



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche



Dipartimento di
Scienze della Vita

Anatomia Comparata

Lezione 12

Gabriele Baj
gbaj@units.it

SISTEMA URINARIO

organi specializzati responsabili del mantenimento dell'equilibrio idrosalino e dell'eliminazione di prodotti di scarto, principalmente i cataboliti azotati.

generalmente organi pari e simmetrici, rivestiti da una capsula connettivale e localizzati in posizione retroperitoneale. Solitamente sono costituiti secondo uno stesso schema di base che comprende: glomeruli, tubuli renali e ureteri

SISTEMA URINARIO

tre meccanismi fondamentali:

1. la filtrazione glomerulare
2. il riassorbimento
3. l'escrezione tubulari

SISTEMA URINARIO

Nei vertebrati i reni sono rappresentati da organi denominati:

- pronefro,
- mesonefro (presenti in tutti i vertebrati) e
- metanefro (esclusivo degli amnioti)
 - relativi dotti escretori
 - Strutture extrarenali

• Strutture extrarenali

- le branchie dei pesci,
- la ghiandola rettale dei condroitti,
- la pelle e la vescica urinaria degli anfibi,
- le ghiandole del sale di rettili e uccelli,
- l'intestino terminale soprattutto nei tetrapodi
- le ghiandole sudoripare dei mammiferi.

IL RENE

L'unità morfofunzionale del rene è il nefrone

costituito da:

1. un glomerulo (componente vascolare e sede della formazione dell'ultrafiltrato)
2. un tubulo renale (dove l'ultrafiltrato è elaborato e trasformato in urina)
il tubulo renale è composto da tratti distinti, i segmenti:
 - prossimale,
 - intermedio,
 - distale e
 - il dotto collettore

EVOLUZIONE DEL RENE DEI VERTEBRATI

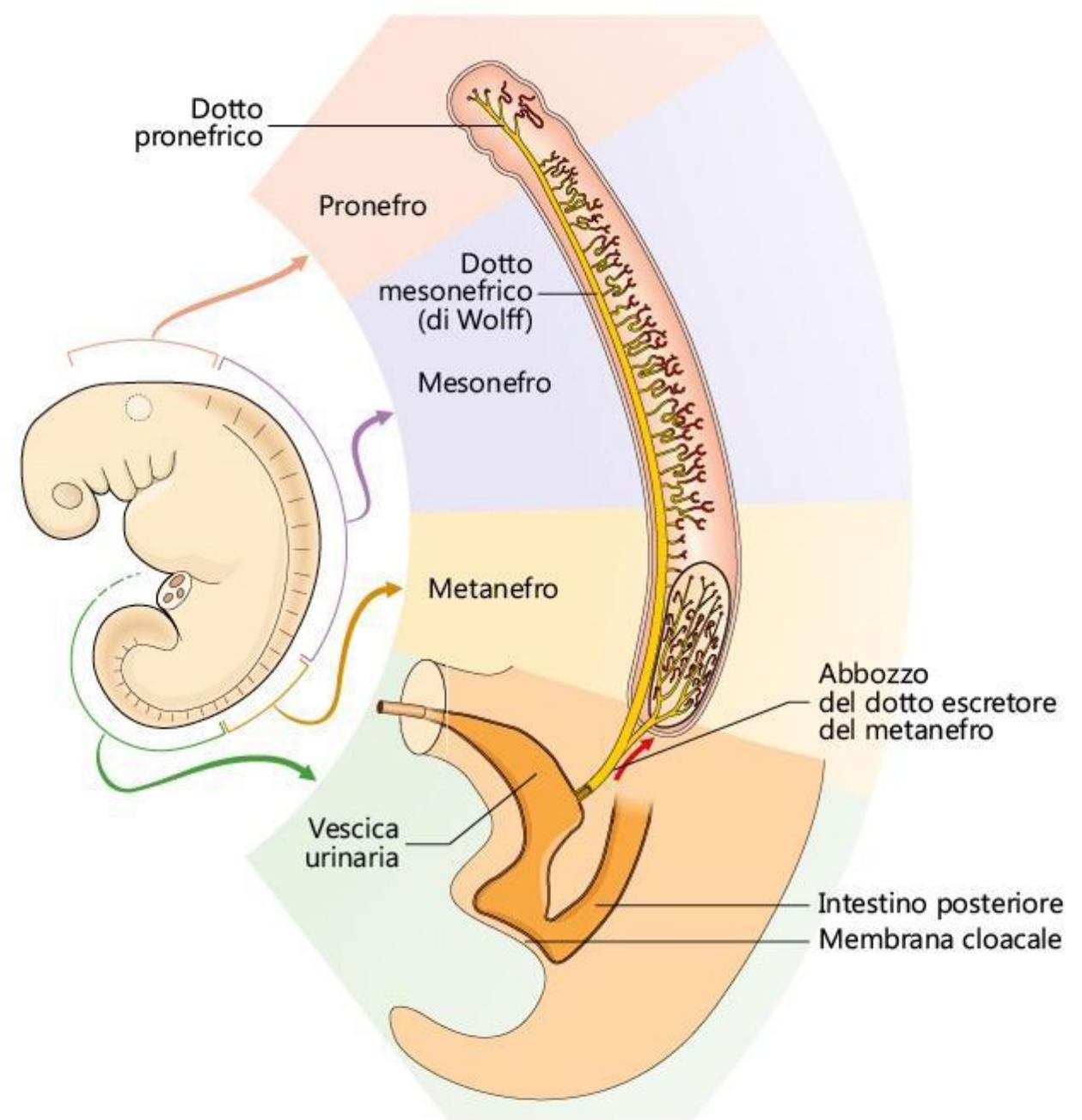
Negli anamni:

il pronefro è il rene embrionale, al quale succede la formazione del mesonefro

negli organismi adulti, detto anche opisthonefro, che può mostrare differenze comparando i ciclostomi con i condroitti, gli osteitti e gli anfibi.

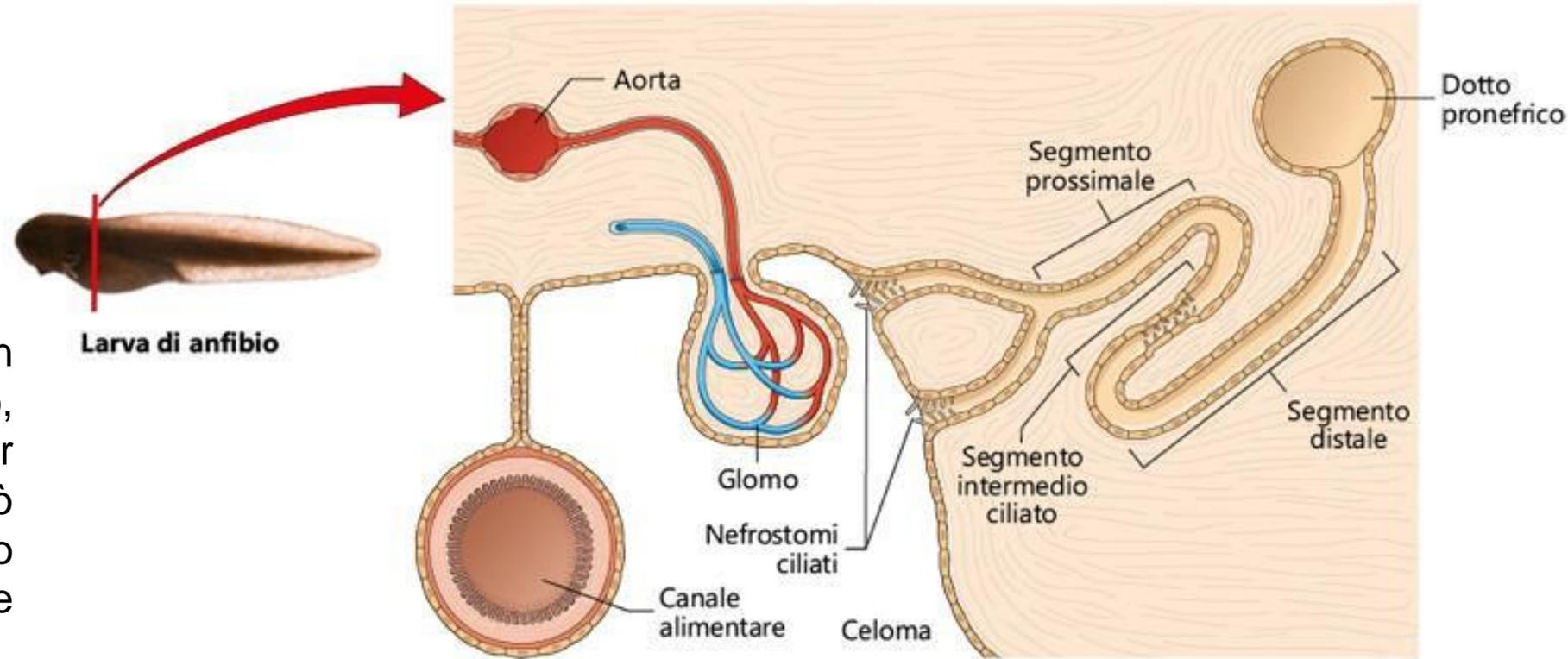
Negli amnioti pronefro e mesonefro sono reni embrionali e negli organismi adulti compare un terzo rene, il metanefro.

Le strutture renali derivano dal mesoderma intermedio nefrogeno, il nefrotomo, posto fra il mesoderma dei somiti e il mesoderma lateroventrale di entrambi i lati dell'embrione, che espandendosi forma una cresta nefrogena

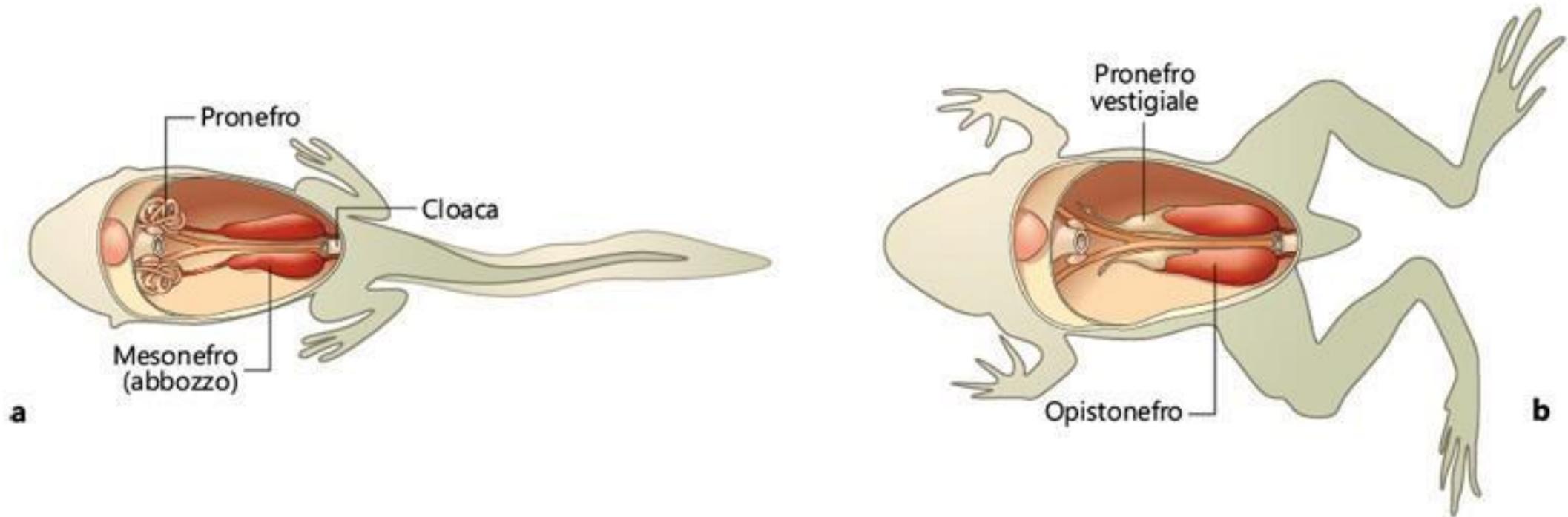


Il pronefro, definito anche rene cefalico, è il rene funzionale in embrioni di anamni ed è transitoriamente espresso anche negli amnioti.

pronefro di norma degenera con la formazione del mesonefro, eccetto in alcuni ciclostomi, per esempio nelle missine, o può trasformarsi in un organo linfoide, per esempio, nelle lamprede e nei teleostei



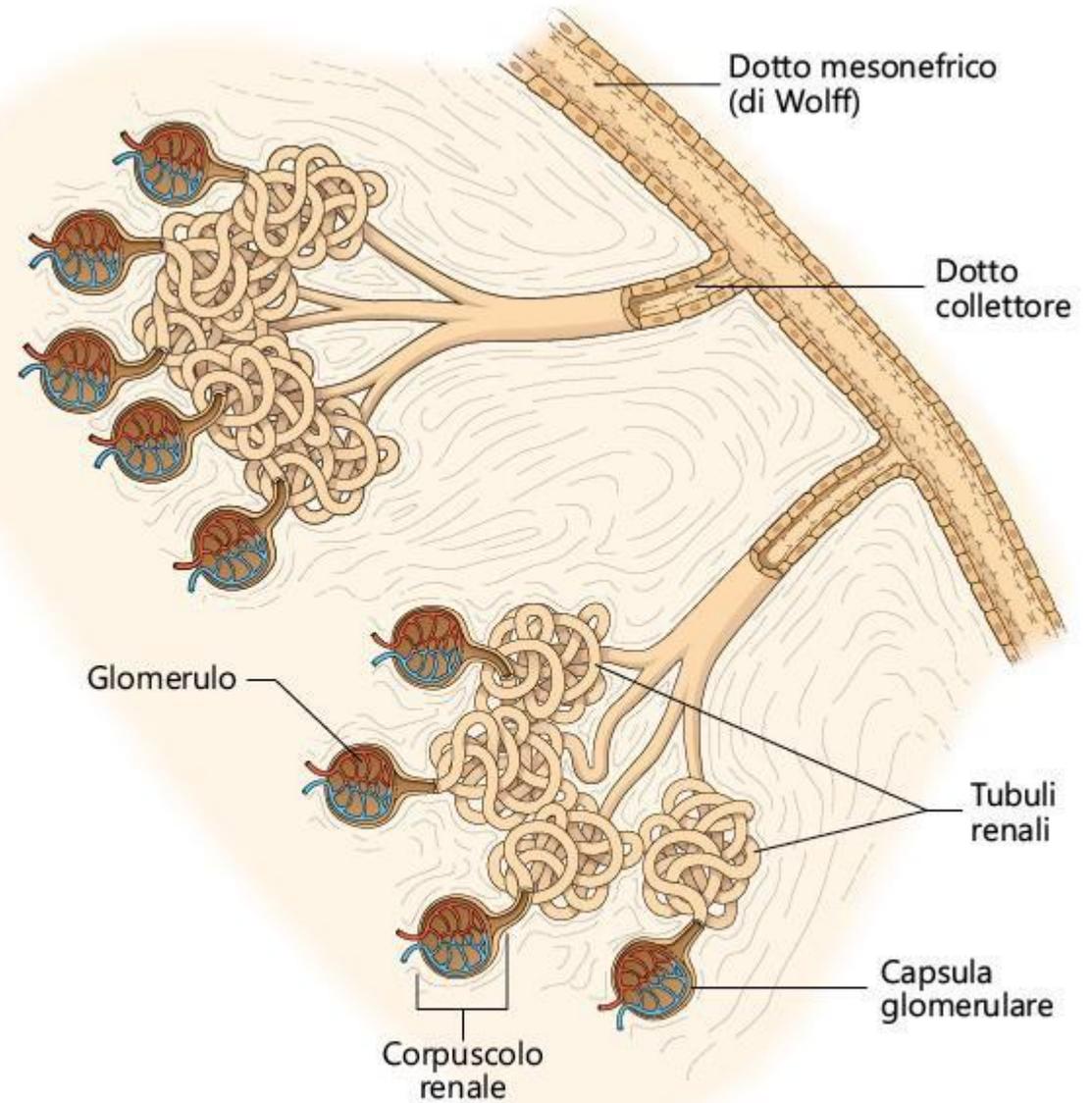
Il mesonefro si sviluppa dalla porzione di mesoderma nefrogeno posto caudalmente al pronefro, da cui può risultare più o meno separato da segmenti indifferenziati; è un rene embrionale negli amnioti, ma è il rene definitivo degli anamni adulti; in quest'ultimo caso è definito anche opistonefro.



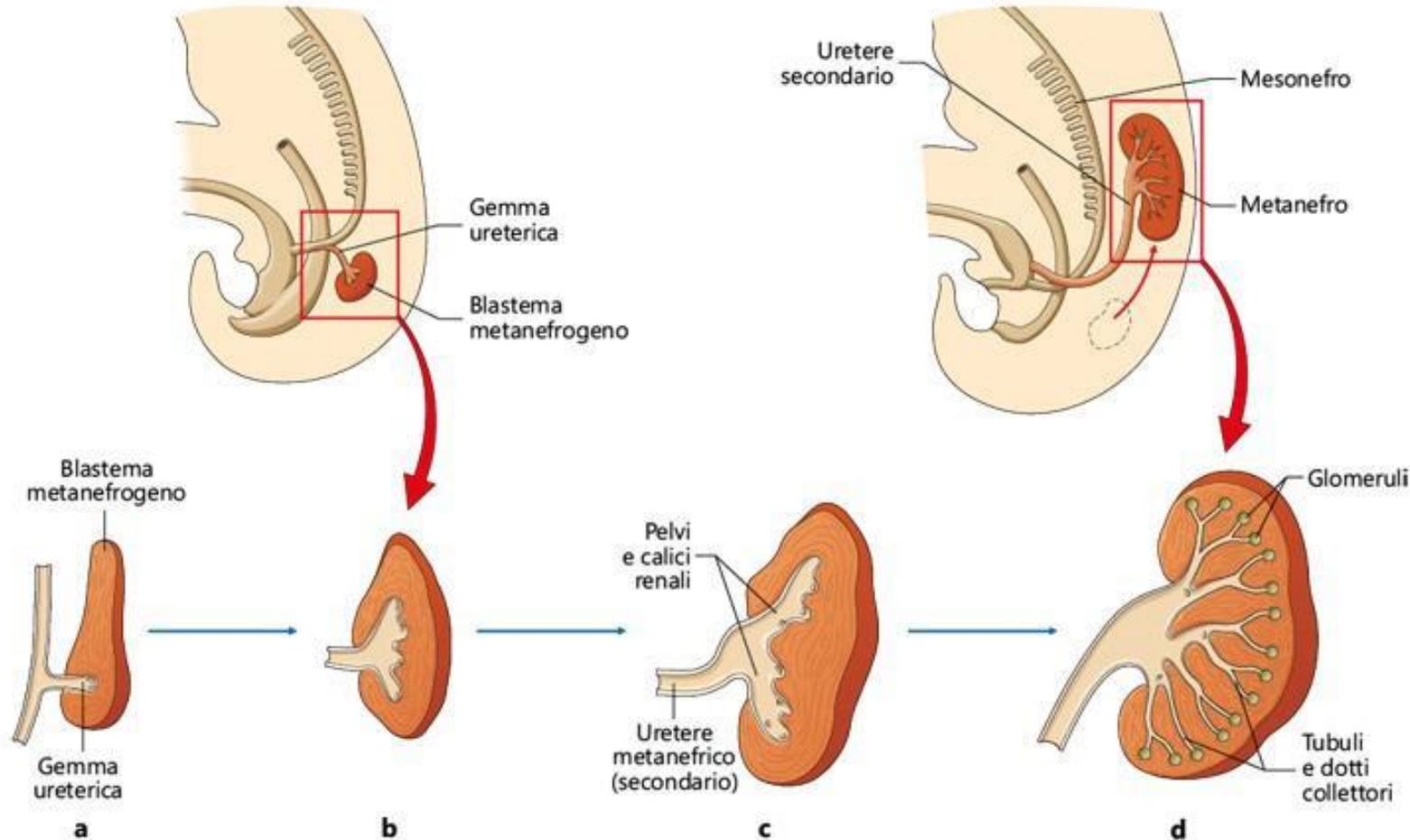
Nefroni del mesonefro.

Da ogni nefrotomo si formano più tubuli renali: ciascun tubulo a contatto con il glomerulo forma il corpuscolo renale.

I segmenti distali dei tubuli confluiscono in un dotto collettore comune che sbocca nel dotto mesonefrico.



Metanefro: formazione dalla gemma uretrica e dal blastema metanefrogeno in embrione di mammifero

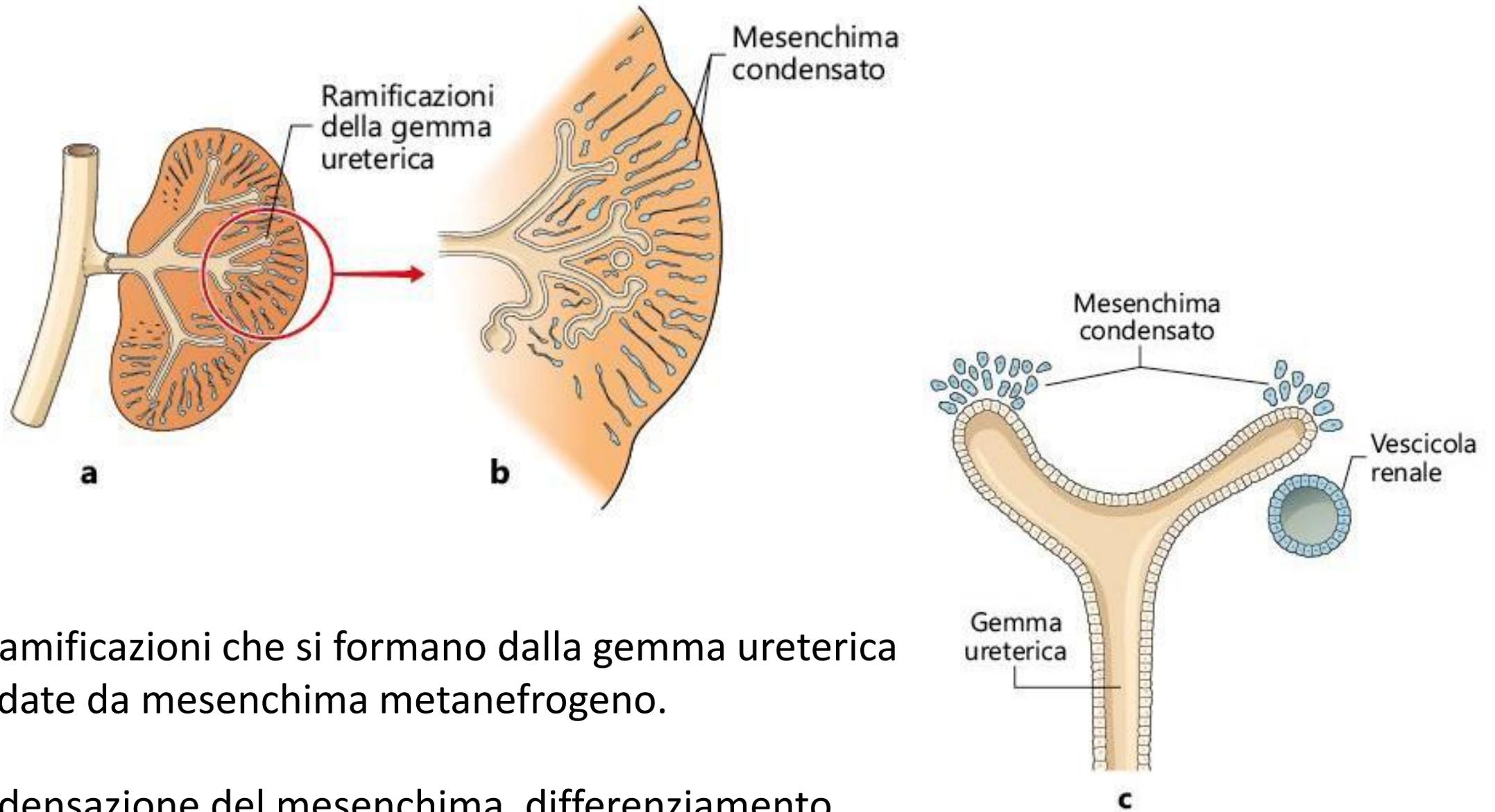


a, b, L'abbozzo ureterico comincia a penetrare nel blastema metanefrogeno.

c, Le ramificazioni della gemma formano pelvi renale e calici renali.

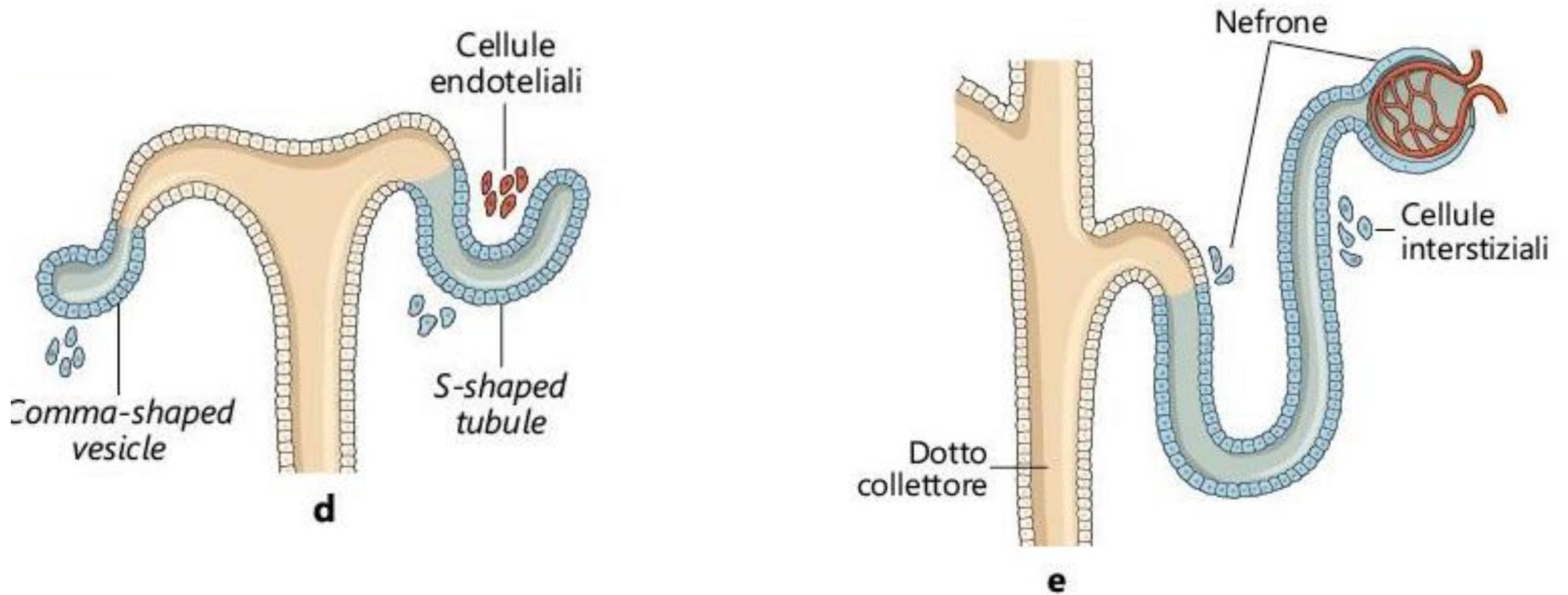
d, Dalle ramificazioni successive si differenziano i dotti e i tubuli collettori.

Dal blastema metanefrogeno originano i tubuli renali e i glomeruli.



a, b, Ramificazioni che si formano dalla gemma ureterica circondate da mesenchima metanefrogeno.

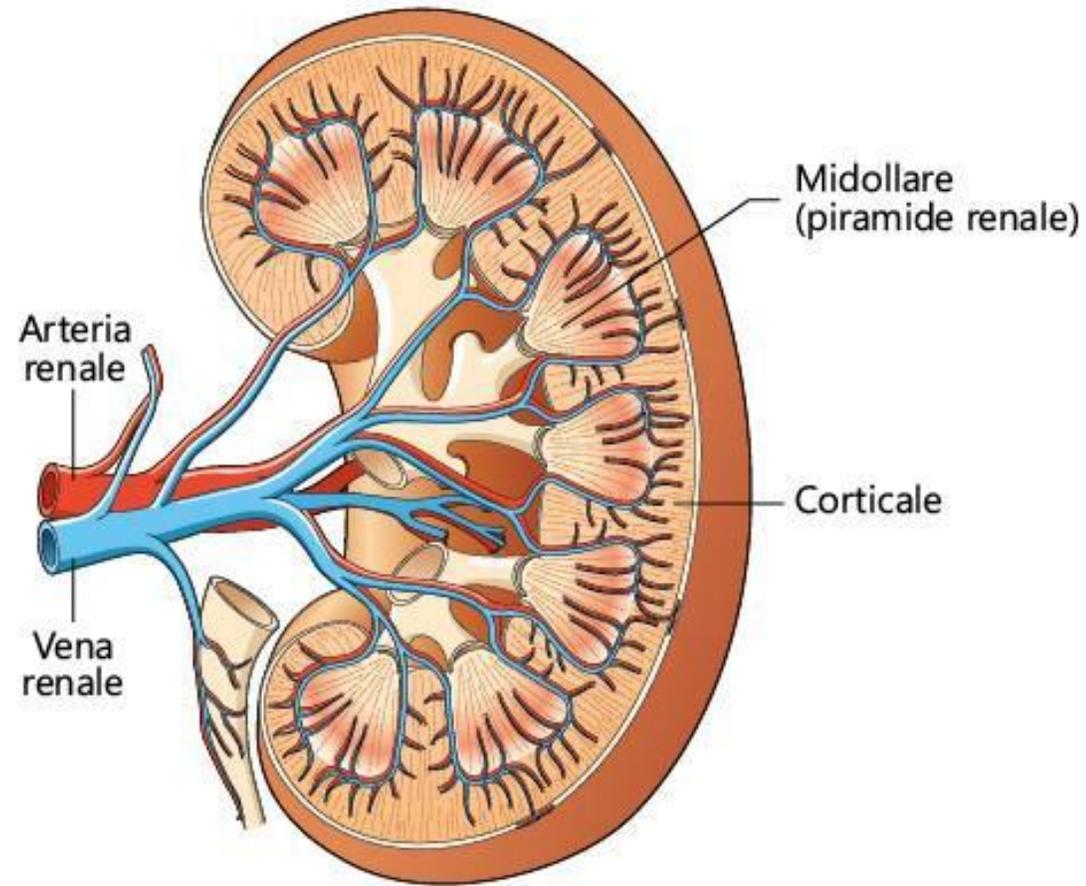
c, Condensazione del mesenchima, differenziamento dell'epitelio e formazione della vescicola renale

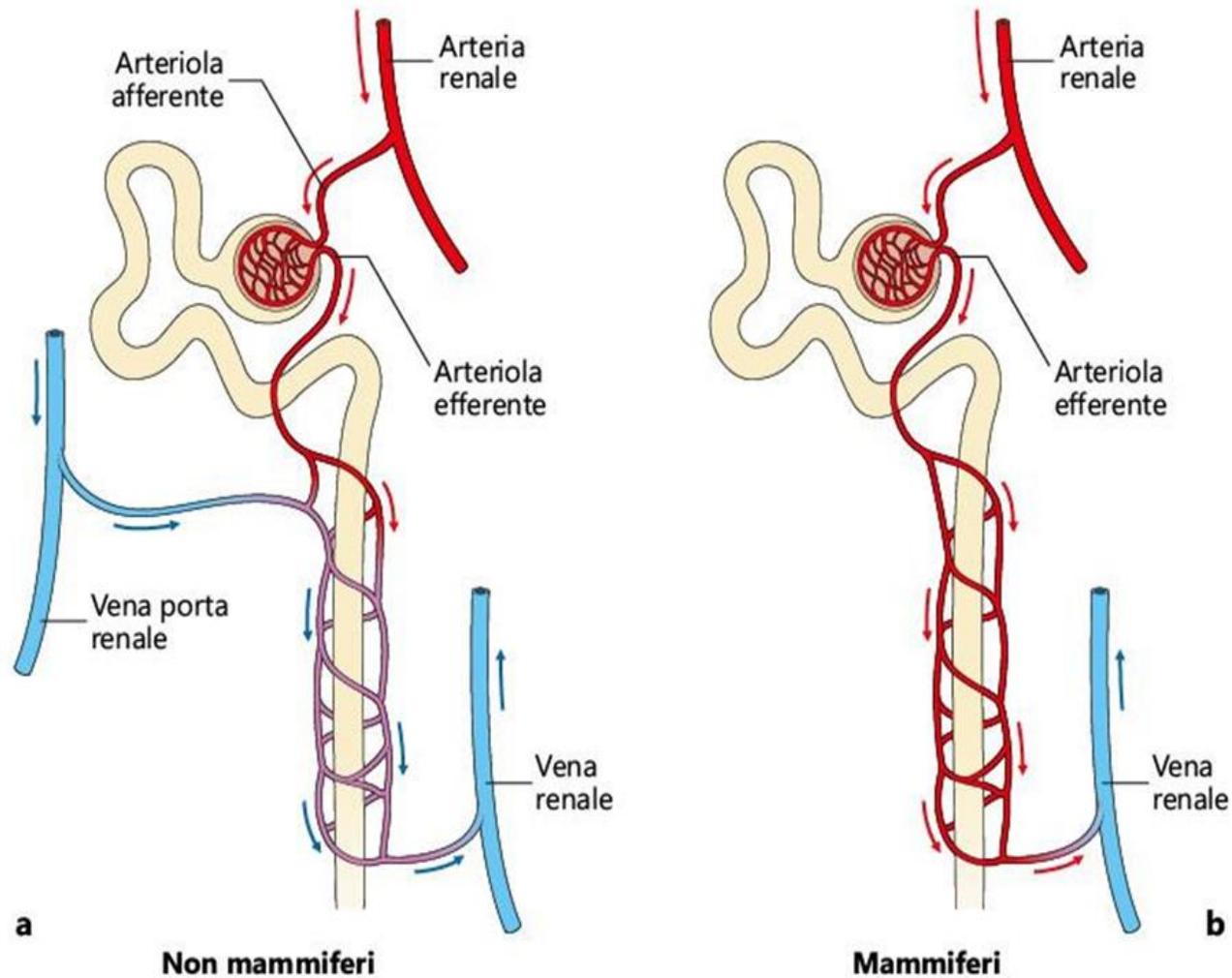


d, Formazione della comma-shaped vesicle e dell'S-shaped tubule.

e, Completa formazione del nefrone

Vascularizzazione del parenchima renale





a, Aspetto nella maggior parte dei vertebrati: i capillari peritubulari si formano dall'arteriola glomerulare efferente e da un ramo della vena porta renale.

b, Condizione tipica dei mammiferi: con la scomparsa del sistema portale renale, i capillari provengono esclusivamente dall'arteriola glomerulare efferente. Il sangue in uscita dai capillari peritubulari venosi è drenato verso la vena renale

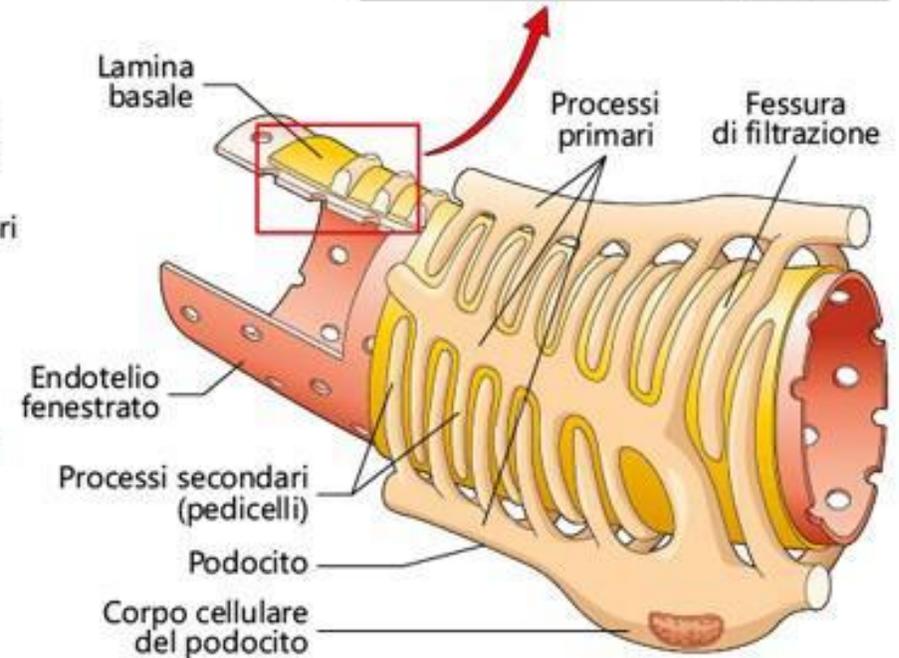
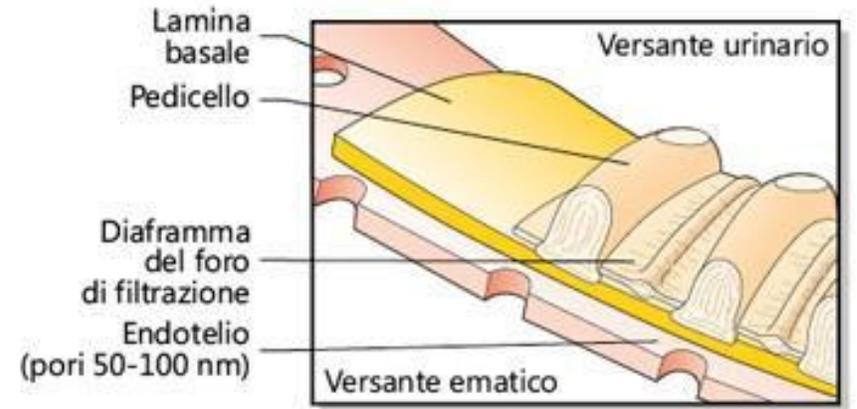
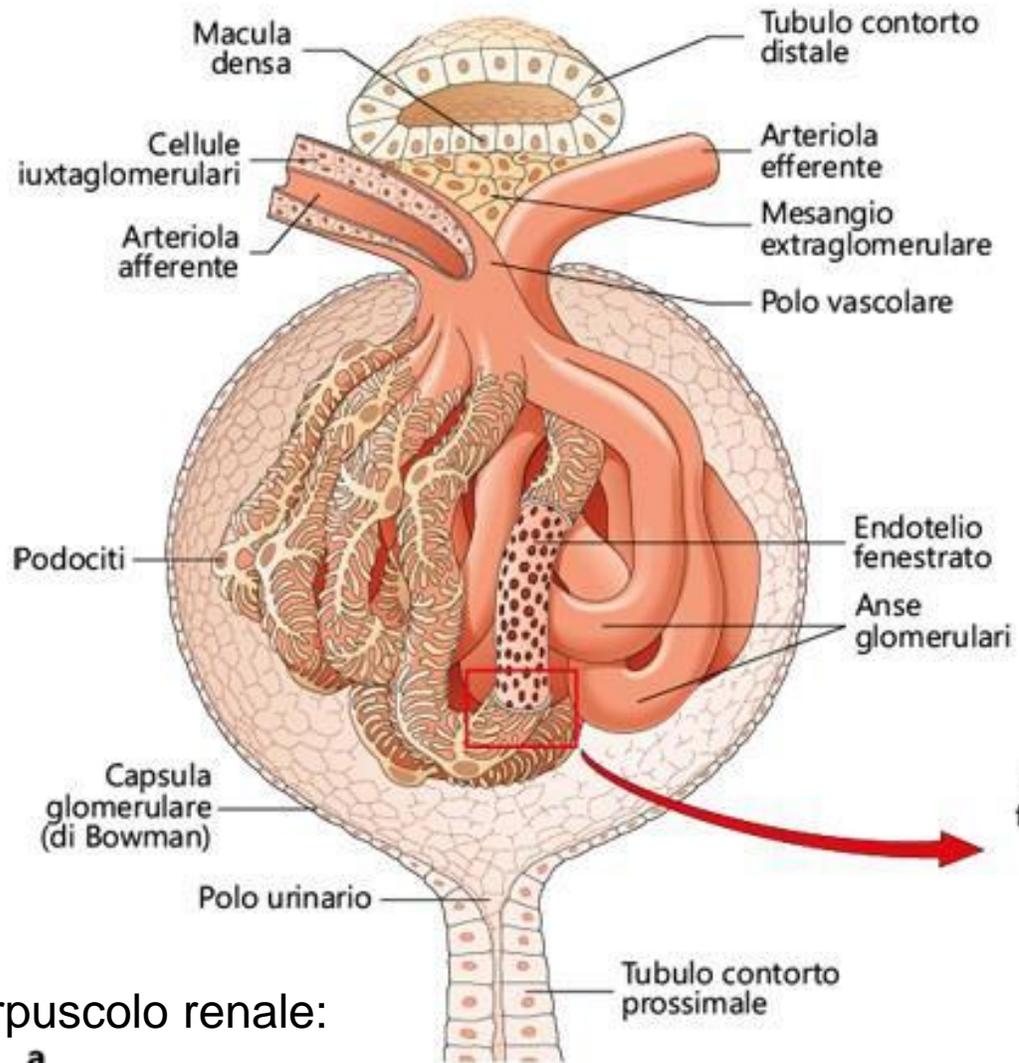
ASPETTI STRUTTURALI DEL NEFRONE

Nonostante i vertebrati possano presentare reni con aspetti strutturali differenti, essi sono accomunati da una componente fondamentale:

il nefrone (l'unità morfofunzionale del rene)

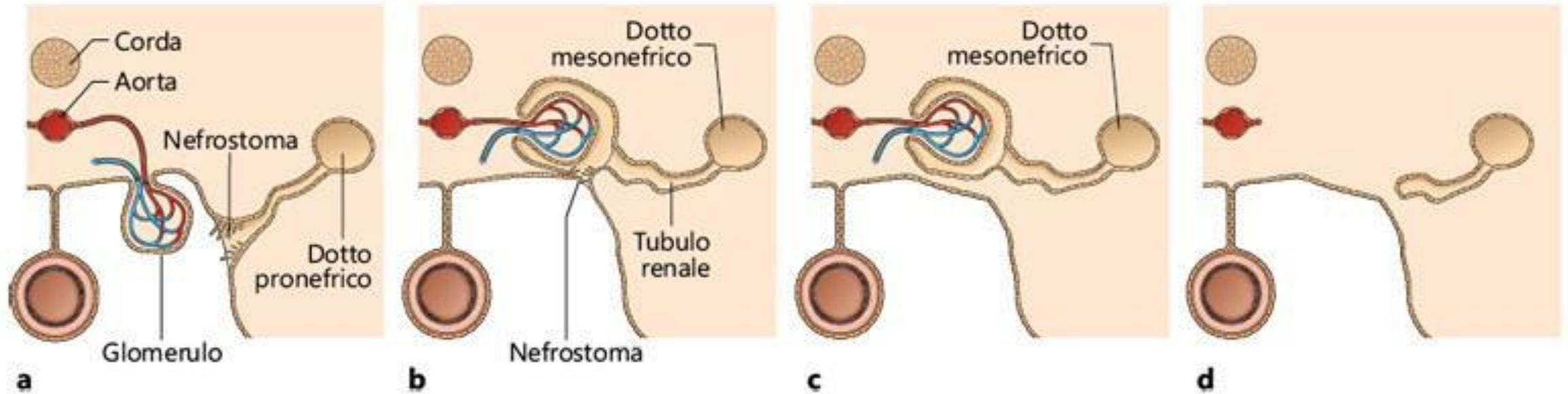
Nel rene di vertebrati adulti, mesonefro e metanefro, il nefrone è formato da:

- dal corpuscolo renale,
 - un glomerulo composto da una rete di capillari sanguigni circondato
 - dalla capsula glomerulare,
- dal tubulo renale,
 - eccezione del metanefro di uccelli e mammiferi in cui si differenzia l'ansa del nefrone come ulteriore specializzazione del tubulo

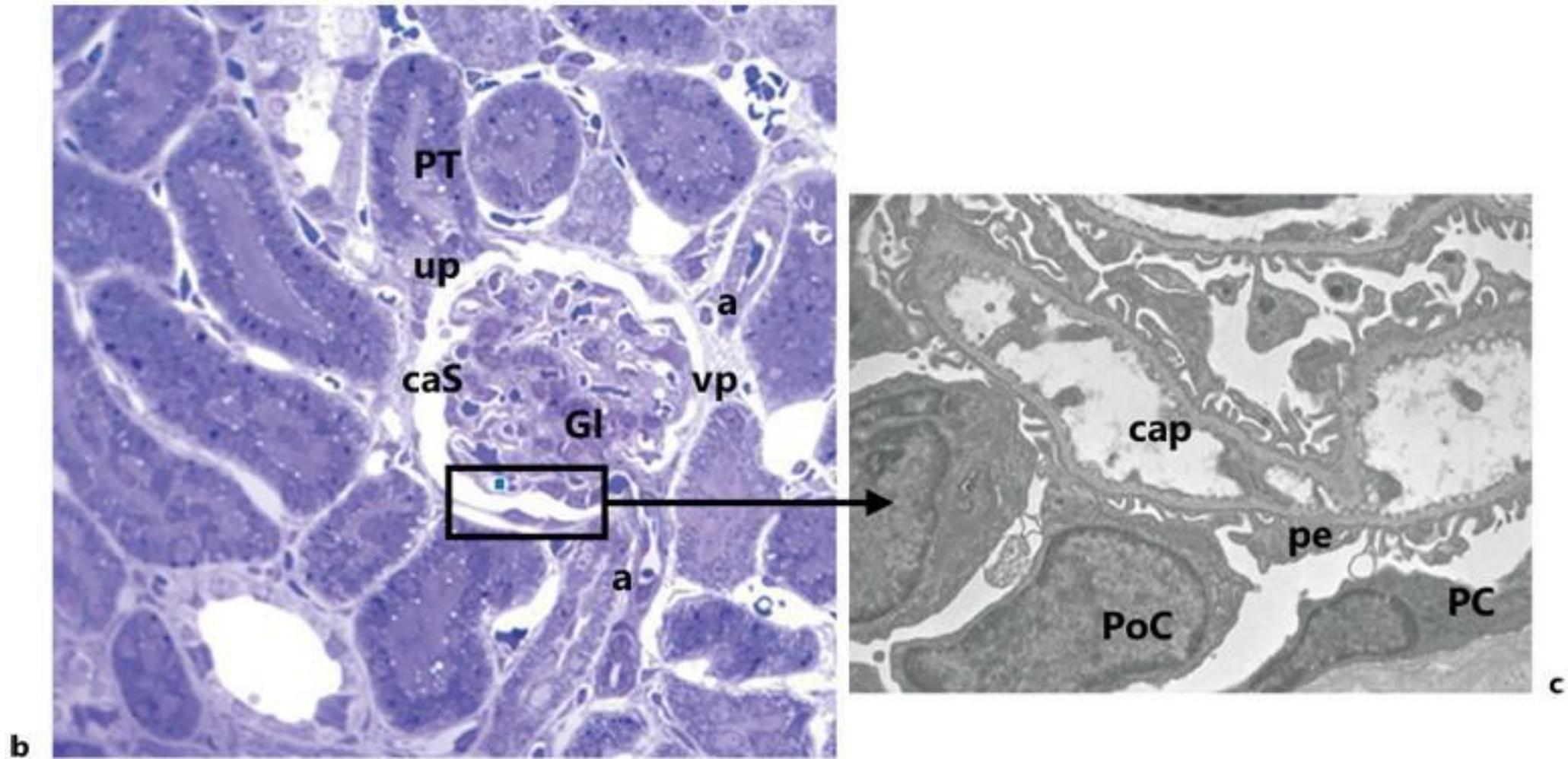


Tipi cellulari del corpuscolo renale:

- Cellule parietali
- Podociti
- Cellule endoteliali
- Cellule del mesangio



- a, Nel pronefro il glomerulo esterno sporge nel celoma e il tubulo si apre verso il celoma con un nefrostoma ciliato.
- b, Nel mesonefro il glomerulo è interno alla capsula glomerulare, ma il tubulo può presentare anche un nefrostoma.
- c, Nell'opistonefro e nel metanefro il glomerulo è interno e il tubulo renale perde il collegamento con il celoma.
- d, Nefrone aglomerulare di opistonefro



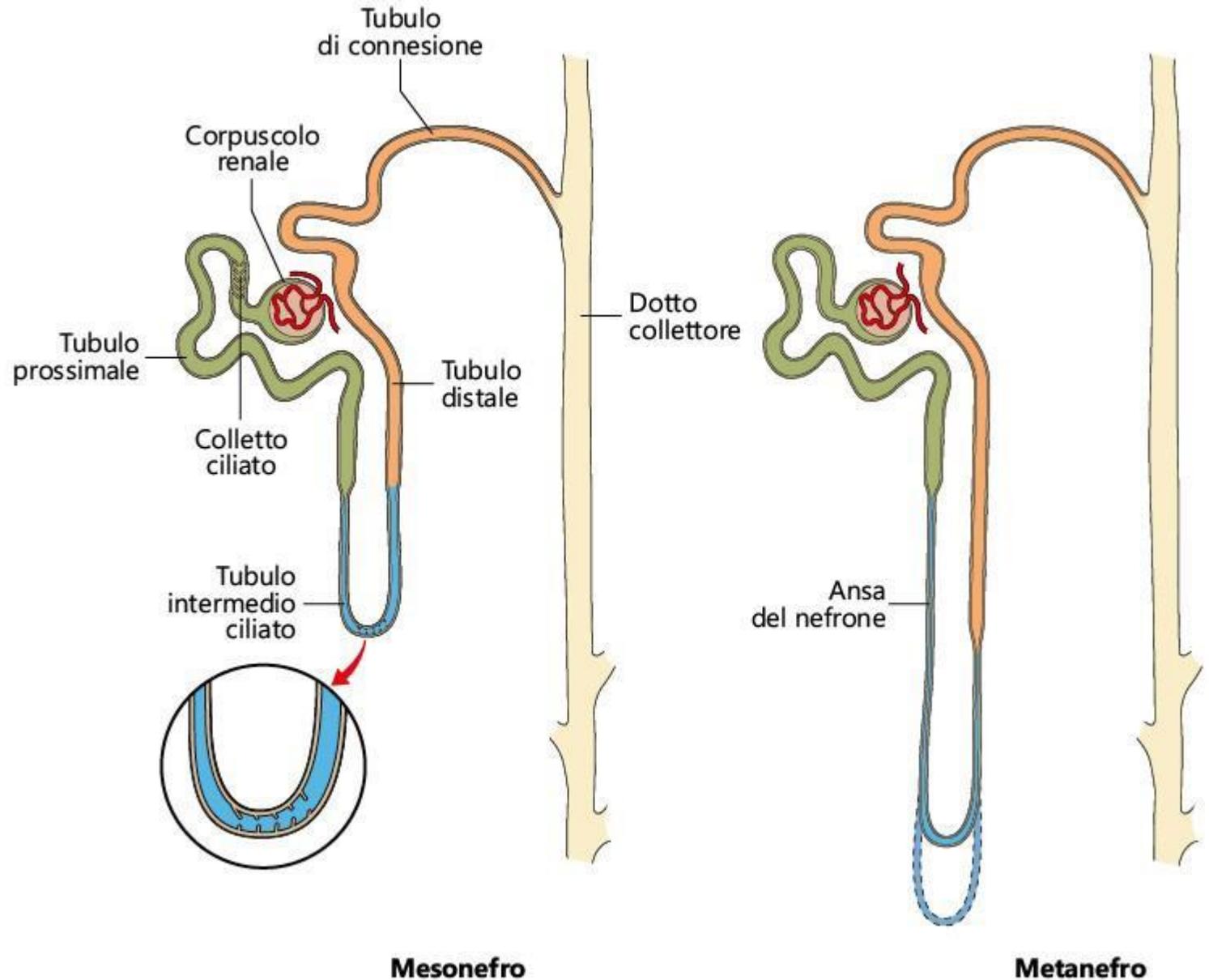
b, Sezione istologica di un corpuscolo circondato dai tubuli.

Si osserva il polo vascolare (vp) con le due arteriole (a) e il polo urinario (up) che segna l'inizio del tubulo prossimale (PT); il glomerulo (Gl) è contornato dalla capsula glomerulare con lo spazio capsulare (caS) fra i due foglietti.

c, Dettaglio della capsula glomerulare: si osservano podociti (PoC) e pedicelli (pe), che definiscono il foglietto viscerale, e cellule del foglietto parietale (PC); si notano capillari del glomerulo (cap) (b, c, pgc Carla Fenoglio).

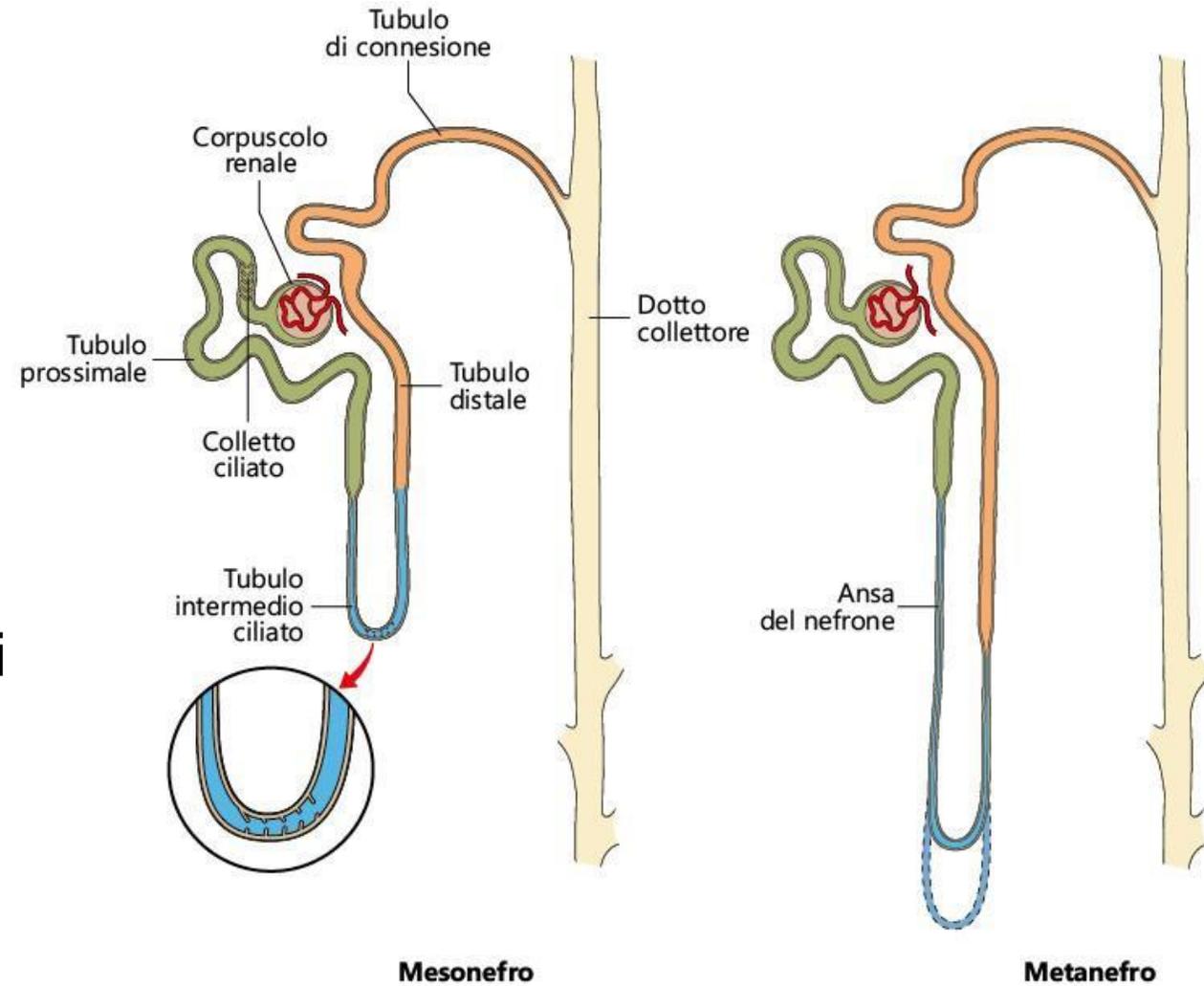
Tubulo renale

- Tubulo prossimale
- Tubulo intermedio
- Tubulo distale
- Tubulo di connessione



Le cellule dell'epitelio tubulare, per lo più prismatiche o cubiche, formano un epitelio monostratificato che in tratti differenti mostra aspetti microscopici peculiari correlati alle diverse funzioni svolte dal tubulo stesso e che sono, principalmente :

- il riassorbimento selettivo di componenti dell'ultrafiltrato,
- la regolazione dell'equilibrio idrosalino,
- la secrezione attiva di alcune sostanze,
- l'escrezione di prodotti del catabolismo azotato.

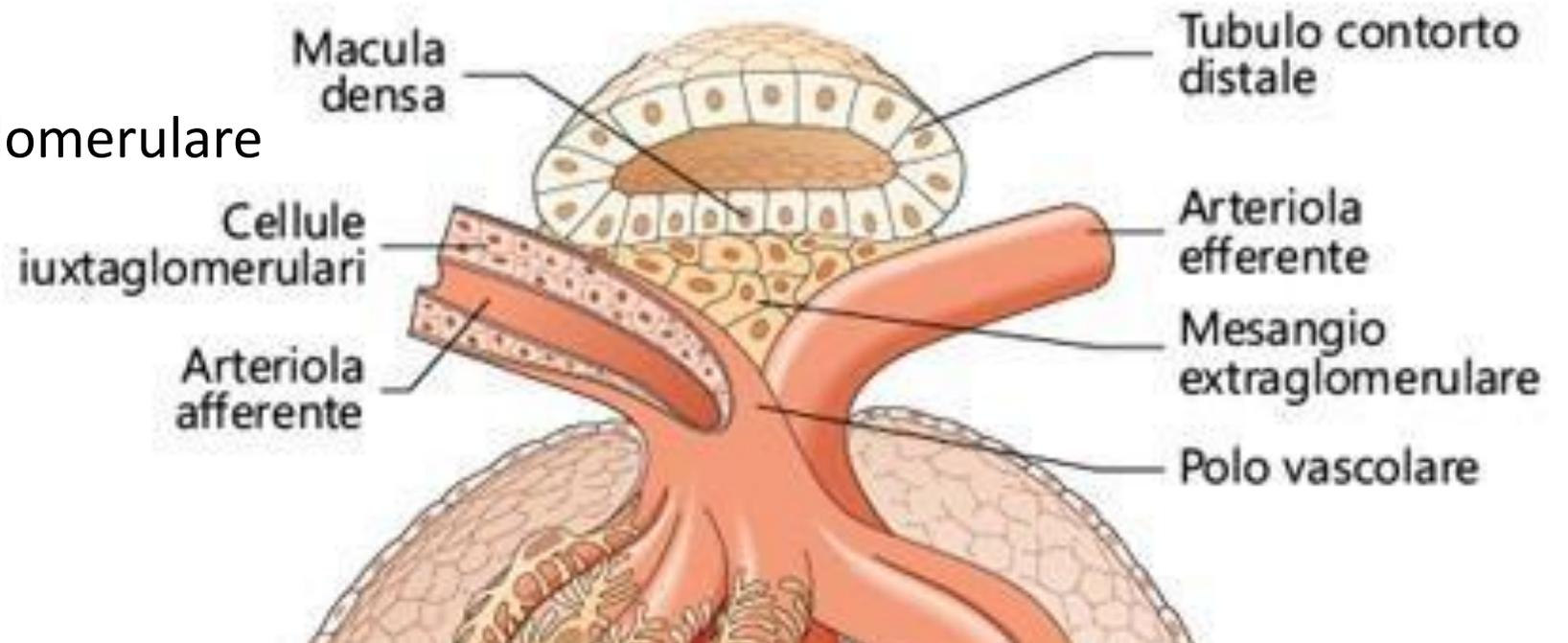


Complesso iuxtaglomerulare

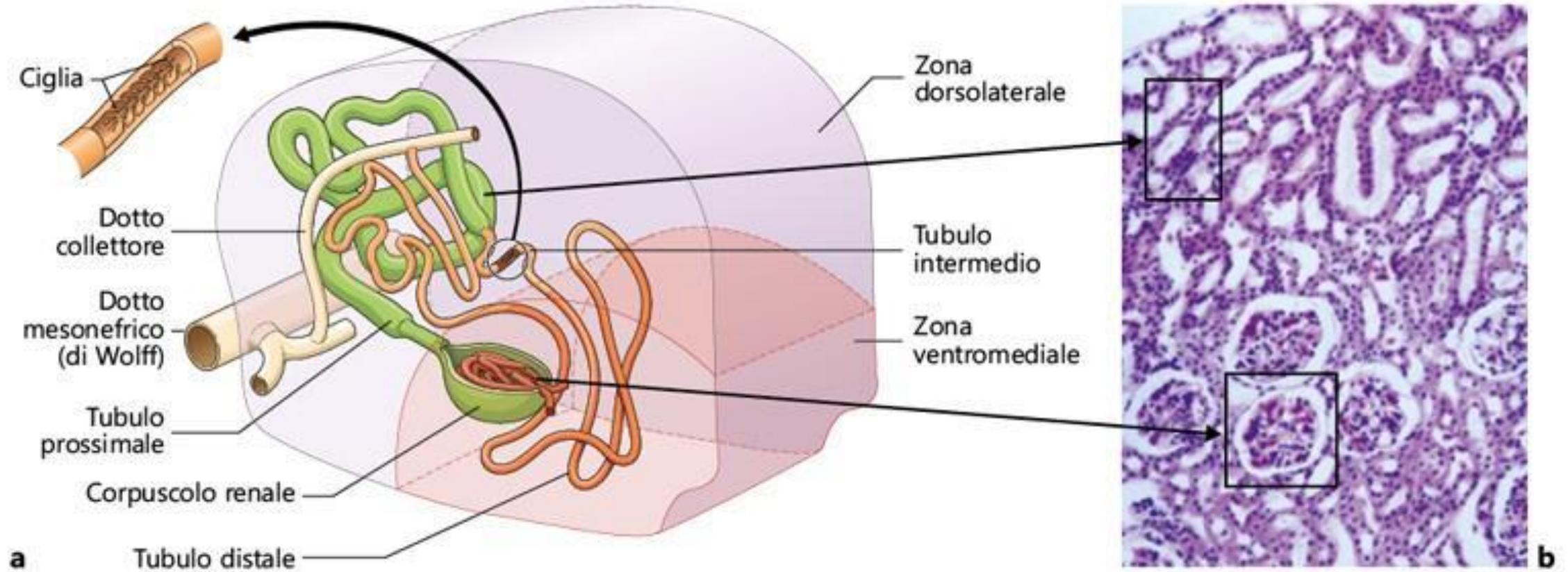
Nella maggior parte dei vertebrati a livello del polo vascolare del corpuscolo renale un tratto del tubulo distale si trova a stretto contatto del glomerulo per la formazione del complesso iuxtaglomerulare: regolazione della pressione sanguigna e al controllo della filtrazione glomerulare

Tipi cellulari del complesso iuxtaglomerulare

- Cellule della macula densa
- Cellule iuxtaglomerulari
- Cellule del mesangioextraglomerulare



ANAMNI • II MESONEFRO



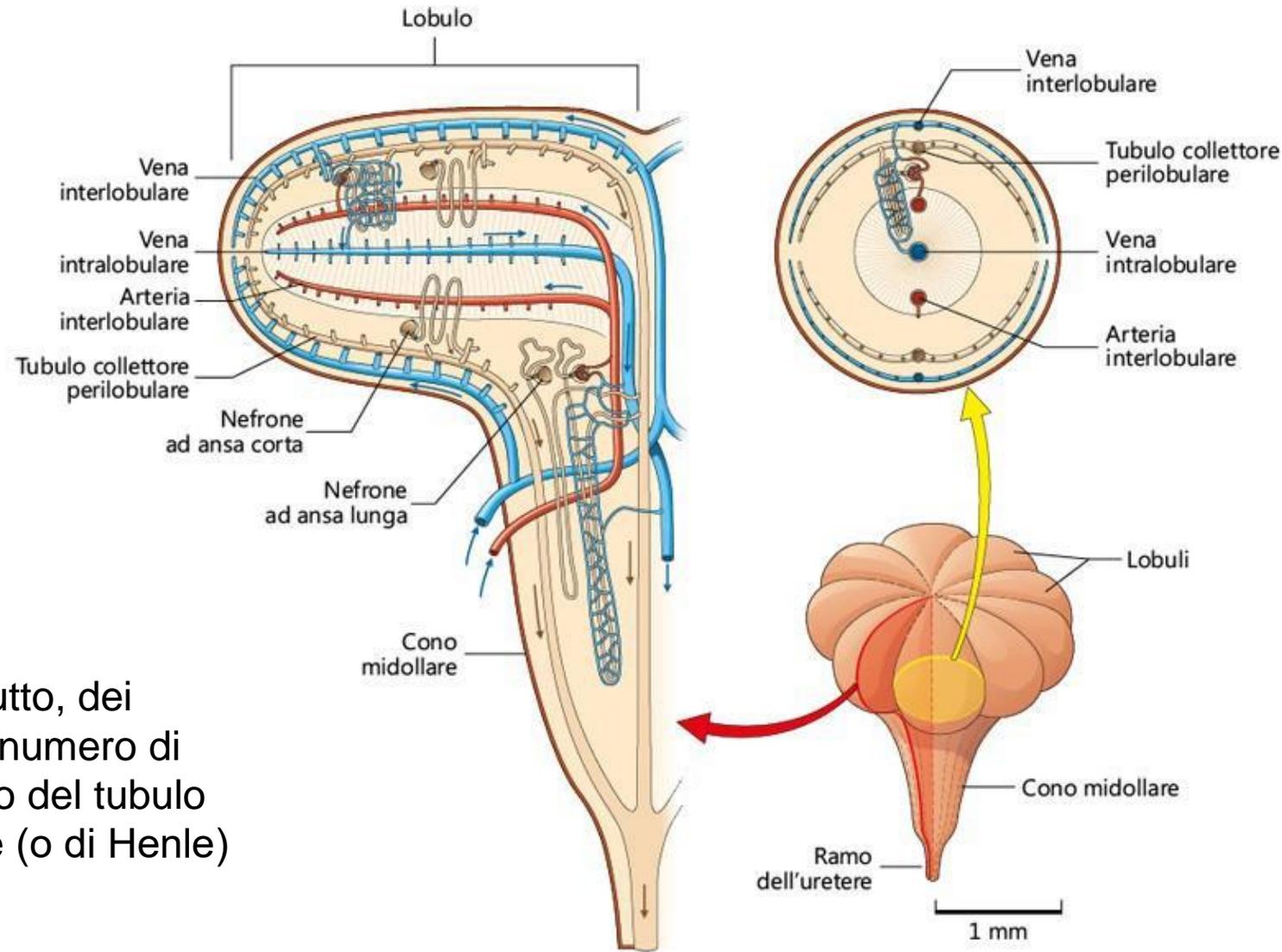
Nel nefrone del mesonefro il colletto fra polo urinario e tubulo prossimale e il segmento intermedio di norma sono provvisti di ciglia che facilitano il flusso dell'urina.

Il dotto mesonefrico (o di Wolff) generalmente rappresenta il canale che drena l'urina verso la cloaca. Eccezione maschi degli anamni, poiché si stabiliscono relazioni con il sistema genitale

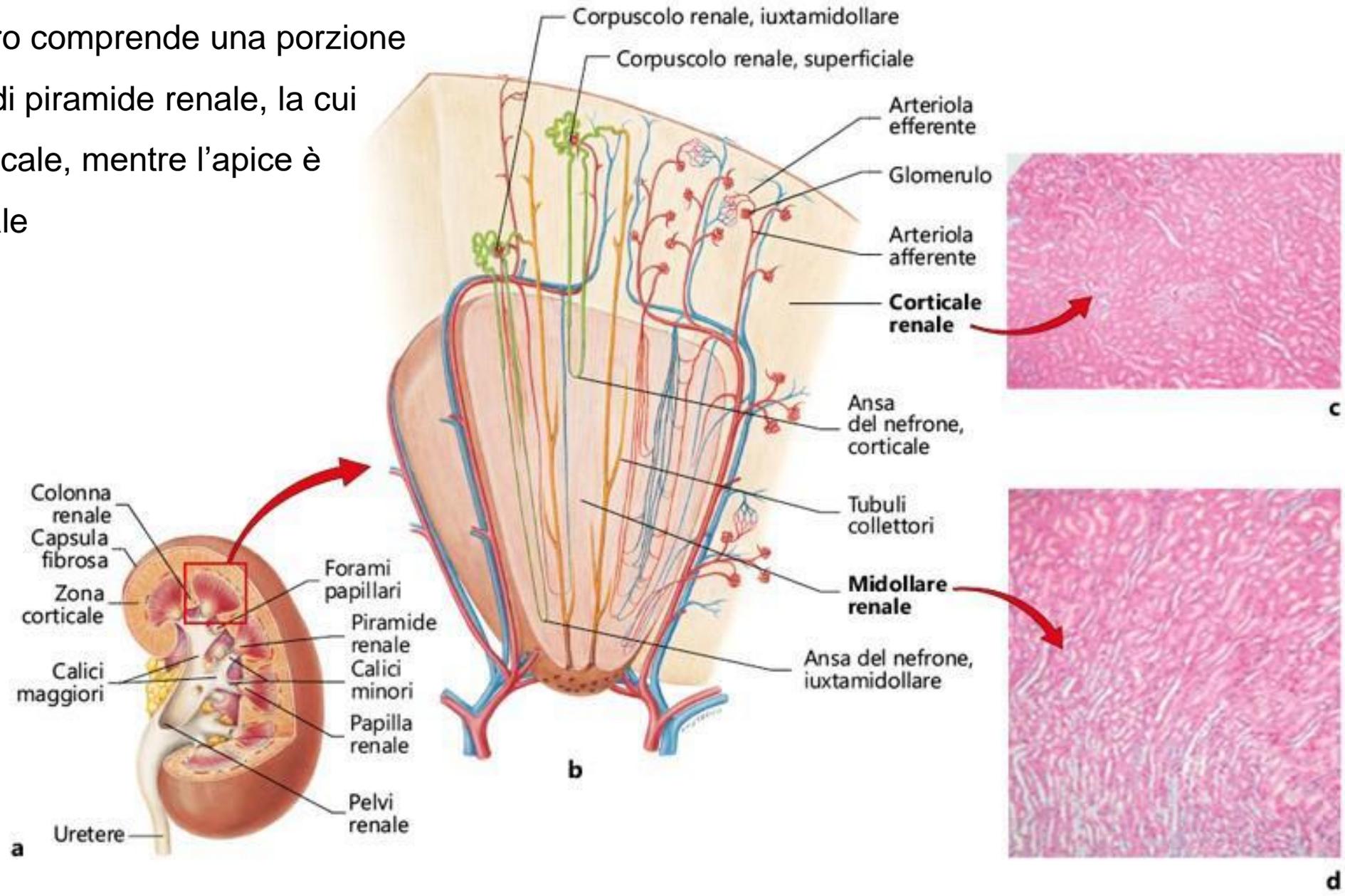
Il metanefro:

rene degli adulti degli amnioti, è generalmente un organo voluminoso; macroscopicamente in alcuni rettili e negli uccelli si osservano più lobi (non visibili esternamente nei mammiferi)

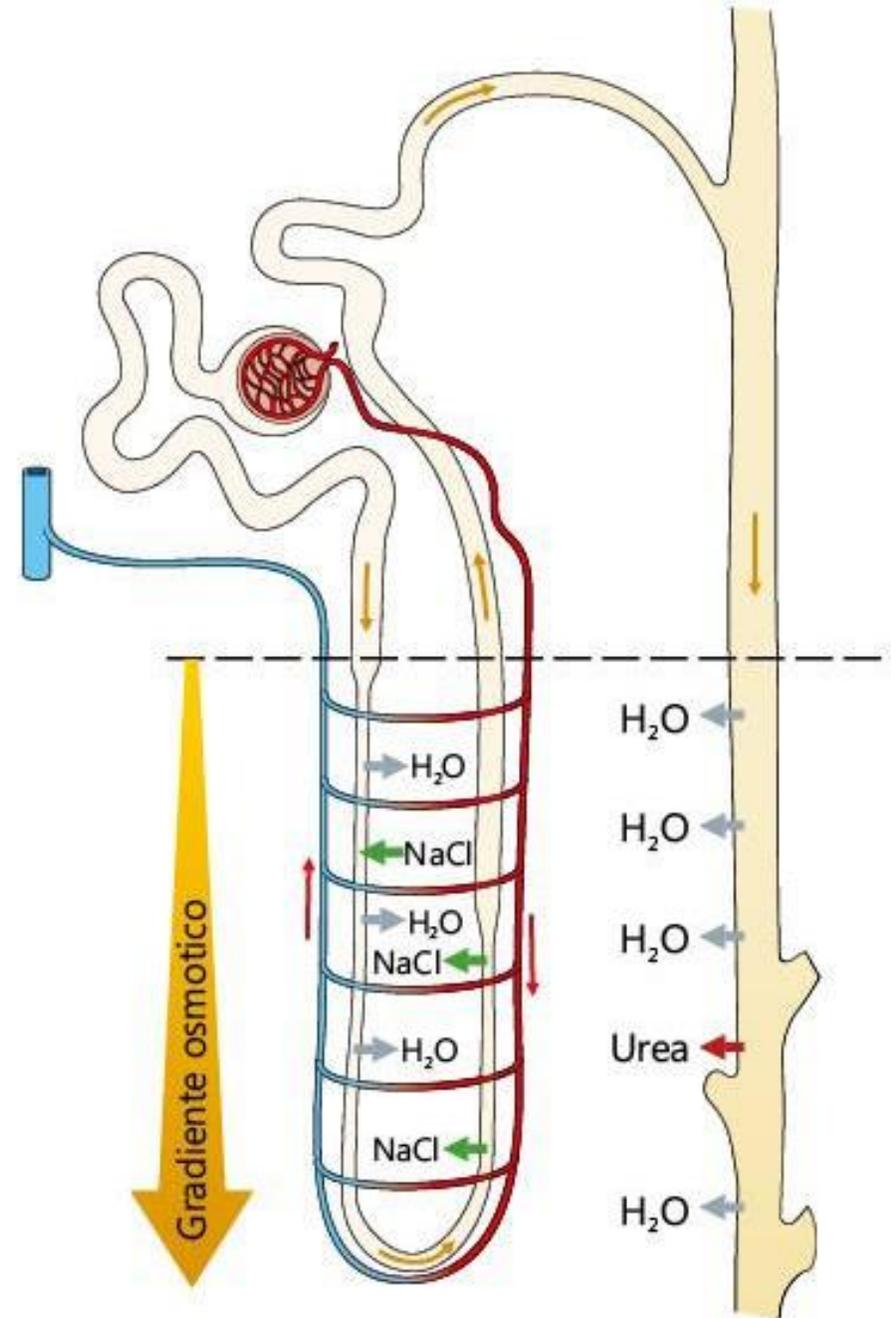
Nel parenchima renale degli uccelli e, soprattutto, dei mammiferi, si ha un significativo aumento del numero di nefroni e un allungamento del tratto intermedio del tubulo che si ripiega a U formando l'ansa del nefrone (o di Henle)



Il metanefro di mammifero comprende una porzione di midollare sotto forma di piramide renale, la cui base è avvolta dalla corticale, mentre l'apice è rivolto verso la pelvi renale



La presenza dell'ansa del nefrone è da collegare a nuove esigenze funzionali a seguito dell'acquisizione dell'omeotermia e che portano a un aumento considerevole dell'attività escrettrice dei reni, ma anche alla necessità di concentrare l'urina.

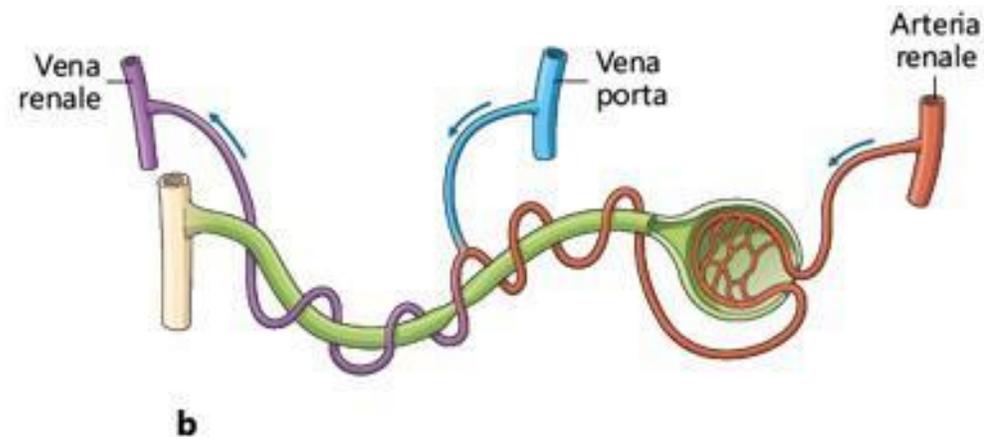
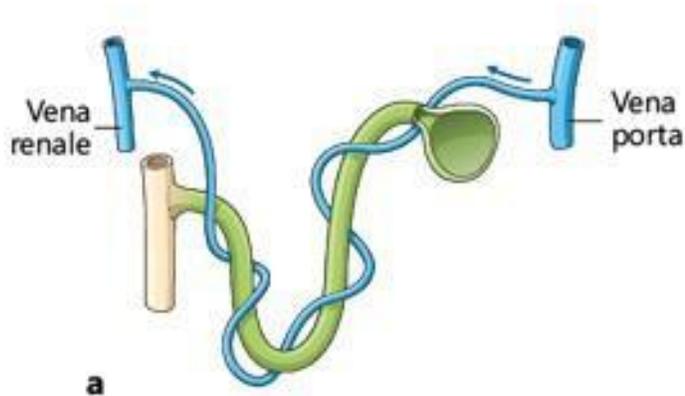


- L'urina che si forma nei dotti collettori è quindi drenata dall'uretere metanefrico, che svolge l'esclusiva funzione di dotto escretore.
- Lo sbocco dell'uretere metanefrico può differenziare il sistema urinario fra gli amnioti, secondo che esso termini direttamente nella cloaca (rettili, uccelli e monotremi) o sia connesso con una vescica urinaria, come nei mammiferi più evoluti.
- In questi ultimi un nuovo canale di origine cloacale, l'uretra, drena l'urina dalla vescica urinaria verso l'esterno. Anche in questo caso differenze contraddistinguono i maschi rispetto alle femmine

OSMOREGOLAZIONE

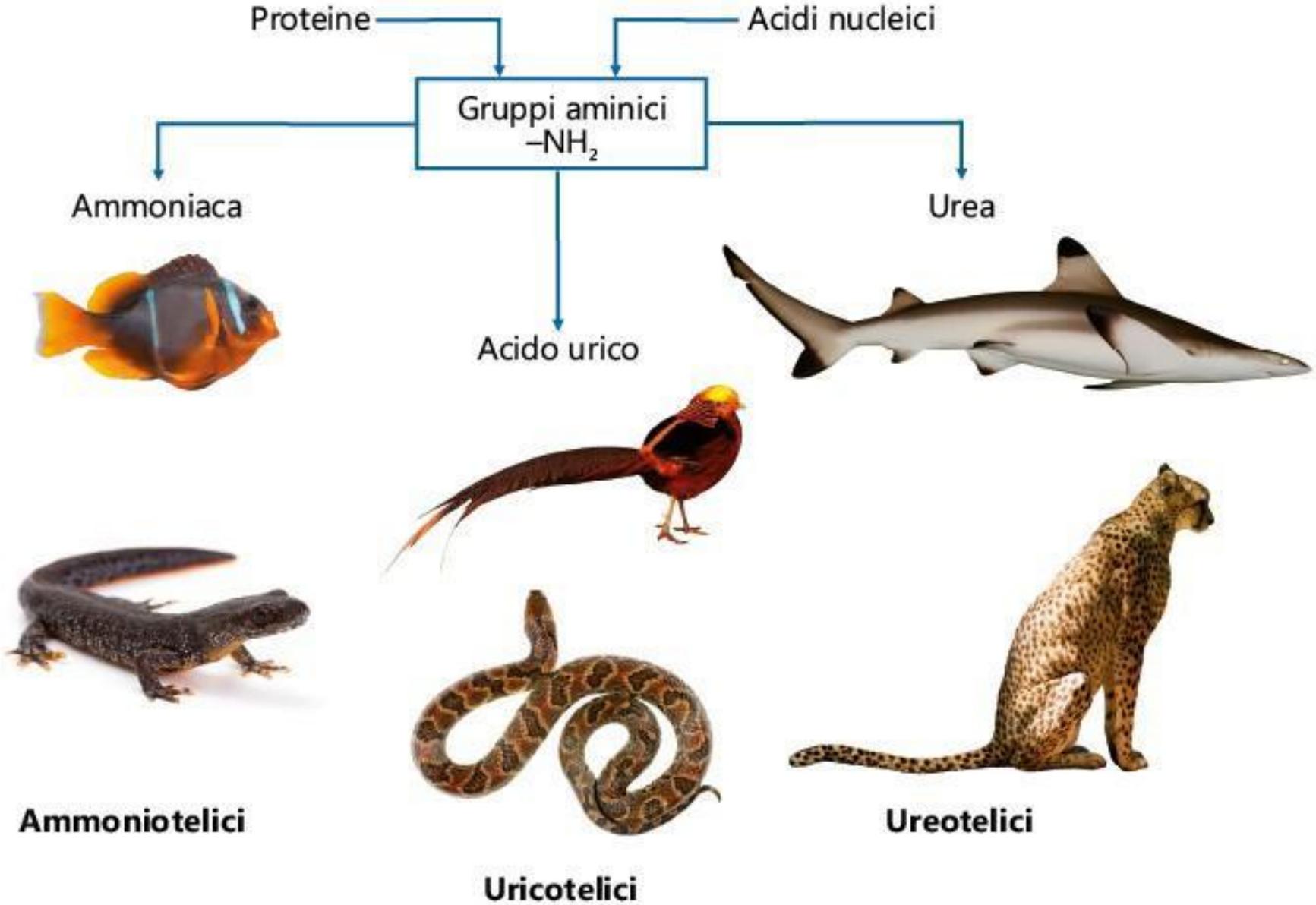
I pesci definiti osmoconformi (isosmotici rispetto all'acqua marina), le missine, i selaci e i celacanti, hanno una concentrazione osmotica dei liquidi corporei in equilibrio con quella del mezzo esterno.

Tuttavia la maggior parte dei pesci marini, assumendo solo acqua salata, ha il problema di eliminare i sali in eccesso e trattenere acqua. Fra questi ci sono teleostei marini che presentano modificazioni del nefrone il cui glomerulo si riduce o si perde del tutto, come nel rene aglomerulare .



L'eccesso d'acqua che nei pesci d'acqua dolce tenderebbe a diluire i liquidi corporei è rimosso da glomeruli voluminosi, che producono una grande quantità di ultrafiltrato

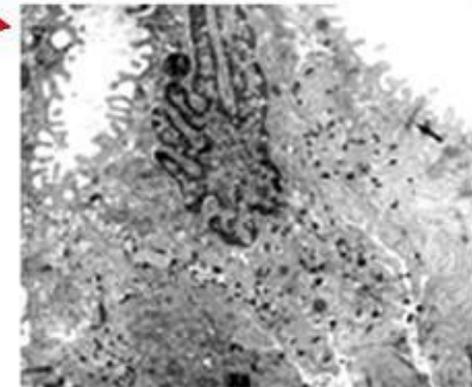
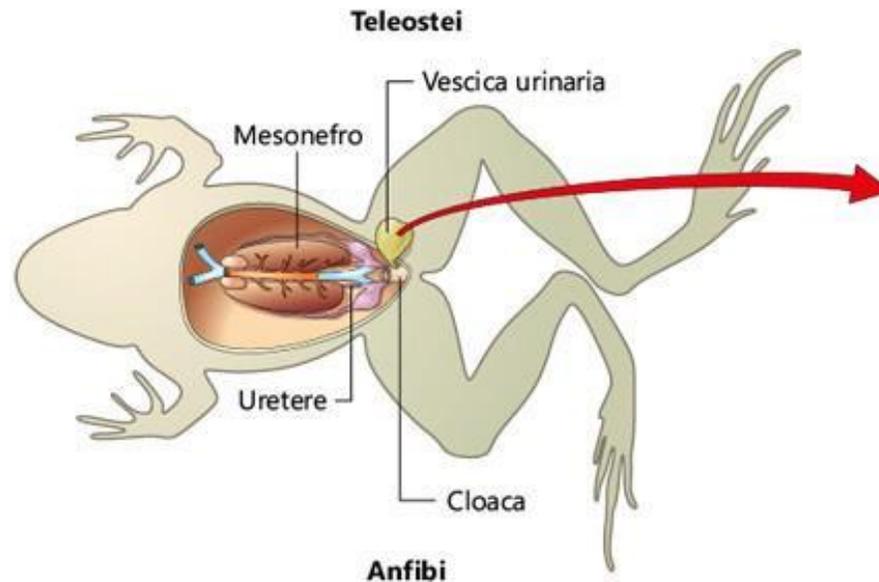
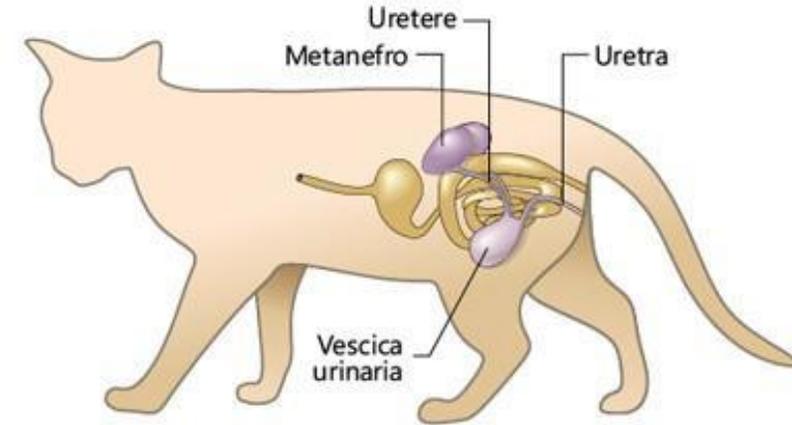
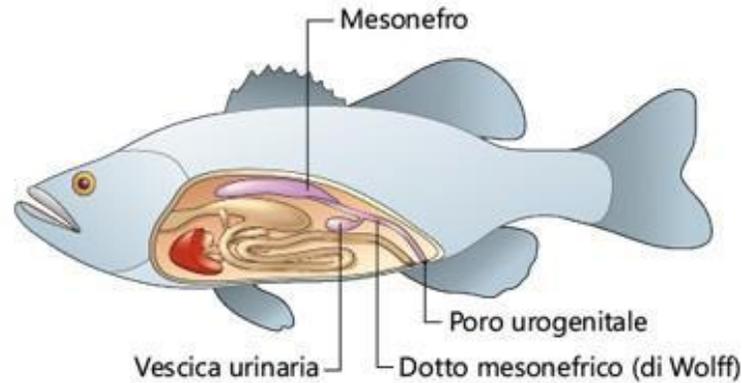
ESCREZIONE DEI CATABOLITI AZOTATI



La vescica urinaria non è presente in tutti i vertebrati; manca, per esempio, nei mono-tremi tra i mammiferi e negli uccelli, a eccezione dello struzzo. In assenza di vescica, la cloaca svolge funzioni di accumulo temporaneo dell'urina e in rettili e uccelli contribuisce anche attivamente al riassorbimento di acqua. Gli anfibi posseggono solitamente una vescica urinaria, mentre una certa variabilità di presenza si riscontra fra i rettili, così come tra i pesci.

Tabella 10.1 Distribuzione della vescica urinaria fra i vertebrati

<i>Vertebrati</i>	<i>Vescica urinaria</i>
Mammiferi (eccetto monotremi)	Presente
Uccelli (eccetto struzzi)	Assente
Cheloni	Presente
Rincocefali	Presente
Serpenti	Assente
Lacertidi	Variabile
Cocodrilli	Assente
Anfibi	Presente
Pesci	Variabile



Teleostei

Mammiferi

Anfibi