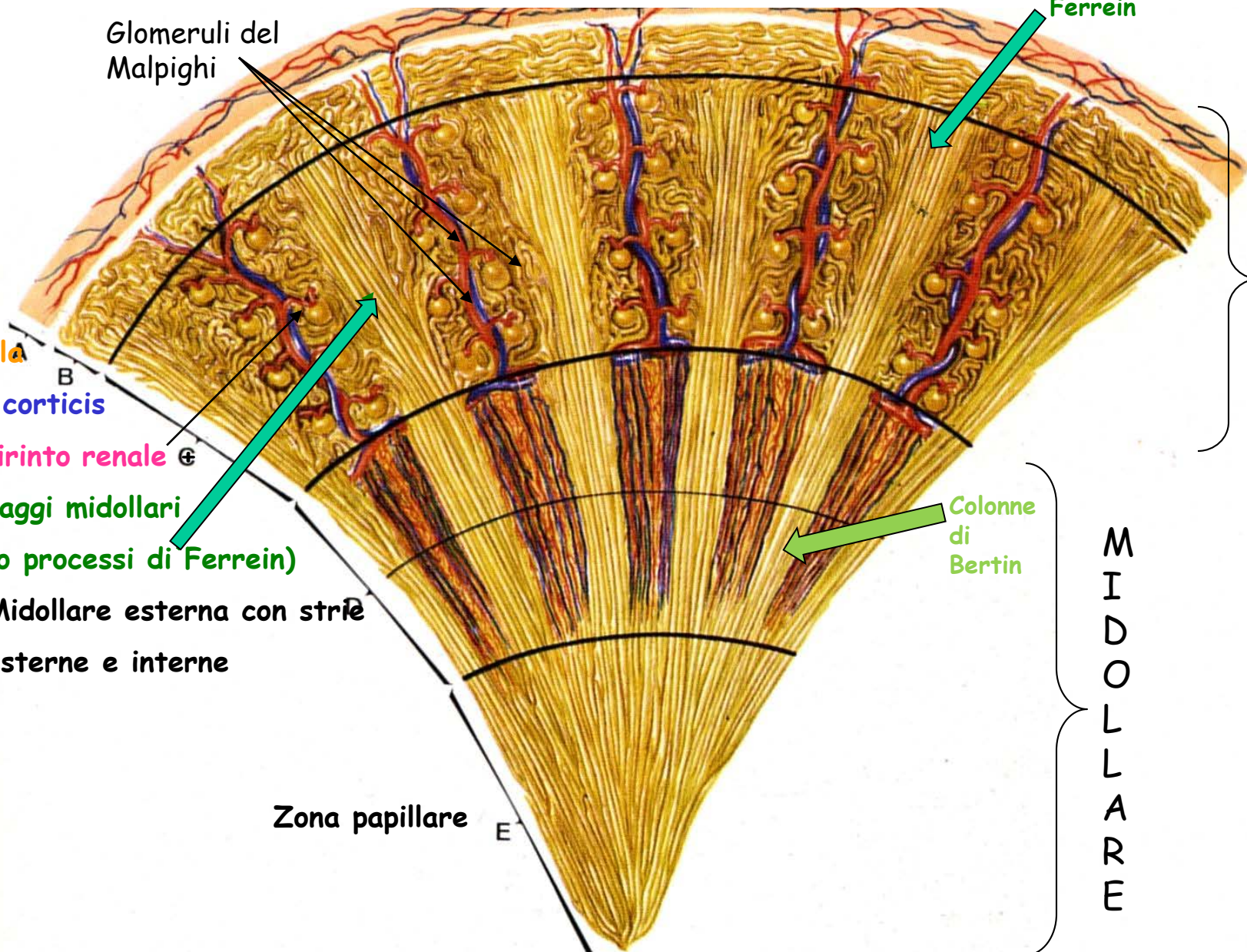
Midollare esterna con strie
esterne e interne

Colonne
di Bertin

M
I
D
O
L
L
A
R
E

Zona papillare

E



IL NEFRONE

- Unità anatomo-funzionale del rene
- E' paragonabile all'adenomero di una ghiandola tubulare composta
- E' costituito da due strutture: il **corpuscolo di Malpighi** e il **Tubulo Renale**

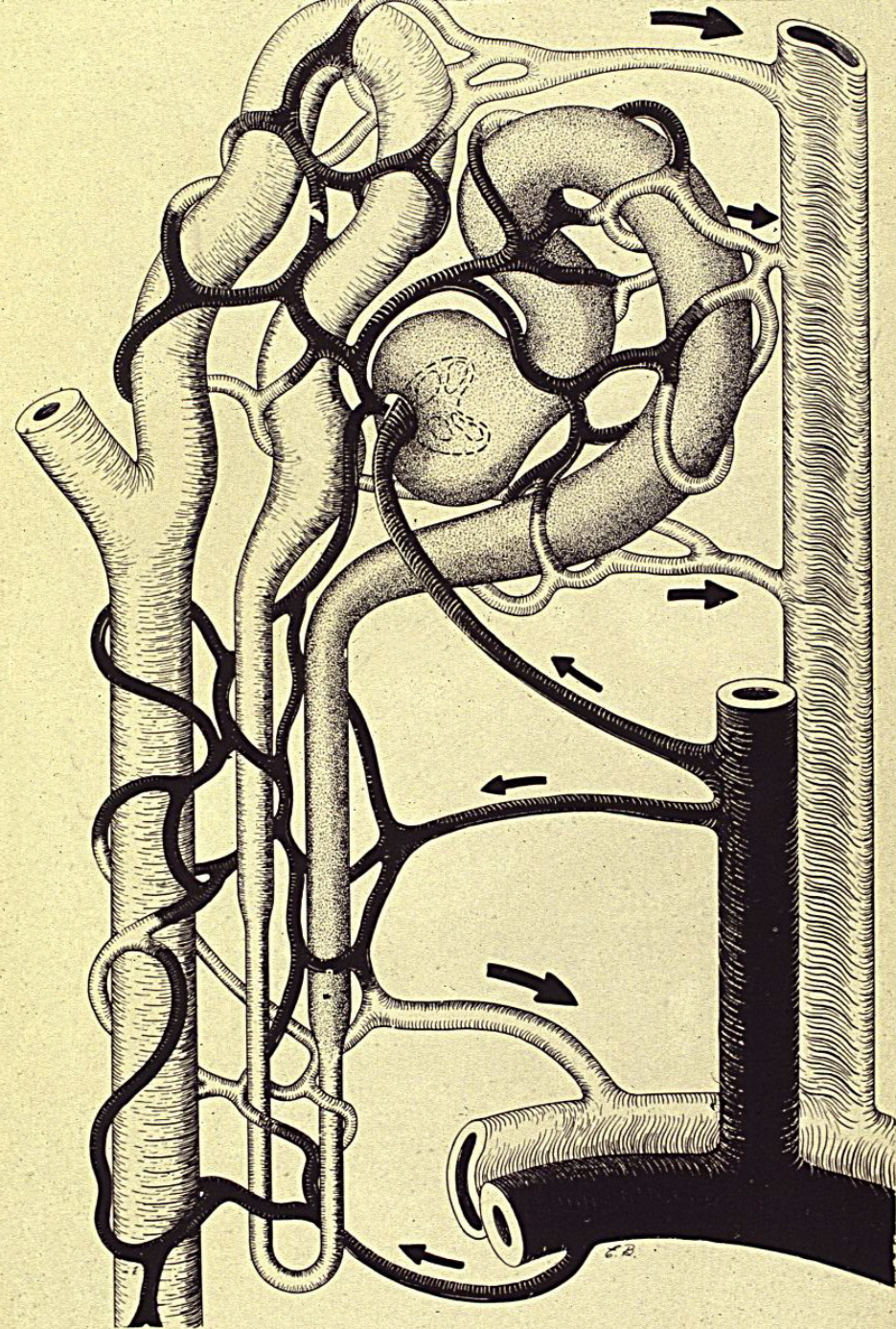
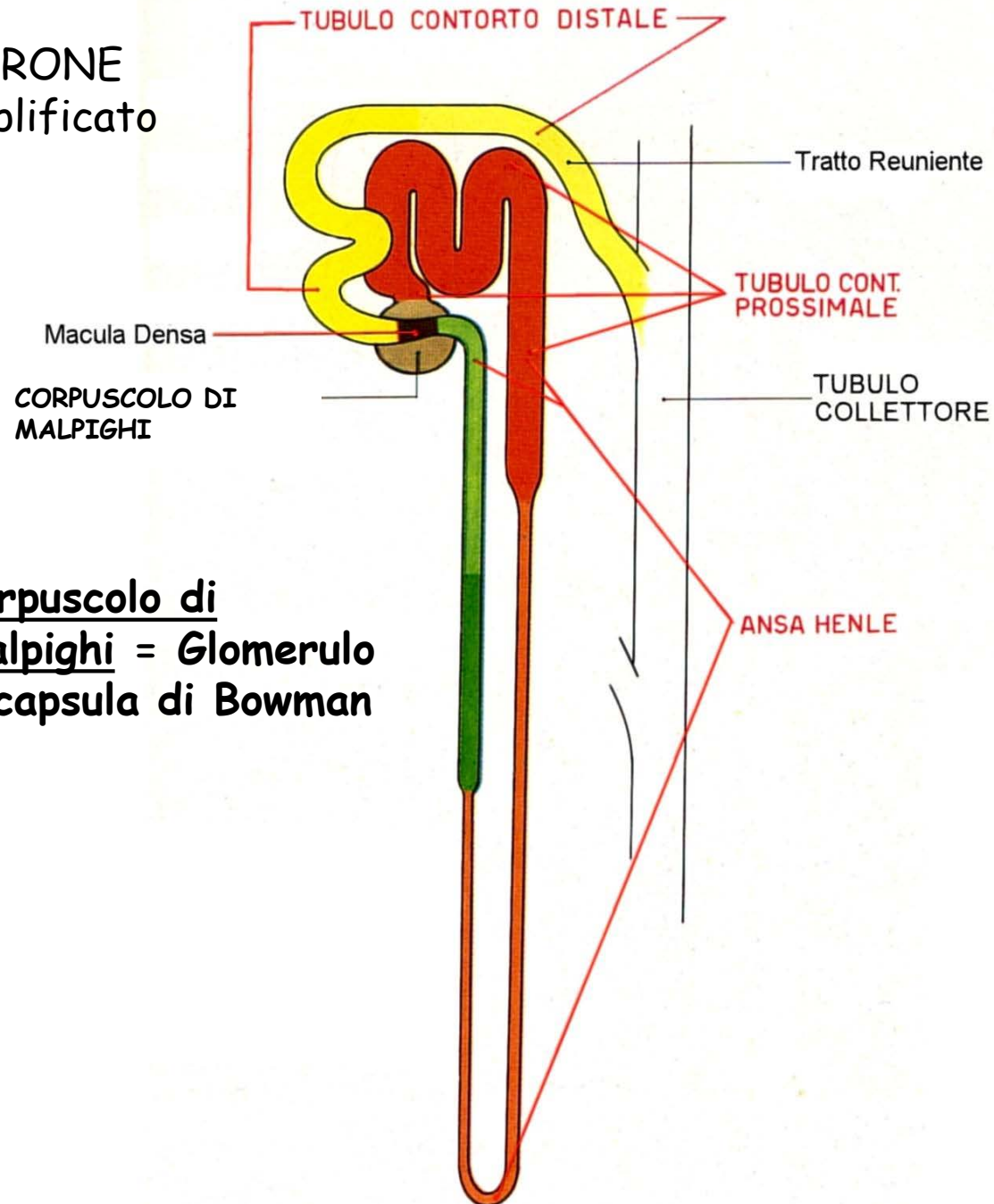


FIG. 14-6. Vascolarizzazione del nefrone.

NEFRONE semplificato



Corpuscolo di Malpighi = Glomerulo + capsula di Bowman

A livello dei diversi tratti del nefrone avvengono processi di:

- **Filtrazione**
- **Riassorbimento**
- **Secrezione**
- elaborazione del filtrato con formazione di urina concentrata

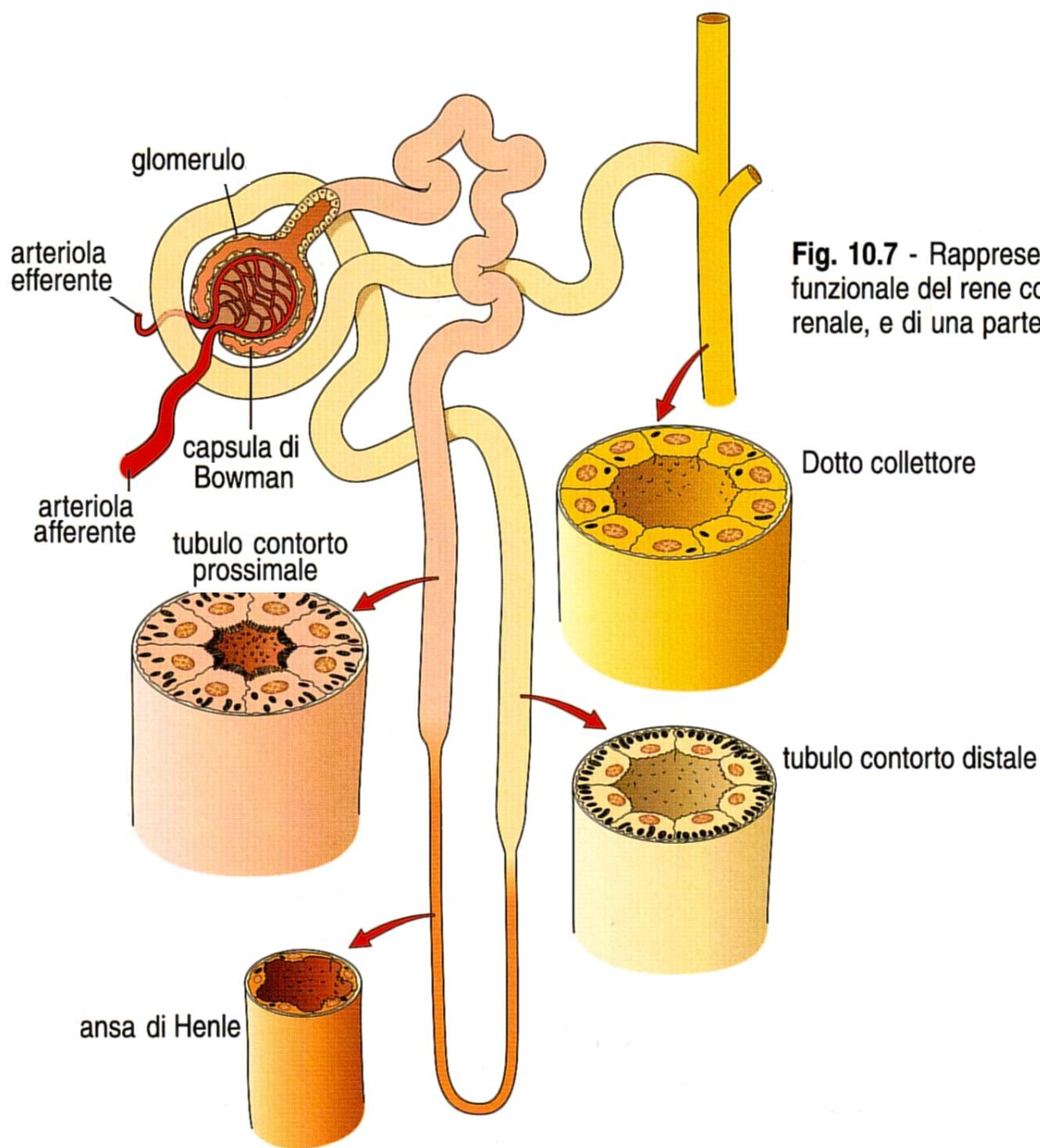
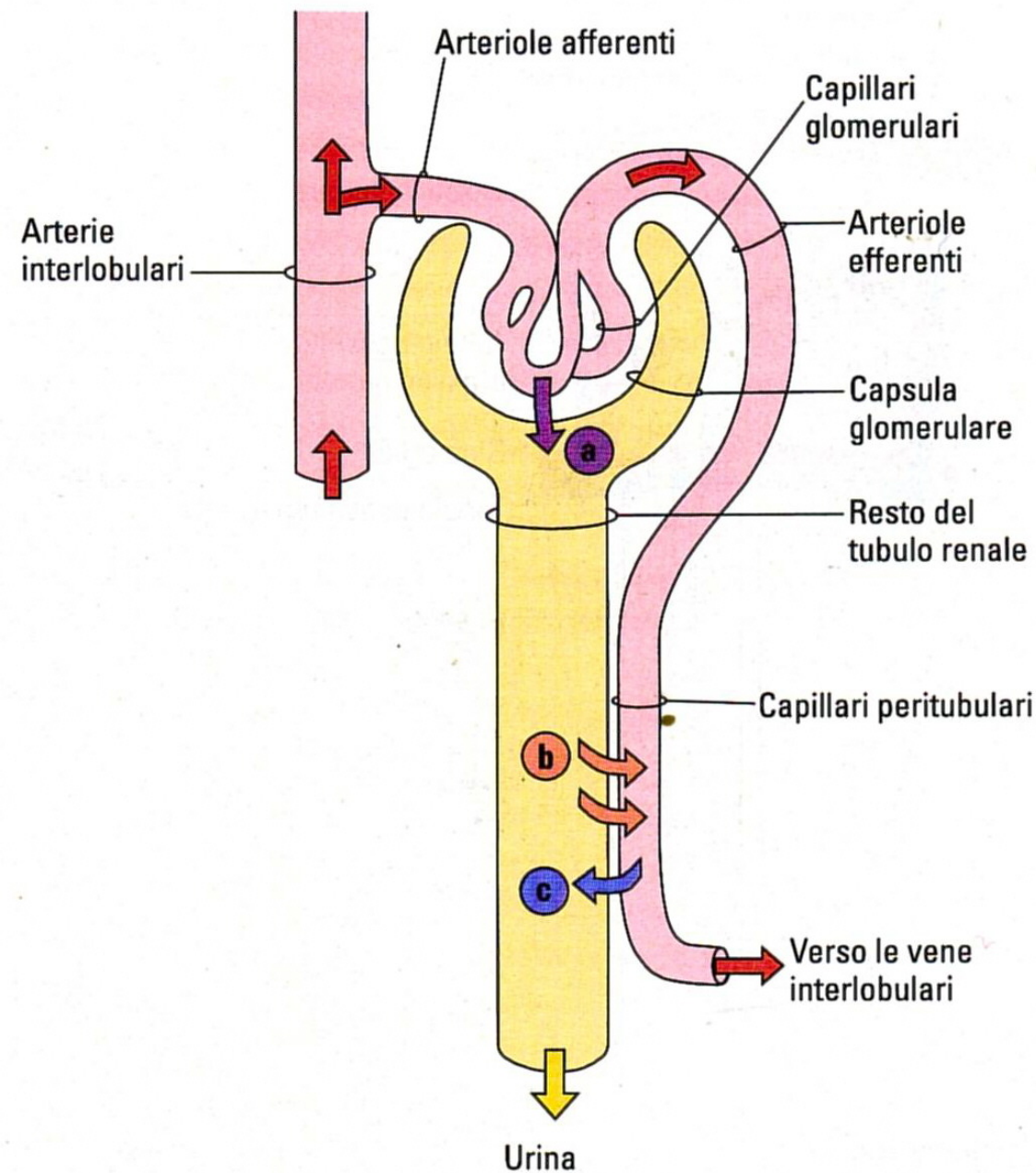





Fig. 10.7 - Rappresentazione schematica del nefrone. L'unità funzionale del rene consiste di una parte filtrante, il corpuscolo renale, e di una parte assorbente e secernente, il tubulo rena-



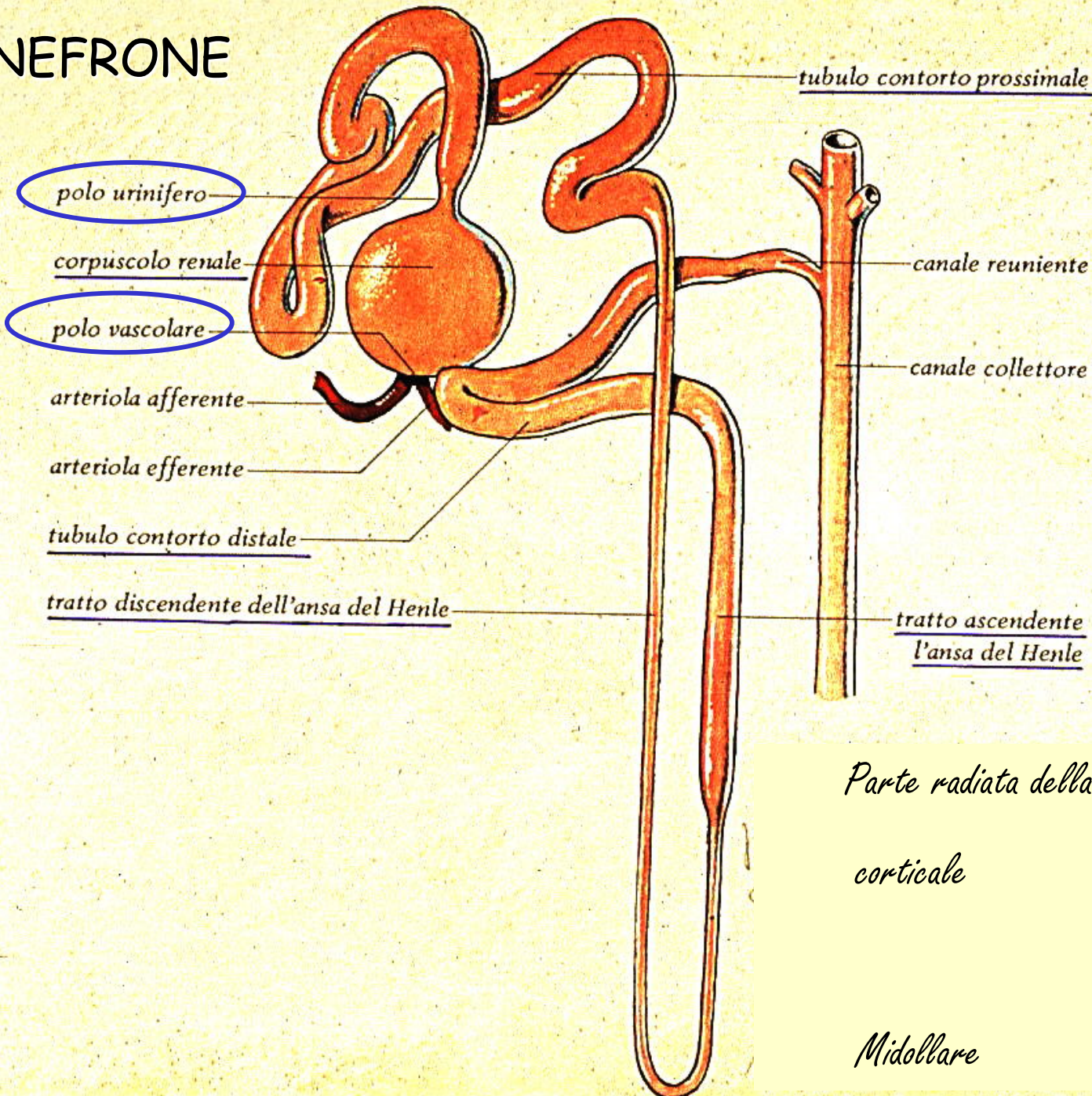
Legenda:

a  **Filtrazione.** L'acqua e i soluti di dimensione minore delle proteine sono forzati a passare attraverso la parete dei capillari e i pori della capsula glomerulare all'interno dei tubuli renali

b  **Riassorbimento.** L'acqua, il glucosio, gli aminoacidi e gli ioni necessari contenuti nel filtrato sono assorbiti dalle cellule dei tubuli e quindi immessi nei capillari sanguiferi

c  **Secrezione.** Gli ioni H^+ e K^+ , la creatinina e i farmaci vengono rimossi dal sangue peritubulare e secreti dalle cellule dei tubuli nel filtrato

NEFRONE

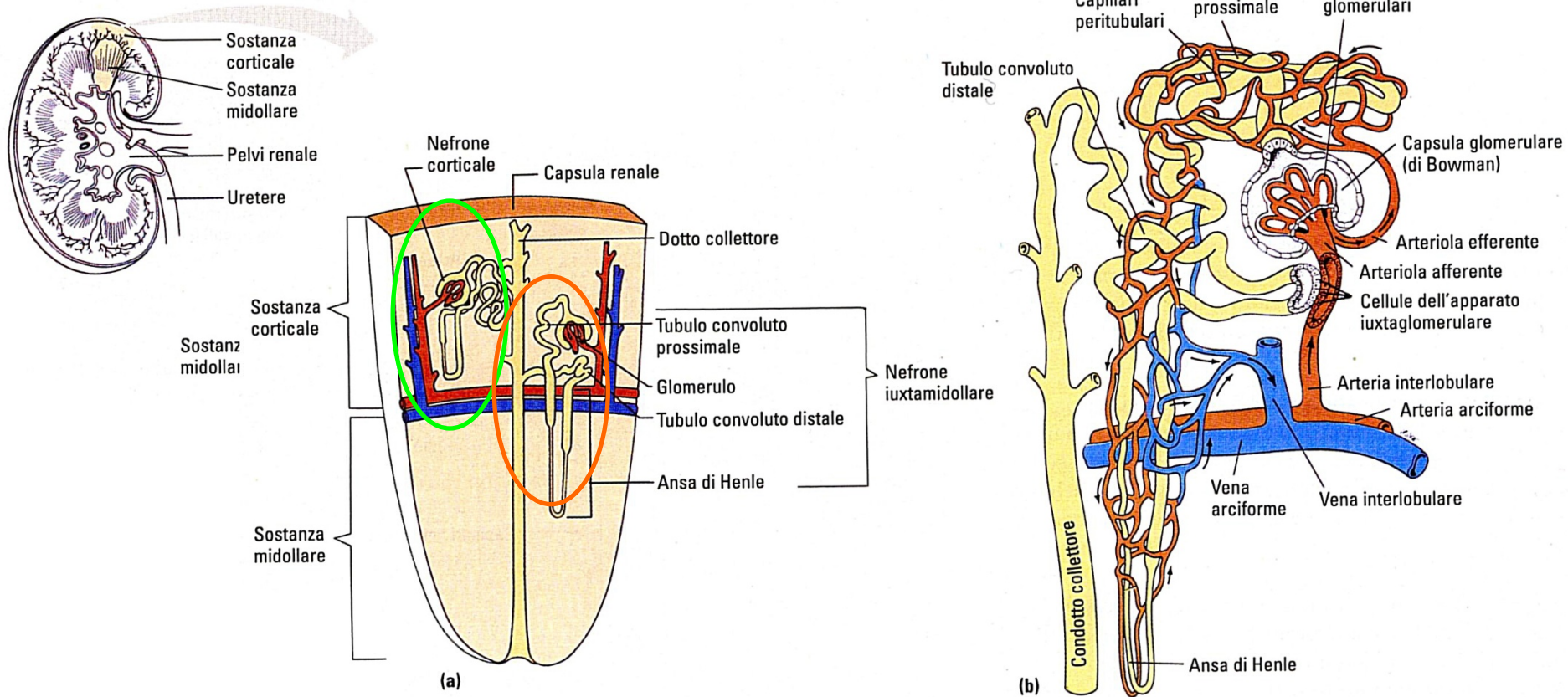


Raggi midollari

*Parte radiata della
corticale*

Midollare

NEFRONE



In base alla localizzazione si distinguono:

- **nefroni corticali** ○

- **nefroni iuxtamidollari** ○

-Il **Glomerulo**, di forma sferica, è un dispositivo vascolare che si trova nella parte convoluta del labirinto renale

-- Il **Tubulo renale** origina con la Capsula di Bowman, prosegue con decorso tortuoso, e termina nel dotto collettore

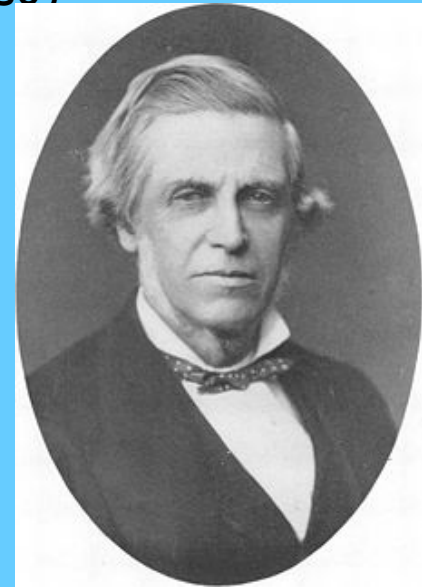
- E' suddiviso in segmenti differenti per sede ed estensione a seconda che il nefrone sia corto o lungo, in posiz. più corticale o più midollare

- Il primo tratto del tubulo costituisce il tubulo contorto prossimale

- Segue un segmento ad ansa (ansa di Henle) formato da un tratto discendente e uno ascendente, paralleli (corrispondenti al raggio midollare), con lunghezze differenti

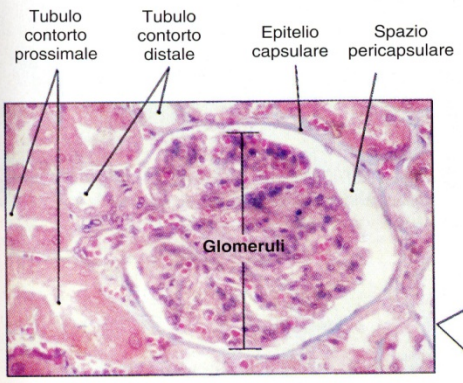
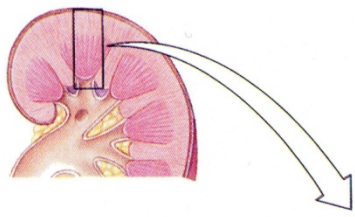
- Il tratto ascendente va a prendere contatto col polo vascolare del glomerulo da cui ha avuto origine, costituendo un evidente ispessimento, la macula densa
- Segue un tratto tortuoso o tubulo contorto distale
- Segue una porzione rettilinea (**tratto reuniente**) che si continua nel **dotto escretore**
- Nel tubulo si distinguono dei tratti più spessi (tratti principali, con epitelio + alto) alternati ad altri sottili (tratti accessori, con epitelio + basso)

Sir **William Bowman**, 1st Baronet (July 20, 1816 - March 29, 1892) was an English surgeon, histologist & anatomist. He is most famous for his research using microscopes to study various human organs, though during his lifetime he pursued a successful career as an **ophthalmologist**. **At the young age of 25**, he identified what then became known as the **Bowman's capsule**, a key component of the nephron. He presented his findings in 1842 in his paper "On the Structure and Use of the Malpighian Bodies of the Kidney" to the Royal Society and was awarded the Royal Medal.

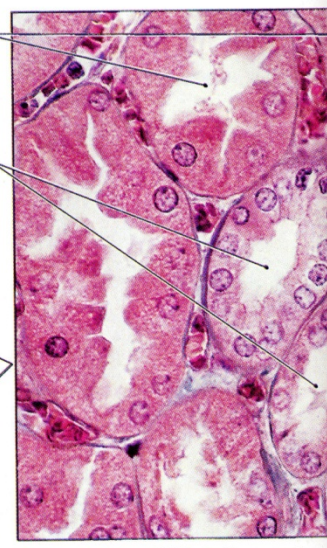


Il nefrone inizia con

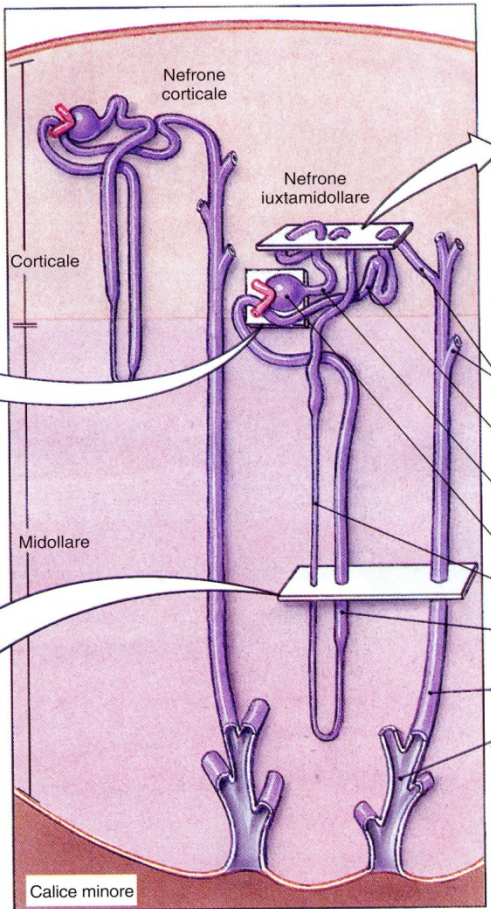
- corpuscolo renale
- cui segue il tubulo distinto in:
 - tratto prossimale
 - ansa di Henle, discendente e ascendente
 - tratto distale



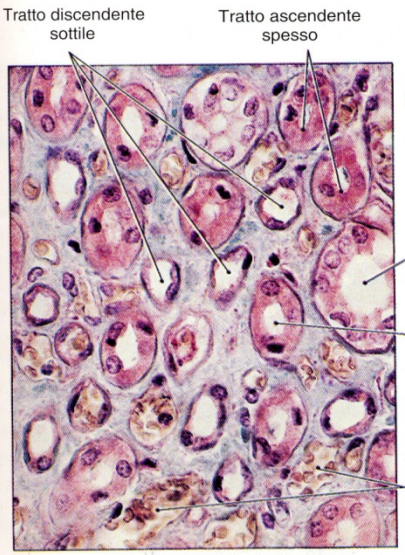
(b) Corpuscolo renale



(d) Tubuli contorti



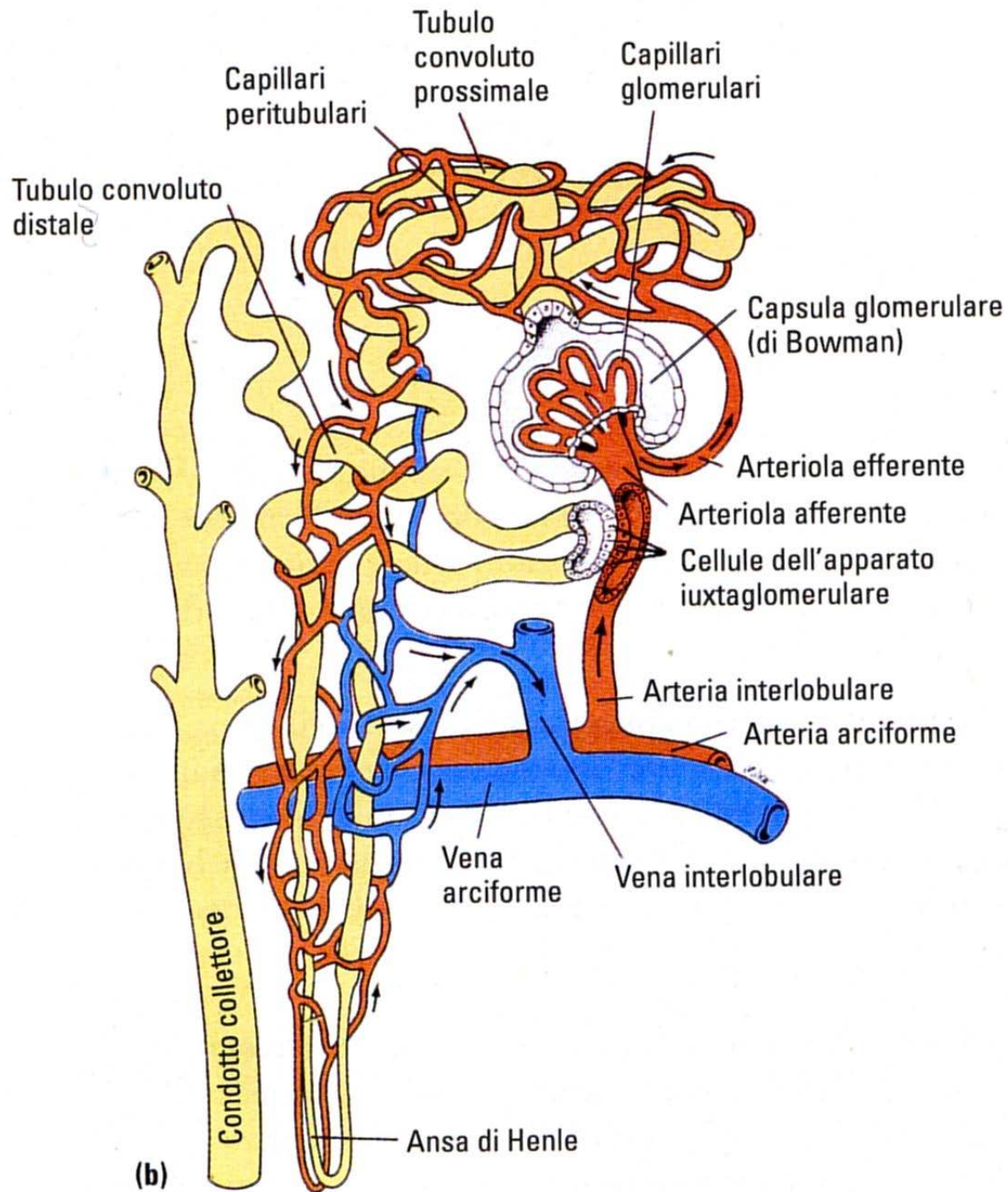
(a) Nefroni corticali e iuxtamidollari



(c) Anse di Henle e dotti collettori

- Tratti reunienti
- Tubulo contorto distale
- Tubulo contorto prossimale
- Corpuscolo renale
- Tratto discendente sottile
- Tratto ascendente spesso } Ansa di Henle
- Dotto collettore
- Dotto papillare
- Papilla renale

NEFRONE



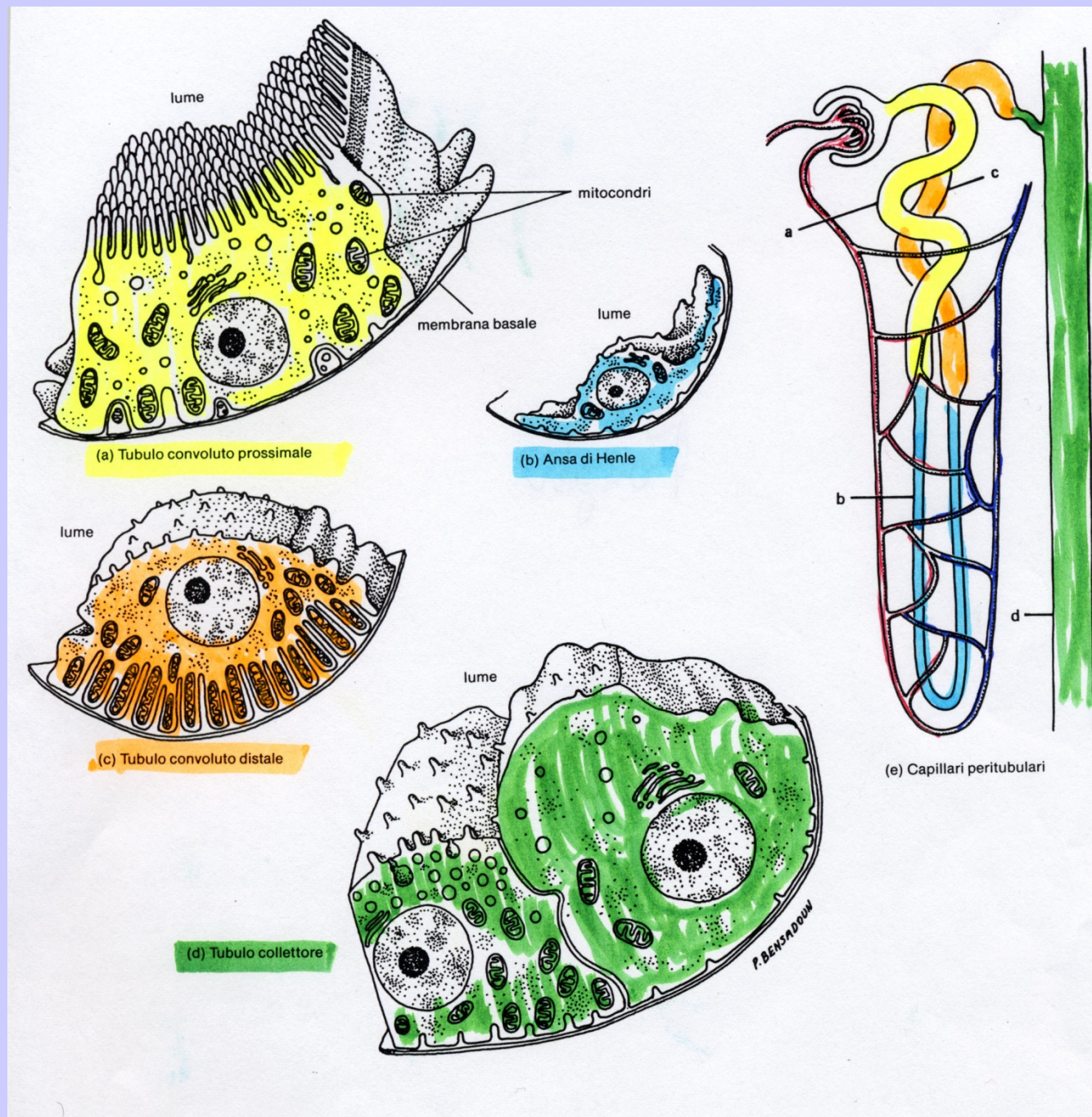
Le caratteristiche morfologiche dell'epitelio del tubulo variano in ciascuno dei diversi segmenti in relazione alla funzione che esso svolge.

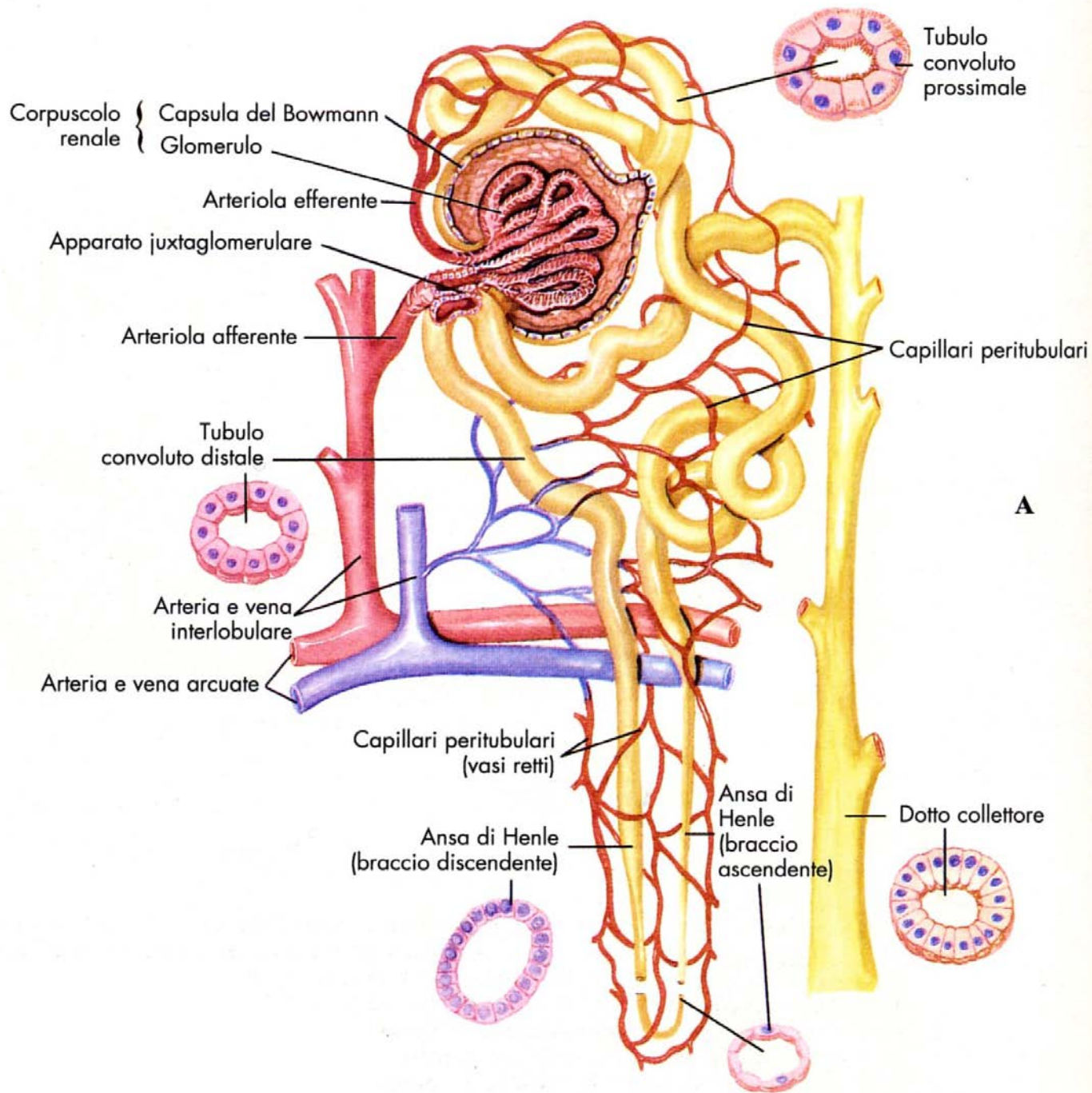
TC Proximale
(Riassorbimento)

Ansa di Henle
Riassorb H_2O Na^+ , Cl^-

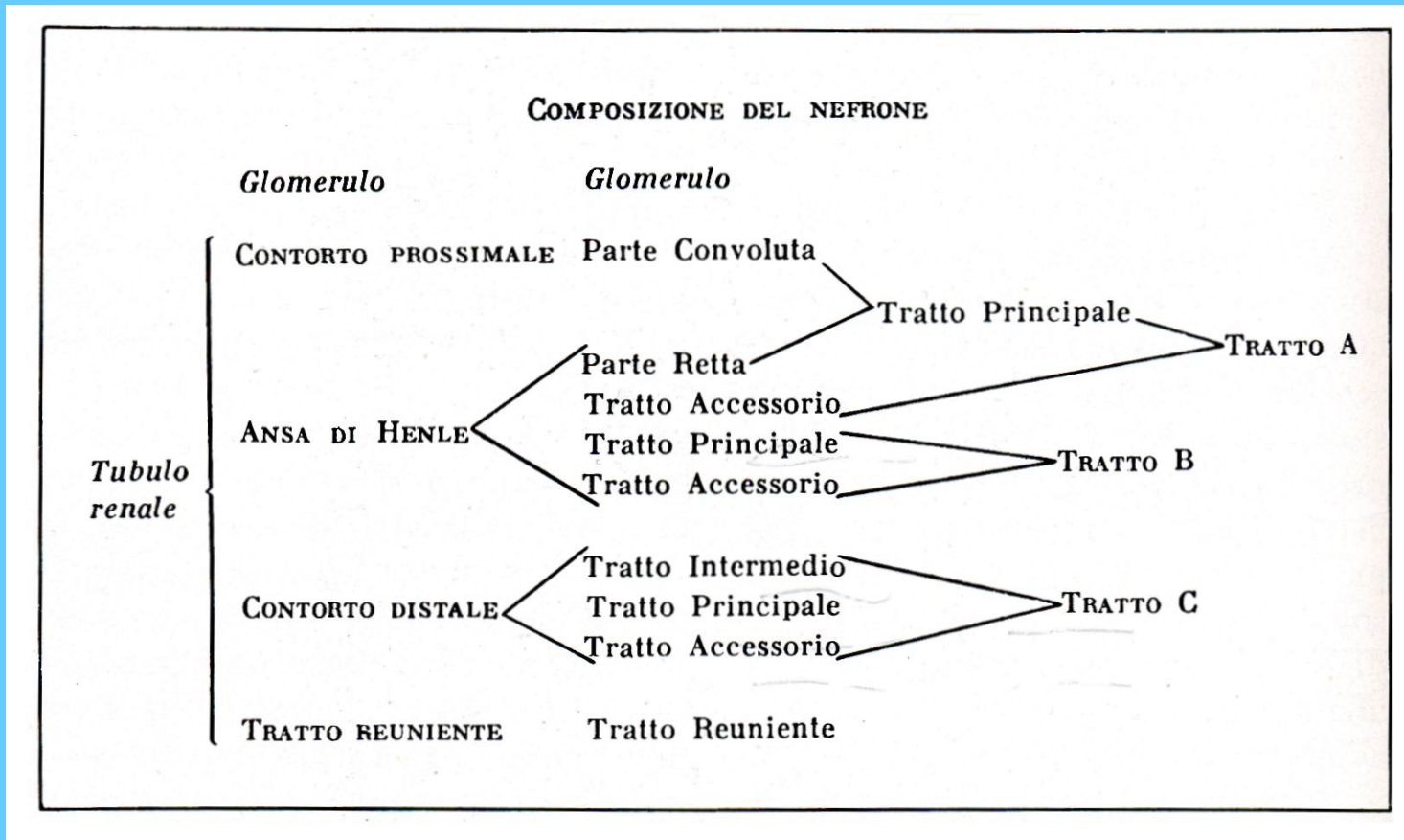
TC Distale
Secrezione H^+ , K^+ ,
Creatinina, Farmaci
Riassorb Na^+ , K^+ , Cl^-

T collettore
Riassorb Na^+ , K^+ , Cl^-

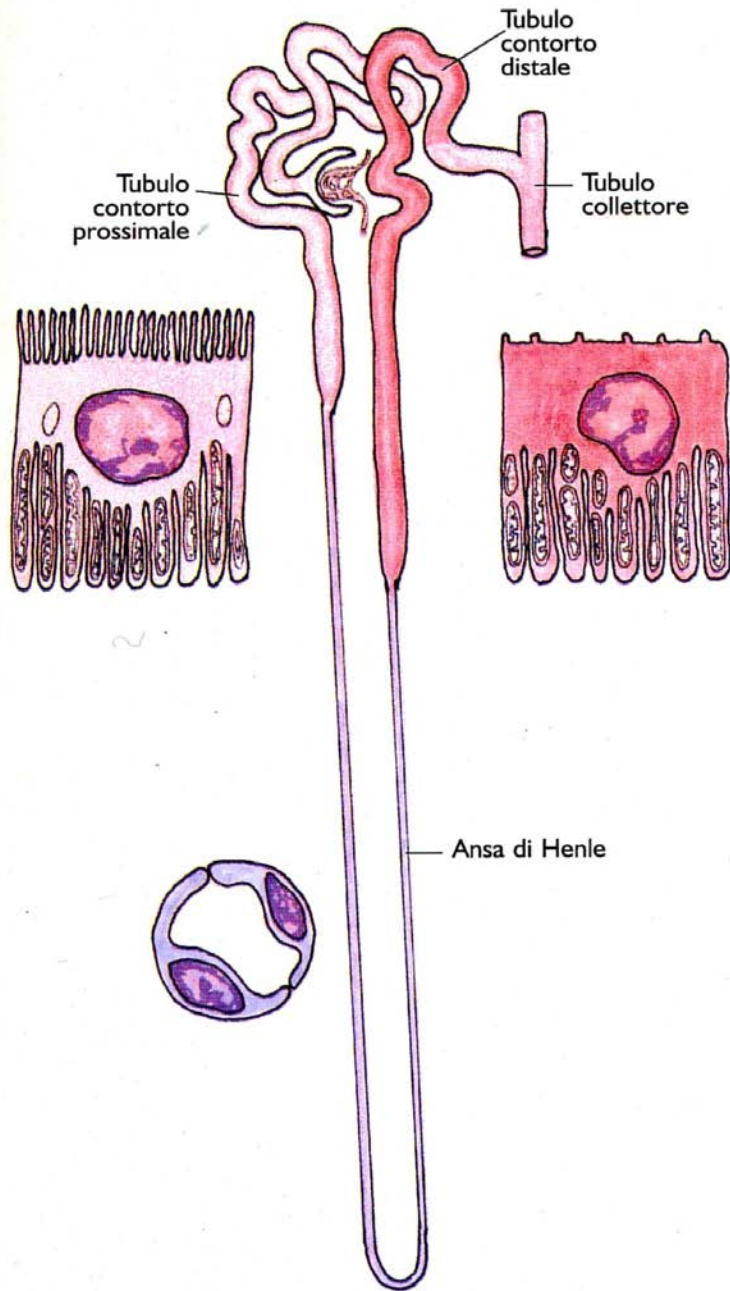




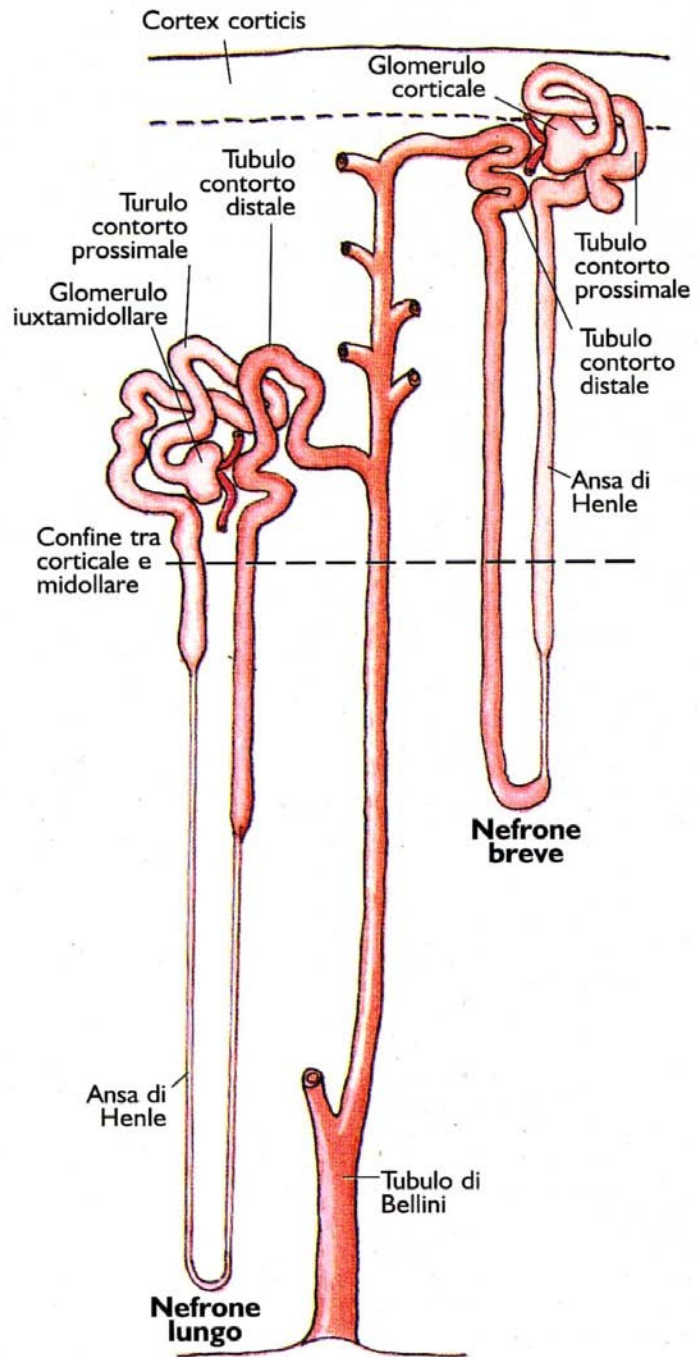
-Il tubulo si può dividere in tre parti: A, B e C, ciascuna con un tratto principale e uno accessorio

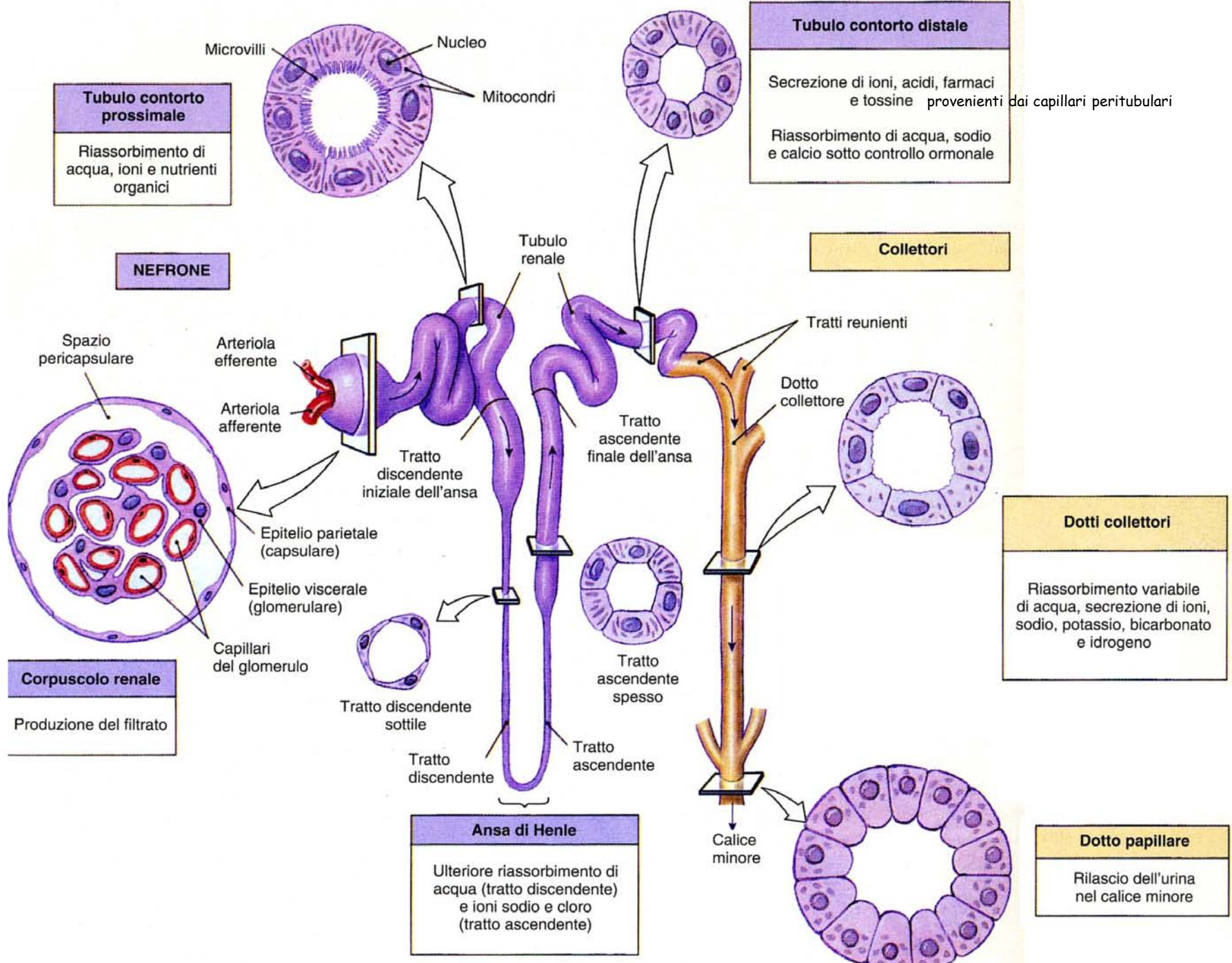


-Tutto intorno al decorso del tubulo renale è presente una fitta e ramificata rete vascolare (**Rete Capillare Peritubulare**), derivata dalla arteriola efferente e caratterizzata da una **bassa pressione sanguigna**, il che li predispone al **RIASSORBIMENTO**



Nefrone: cellule di rivestimento del canale





Tubulo contorto prossimale
 Riassorbimento di acqua, ioni e nutrienti organici

NEFRONE

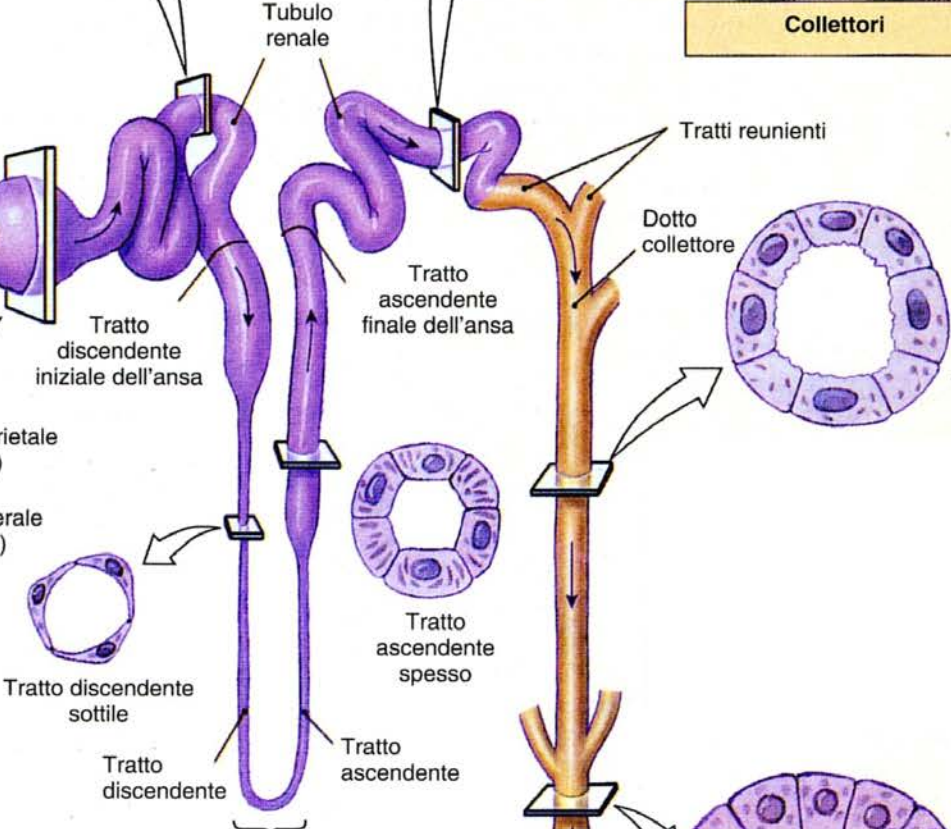
Spazio pericapsulare
 Arteriola efferente
 Arteriola afferente
 Epitelio parietale (capsulare)
 Epitelio viscerale (glomerulare)
 Capillari del glomerulo

Corpuscolo renale
 Produzione del filtrato

Microvilli
 Nucleo
 Mitocondri

Tubulo contorto distale
 Secrezione di ioni, acidi, farmaci e tossine provenienti dai capillari peritubulari
 Riassorbimento di acqua, sodio e calcio sotto controllo ormonale

Collettori



Dotti collettori
 Riassorbimento variabile di acqua, secrezione di ioni, sodio, potassio, bicarbonato e idrogeno

Ansa di Henle
 Ulteriore riassorbimento di acqua (tratto discendente) e ioni sodio e cloro (tratto ascendente)

Dotto papillare
 Rilascio dell'urina nel calice minore

Calice minore

Struttura del Tubulo Contorto Proximale (tratto principale A)

- diametro 50 micron, al polo urinifero assume decorso tortuoso a lato del glomerulo e raggiunge il raggio midollare più vicino
- diventa rettilineo e scende verticalmente verso la midollare (1° tratto ansa di Henle)
- epitelio monostratificato, cell. cubiche, scure , polarizzate
- molti microvilli verso il lume, introflessioni baso-laterali
- dispositivi giunzionali

Nel tratto principale di A

- orletto a spazzola con microvilli alla cui base ci sono vescicole di pinocitosi → riassorbimento e trasformazione delle sostanze assunte
- organuli e inclusi (citolisosomi e fagosomi)
- introflessioni della membrana basale con mitocondri (trasporto attivo)
- sotto l'epitelio → membrana basale → capillari peritubulari

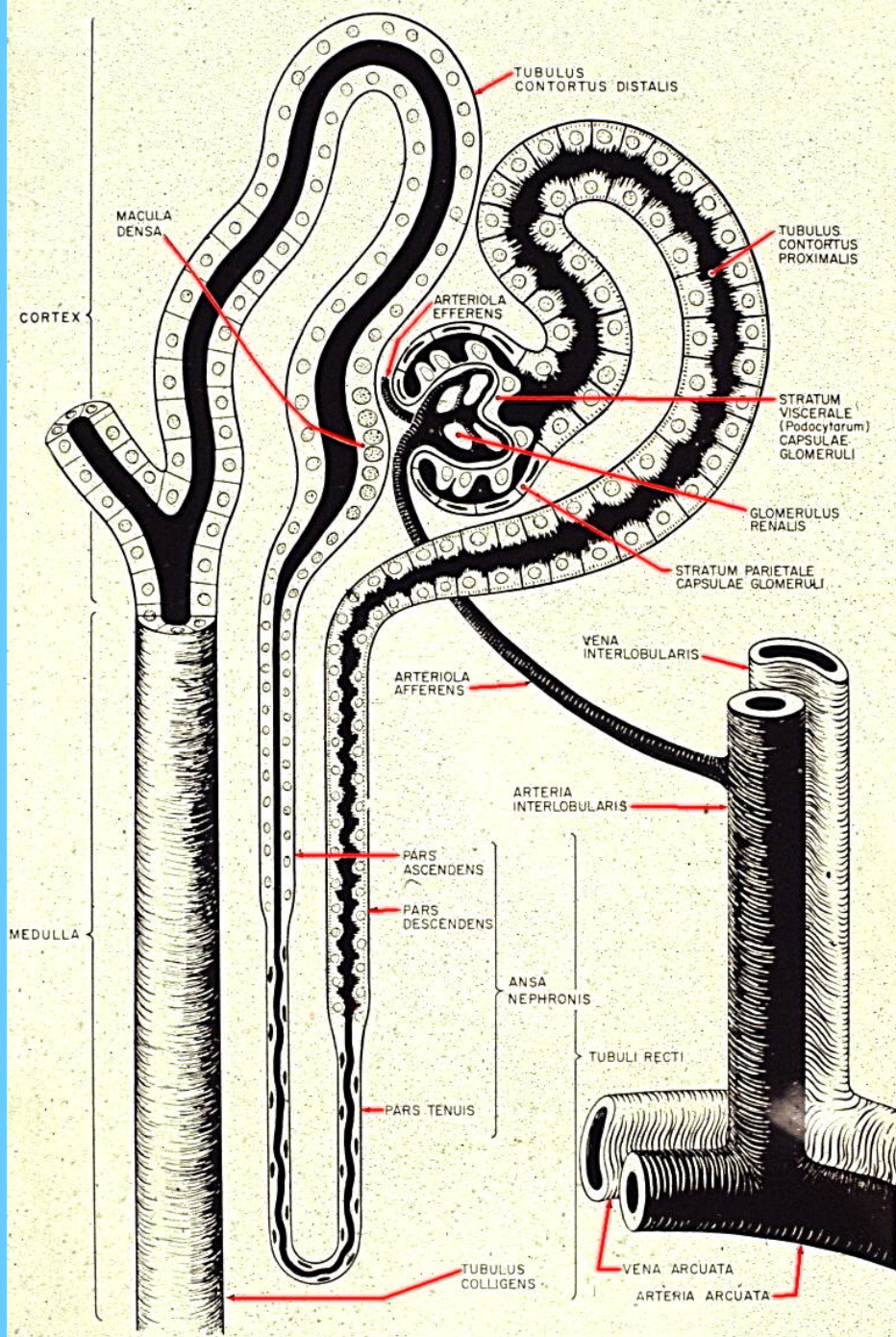


FIG. 14-5. Schema di nefrone.

Ansa di HENLE (tratto accessorio di A e tratto di B)

- comprende una branca discendente ed una ascendente + o - lunghe
- il tratto accessorio di A è la porzione più sottile del tubulo renale (diam 10 um)
- epitelio appiattito, cellule molto sottili con pochi organuli,
- membrana basale con capillari peritubulari

----Il tratto principale di B, nella branca ascendente dell'ansa (zona esterna della midollare) diam 30 um

- epitelio simile al tratto principale di A, con cellule meno voluminose, orletto irregolare, meno organuli.

--- Il tratto accessorio di B è l'ultimo tratto della branca ascendente (raggio midollare). Si avvicina al glomerulo dove si continua con il segmento intermedio

- epitelio simile al tratto accessorio di A

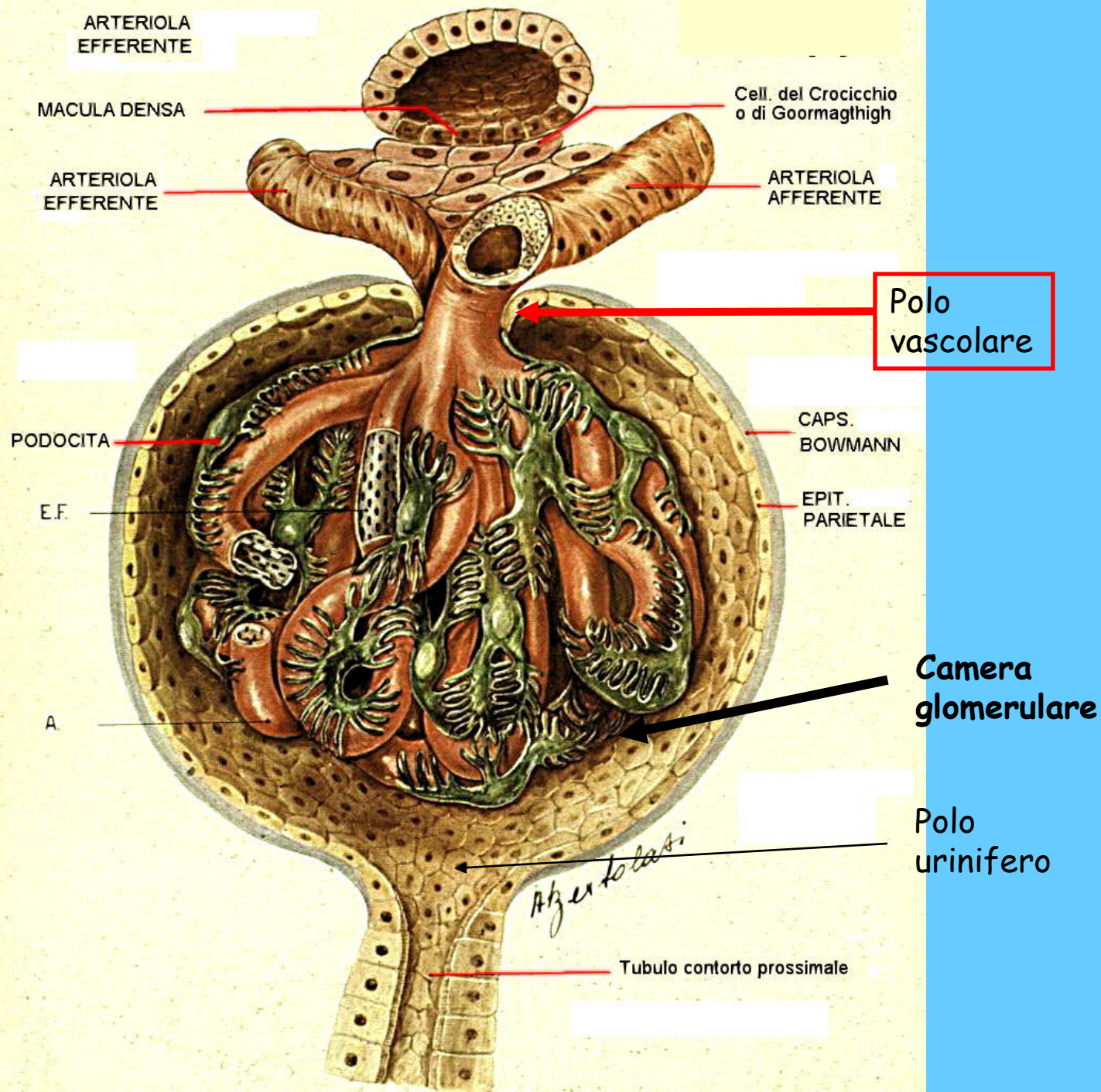
IL CORPUSCOLO RENALE (del Malpighi)

- costituito dal **GLOMERULO RENALE**, una **rete mirabile arteriosa** posta tra una arteriola afferente (+ grossa) e una efferente (+ piccola)
- circondato dalla **CAPSULA DI BOWMAN**, che ha due aperture: 1) un **Polo Vascolare** e 2) un **Polo Urinifero**, che si continua direttamente con il tubulo renale

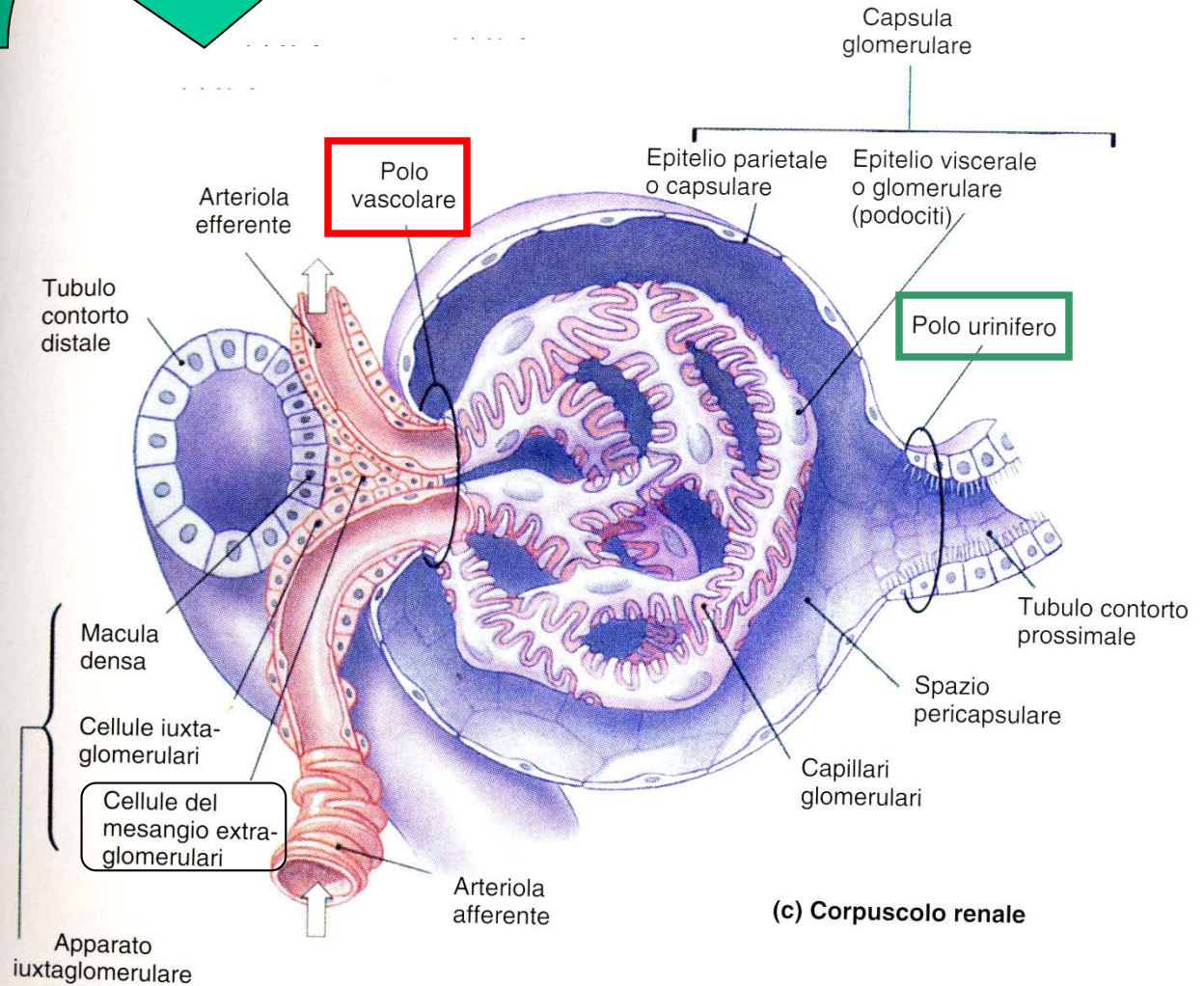
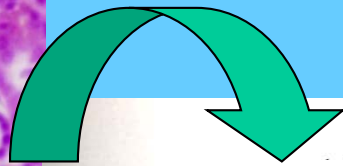
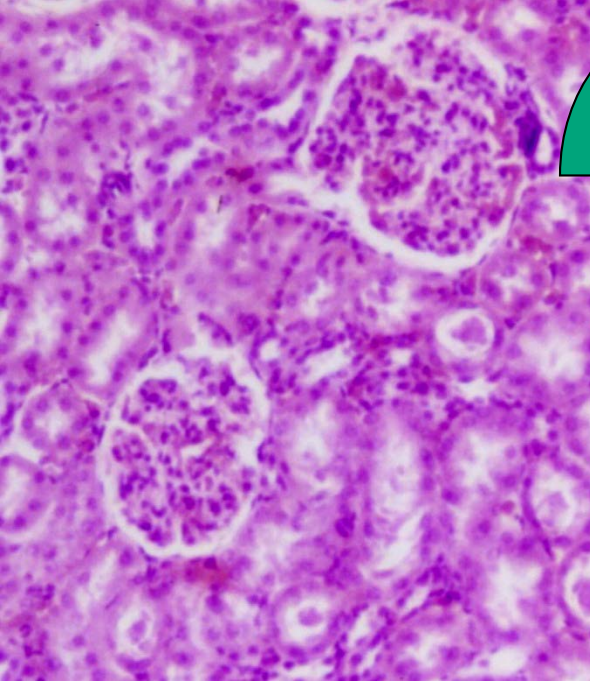
Costituzione della capsula di Bowman

Nella capsula si distinguono:

- 1) Una **porzione epiteliale** parietale
- 2) Una **porzione vascolare** costituita da un foglietto di podociti aderenti ai vasi glomerulari
- 3) tra i due è compresa la camera glomerulare che raccoglie il filtrato



Corpuscolo Renale



Il Corpuscolo Renale (di Malpighi) è formato da Glomerulo + Capsula di Bowman

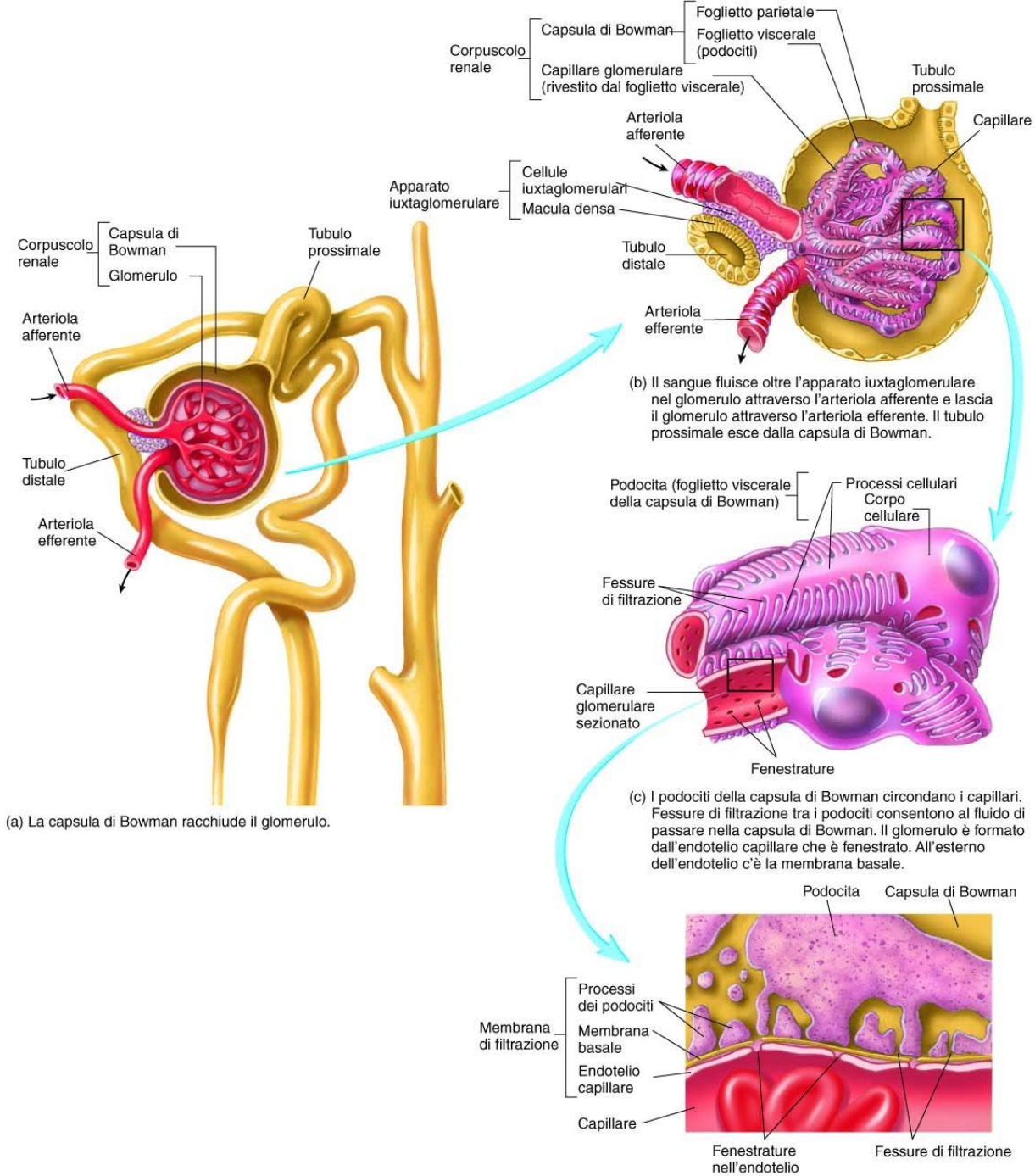
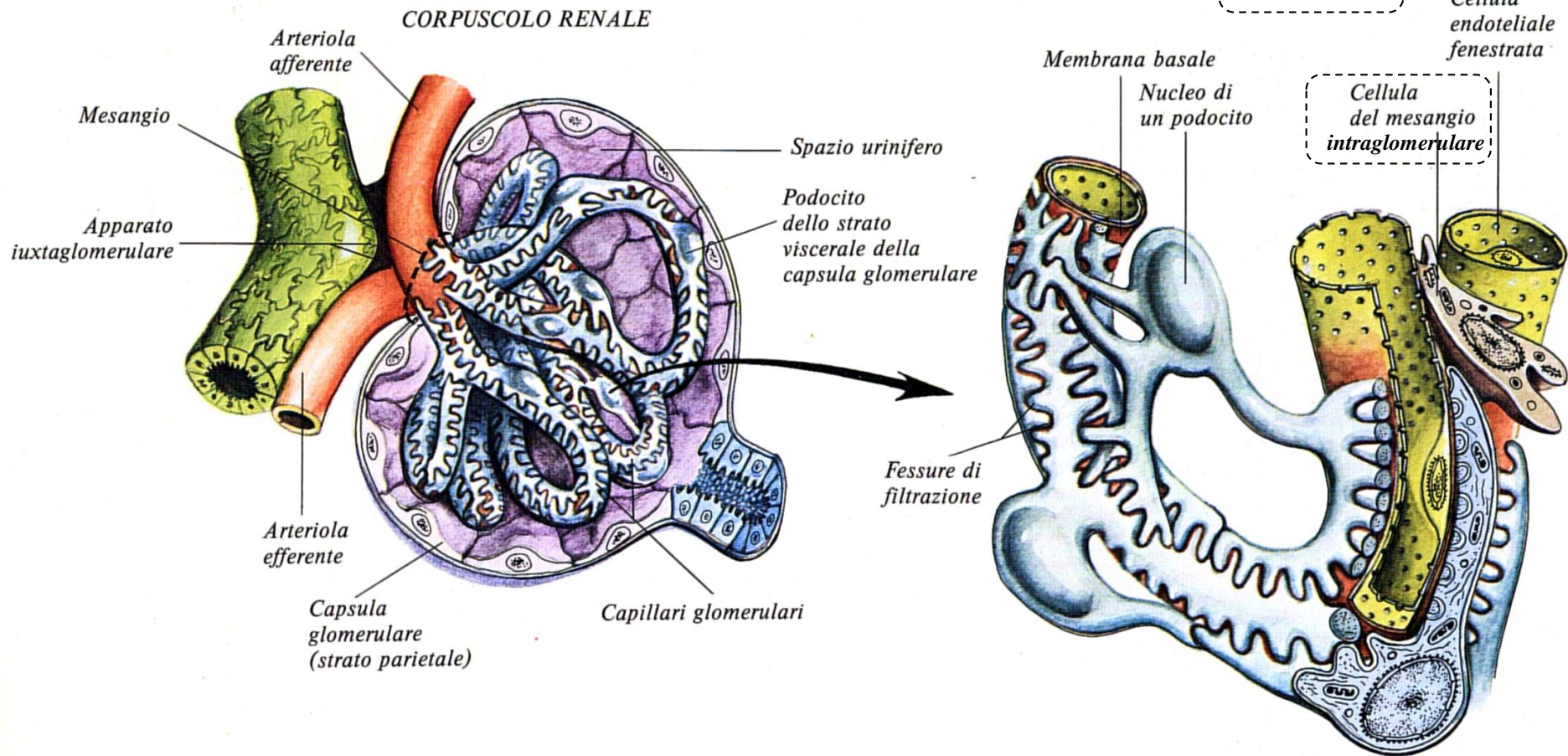


Figura 23.4 Corpuscolo renale

(d) Le cellule endoteliali del capillare, la membrana basale, ed i podociti costituiscono la membrana di filtrazione del rene.

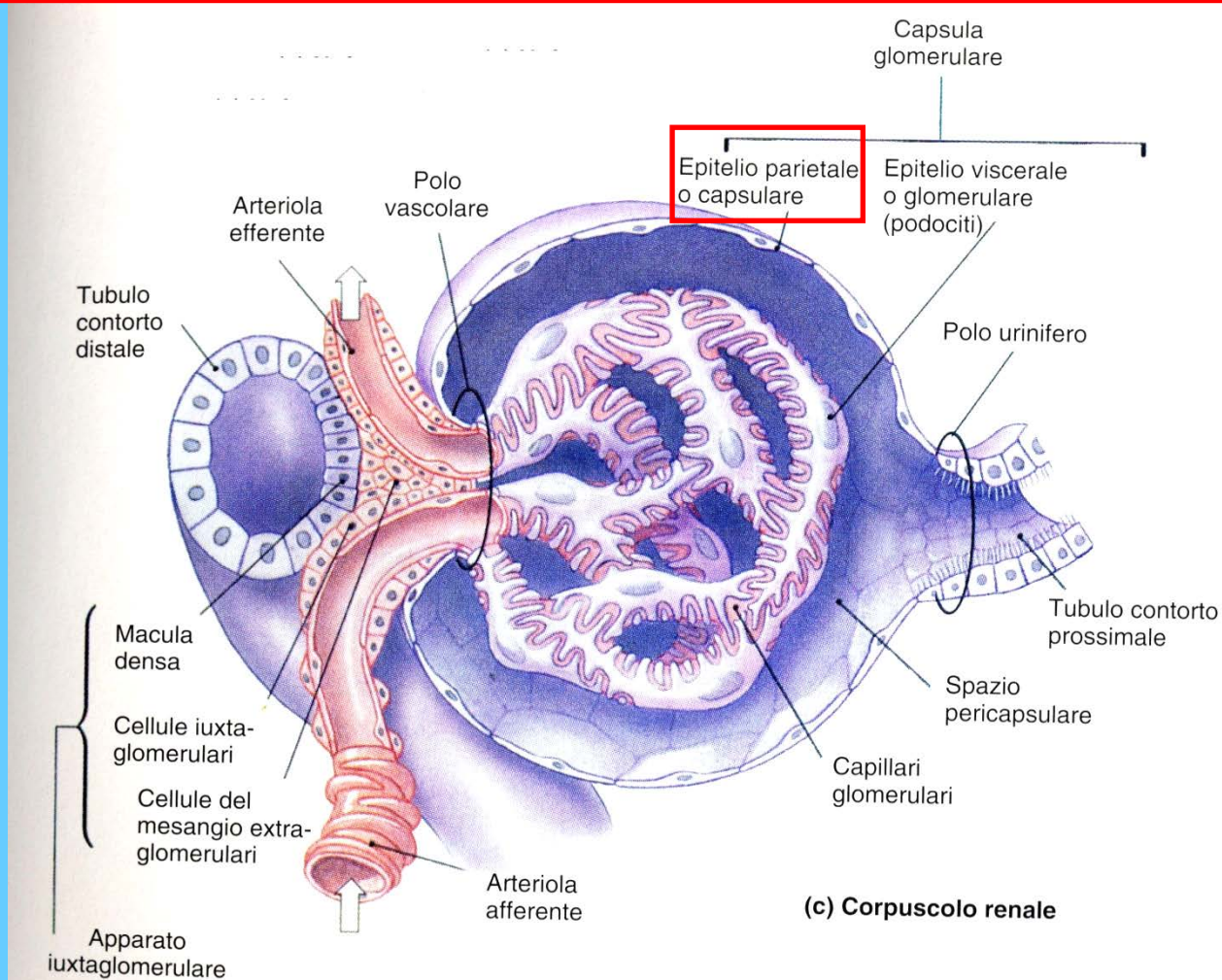


**Struttura dell'interno della Capsula di Bowman:
Glomerulo contornato dai Podociti**

Il glomerulo renale è una rete capillare mirabile arteriosa posta tra un'arteriola afferente e un'arteriola efferente.

Le due arteriole si trovano in corrispondenza del polo vascolare

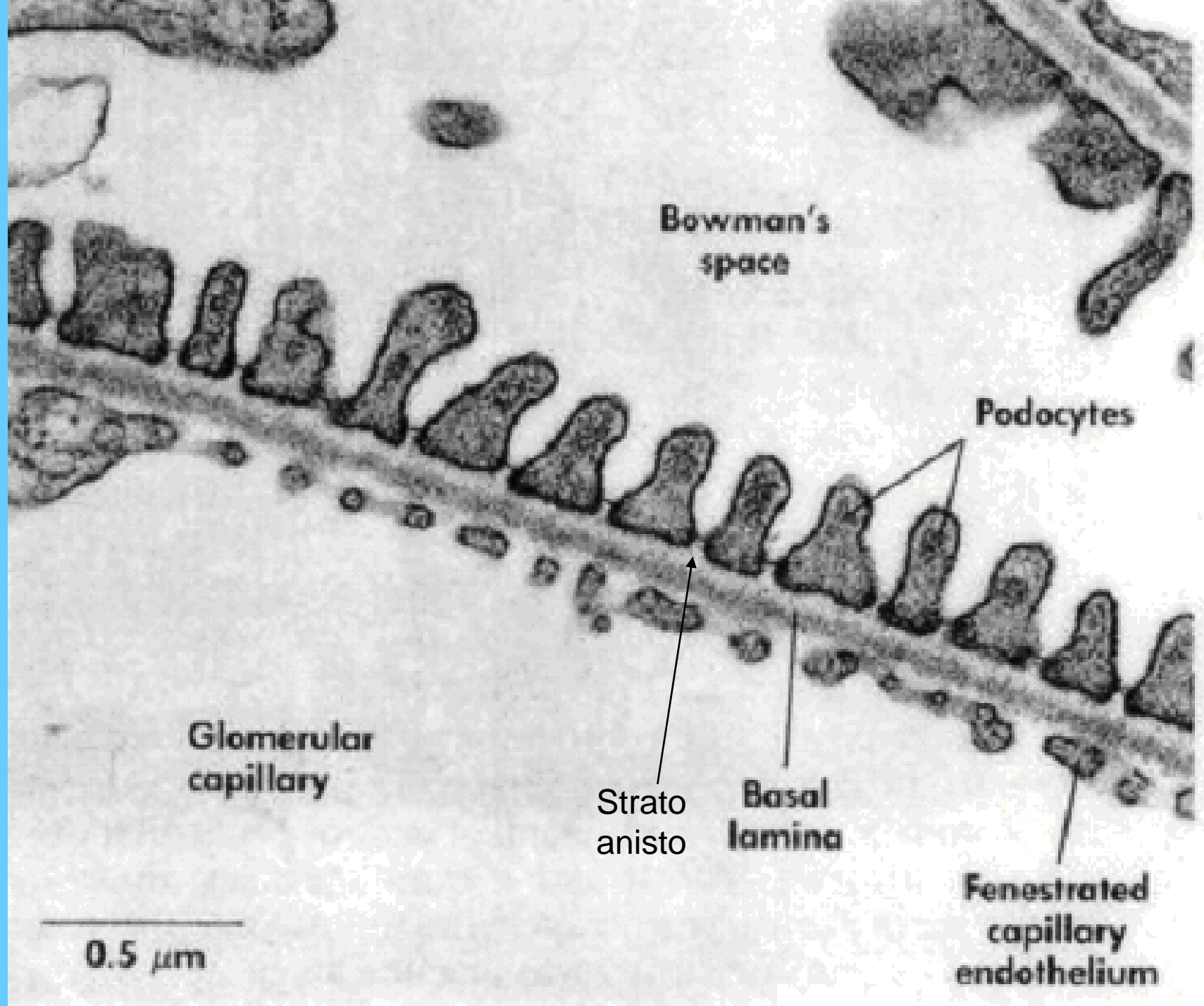
L'arteriola afferente ha un calibro maggiore rispetto alla efferente (> pressione).

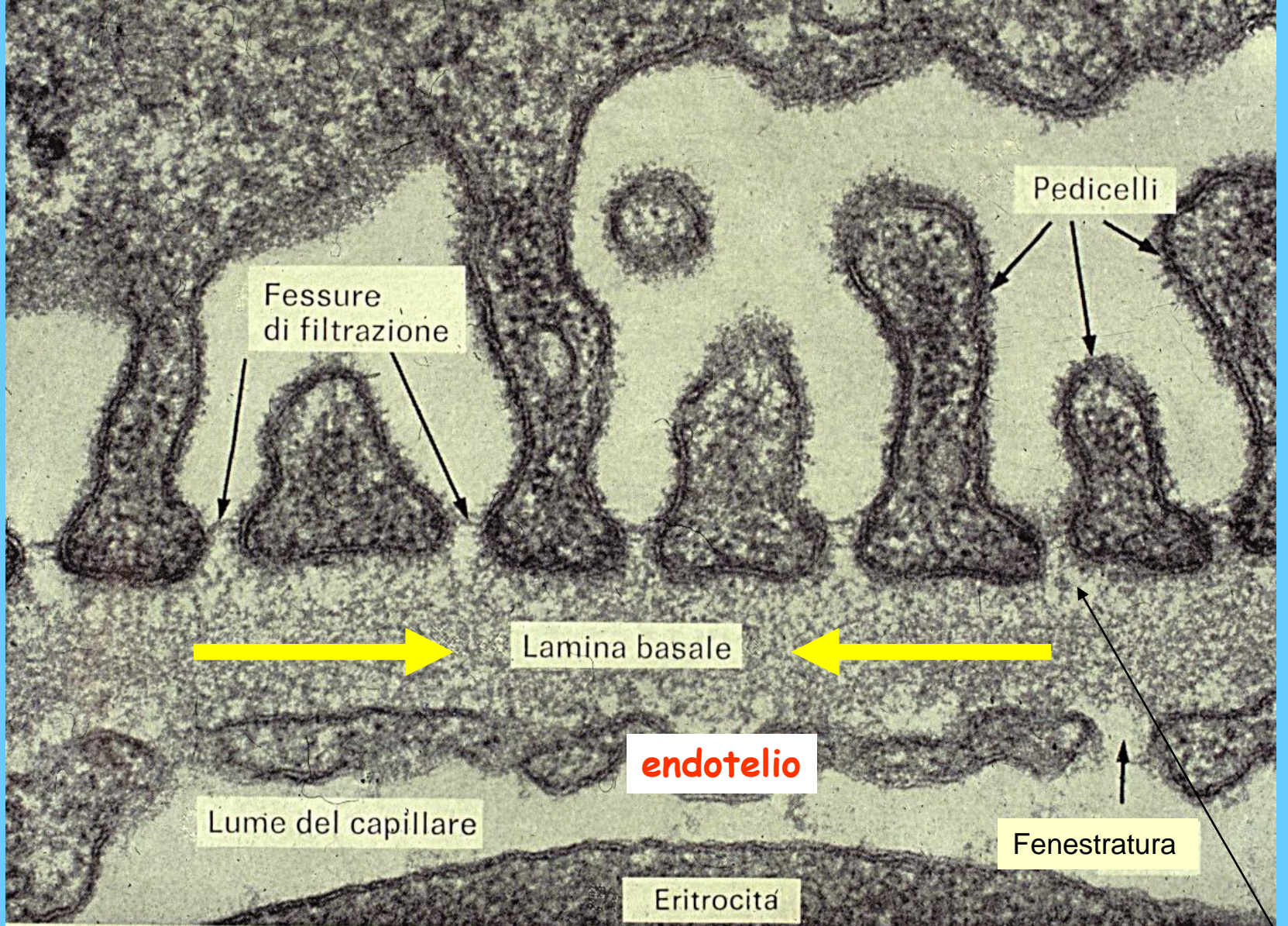


- L'arteriola afferente origina piccoli vasi con decorso molto tortuoso e poi termina con una arteriola efferente di diametro minore (questo genera una alta pressione sanguigna che innesca il processo di ultrafiltrazione)

- i capillari glomerulari sono circondati e sostenuti dal Mesangio (connettivo fibrillare con fibre collagene) in cui sono presenti rare cellule del mesangio intraglomerulare, cellule analoghe ai periciti dei capillari sanguigni

- l'endotelio dei capillari renali è formato da sottilissime cellule endoteliali fenestrate, e appoggia su uno strato sottoendoteliale anisto molto sottile e fuso con la lamina basale





La membrana di filtrazione glomerulare è formata da

- pedicelli dei podociti
- lamina densa
- endotelio

Strato
anisto



- Il **glomerulo con i podociti funzionano da filtro** nei confronti del sangue che lo attraversa; la filtrazione è un **processo passivo** e porta alla formazione di un **ultrafiltrato** con una composizione molto simile a quella del plasma sanguigno, eccetto che per le **proteine** (e gli elementi figurati).
- La filtrazione glomerulare è strettamente dipendente dalla **pressione arteriosa** che si stabilisce nel glomerulo grazie alla **differenza di diametro** che esiste fra le due arteriole.
- Il **volume dell'ultrafiltrato** è di circa 120 ml al min., cioè circa **170/180 litri al dì**. ($180/5 = 36$ volte che l'intero sangue viene filtrato in un giorno !!!!)
- Nel tubulo, l'ultrafiltrato subirà delle modificazioni (in gran parte x riassorbimento di acqua) che porteranno alla formazione dell'**urina concentrata** in circa **1/1,5 litri al dì**.

Le anse vascolari sono ricoperte dalla porzione vascolare della capsula di Bowman, formata da **podociti** il cui citoplasma è allargato e appiattito, e si espande in varie direzioni tramite **processi citoplasmatici** che terminano con una espansione a **pedicello** sulla parete dei capillari

Grazie ai pedicelli interdigitati si crea una discontinuità della interfaccia con l'endotelio dei capillari

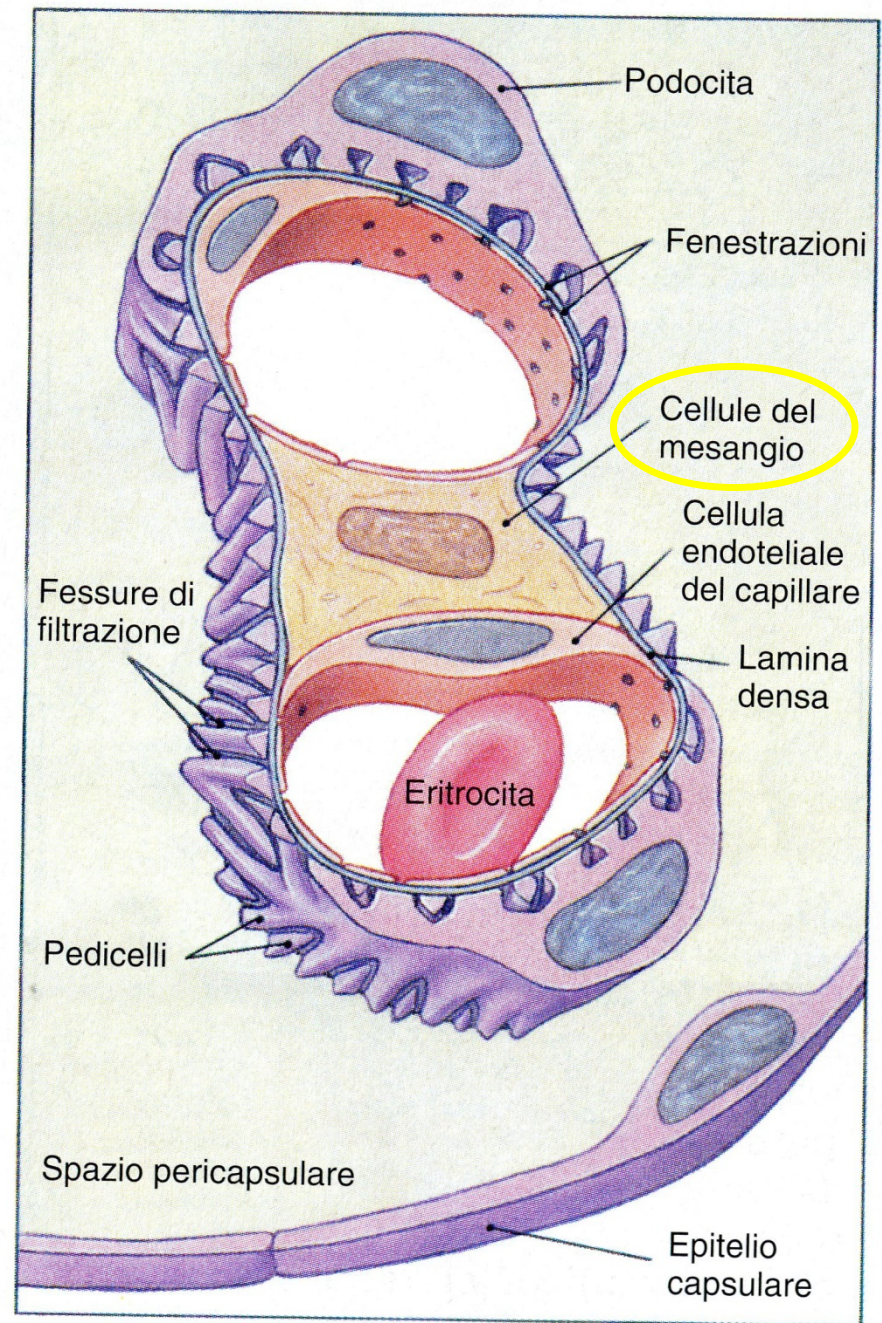
La lamina basale dei podociti e la lamina basale endoteliale si fondono in una **Lamina Densa** che in alcuni punti è la sola entità di separazione tra sangue e camera di filtrazione: **sono le sue proprietà a condizionare la filtrazione e le proprietà fisico-chimiche del filtrato** (formata da proteoglicani, **GAG's liberi** (eparansolfato) e da collagene di tipo IV che non forma fibre ma una sottile e resistente rete) ma in realtà non differenzia radicalmente il plasma dall'ultrafiltrato

- La Lamina Densa viene rinnovata dai podociti stessi e fagocitata dalle cell. del mesangio intraglomerulare)

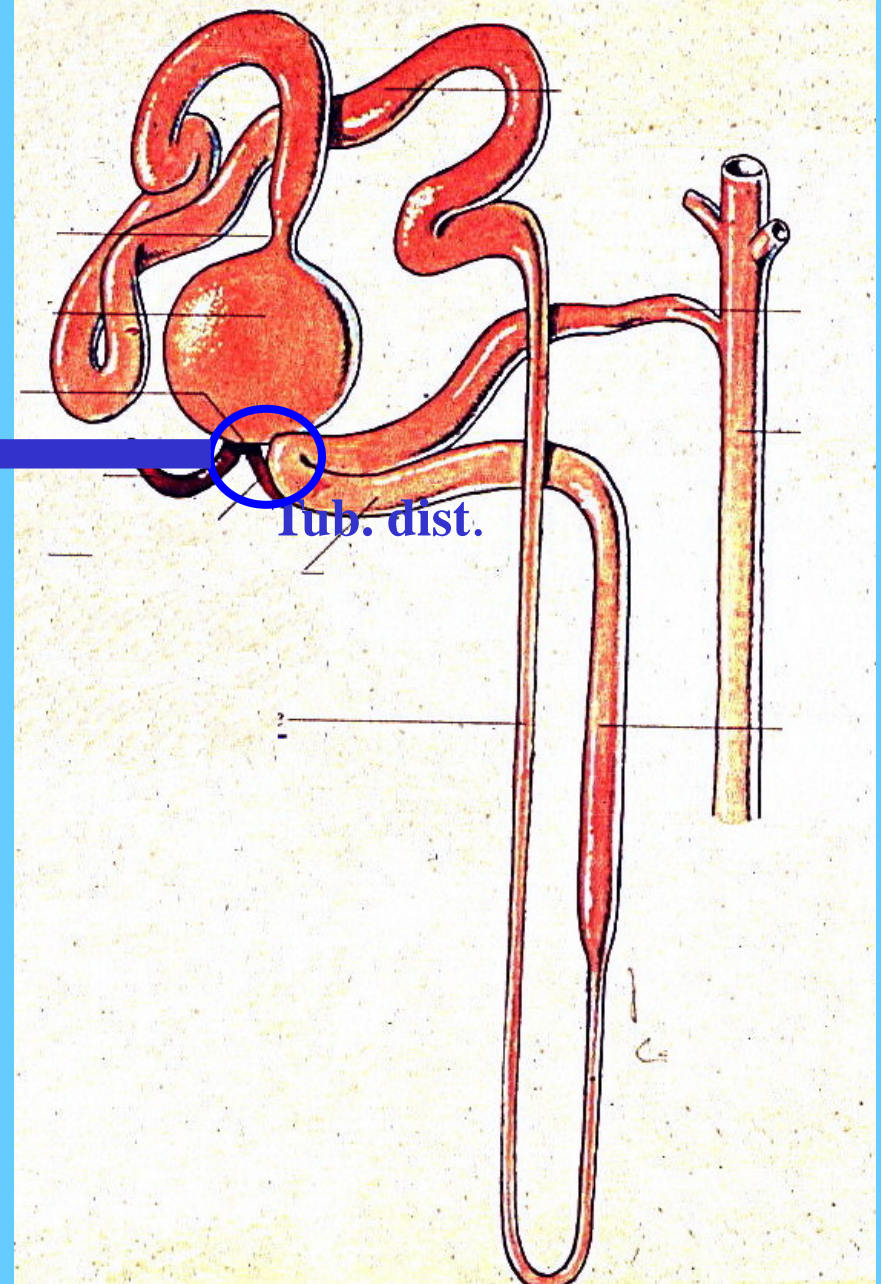
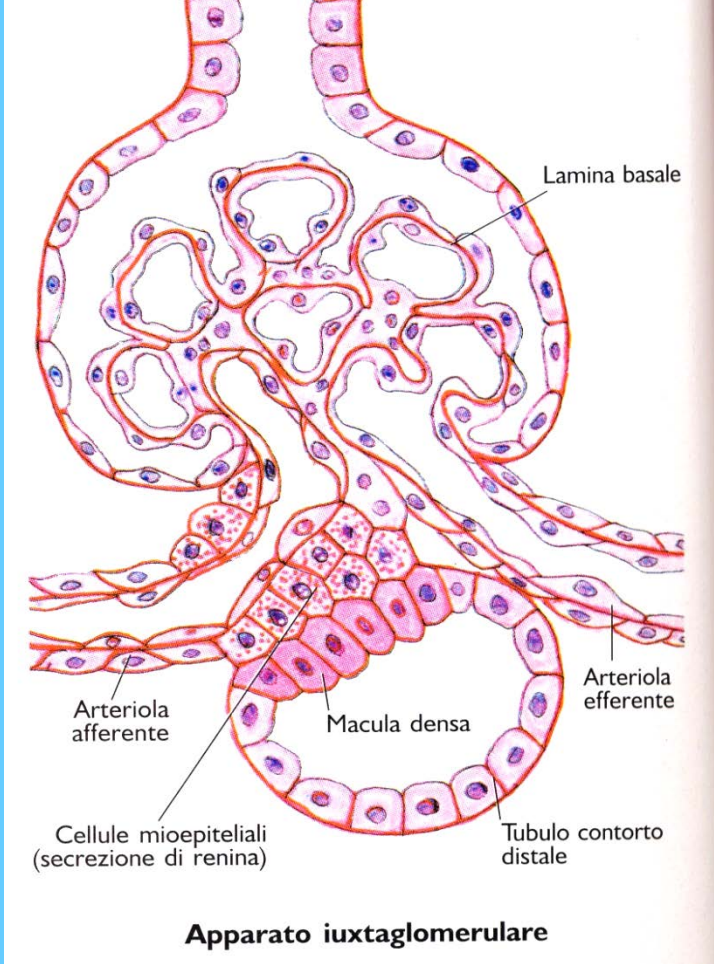
I capillari sanguigni del glomerulo hanno un **endotelio fenestrato** che poggia su una lamina basale **ispessita (lamina densa)**;

Fra i capillari sanguigni c'è una componente connettivale in cui si trovano **cellule del mesangio** **Intraglomerulare** con **funzioni** diverse:

- sostegno meccanico
- regolazione del calibro dei capillari
- fagocitosi (anche della lamina densa)
- sintesi di materiale interstiziale



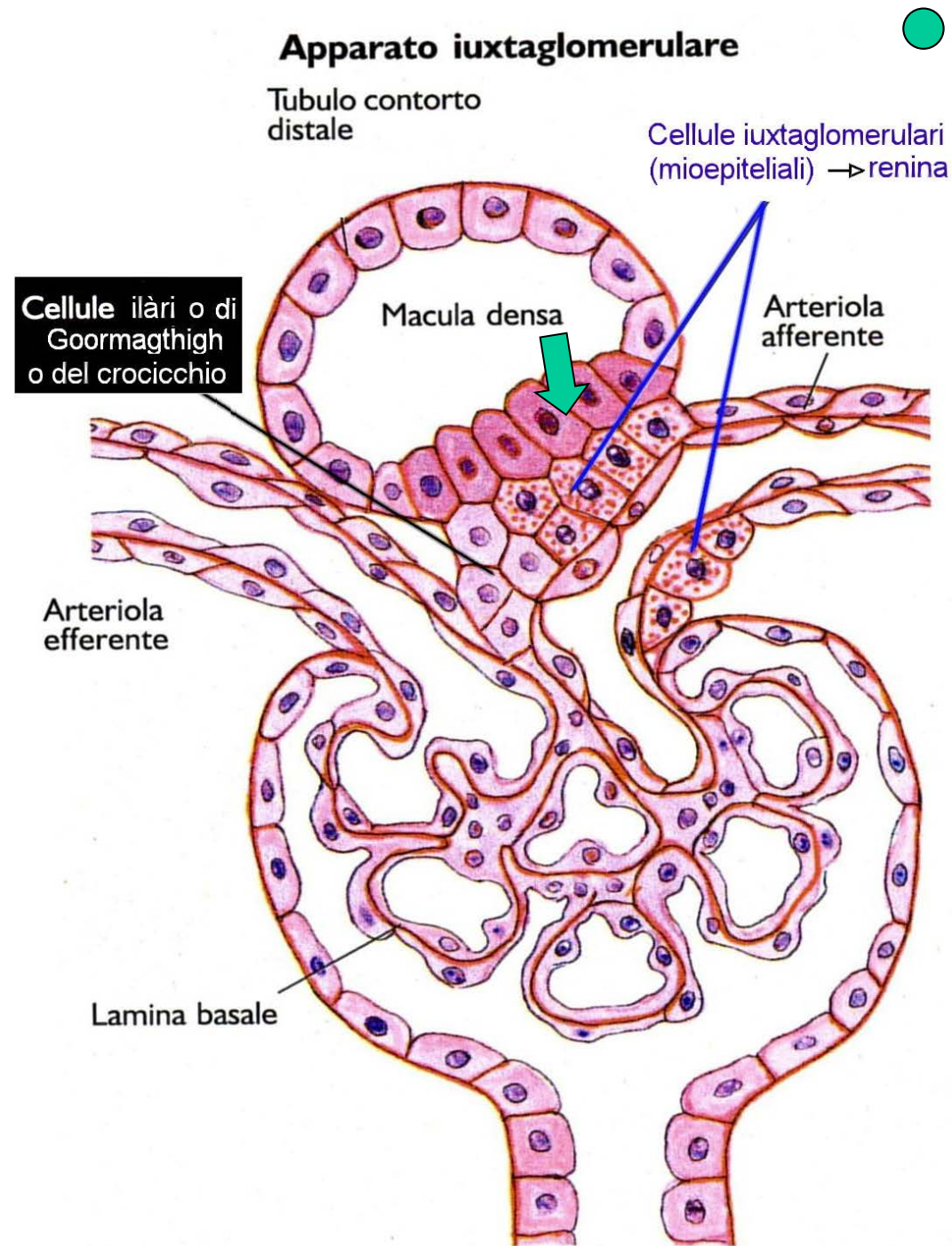
(d) Apparato di filtrazione



L'Apparato Iuxta-glomerulare è una sistema specializzato che si posiziona fra il glomerulo e una porzione del tratto intermedio del tubulo distale strettamente aderente ad esso in corrispondenza del polo vascolare.

L'Apparato Iuxtaglomerulare è formato da:

- 1- cellule specializzate del tubulo distale che formano la **Macula Densa**
- 2- **Cellule Iuxtaglomerulari** sono *elementi mioepiteliali contrattili* (simili a cell. muscolari lisce modificate) della parete dell'arteriola afferente [→secernono renina]
- 3- **Cellule Ilari** (o del crocicchio o di Goormagthigh): mesangio extraglomerulare



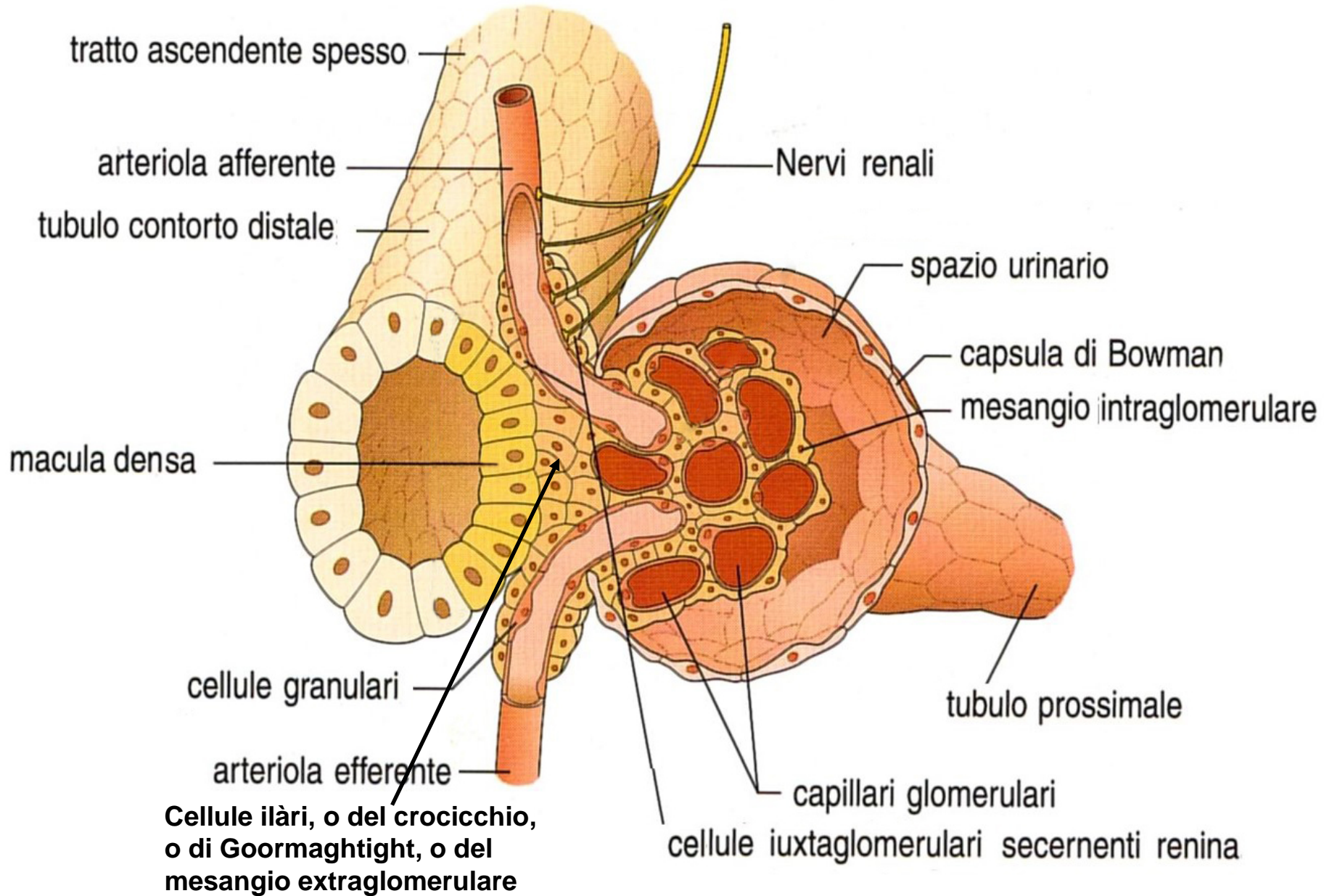
Macula Densa

Cellule della parete del tubulo distale, prismatiche con poco citoplasma, che reagiscono a variazioni pressorie e chimiche (contenuto di elettroliti del sangue); sono barocettori e chemocettori che trasferiscono l'informazione alle →

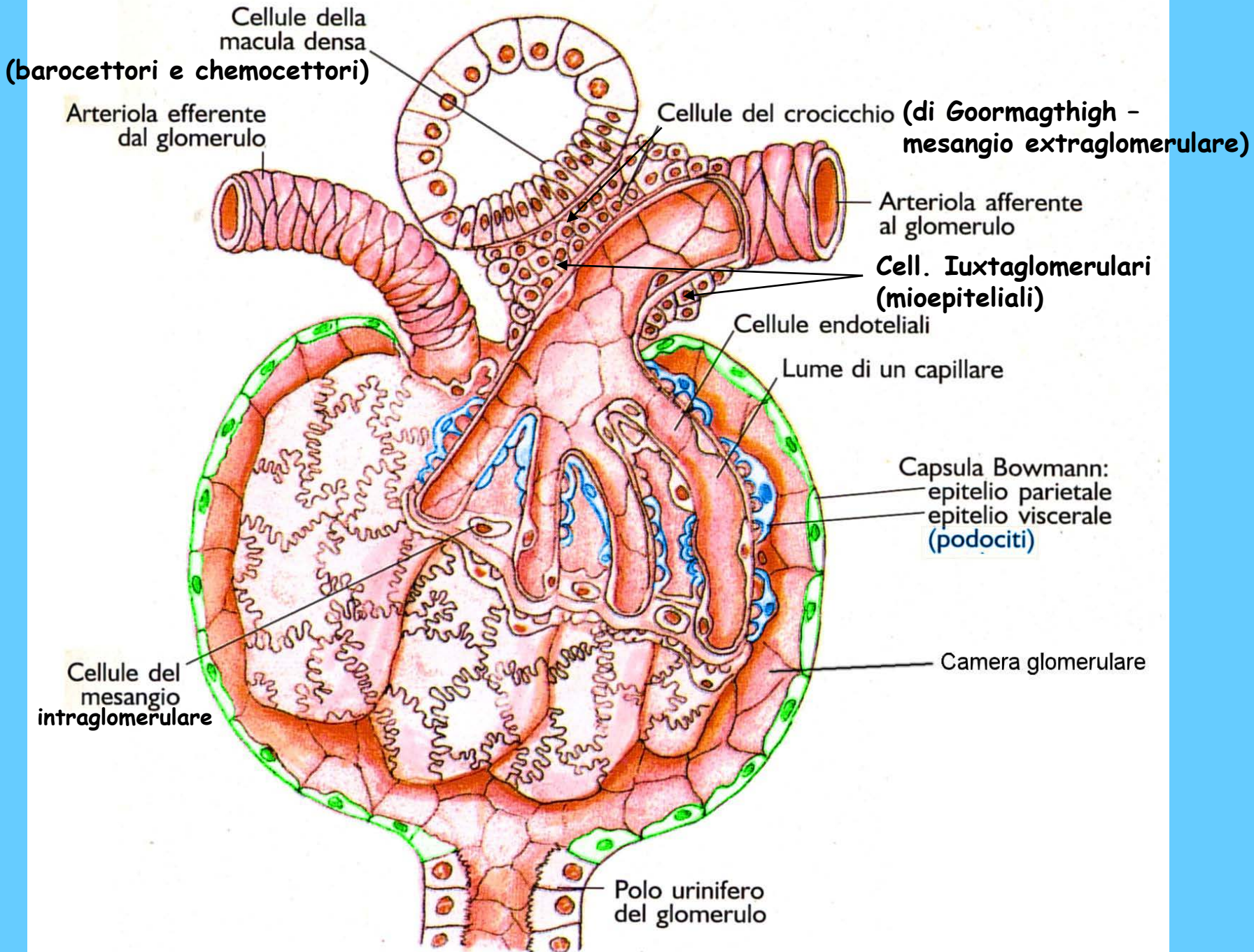
Cellule Iuxtaglomerulari: elementi mioepiteliali (simili a cell. muscolari lisce) della parete dell'arteriola afferente; sono cellule contrattili che producono anche una proteasi, la *renina*, che liberata nel sangue converte l'angiotensinogeno in angiotensina, un fattore che regola, innalzandola, la pressione arteriosa... (→ e di conseguenza la intensità di filtrazione nel corpuscolo di Malpighi..)

Cellule di Goormagthigh (o ilàri, o del crocicchio)

4-10 cellule appiattite, appartenenti al *mesangio extraglomerulare*, site tra la macula densa e la parete dell'arteriola afferente, con espansioni laminari molto estese che si sovrappongono e si interpongono tra le strutture dell'apparato. Sul contorno: materiale microgranulare **anisto** [Anisto (gr. *an* priv. = non + *istos* = tessuto), Termine che si riferisce a ciò che non ha struttura determinata];



Apparato iuxtaglomerulare



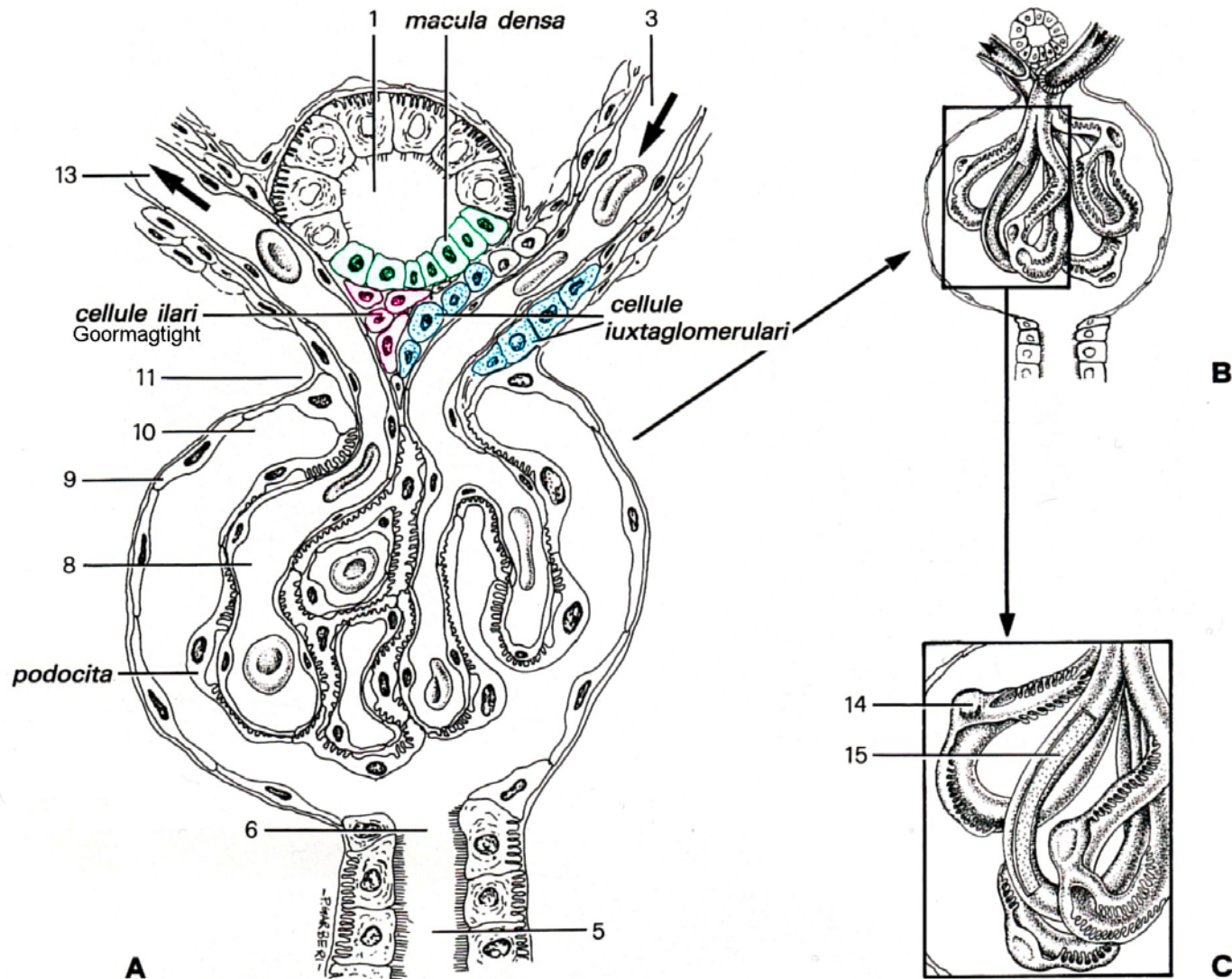
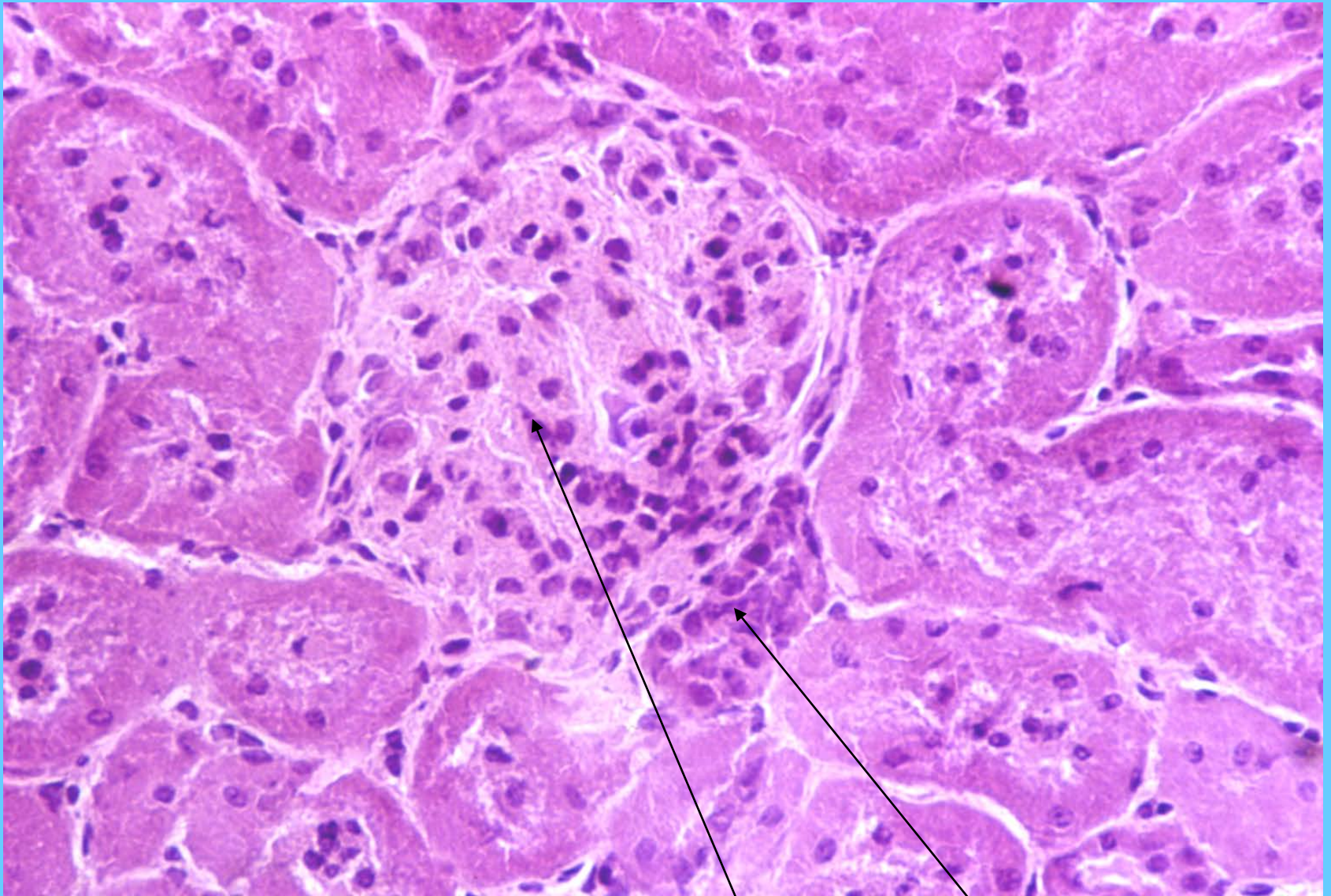
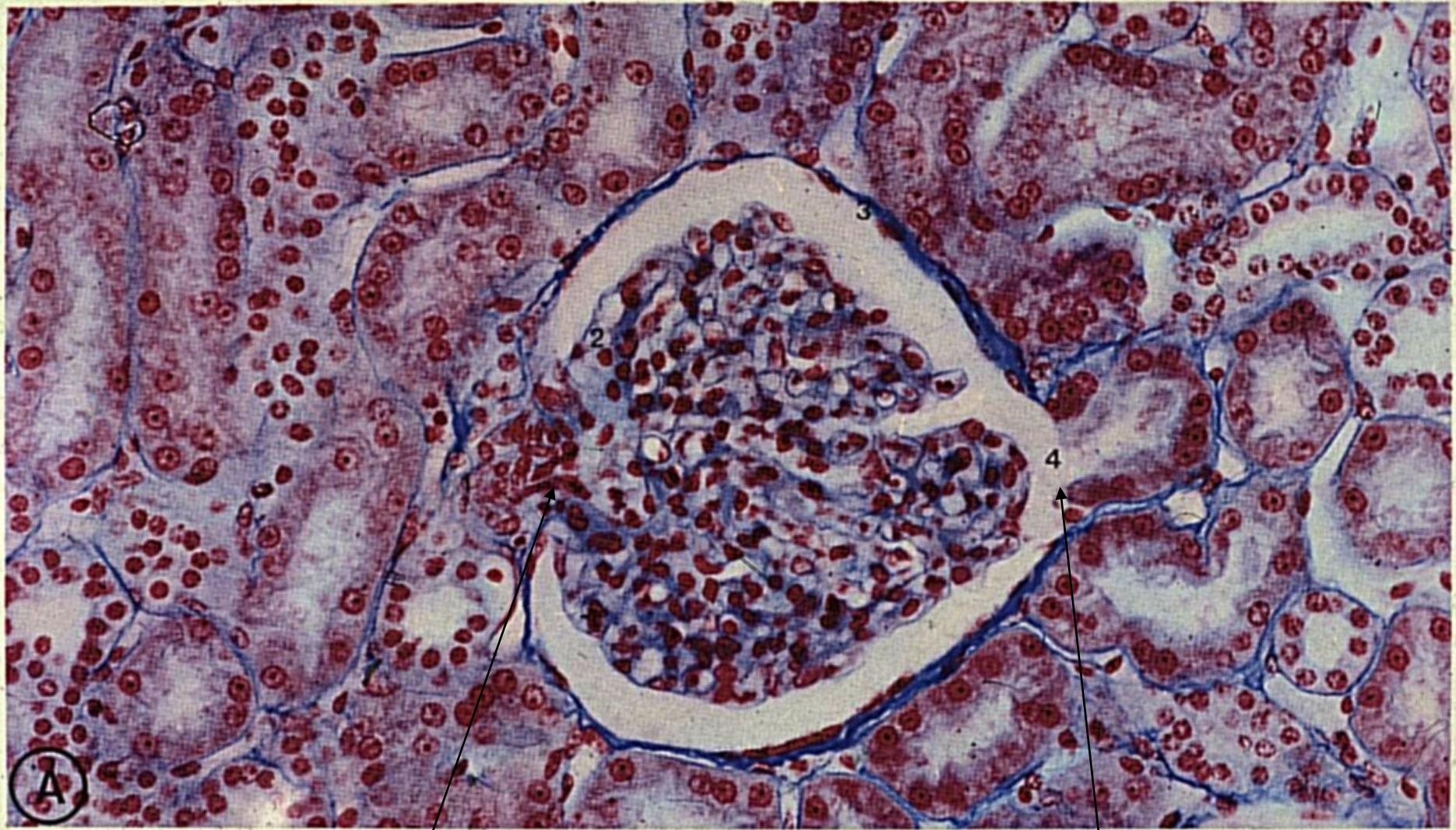


Fig. 15.9 Schema del corpuscolo renale in sezione (A). L'inserto B illustra l'aspetto tridimensionale delle anse capillari e (C) il particolare rapporto tra podociti e vasi capillari. 1, Tubulo convoluto distale; 2, macula densa; 3, arteriola afferente; 4, cellule iuxtaglomerulari; 5, tubulo convoluto prossimale; 6, polo urinifero del glomerulo; 7, podocita; 8, capillare glomerulare; 9, capsula di Bowman; 10, spazio capsulare; 11, polo vascolare del glomerulo; 12, cellule ilari (mesangio extraglomerulare); 13, arteriola efferente; 14, podocita con pedicelli; 15, endotelio fenestrato del capillare glomerulare.

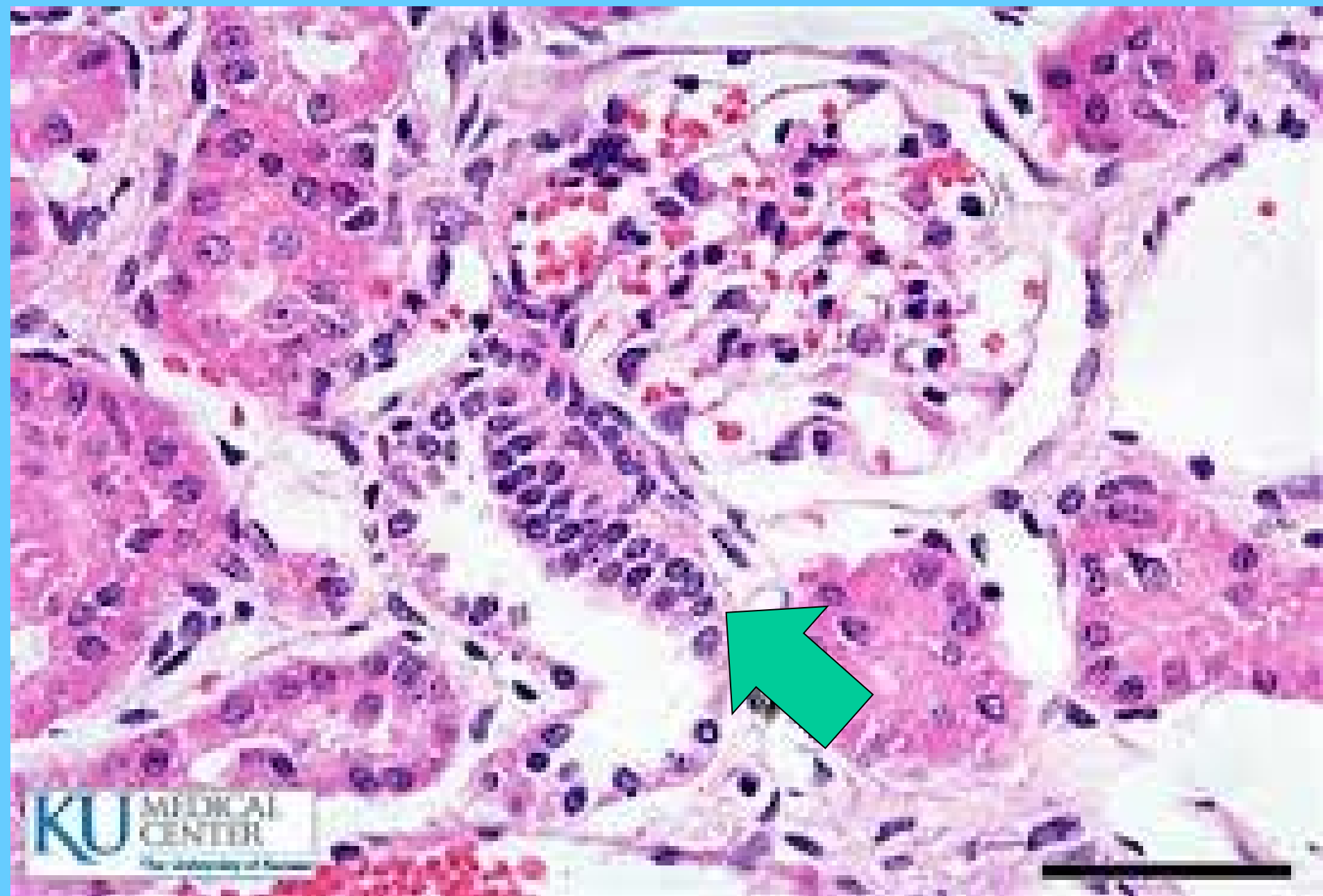


Particolare di sezione di rene : glomerulo, macula densa e sezioni di tubuli



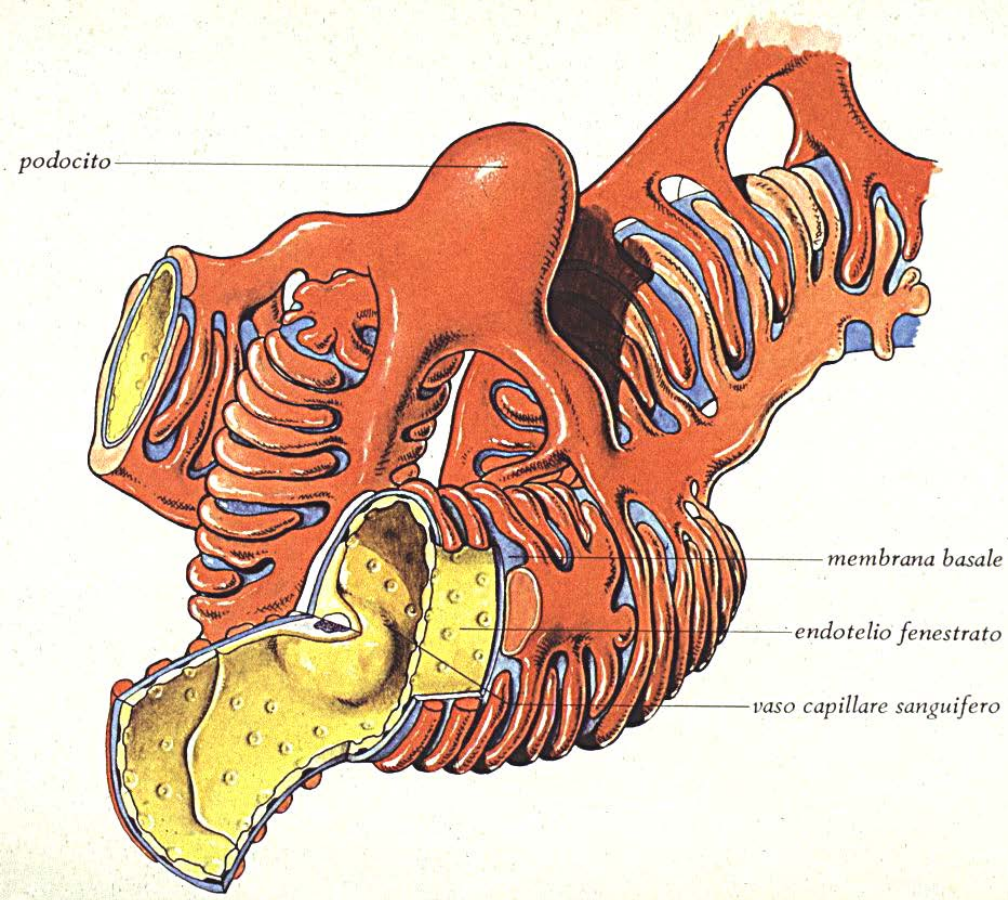
Polo vascolare

Polo urinifero



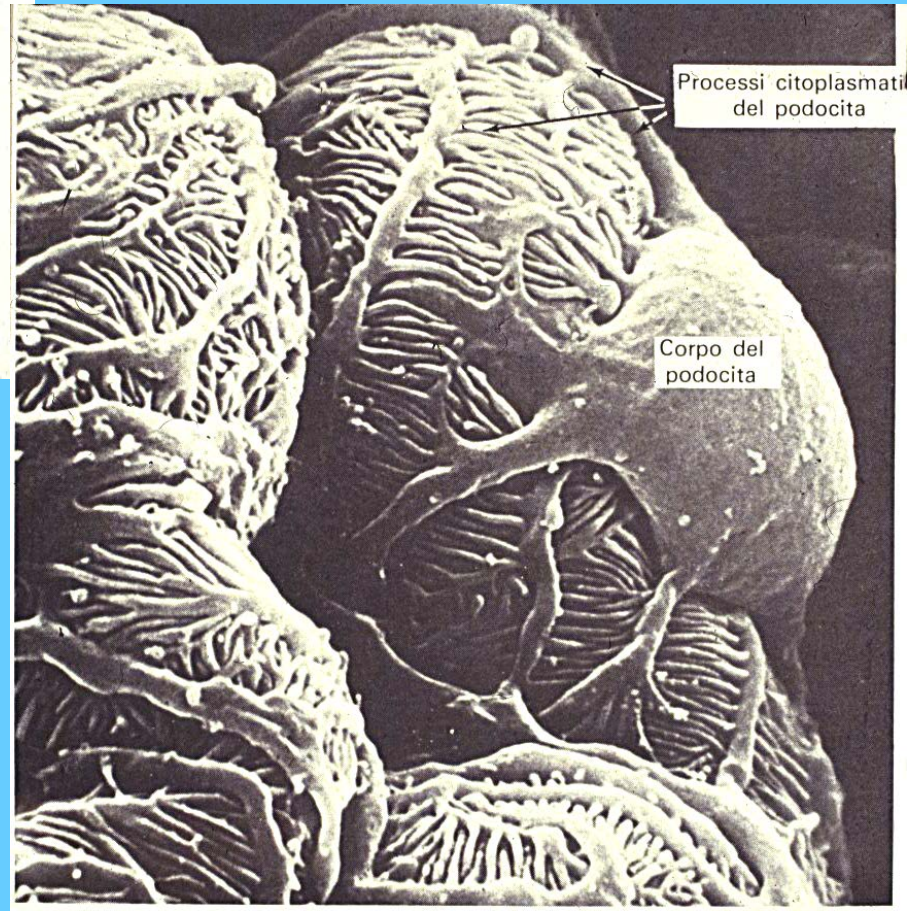


podociti

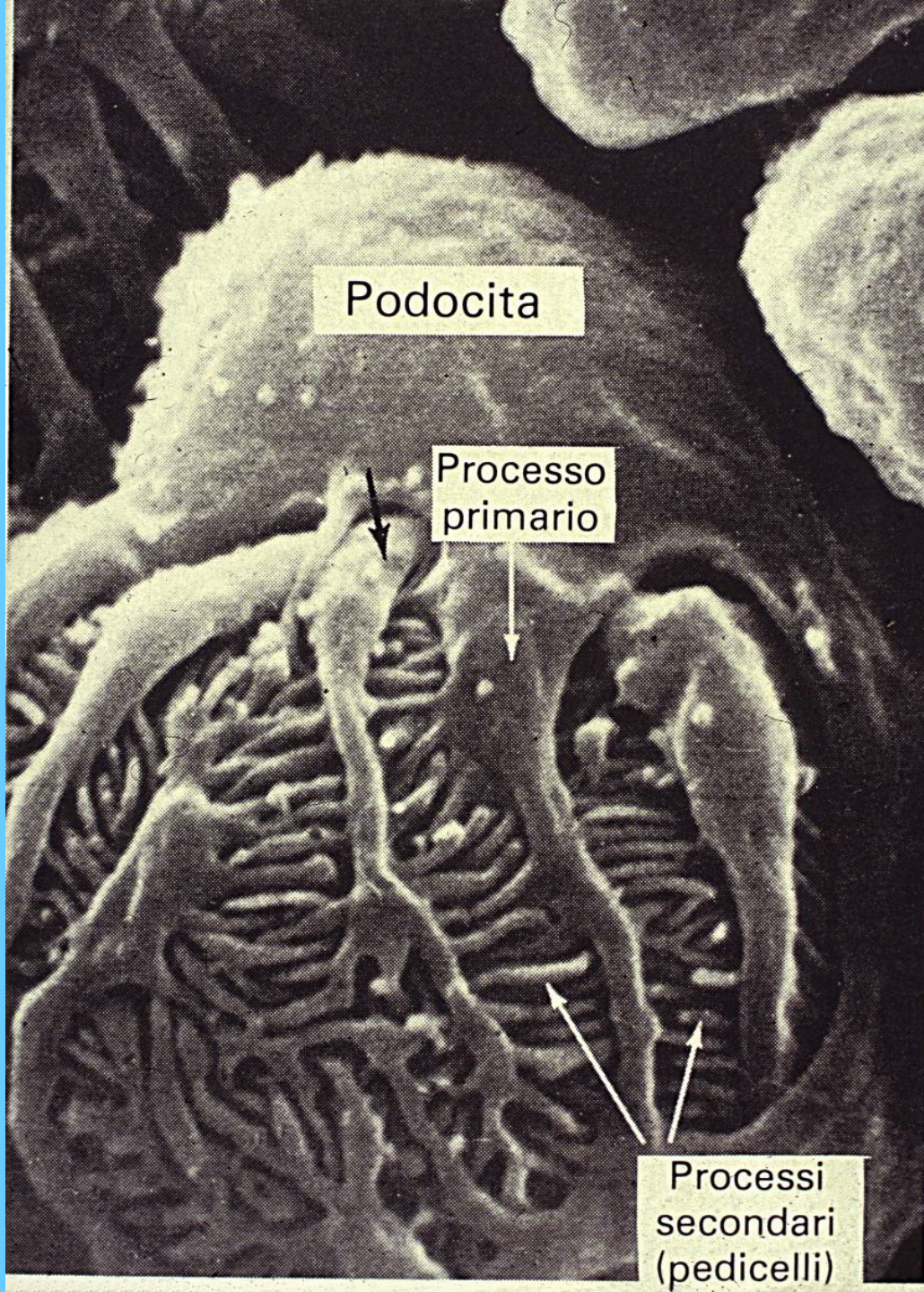


Podociti

sono cellule con un corpo centrale da cui dipartono processi citoplasmatici che si estendono come tentacoli sull'intera superficie del glomerulo



Dai prolungamenti dei podociti si formano dei **pedicelli** che poggiano direttamente sulla lamina densa della parete dei capillari glomerulari



Podocita

Processo
primario

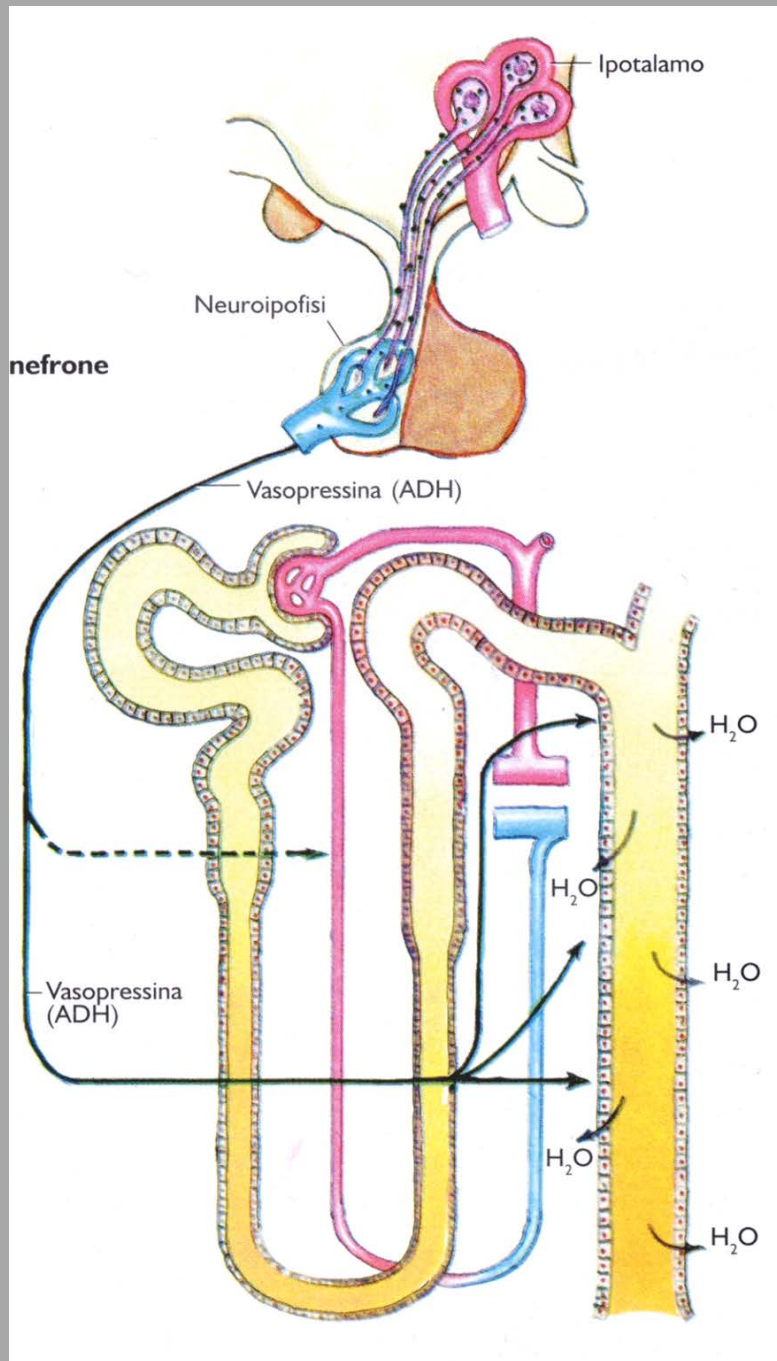
Processi
secondari
(pedicelli)



Tratto reuniente

condotto sottile, rettilineo, che dal tub. contorto distale va al raggio midollare e quindi al **dotto collettore**; epitelio cubico

L'arcata reuniente raccoglie più tratti reunienti scendendo dal cortex, lungo la regione dei raggi midollari, fino alla zona papillare



Un po' di Fisiologia.

La capacità del rene di produrre un'urina più concentrata, risparmiando acqua, oppure più diluita, eliminando acqua in eccesso, dipende soprattutto dall'ansa di Henle, segmento che crea un gradiente di ipertonicità nella midollare che influenza la concentrazione dell'urina diretta verso il tubulo collettore con un meccanismo detto "controcorrente".

Grazie a questo meccanismo l'urina ipotonica o isotonica presente nei tubuli collettori cederà acqua agli spazi interstiziali (anche per azione dell'ormone ADH) formando così una urina ipertonica.

Soprattutto nei nefroni iuxtamidollari, che hanno una lunga ansa di Henle che penetra nella midollare, si verifica la formazione di una **urina iperosmotica**

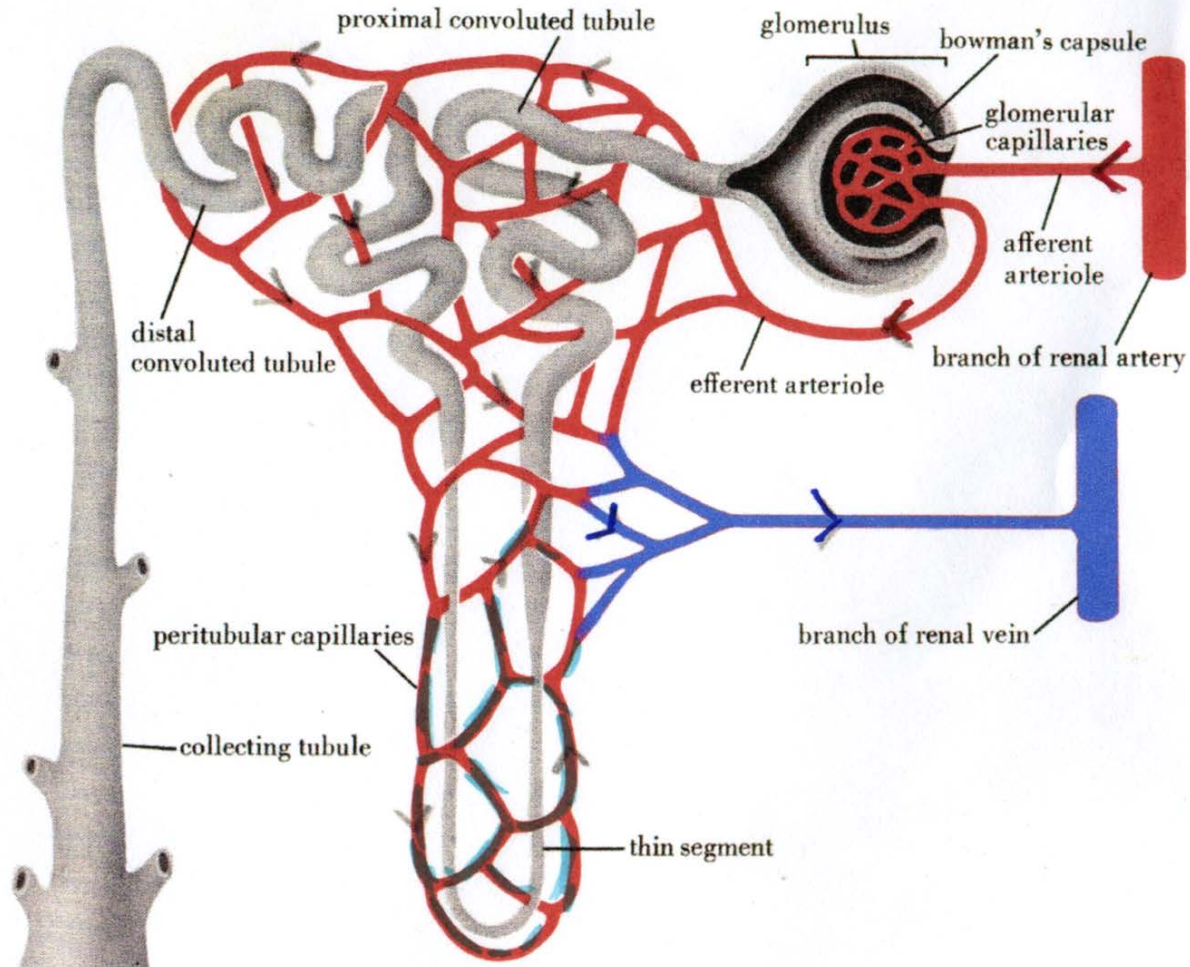
Il tratto discendente è permeabile ad H_2O e soluti, mentre quello ascendente non permette all' H_2O di uscire verso l'interstizio, ma riassorbe selettivamente Cl^- seguito da Na^+ .

Questo meccanismo è detto **moltiplicazione osmotica controcorrente** ed origina l'urina iperosmotica

Circa il 15% dell'ultrafiltrato viene riassorbito in tal modo

L'ambiente iperosmotico della midollare è essenziale anche per il **riassorbimento di H_2O ad opera dei dotti collettori sotto l'influenza dell'ormone ADH**

L'acqua e le molecole utili che vengono riassorbite dai tubuli renali vengono reimmesse nel sangue che circola nei **capillari peritubulari** che circondano i diversi tratti dei tubuli, tornando al circolo generale



FORMAZIONE DELL'URINA

- E' il risultato di 3 processi: 1) Filtrazione, 2) Riassorbimento e 3) Secrezione

1) Filtrazione

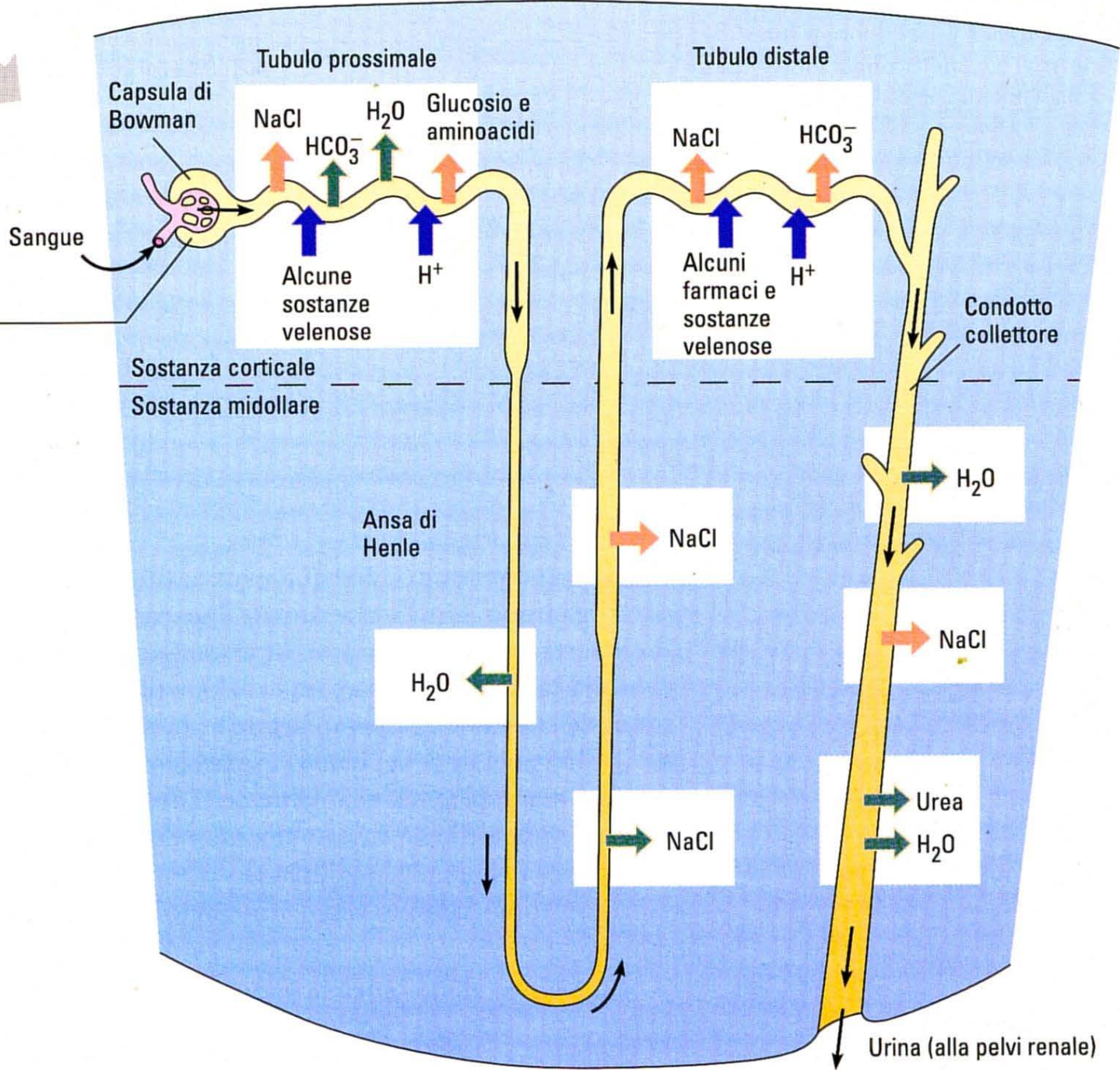
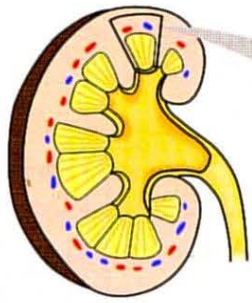
E' un processo passivo non selettivo; nell'ultrafiltrato passa **tutto tranne** gli elementi figurati del sangue e le proteine (in generale le macromolecole)

2) Riassorbimento

Vengono riassorbite le sostanze utili: H₂O, glucosio, aminoacidi, ioni) dalle cellule della parete del tubulo contorto prossimale, riversate nello spazio extracellulare da cui passano ai capillari peritubulari. Il riassorbimento è attivo e selettivo (tranne per l'H₂O che passa x osmosi)

3) Secrezione

Avviene in senso contrario al riassorbimento. H⁺, K⁺ e creatinina vengono secreti dai capillari sanguigni verso il tubulo contorto; in tal modo vengono eliminati farmaci e viene anche regolato il pH ematico



Filtrato

- H₂O
- Sali (NaCl, ecc.)
- HCO₃⁻ (bicarbonato)
- H⁺
- Urea
- Glucosio; aminoacidi
- Alcuni farmaci

Riassorbimento

- Trasporto attivo
- Trasporto passivo
- Secrezione (trasporto attivo)

Capsula di Bowman

Sangue

Tubulo prossimale

NaCl

HCO₃⁻

H₂O

Glucosio e aminoacidi

Alcune sostanze velenose

Alcune sostanze velenose

Sostanza corticale

Sostanza midollare

Ansa di Henle

H₂O

Tubulo distale

NaCl

HCO₃⁻

Alcuni farmaci e sostanze velenose

Condotto collettore

H₂O

NaCl

NaCl

NaCl

Urea

H₂O

L'INTERSTIZIO (o STROMA) RENALE è formato da una matrice extracellulare e da una componente cellulare.

La **matrice extracellulare** è costituita a sua volta da una sostanza **amorfa, gelatinosa, ricca di glicosaminoglicani** (ac. ialuronico,eparansolfato, dermatansolfato e condroitinsolfato) e da un **reticolo di fibrille collagene** di tipo I, III e VI. Il tipo di cellule contenute, invece, varia a seconda della zona renale considerata.

- **Nella corticale e nella midollare esterna** predominano le **cellule di tipo I, ossia fibroblasti** (principali responsabili della fibrosi che fa seguito ad uno stimolo infiammatorio) probabilmente coinvolte della sintesi di Eritropoietina [EPO - ormone che regola la produzione di globuli rossi]. Meno numerose sono le **cellule di tipo II: cellule mononucleate, derivate dai macrofagi, con proprietà immunologiche** (presentazione dell'antigene), **fagocitiche e pro-infiammatorie**, mediante la produzione di citochine.
- L'interstizio della **midollare interna**, invece, è caratterizzata dalla presenza di **periciti** in contatto con le membrane basali dei *vasa recta* e di cellule specializzate, ricche di lipidi, coinvolte, secondo alcuni autori, nella produzione di prostaglandine e di glicosaminoglicani che formano la matrice. Entrambi i tipi di cellula deriverebbero dalle cellule di tipo I.

La **FUNZIONE DELLO STROMA** è quella di **permettere il riassorbimento di acqua e soluti dal lume del tubulo renale.**

In particolare, a livello dell'Ansa di Henle, l'osmolarità crescente dell'interstizio, che passa da circa $300 \text{ mOsm/Kg}_{\text{acqua}}$ dal confine corticale a circa $1200 \text{ mOsm/Kg}_{\text{acqua}}$ nella zona profonda della midollare (gradiente creato e mantenuto dal meccanismo della moltiplicazione osmotica controcorrente), permette al rene di disaccoppiare il riassorbimento dei soluti dal riassorbimento idrico (processo altrimenti termodinamicamente dispendiosissimo), potendo così regolare finemente l'osmolalità e il volume dei comparti idrici dell'organismo (innanzitutto quello extracellulare, con ovvie influenze su quello intracellulare).

Va notato che i valori osmolari sopra riportati valgono unicamente per la specie umana e quelle ad esso affini in quanto in alcuni piccoli roditori delle zone desertiche sono stati riscontrati valori osmolari midollari di $5000 \text{ mOsm/Kg}_{\text{acqua}}$ (una ovvia risposta dell'evoluzione alla necessità di preservare al meglio le proprie riserve idriche).

Calici e Pelvi renali

- Struttura di organo cavo
- Prime porzioni delle vie extrarenali

Calici minori → calici Maggiori (3 in genere) → bacinetto o pelvi

Tonaca mucosa (epitelio di transizione)

Tonaca muscolare (plessiforme) non molto sviluppata, immersa in un'abbondante componente connettivale. Verso il punto di attacco dei calici minori alle papille e in corrispondenza dello sbocco dei calici maggiori nella pelvi i fasci muscolari assumono un andamento circolare (muscolo sfintere della papilla e muscolo sfintere dei calici)

Tonaca avventizia

Rene

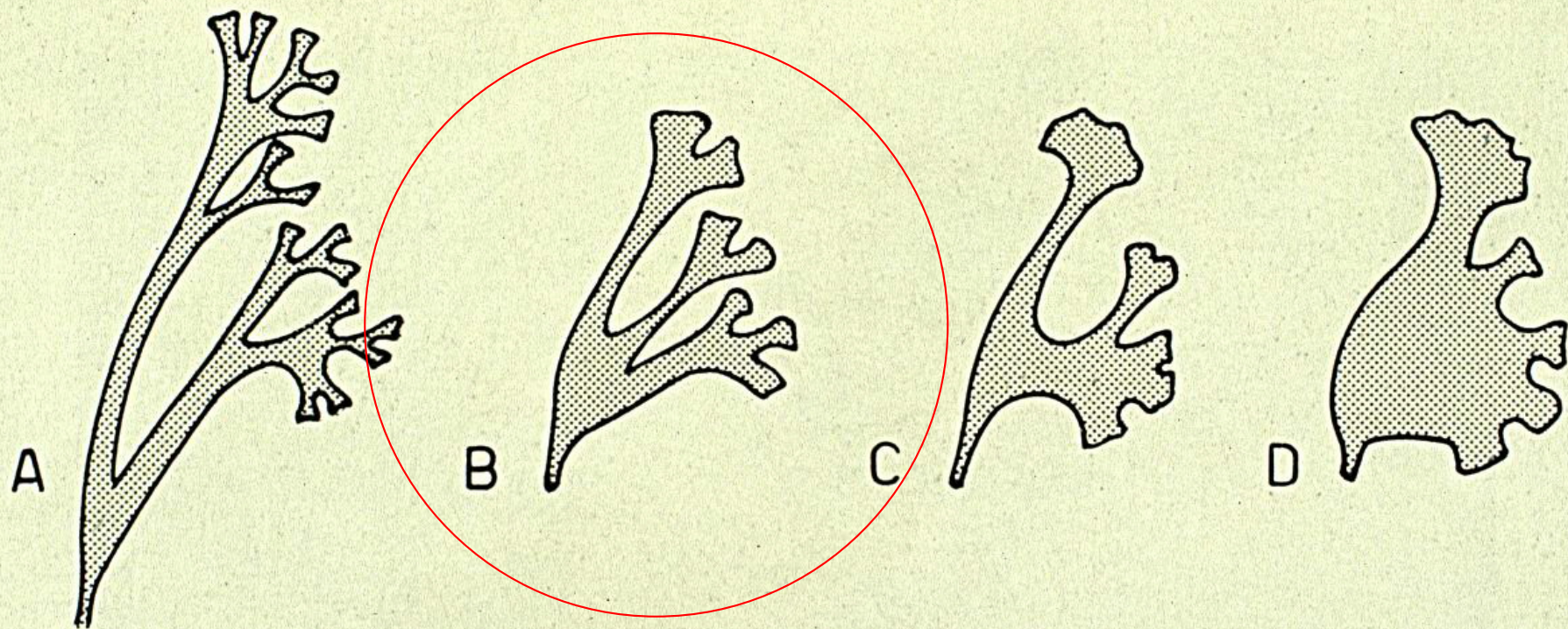
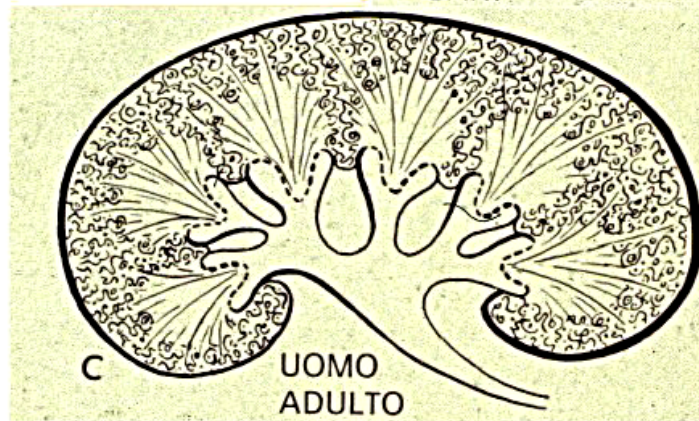
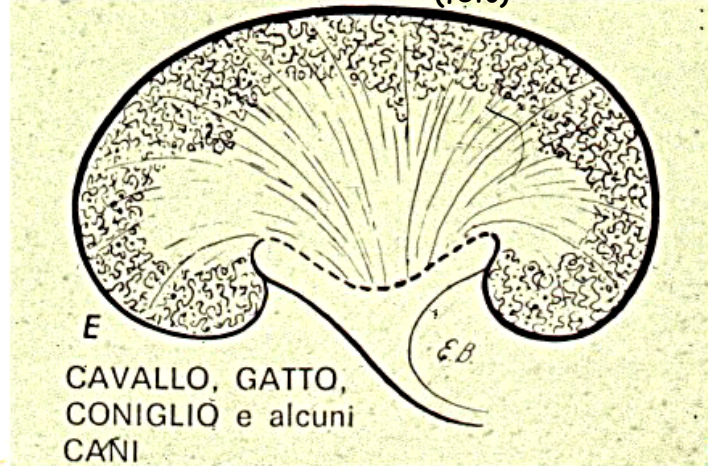
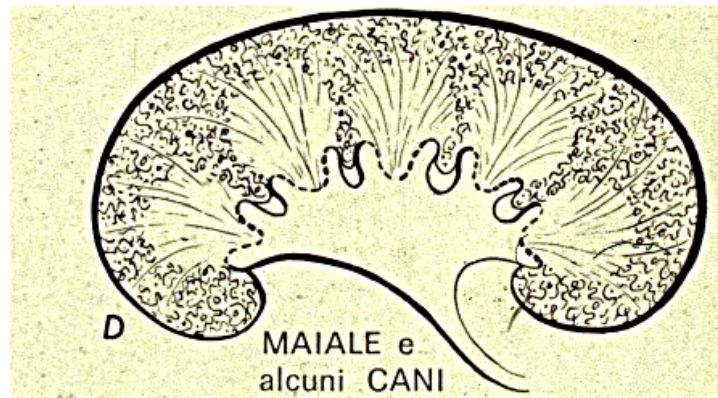
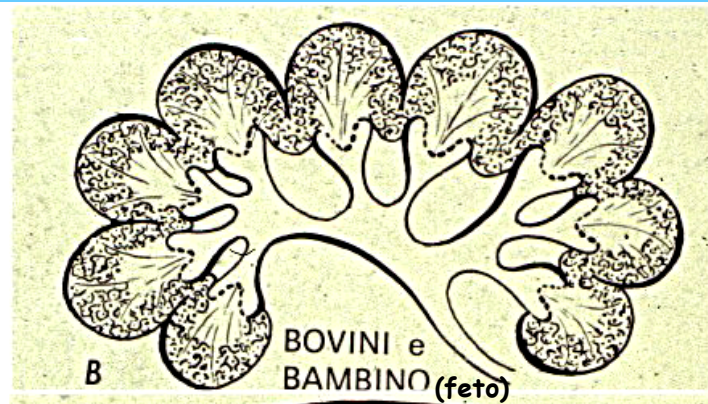
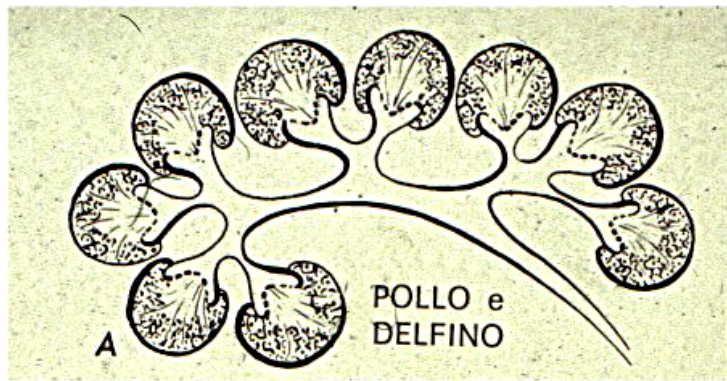


Fig. 513. — Schemi illustranti aspetti diversi della pelvi renale dedotta da calchi. **A)** Pelvi dendritica fortemente ramificata con calici sottili. **B)** Pelvi intermedia con evidenti tre calici maggiori ed i loro calici minori. **C)** Caso di pelvi con due soli calici maggiori. **D)** Pelvi ampollare nella quale i calici maggiori non sono presenti: l'ampia cavità della pelvi riceve direttamente i calici minori.



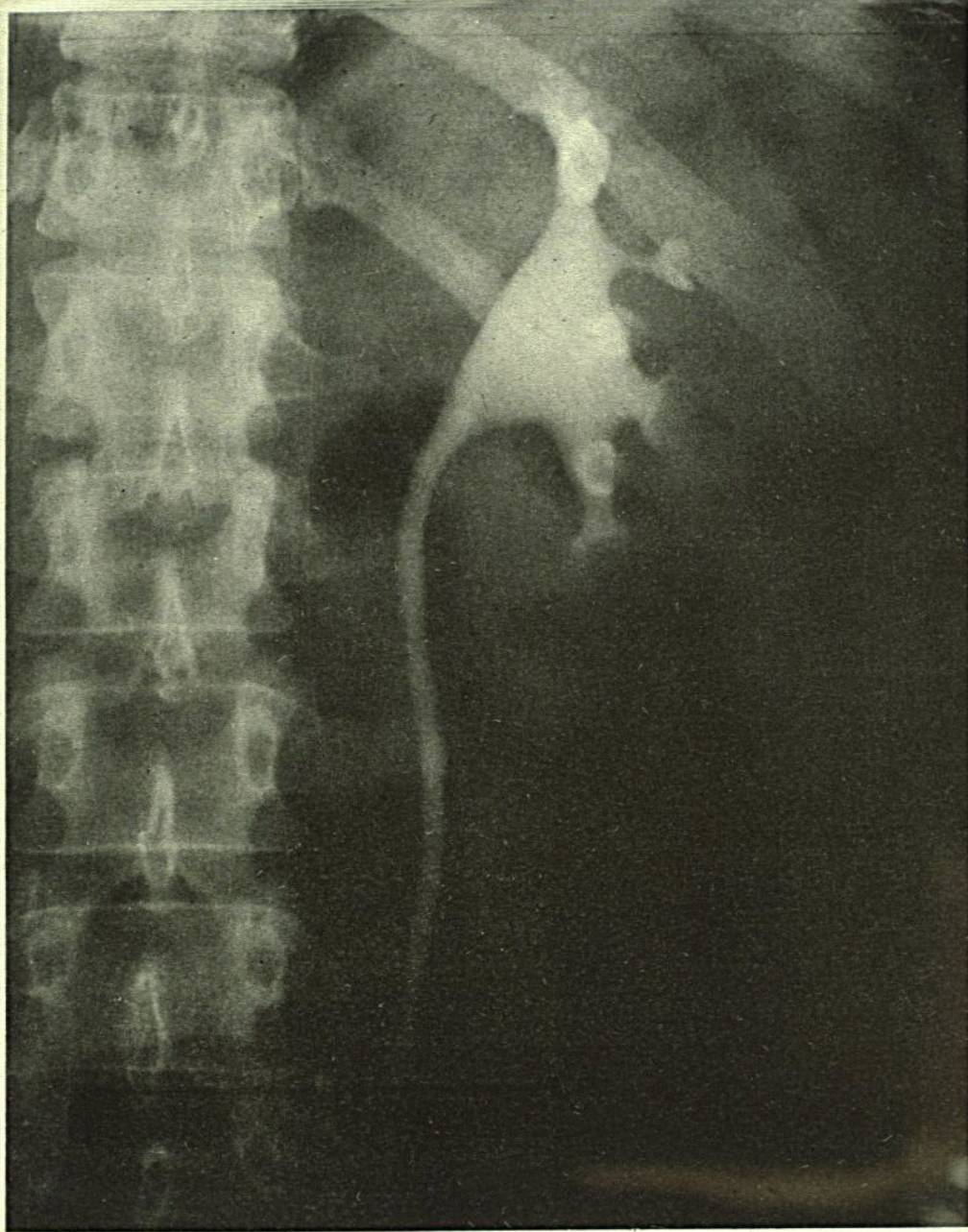


Fig. 514. — Radiogramma di un soggetto normale nel quale sono state evidenziate le vie escretrici del rene tramite la pielografia discendente: nel radiogramma si dimostra il decorso dell'uretere con un accenno al suo istmo ed una pelvi di tipo ampollare dalla quale nascono direttamente i calici minori.

FUNZIONI DEL RENE

1. Regola e mantiene costante la composizione chimica dei fluidi corporei (sangue e liquidi interstiziali) - [osmolarità]
2. Regola il volume del fluido extracellulare attraverso il controllo dell'escrezione di Na^+ e H_2O
3. Regola separatamente la concentrazione di elettroliti (ioni sodio, potassio, calcio, magnesio, cloruri, solfati e fosfati) nei liquidi extracellulari
4. Controlla la regolazione del bicarbonato (equilibrio acido-base)
5. Elimina i cataboliti: urea (dalle proteine), acido urico (dalla purina), creatinina (dal metabolismo muscolare), farmaci e tossine
6. Produce: eritropoietina (EPO: stimola la produzione di eritrociti), renina (regolazione pressione sanguigna), callicreina (vasodilatazione), prostaglandine e trombossano (vasocostrizione)
7. Attivatore della provitamina D (x l'assorbimento del calcio intestinale), ammoniacca (regola equil. acido-base)
8. Sintetizza glucosio tramite la gluconeogenesi (non utilizza i carboidrati...)
9. Degrada ormoni, polipeptidi etc....

Il rene attiva la Vitamina D

Anche se può parere strano, il metabolismo dell'osso è strettamente correlato alla funzionalità del rene, attraverso un complicato gioco metabolico. Infatti tra le funzioni di questo organo c'è la **produzione della forma attivata della vitamina D**. A sua volta questa sostanza, che è ormai considerata un *ormone a tutti gli effetti*, vi è la **regolazione del metabolismo del calcio**.

La conseguenza prima è che nei dializzati si assiste a una riduzione dei livelli ematici di calcio, e a un aumento di quelli di fosforo. Di qui, l'attivazione di un altro meccanismo endocrino. L'ipocalcemia provoca la stimolazione delle ghiandole paratiroidee, che passano a produrre il paratormone. Il compito di questo ormone è riportare i livelli del sangue nella norma, e per farlo preleva il calcio dove lo trova, cioè nello scheletro. "In pratica quello che i nefrologi hanno fatto finora è stato procedere a una sostituzione ormonale, cioè fornire la forma attiva della vitamina D, il calcitriolo, dall'esterno". A ogni seduta di dialisi, la sostanza veniva iniettata per via endovenosa. Tutto risolto? Sì e no, in quanto l'uso del calcitriolo non è, a successive ricerche, apparso esente da effetti collaterali. "Si è osservato nel tempo che le morti dei pazienti in dialisi sono quasi sempre dovute a cause cardiovascolari. La spiegazione si è avuta quando, grazie all'uso della TAC ad alta velocità si è potuto osservare che le coronarie dei pazienti in dialisi sottoposti a questa terapia sostitutiva presentavano vistose calcificazioni". In definitiva, il rischio di un paziente dializzato di andare incontro a morte per cause cardiovascolari è circa 500 volte superiore a quella della popolazione generale.

Vedi anche: http://www.elasitalia.it/files/398_11_4.pdf

URETÉRI

lunghi 25-30cm dalla pelvi renale alla vescica, diametro 6mm

-Decorrono posteriormente al peritoneo parietale, direzione latero-mediale, dall'ilo del rene fino alla parete posteriore della vescica urinaria, nel cui spessore decorrono per 2cm

- L'urina non scende semplicemente per gravità, ma viene spinta da **contrazioni peristaltiche degli uretèri** (2 strati muscolari)

Porzione addominale

Si distinguono

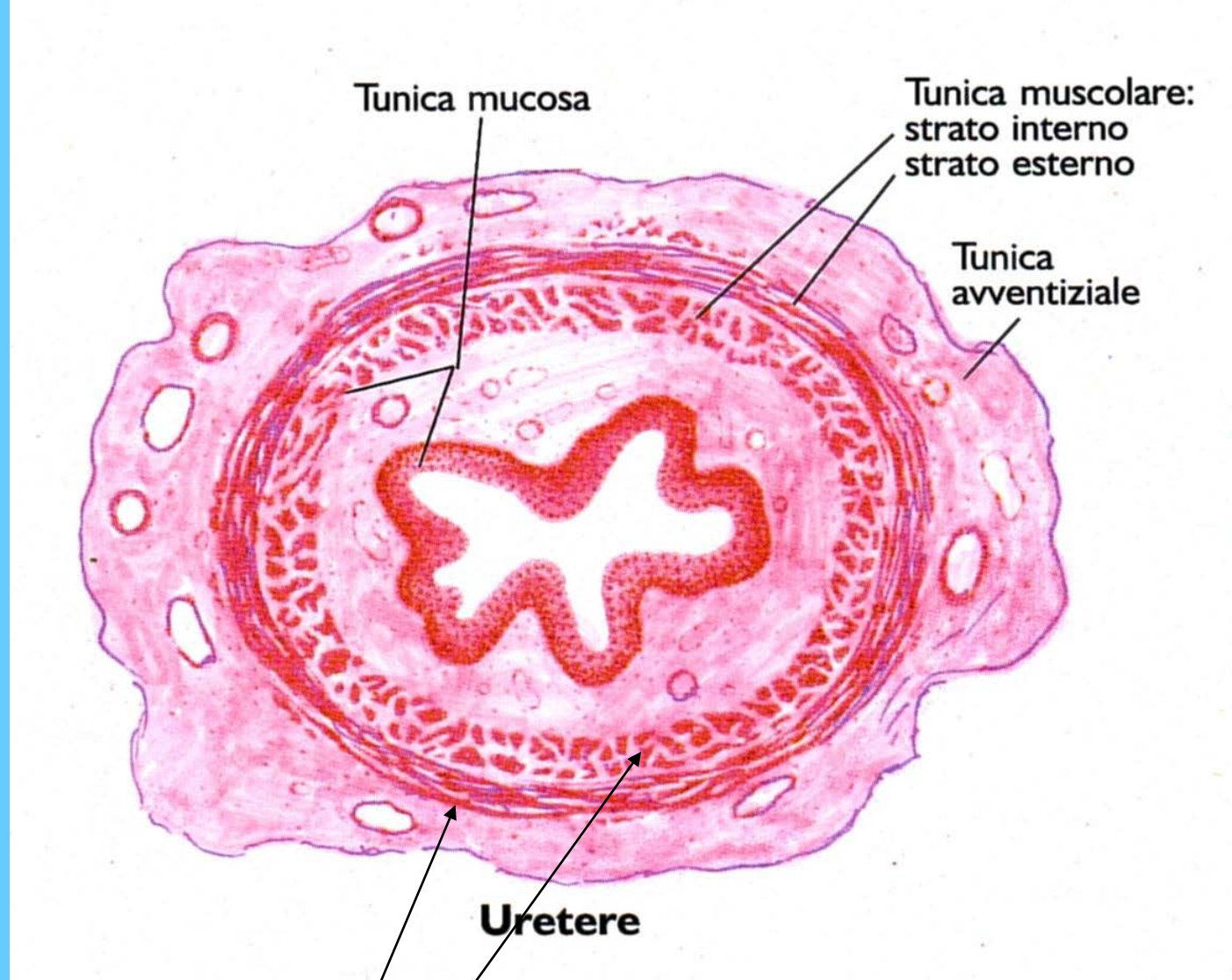
Porzione pelvica

Porzione vescicale

- incrociano i dotti deferenti nel maschio, l'arteria uterina nella femmina

- si apre nella vescica a livello del **trigono vescicale** con una apertura a becco di flauto; l'urina arriva a getti intermittenti, evitando così il reflusso

- il lume mostra pieghe longitudinali (sez. stellata)



Muscolare interno longitudinale
esterno circolare

N.B.: Il contrario dell'intestino...!!!

VESCICA URINARIA

Organo cavo impari mediano sottoperitoneale, che raccoglie l'urina proveniente dai reni tramite gli uretèri

Sito nella piccola pelvi, dietro la sinfisi pubica, appoggiata al pavimento pelvico

- tonaca mucosa interna sollevata in pieghe, epitelio di transizione pseudostratificato (permette la distensione dell'organo);
- tonaca sottomucosa di connettivo lasso con fibre elastiche; è assente nel trigono
- tonaca muscolare a 3 strati (nel complesso=Muscolo Detrusore → minzione): interno plessiforme + strato intermedio circolare (a livello del meato uretrale si ispessisce e concorre a formare lo sfintere interno (liscio - involontario) della vescica) + esterno longitudinale
- tonaca avventizia esterna
- Serbatoio di urina; capacità 220-250cc

Forma e rapporti variano col suo riempimento. Vuota: davanti al retto nel maschio, davanti all'utero nella femmina; appiattita, faccia posteriore concava in alto. Piena: assume forma ovoidale con asse obliquo

Si riconoscono: fondo, corpo, apice

---- **Fondo:** o base, inferiore, fisso; nel maschio aderisce a prostata, vescichette seminali, dotti deferenti, ureteri e retto; nella femmina alla parete anteriore della vagina e dietro agli ureteri e all'utero

---- **Corpo:** ha rapporti con la sinfisi pubica, con la parete addominale anteriore (cavo prevescicale), maschio: con le anse intestinali; femmina: con l'utero

---- **Apice:** coperto dal peritoneo, porzione sup. dell'organo, connesso all'ombelico con legamento ombelicale medio (derivato dall'uraco embrionale, residuo dell'allantoide), rapporto con anse del tenue

- Rivestita dal peritoneo sulla faccia sup. e laterale; dietro la sierosa forma il cavo retto-vescicale di Douglas e il cavo utero-vescicale
- la **fascia vescicale** (lamina connettivale fibrosa) riveste l'organo fusa col peritoneo
- ANCORATA alla sinfisi pubica e agli organi vicini da legamenti fibrosi e fibromuscolari (tra cui l'uraco, residuo dell'allantoide)

CONFIGURAZIONE INTERNA

- La superficie interna è sollevata in pieghe che si distendono a organo ripieno
- Alla base: area triangolare (**trigono vescicale** liscio), ai vertici posteriori gli orifizi ureterali (piega interureterica)
- Anteriormente: orifizio uretrale (a fessura nel maschio, rotondo nella donna)
- sotto all'area del trigono → prostata nel ♂
→ vagina nella ♀
- dietro alla piega interureterica → depressione: fossa retroureterica

- Parete spessa 1.5 cm a vuoto, 0.3-0.5 cm a pieno

Tonache: *mucosa, muscolare, avventizia*

>> *T. Mucosa*

Epitelio di transizione, lamina propria di connettivo denso ed elastico, + lasso in profondità; poggia su una tonaca sottomucosa di connettivo lasso

>> *T. Muscolare*

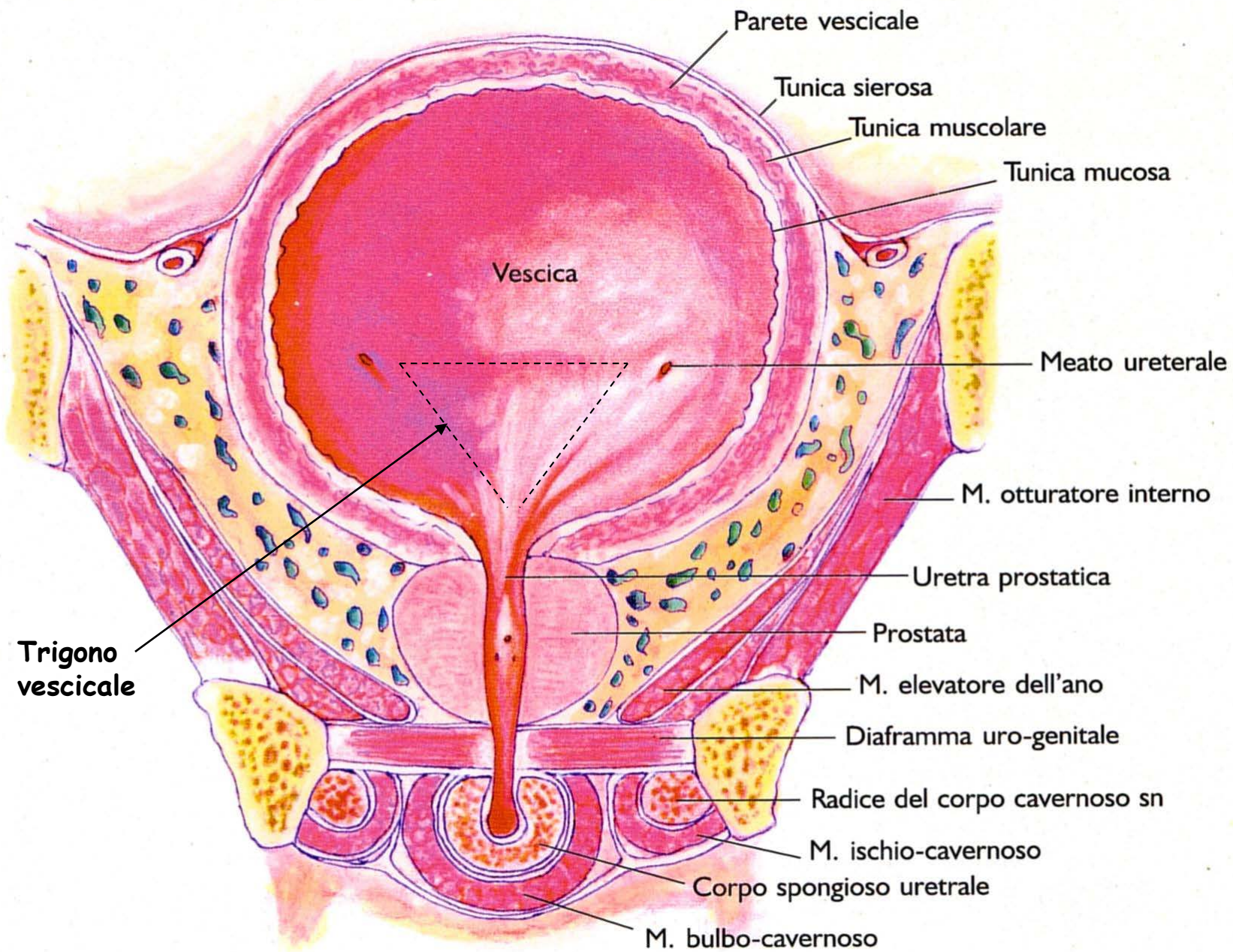
Spessa, **3 strati di fibrocellule lisce** (costituiscono il muscolo detrusore della vescica → contrazione = minzione)

Strati: interno (plessiforme) intermedio (circolare), esterno (longitudinale),

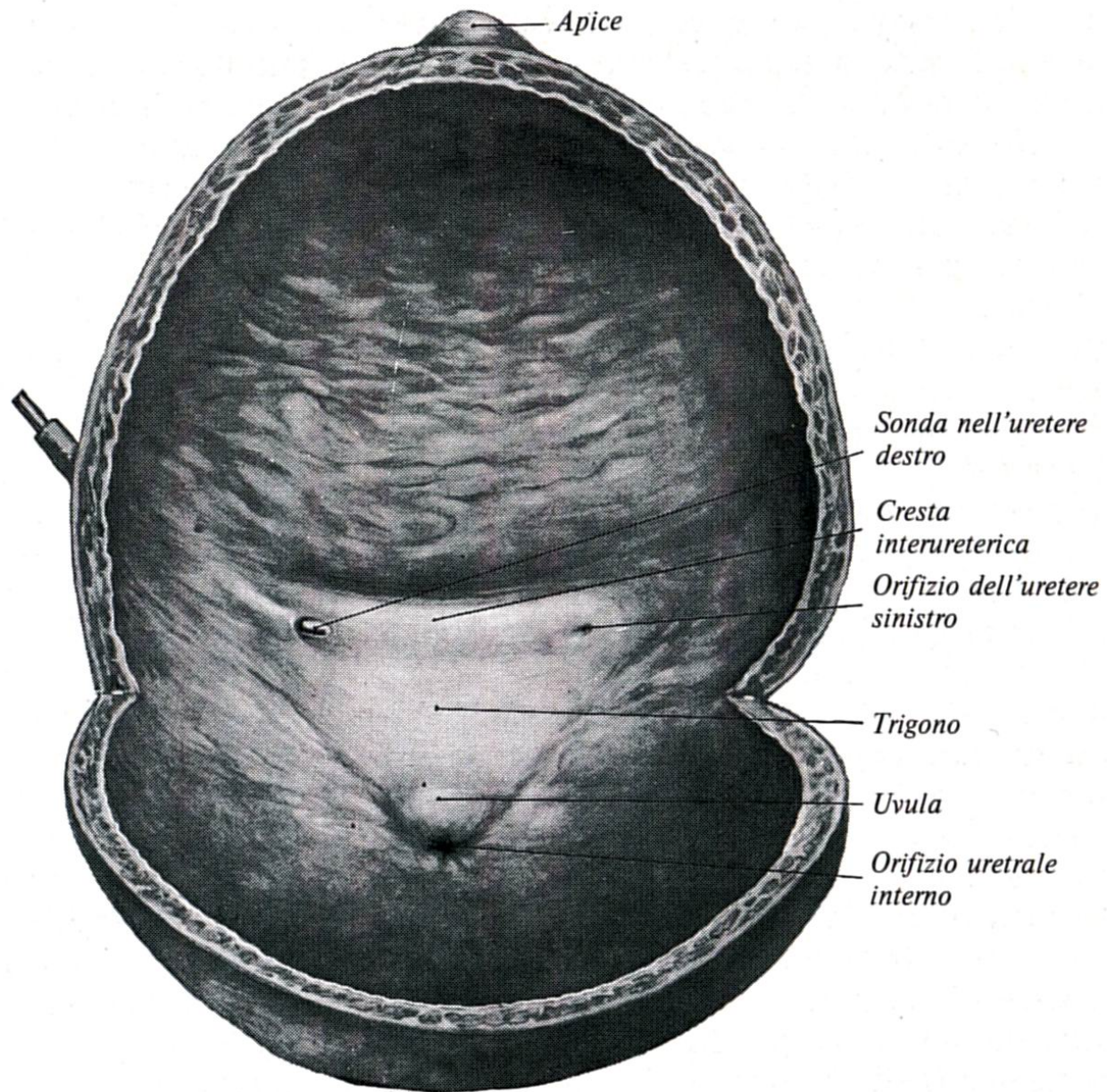
A livello del meato uretrale interno → lo strato circolare si ispessisce e concorre a formare il muscolo sfintere liscio [involontario] della vescica che chiude l'orifizio quando il detrusore si rilascia

La minzione volontaria è controllata dal muscolo sfintere striato [volontario] dell'uretra (nel pavimento pelvico perineale)

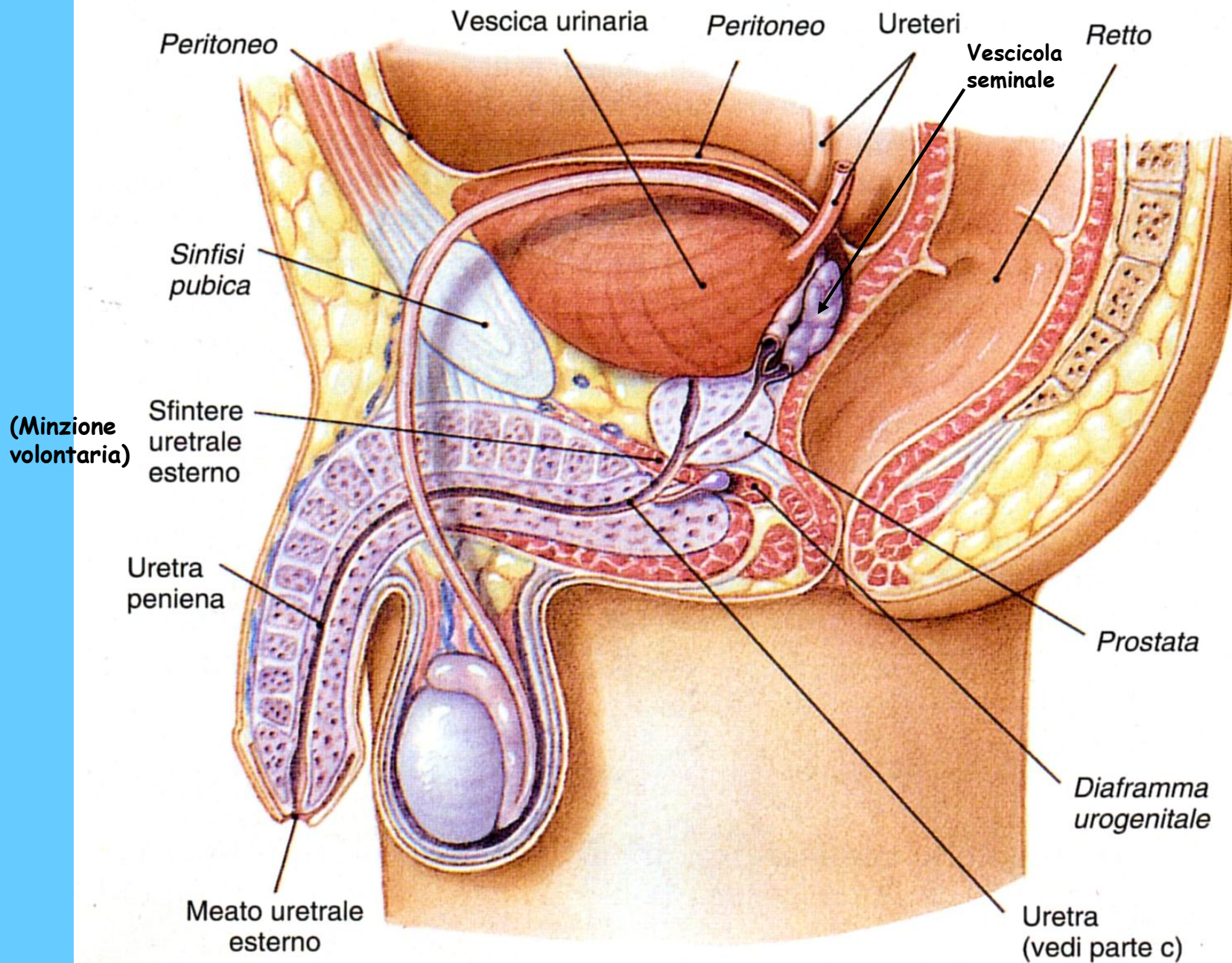
>> *T. Avventizia:* Connettivo fibroso della fascia vescicale



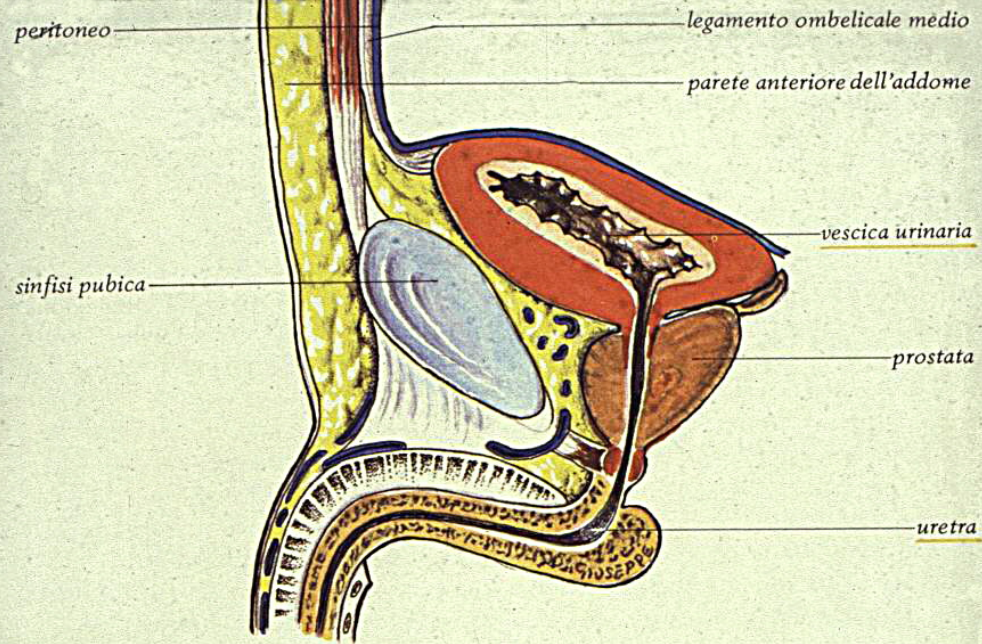
Spaccato frontale della pelvi



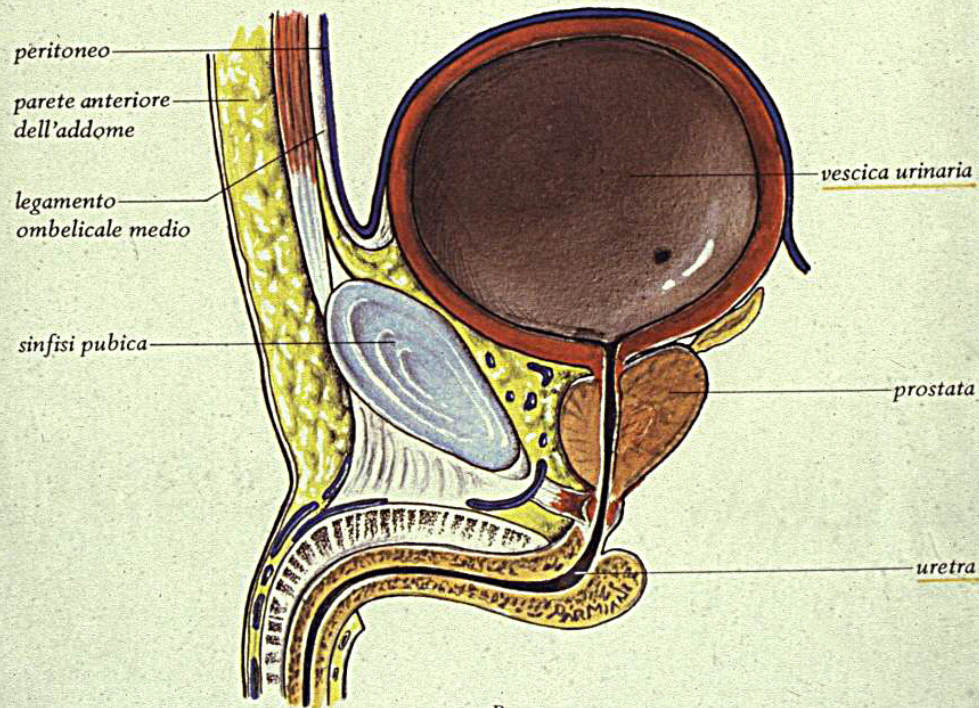
8.161 Sezione sagittale di pelvi di neonato maschio. Si noti la sede addominale della vescica urinaria.



(a) Pelvi maschile, sezione sagittale



A



B

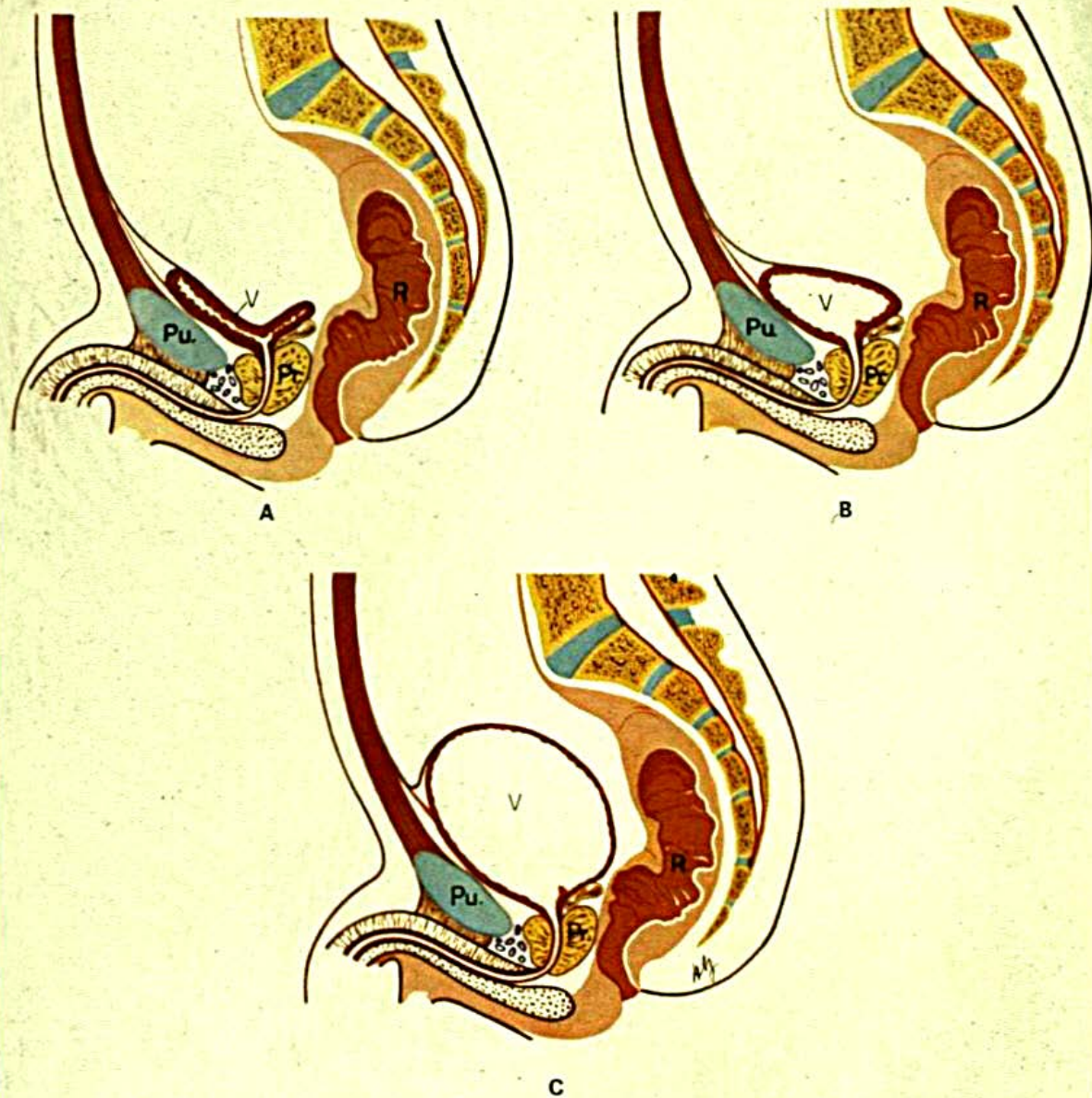
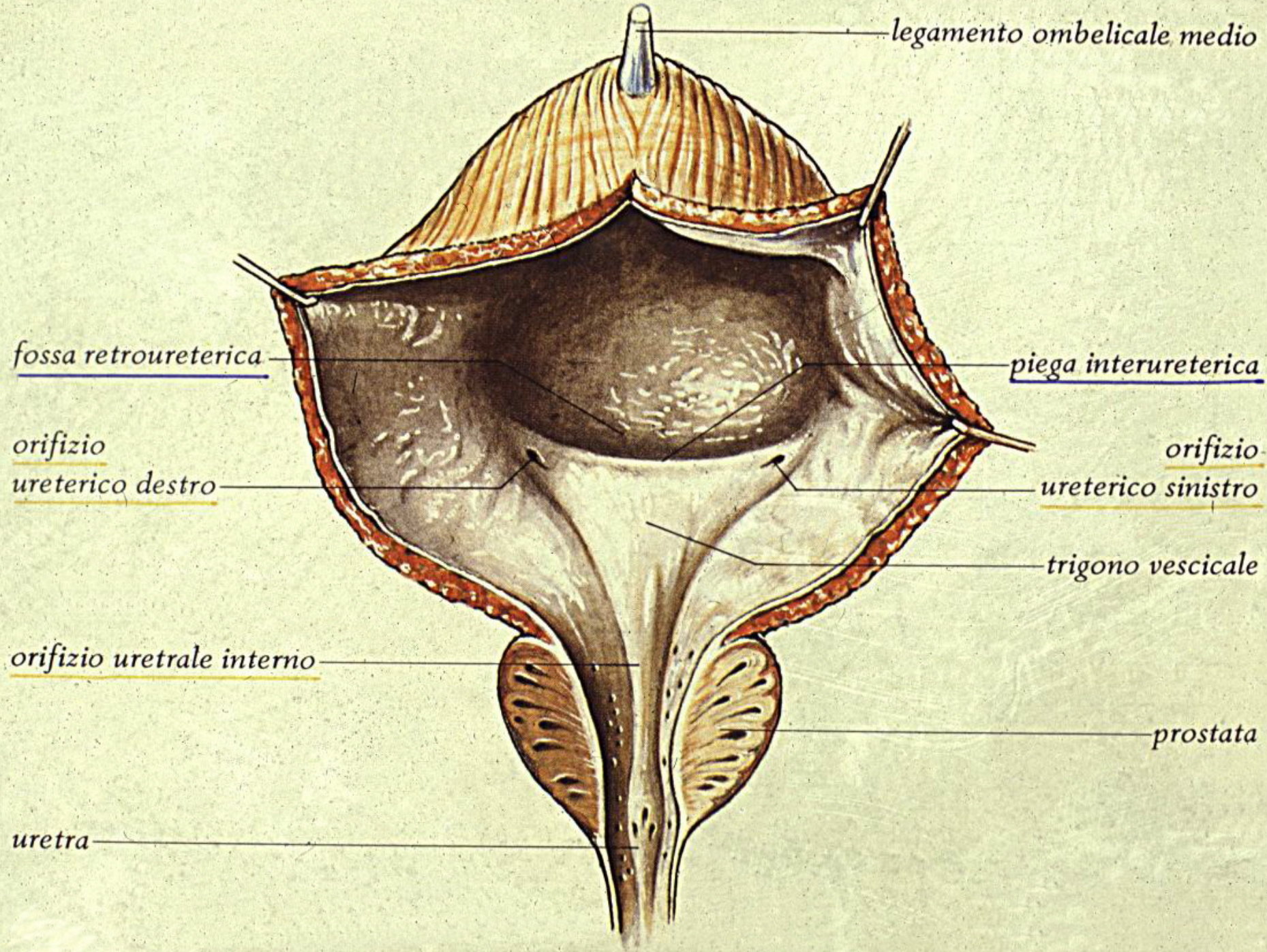


Fig. 516. — Disegni schematici illustranti la forma della vescica e suo sito generale, in diverse condizioni fisiologiche. **A)** Vescica vuota. **B)** Vescica in distensione fisiologica. **C)** Vescica molto distesa: notare la progressiva modificazione particolarmente della faccia superiore a coppa che si trasforma in una cupola assai distesa: notare anche le modificazioni dei rapporti anteriori dell'apice della vescica rispetto alla parete addominale. V = vescica; PR = prostata; R = intestino retto; PU = sinfisi pubica.



legamento ombelicale medio

fossa retroureterica

piega interureterica

orifizio ureterico destro

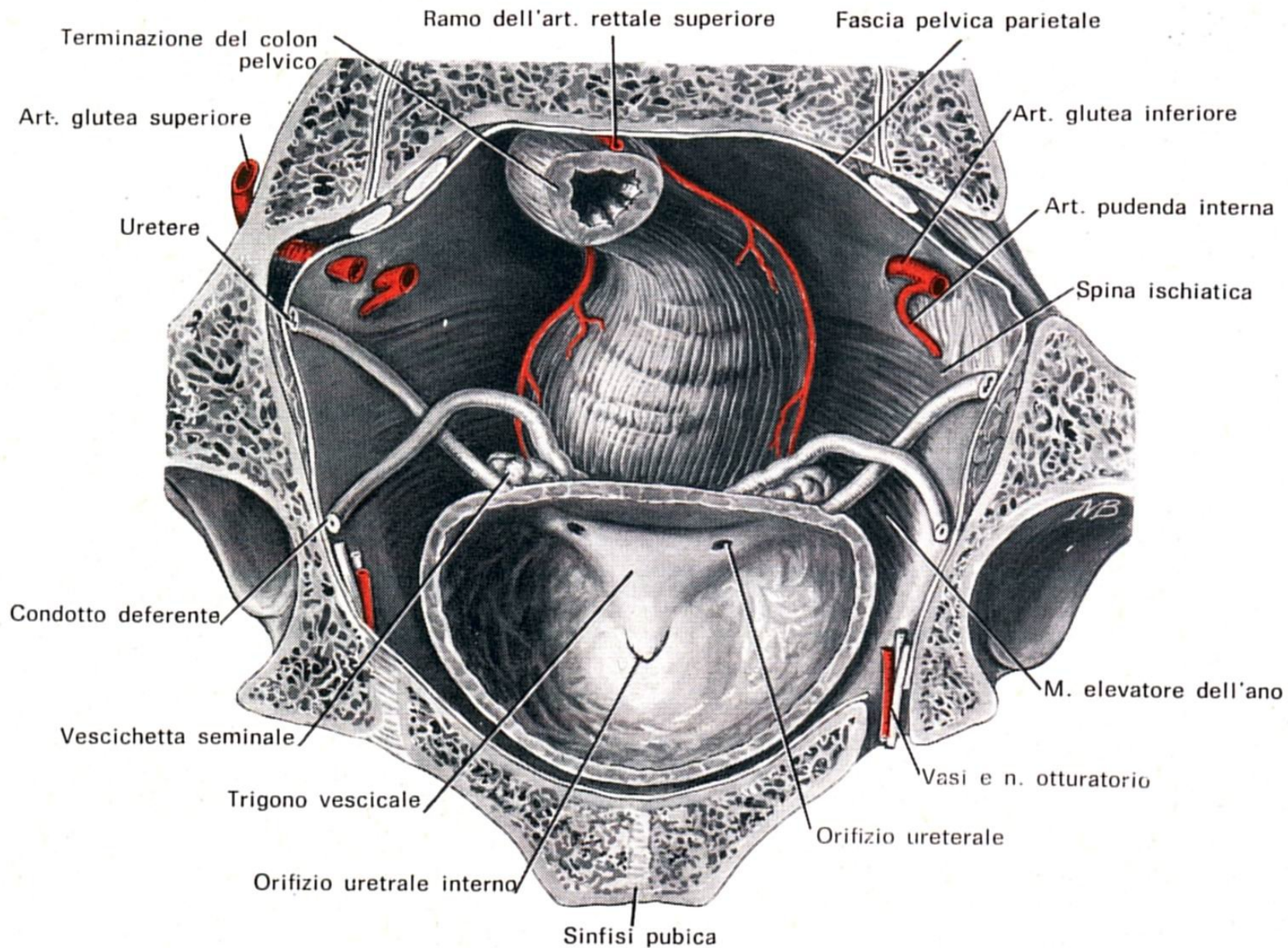
orifizio ureterico sinistro

orifizio uretrale interno

trigono vescicale

prostata

uretra



Posizione di alcuni visceri pelvici del maschio, visti dall'avanti e dall'alto.

URETRA

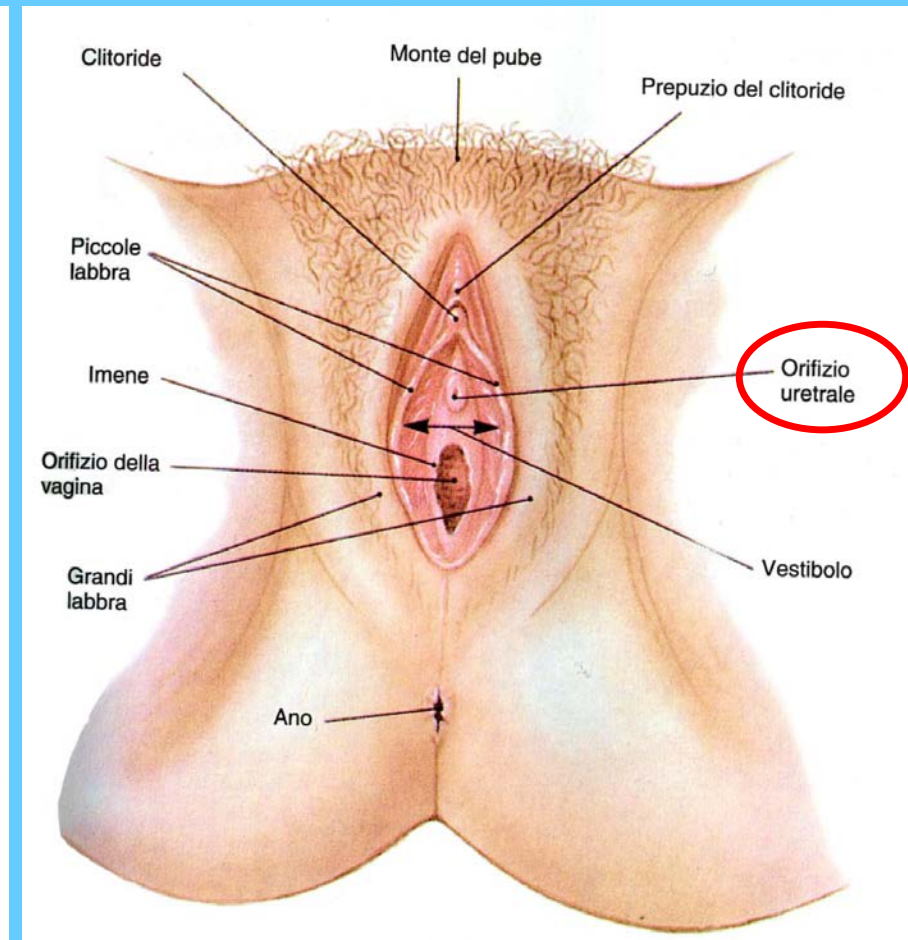
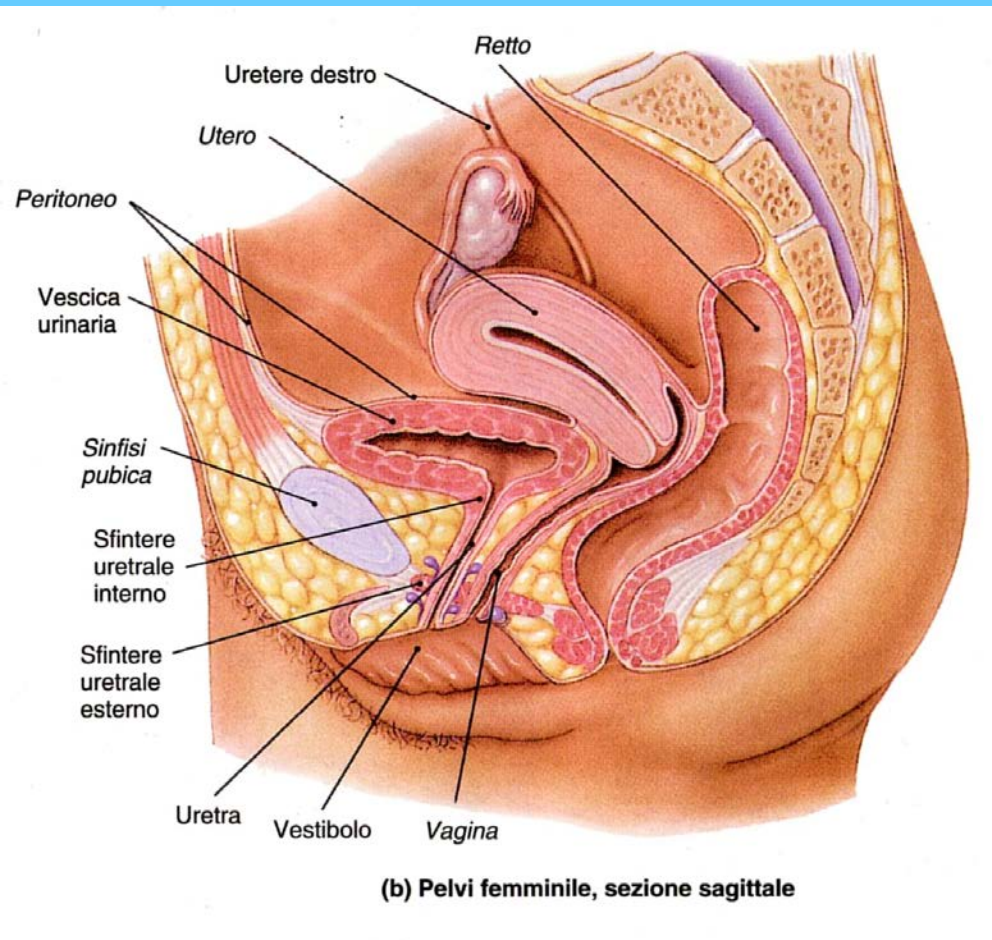
- dotto impari mediano, origina dalla vescica e porta all'esterno

Uretra Maschile

- Lunga circa 18cm dal meato uretrale interno
- Attraversa la prostata (uretra prostatica) e il trigono urogenitale del perineo (uretra membranosa), passa nel corpo cavernoso impari mediano del pene (uretra peniena), si apre all'apice del glande.
- Al passaggio nella prostata: vi si aprono i dotti della ghiandola prostatica e i dotti eiaculatori provenienti dalle vescicole seminali
- Nella porzione cavernosa riceve il secreto delle ghiandole bulbo-uretrali (di Cowper) situate nel diaframma urogenitale
- Epitelio di transizione, batiprismatico semplice/composto nel tratto prostatico, → pavimentoso/stratificato nella parte terminale
- Numerose ghiandole muose (ghiandole uretrali)
- La tonaca muscolare liscia continua fino all'inizio dell'uretra cavernosa dove si trova il muscolo sfintere striato

Uretra femminile

Lunga solo 3-4 cm, dalla vescica al vestibolo della vagina



Patologie: uretrite, cistite (E. coli)

uretra



Epitelio di transizione

Uretra maschile

