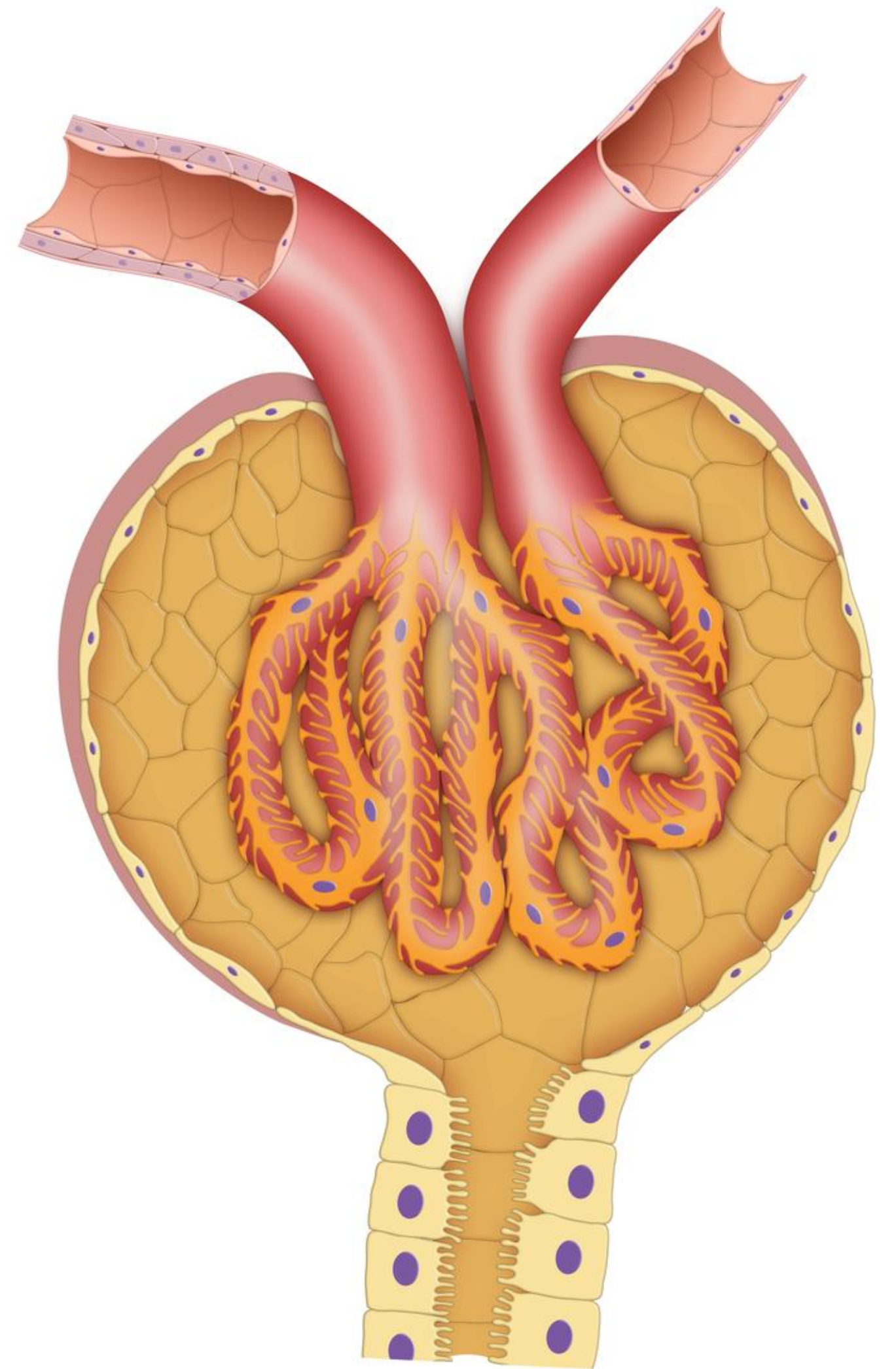




Fisiologia Renal

Dr. Fernando L. Zanoni

@zanoni.anesthesia



Função Renal



Excreção de metabólitos

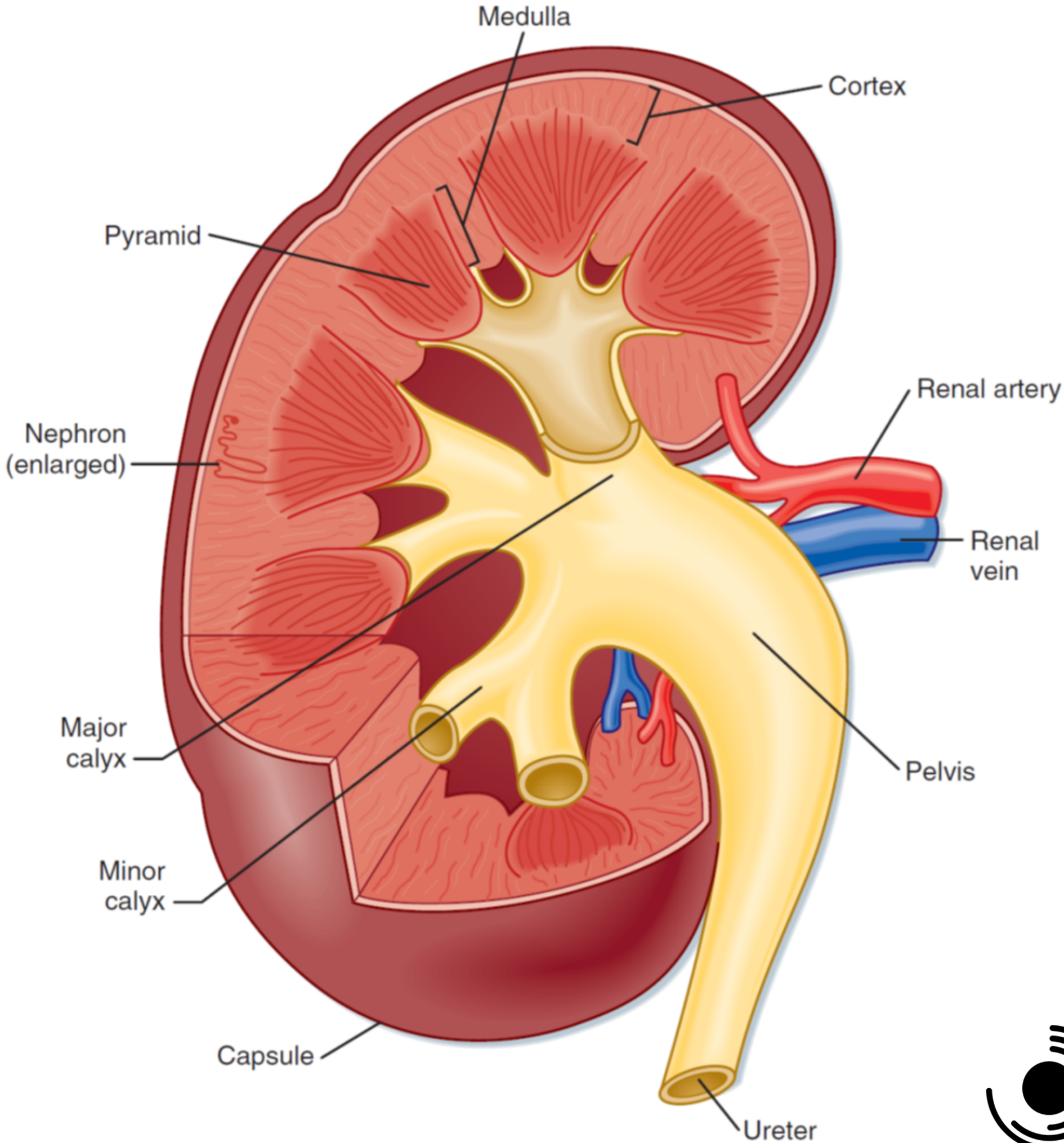
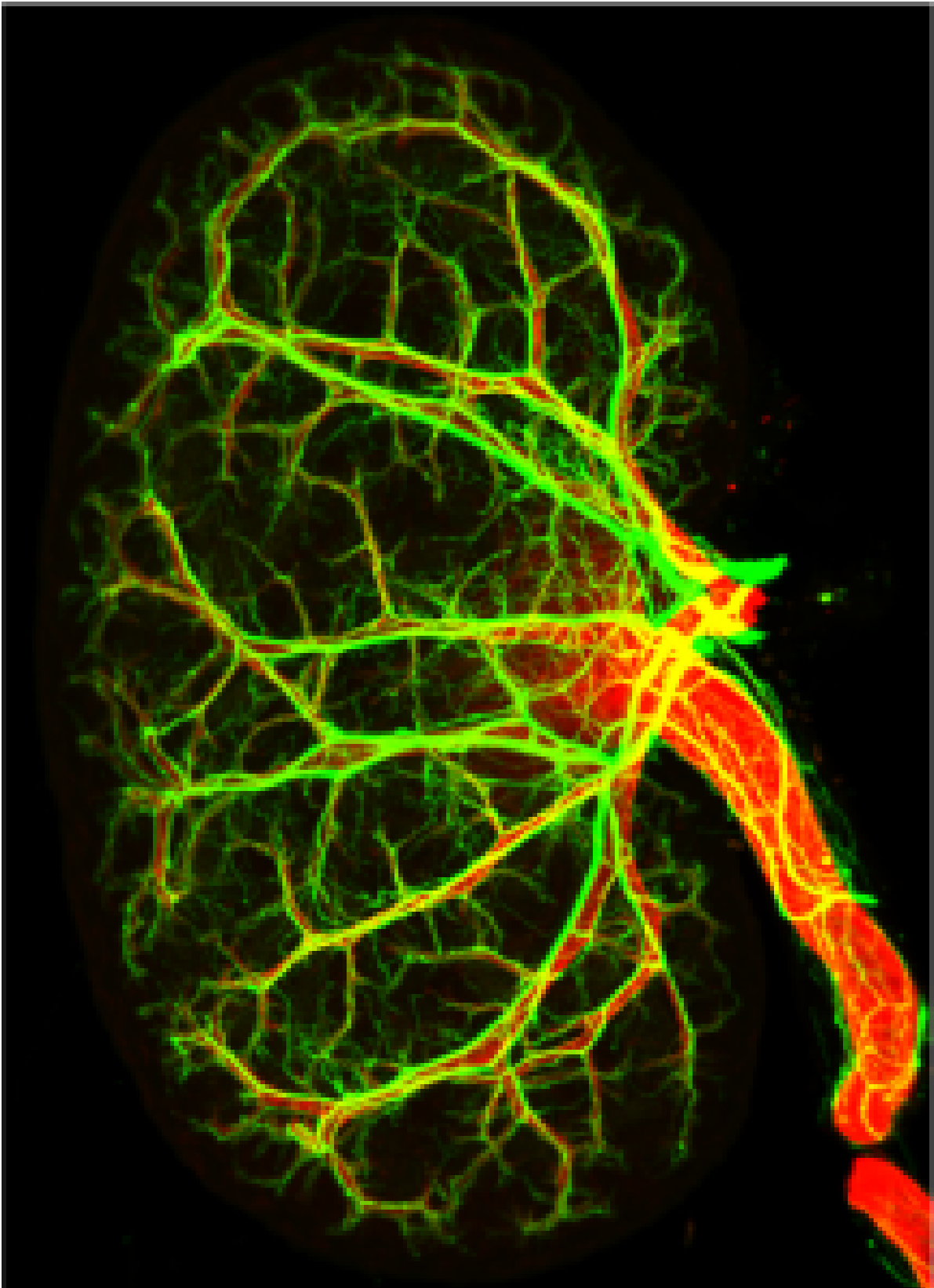
Regulação hidroeletrólítica do LEC

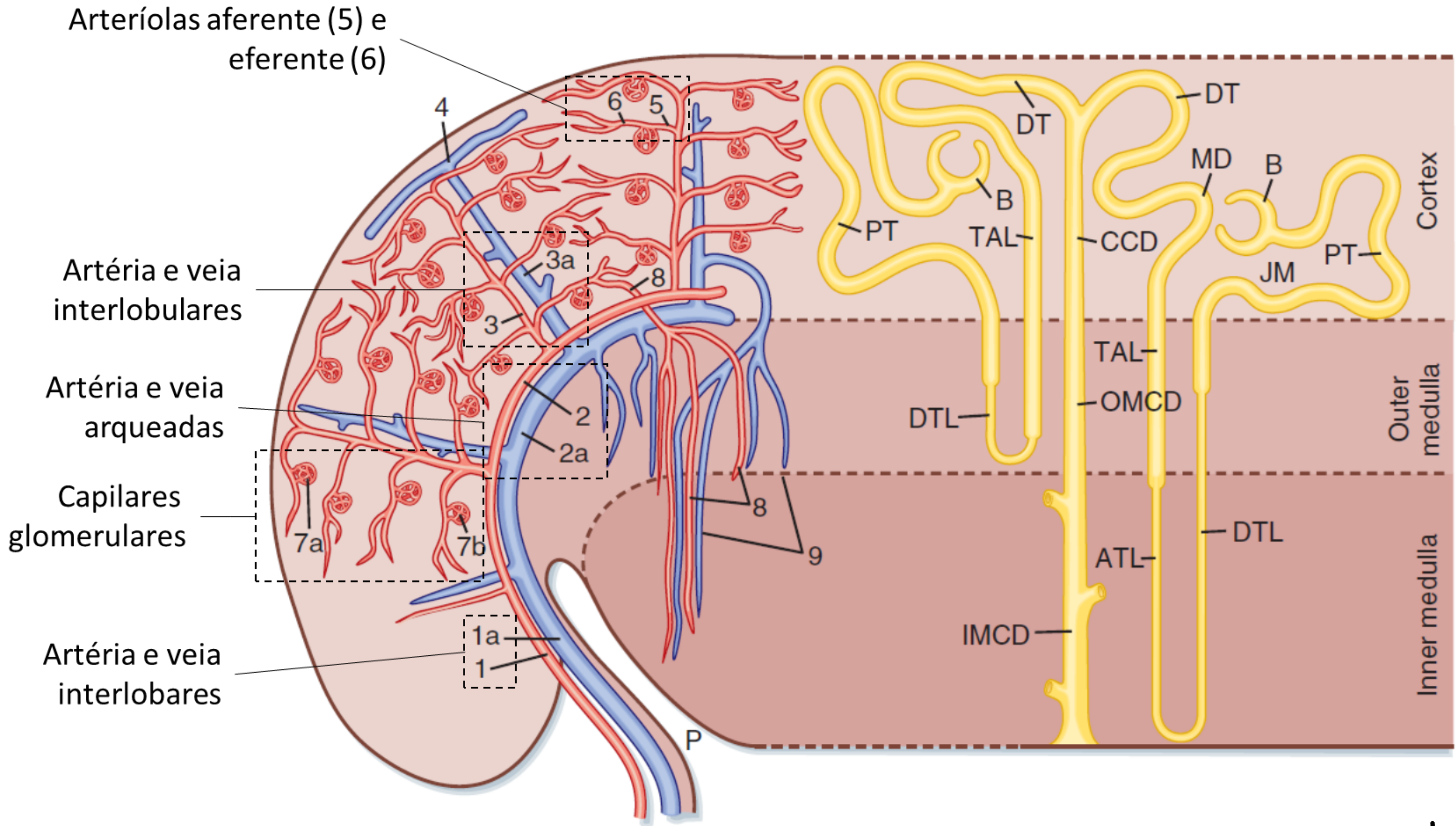
Regulação do equilíbrio ácido-base

Secreção de hormônios e enzimas

Metabolismo de substâncias

Anatomy





Néfron

- Unidade funcional do rim
- Tipos de néfrons:
 - Cortical (alça curta)

Justamedular (alça longa)

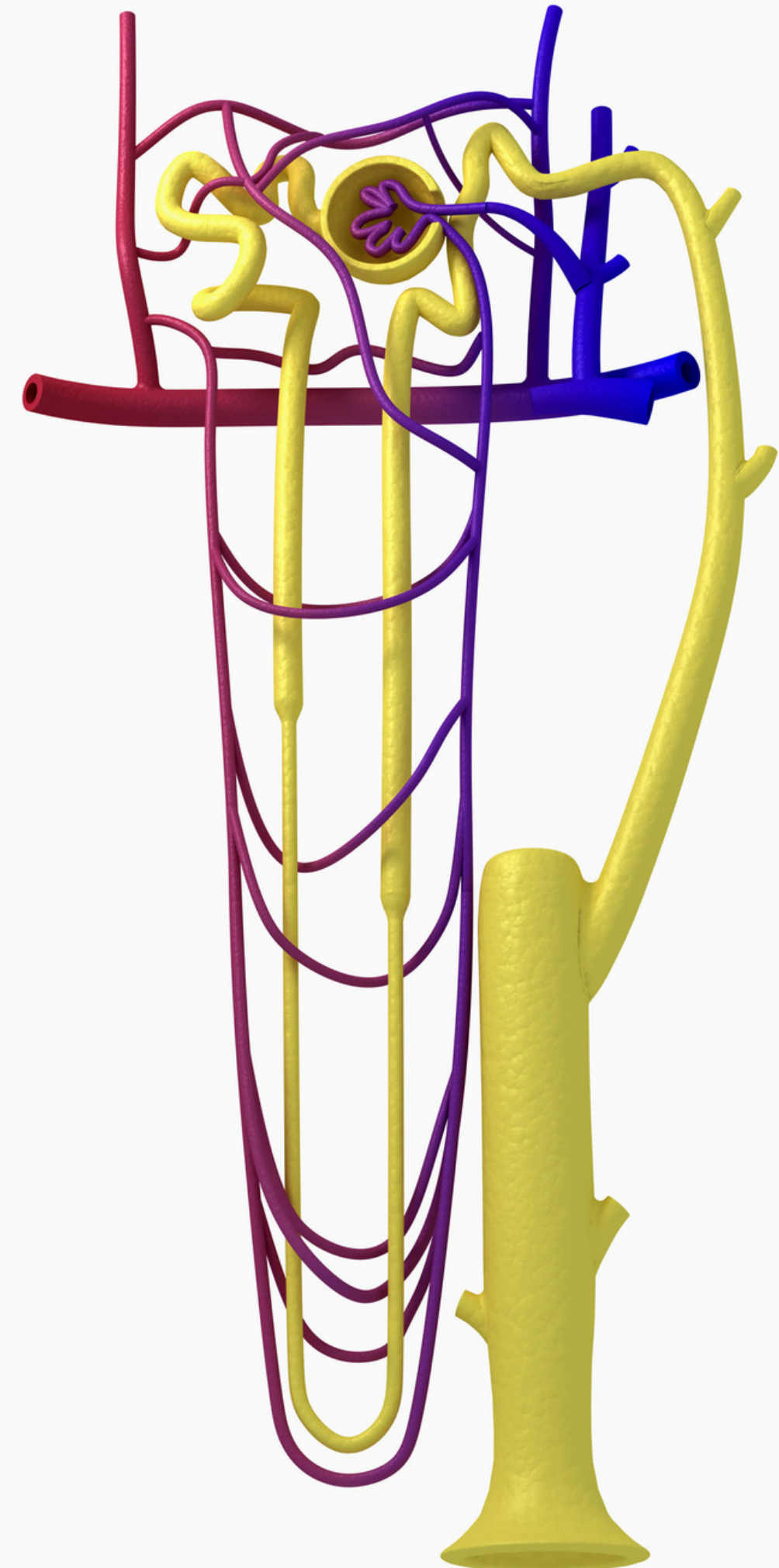
Boi ~ 4.000.000

Suíno ~ 1.250.000

Homem ~ 1.000.000

Cão ~ 450.000

Gato ~ 190.000



Elementos do néfron

Segmento vascular

- Arteríola aferente
- Capilar glomerular
- Arteríola eferente
- Capilares peritubulares

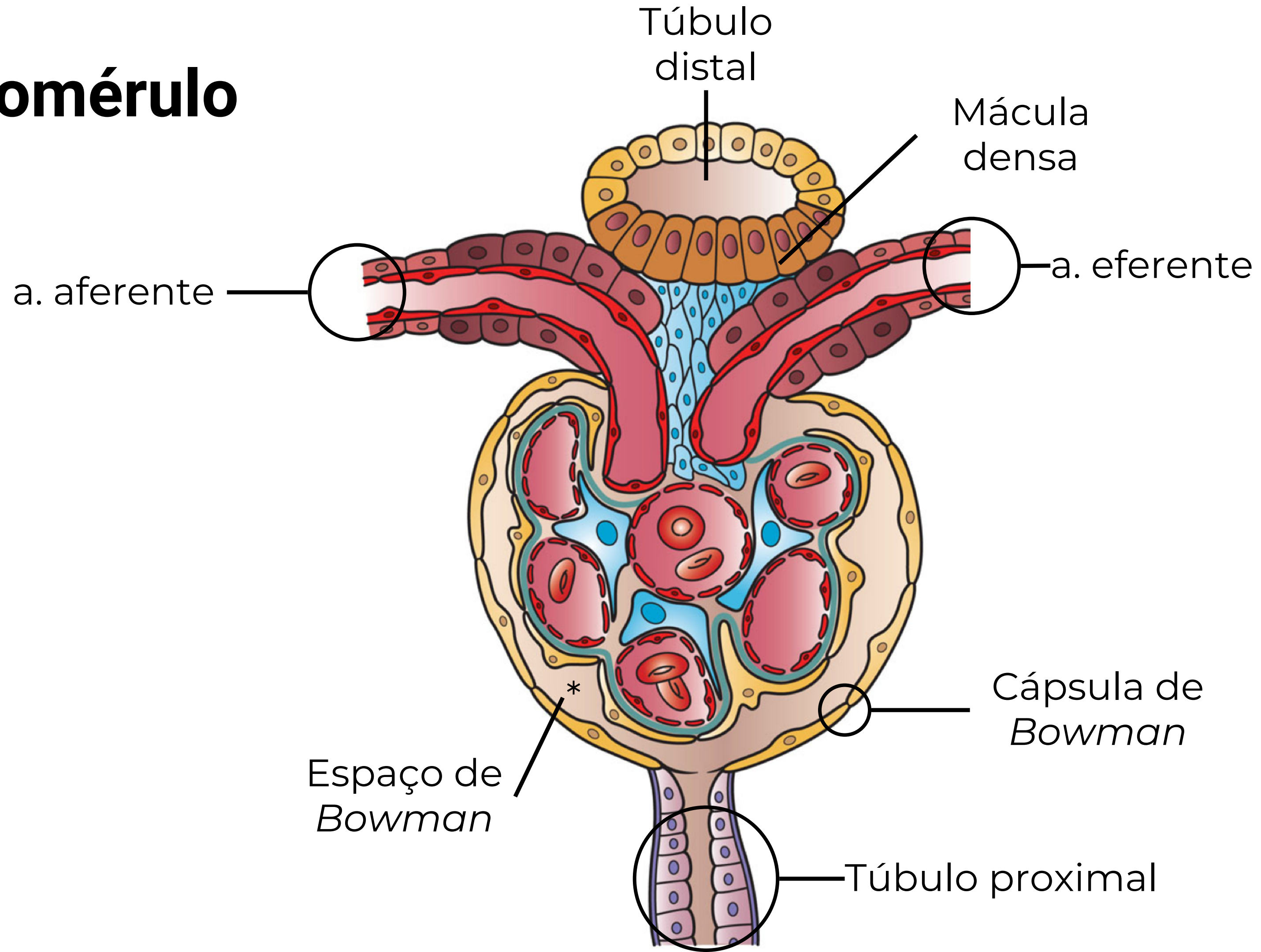
**capilar glomerular +
cápsula de Bowman =
corpúsculo renal*

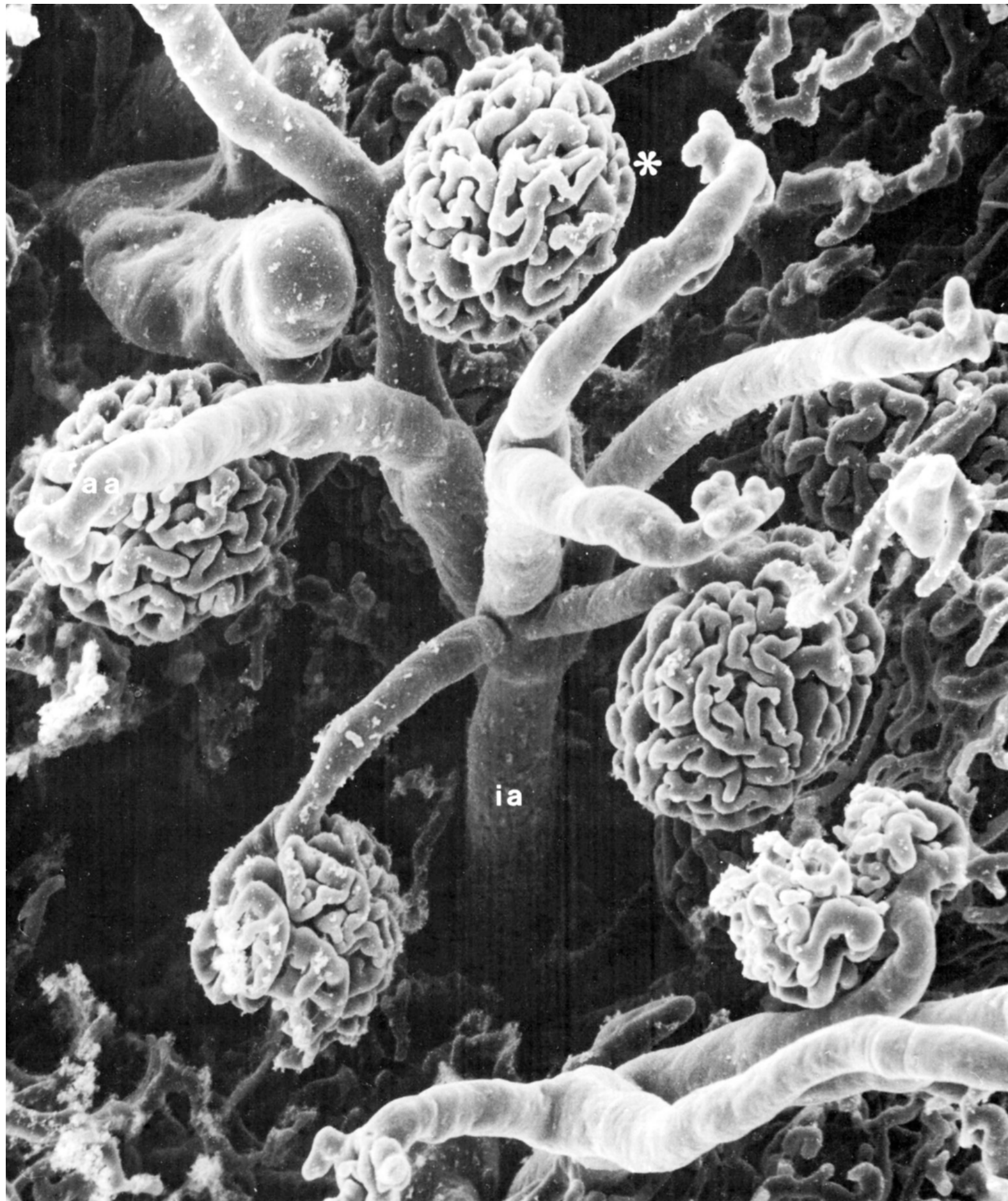
Porção tubular

- Cápsula de Bowman
- Túbulo proximal
- Alça de Henle
 - Descendente (segmento delgado)
 - Ascendente (segmento delgado)
 - Ascendente (segmento espesso)
- Túbulo distal
- Ductos coletores



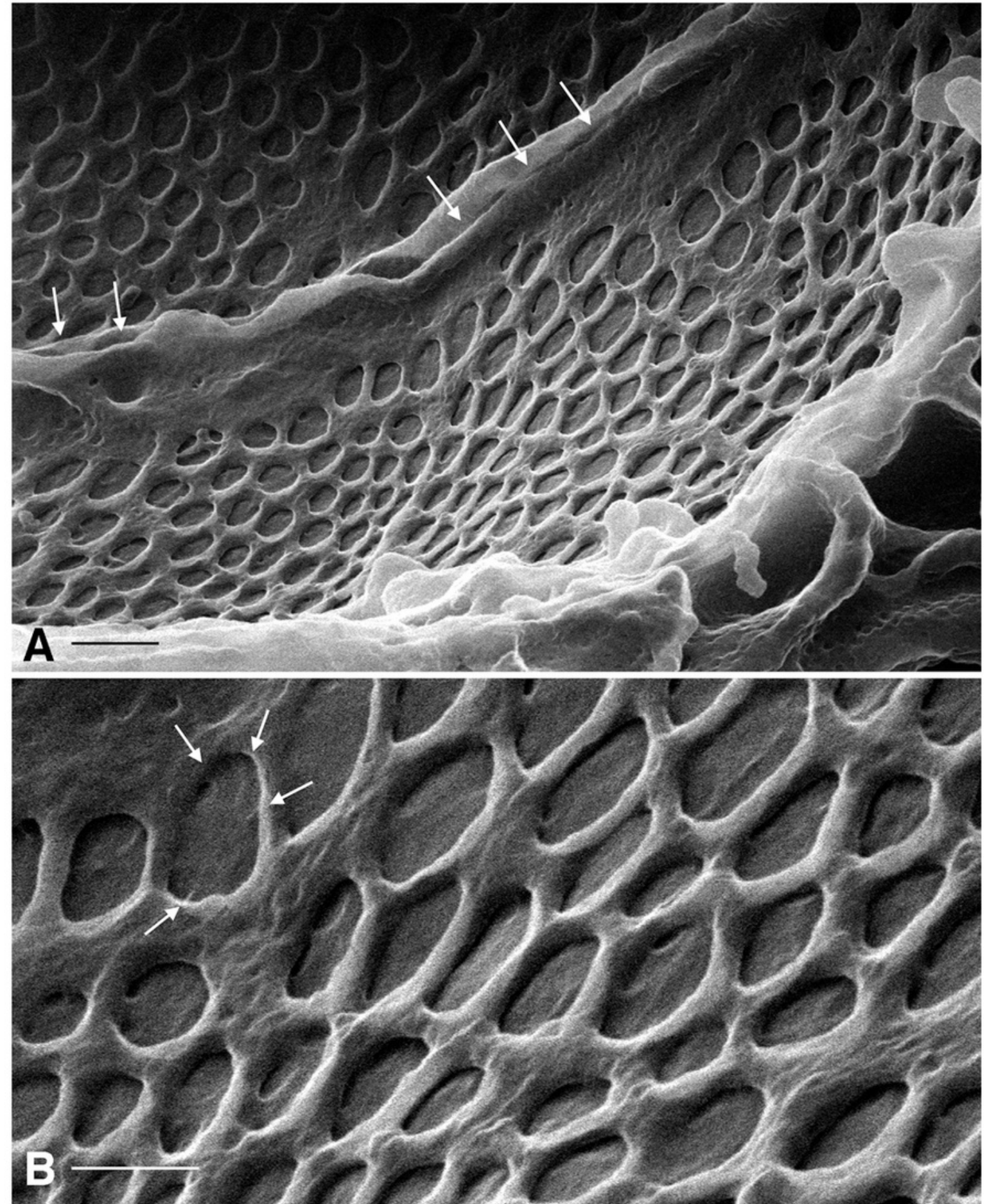
Glomérulo



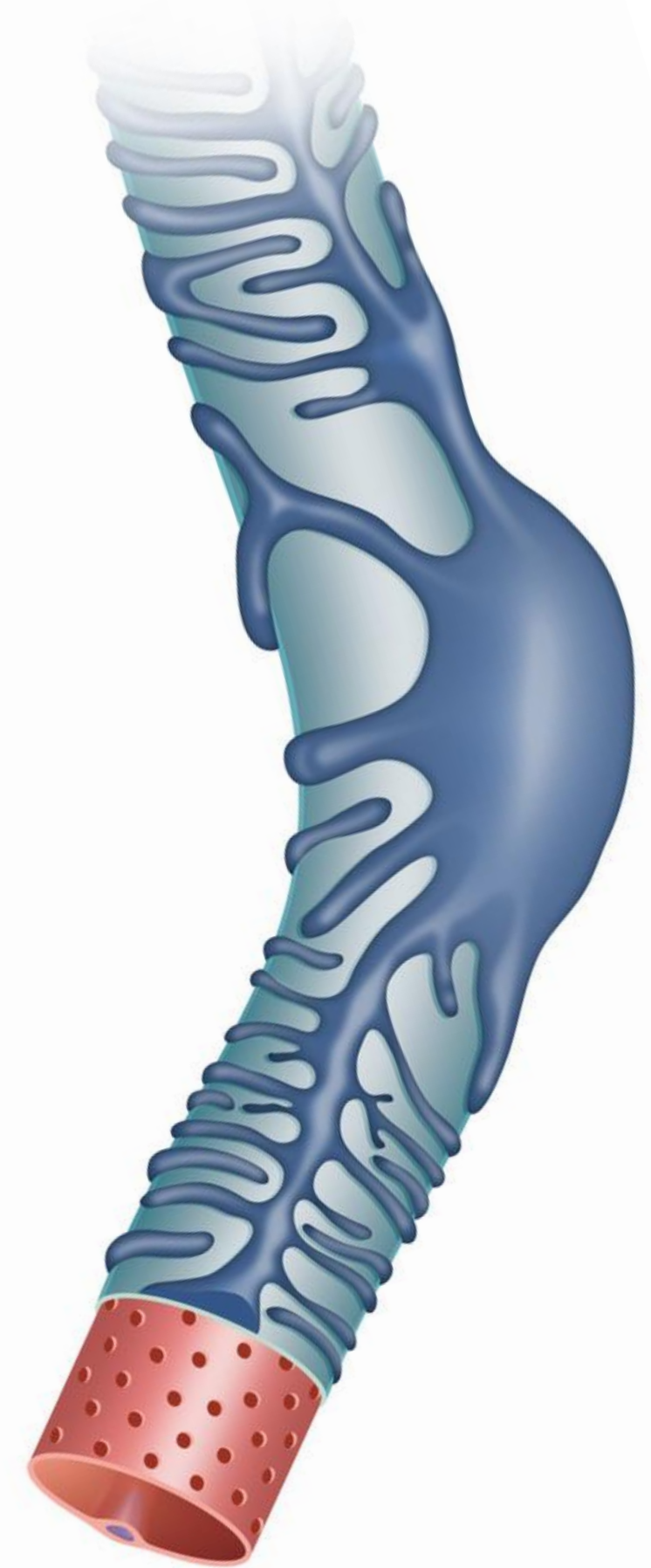
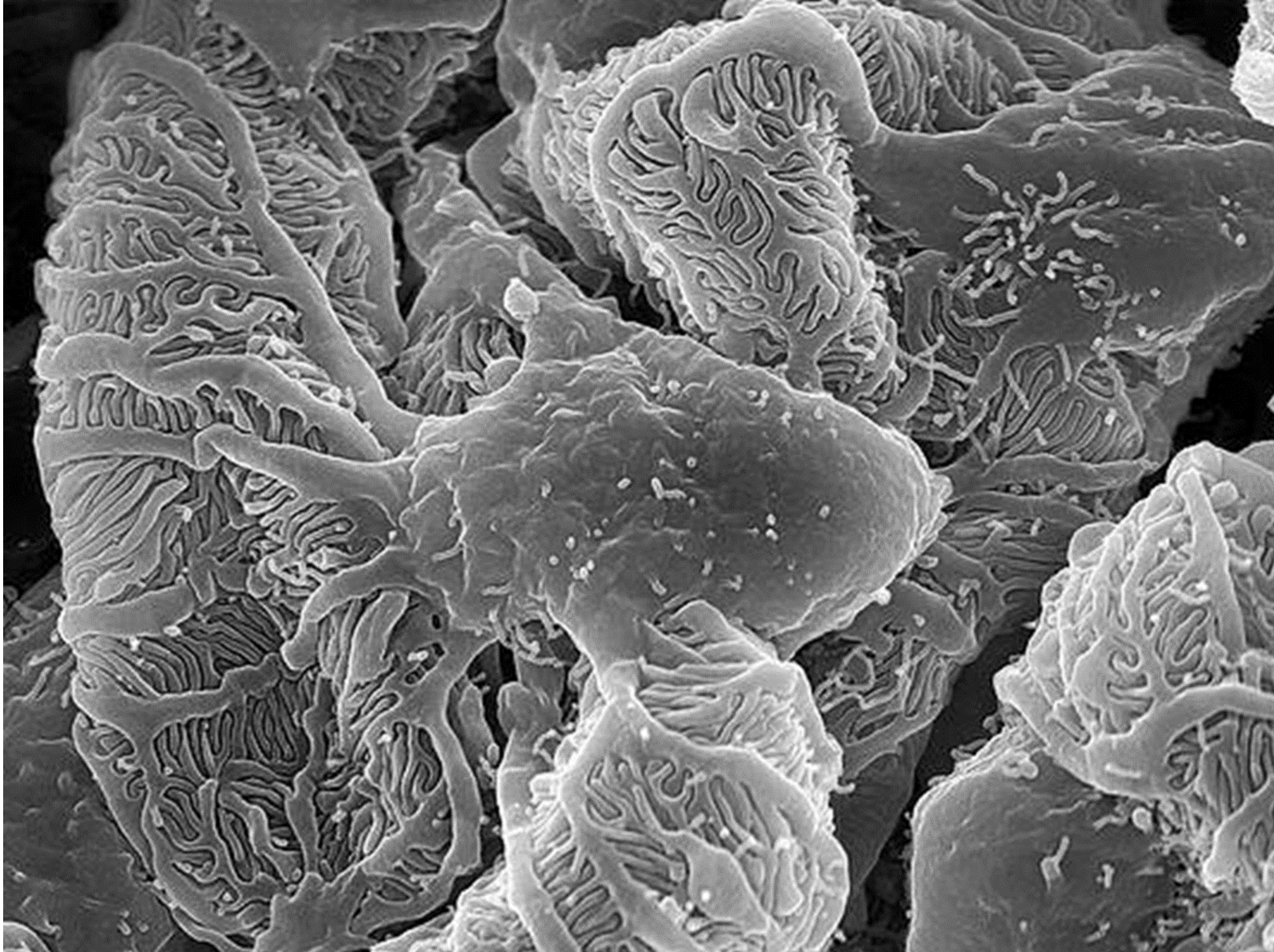


Scanning electron micrograph of arterial blood supply to renal glomeruli (*). The afferent arterioles (aa) that supply the glomeruli (asterisk) receive blood from an interlobular artery (ia). Cormack, D.H. *Ham's Histology*, 9th ed., Lippincott, Philadelphia, 1987, p. 585.

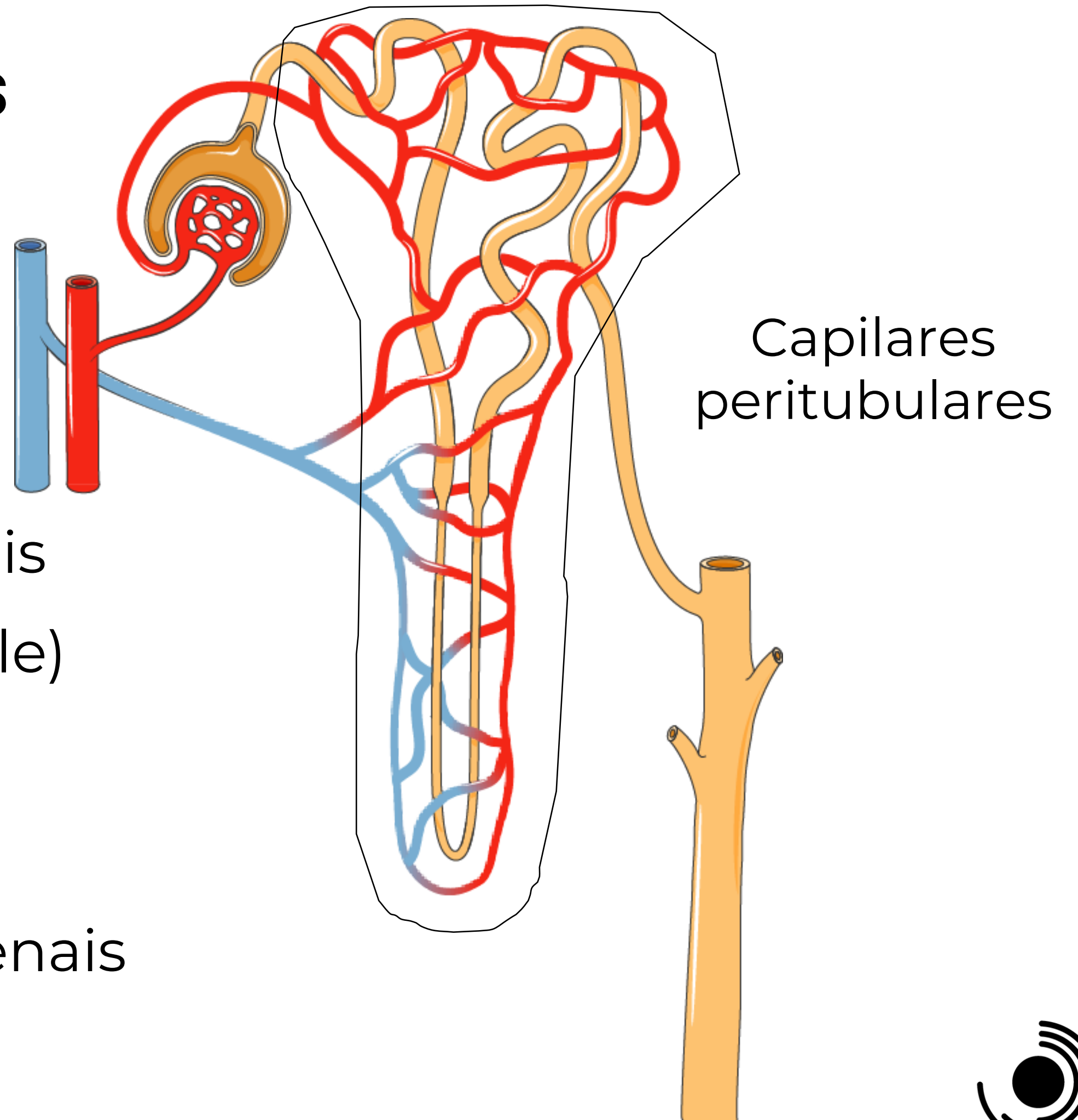
In image A, note the numerous, round fenestrations present over the entire cell surface. The raised ridges (arrows) represent the location of the tight junction between the two cells. Bar = 175 nm. In image B, under higher magnification, it is possible to observe the details of the fenestrations. In some of them, a substructure consisting of faint spokes like a bicycle wheel can be seen (arrows). Bar = 80 nm. Image courtesy of Prof. Dennis Brown [34], available at doi:sci.



Podócitos



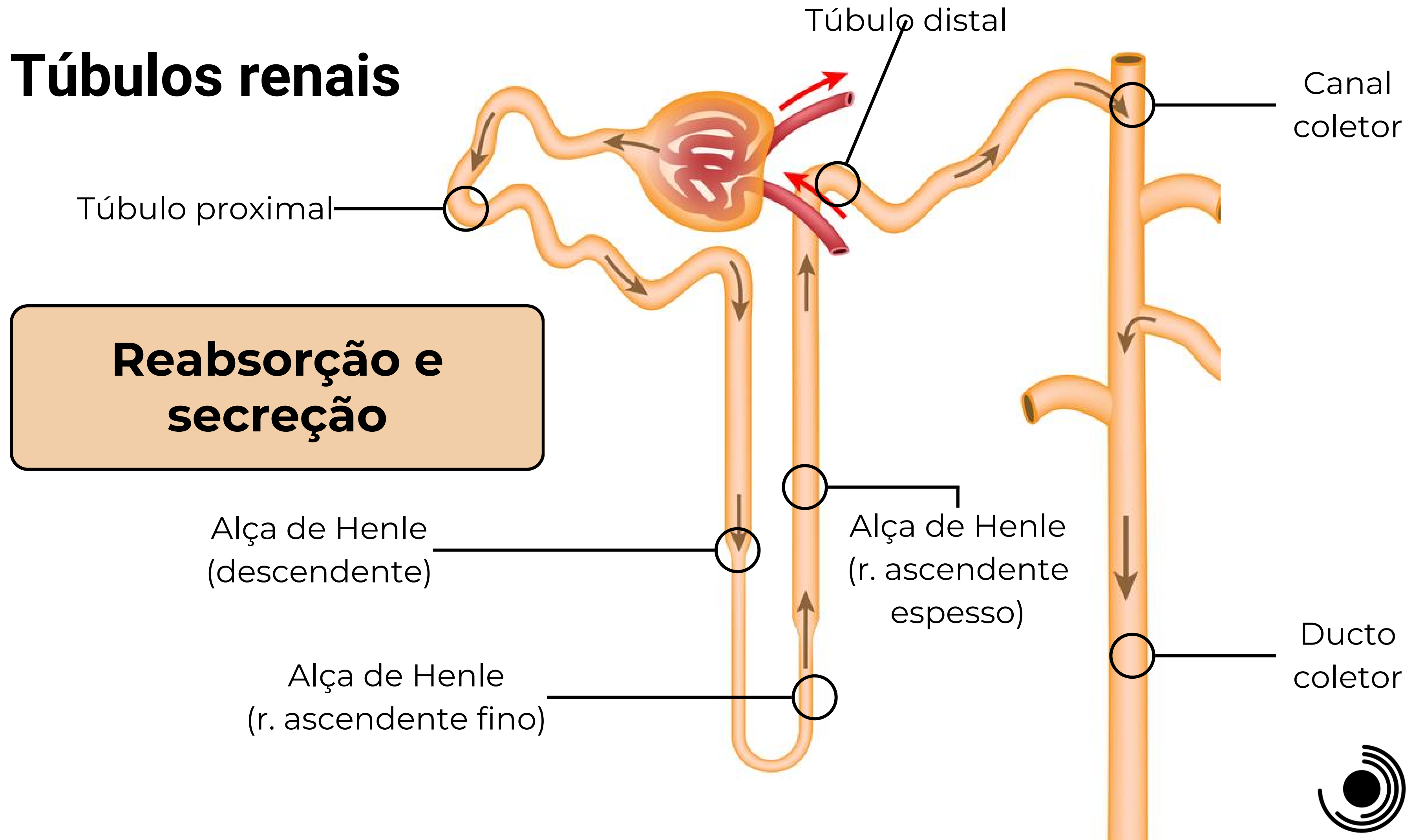
Capilares peritubulares



- Perfusão dos túbulos renais
 - Vasos retos (alça de Henle)
- Reabsorção e secreção
- Origem: arteríola eferente
- Término: vênulas (veias) renais



Túbulos renais



Aparelho justaglomerular

Regula o fluxo sanguíneo renal e a taxa de filtração glomerular

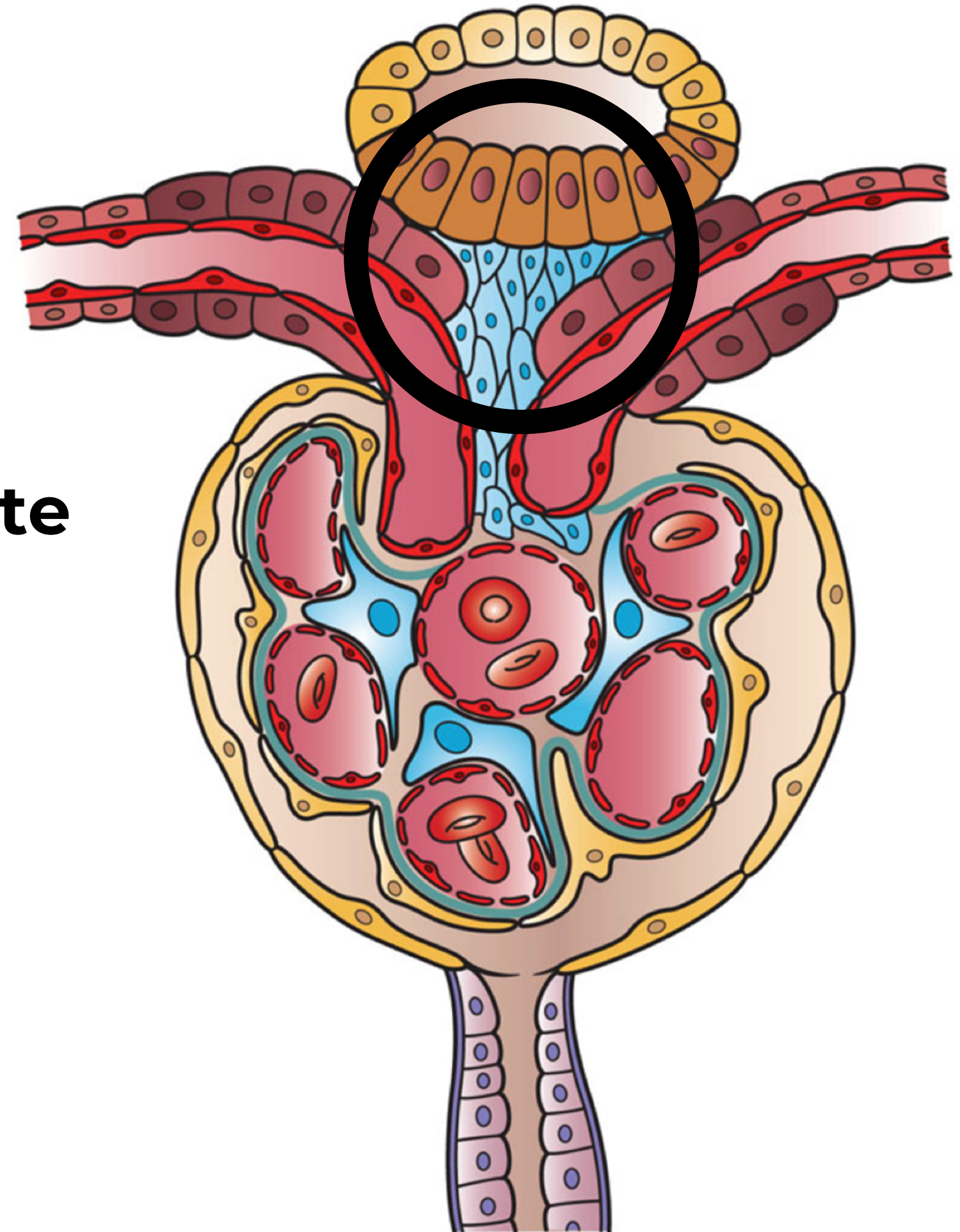
Células granulares da a. aferente

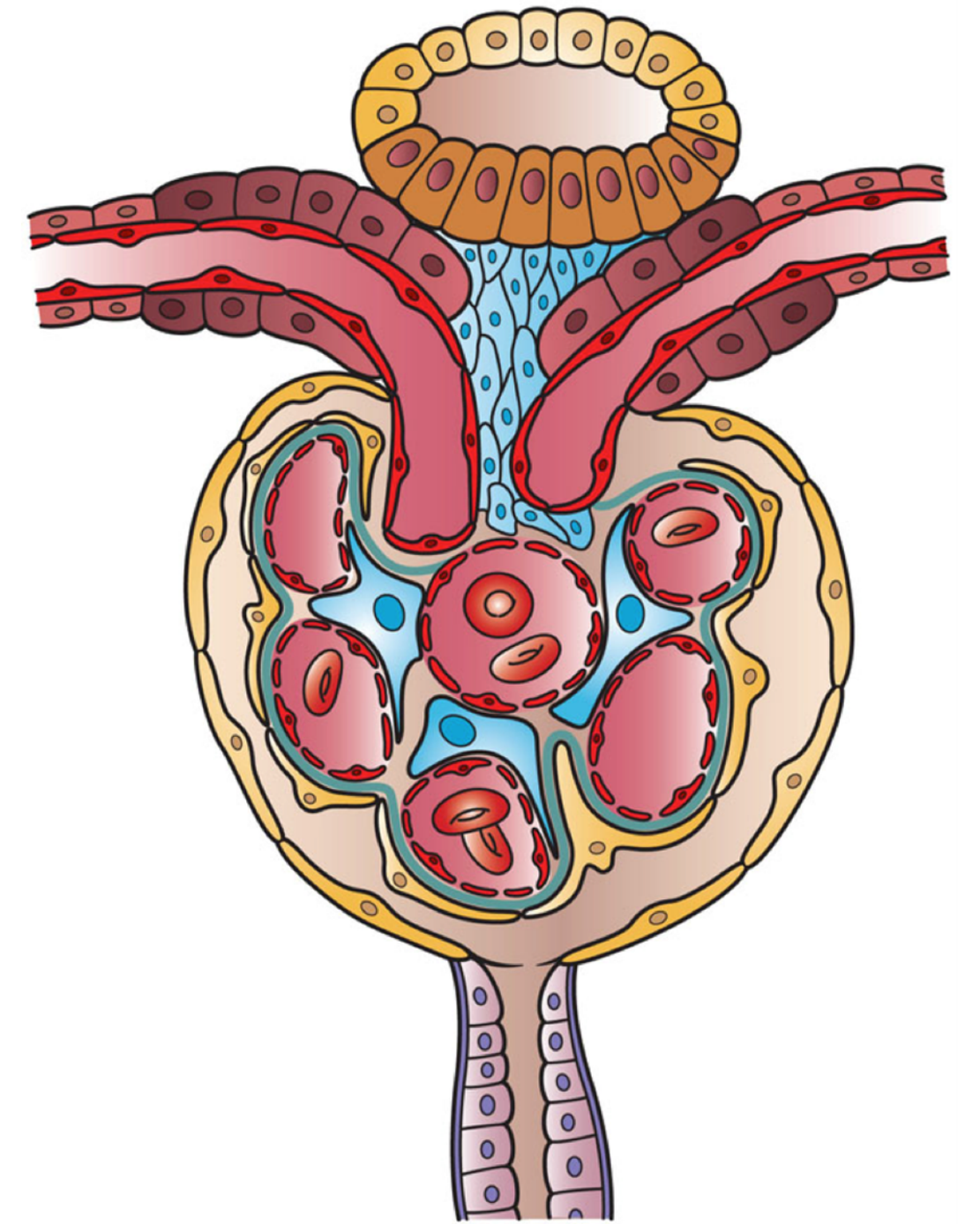
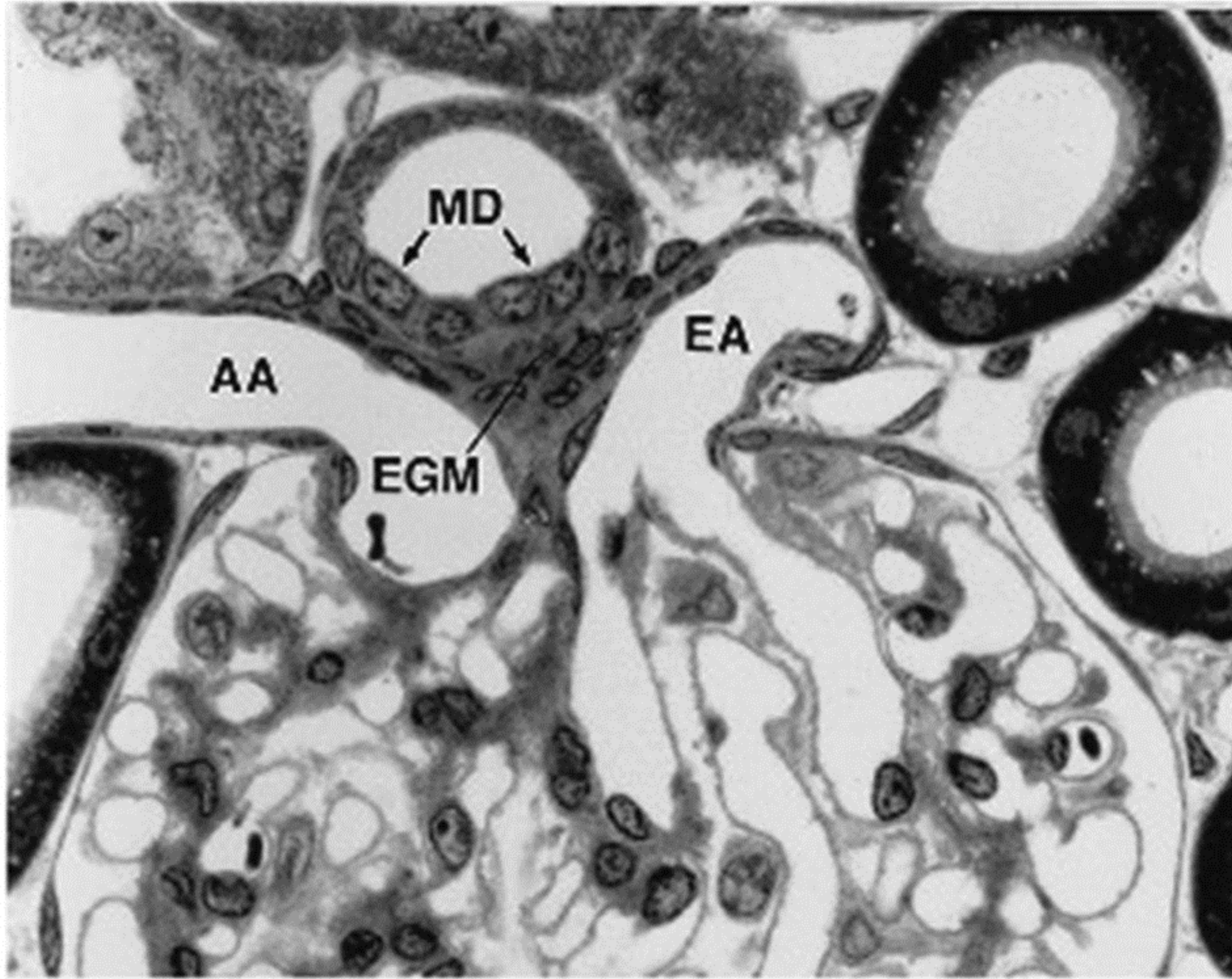
- Secreção de renina

Células da mácula densa

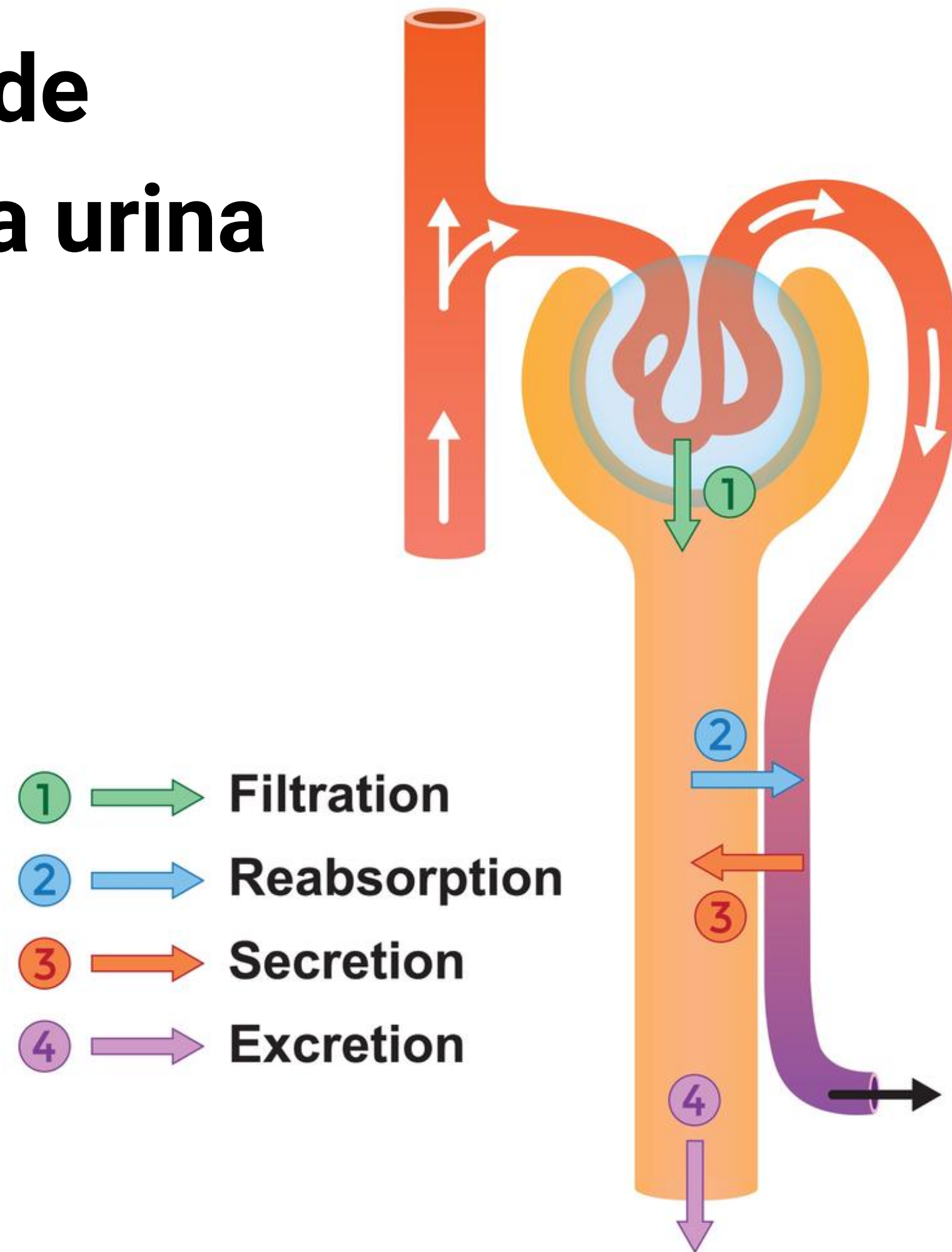
- Monitora [NaCl] (fluxo tubular)
- Estimula a célula granular

Células mesangiais





Etapas de formação da urina



Dinâmica da filtração glomerular

**Fluxo sanguíneo renal
(FSR)**

20% do DC

**Fluxo plasmático renal
(FPR)**

$FSR \times (1 - Ht)$

**Taxa de filtração
glomerular (TFG)**

**~ 20-25 % do
FPR**

* *Fração de filtração*





VARIÁVEL	VALOR
Débito cardíaco (mL/min)	1.500
Fluxo sanguíneo renal (% do DC)	20
Fluxo sanguíneo renal (mL/min)	300
Fluxo plasmático renal (ml/min) *Ht = 40%	180
Fração de filtração	0,25
Taxa de filtração glomerular (ml/min)	45
Volume de filtrado glomerular em 24h (ml)	64.800
Volume de urina 24h (ml)	700

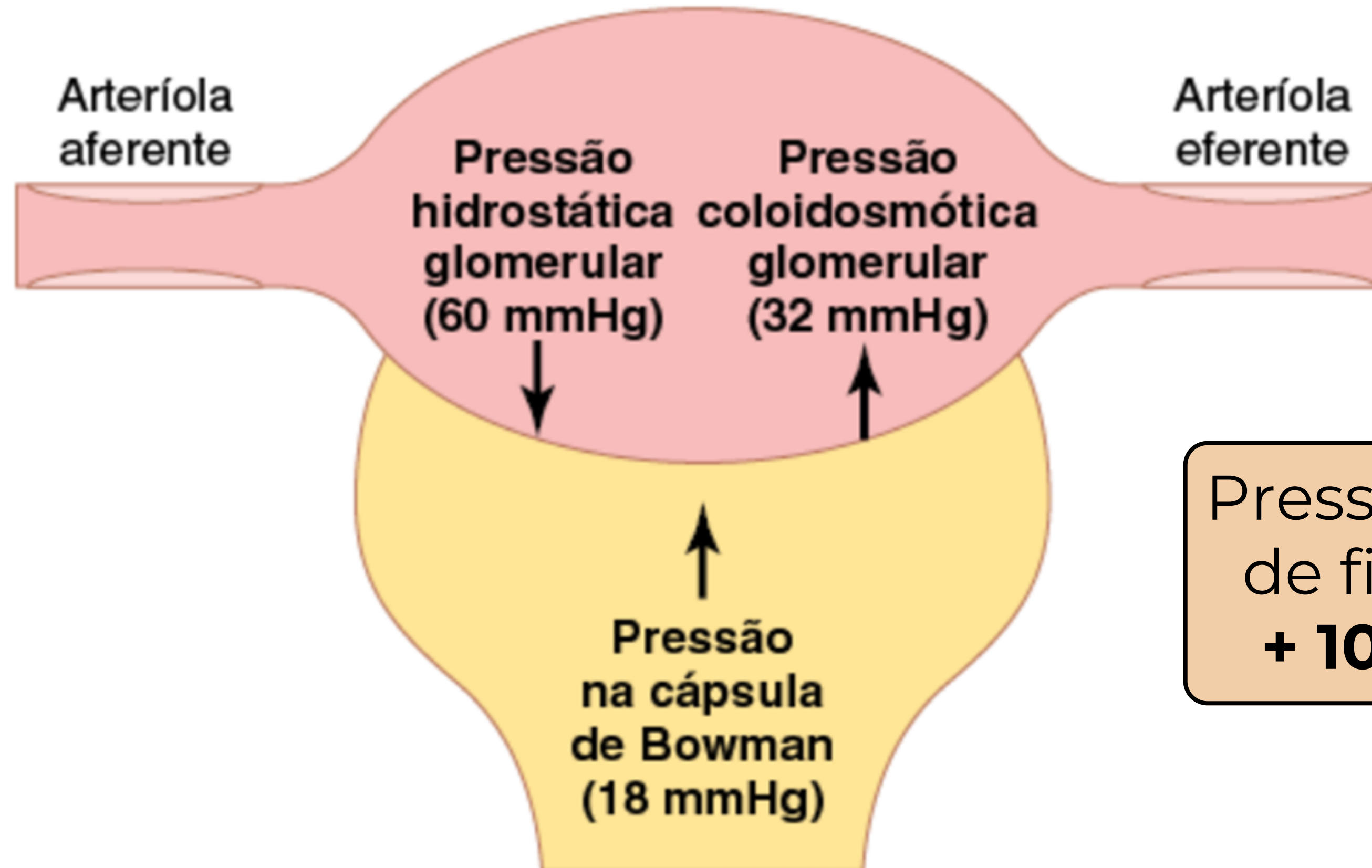
99%
reabsorvido

Hemodinâmica da filtração glomerular

- Capilares glomerulares são sistemas de alta pressão (favorecendo a filtração do plasma)
- Forças de *Starling*
 - Pressão hidrostática (PH) capilar (à favor da filtração)
 - Pressão coloidosmótica (π) capilar (contra)
 - Pressão hidrostática (PH) na cápsula de Bowman (contra)

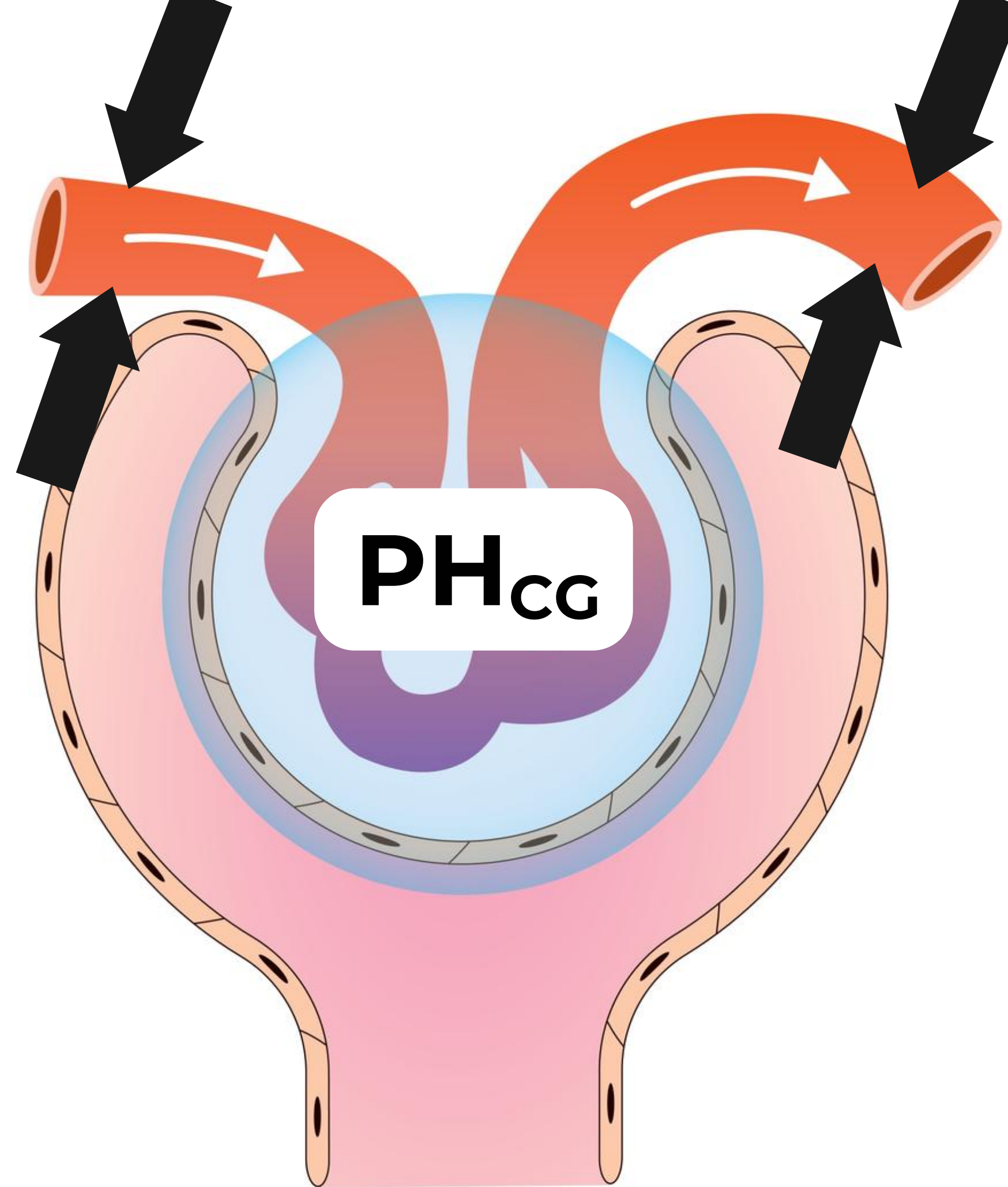


Hemodinâmica da filtração glomerular



Pressão líquida de filtração =
+ 10 mmHg





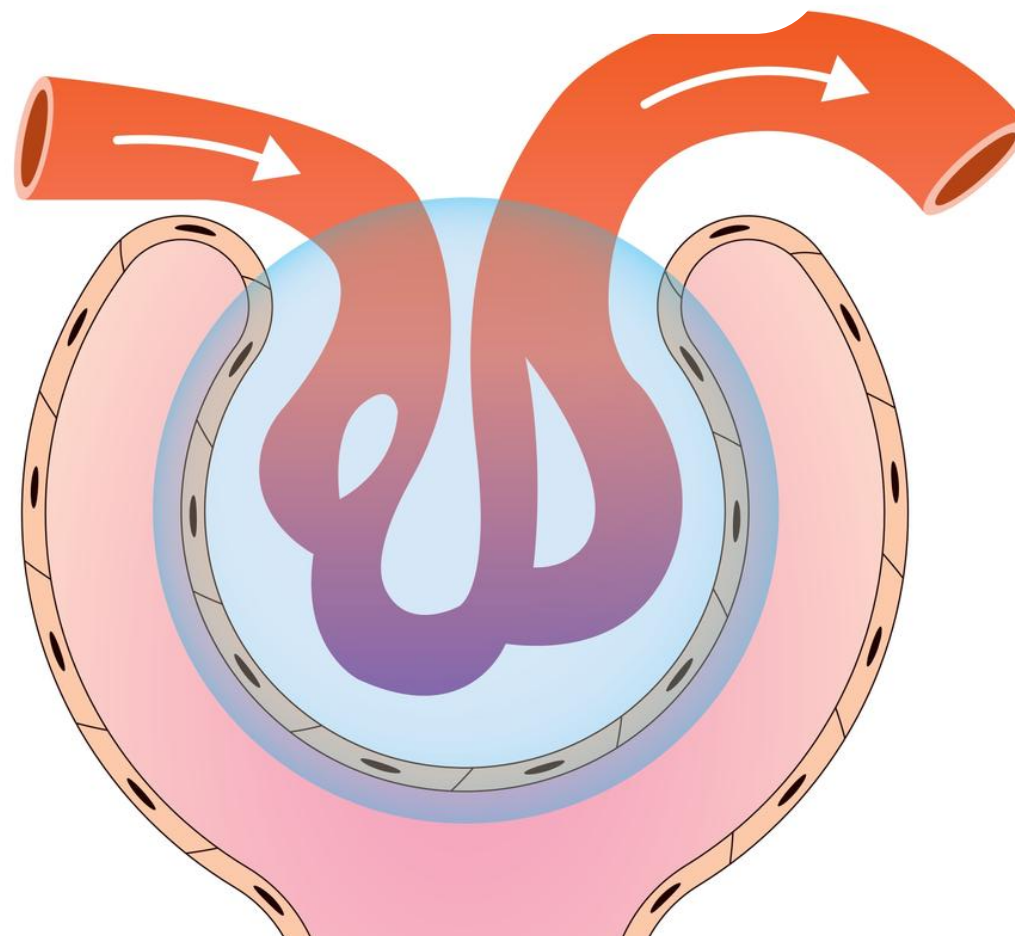


PGE₂, PDE₂, PGI
ANP (PNA)
Óxido nítrico (NO)

↑ PH_{CG}



Angiotensina II
ANP (PNA)
ADH



Catecolaminas
Endotelina

↓ PH_{CG}



iECAs
Bloq. da AT-II

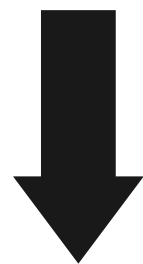


Autorregulação do FSR e da TFG

Manter a P. glomerular e TFG constantes, independentemente das variações momento-a-momento

**Mecanismo
miogênico**
(Bayliss effect)

PAM entre 80 - 130 mmHg



PH glomerular ~ 60 mmHg

**Autorregulação
tubuloglomerular**

↓ fluxo tubular (↓ TFG)

Liberação de NO pela
mácula densa

Secreção de renina

Ativação da AT-II



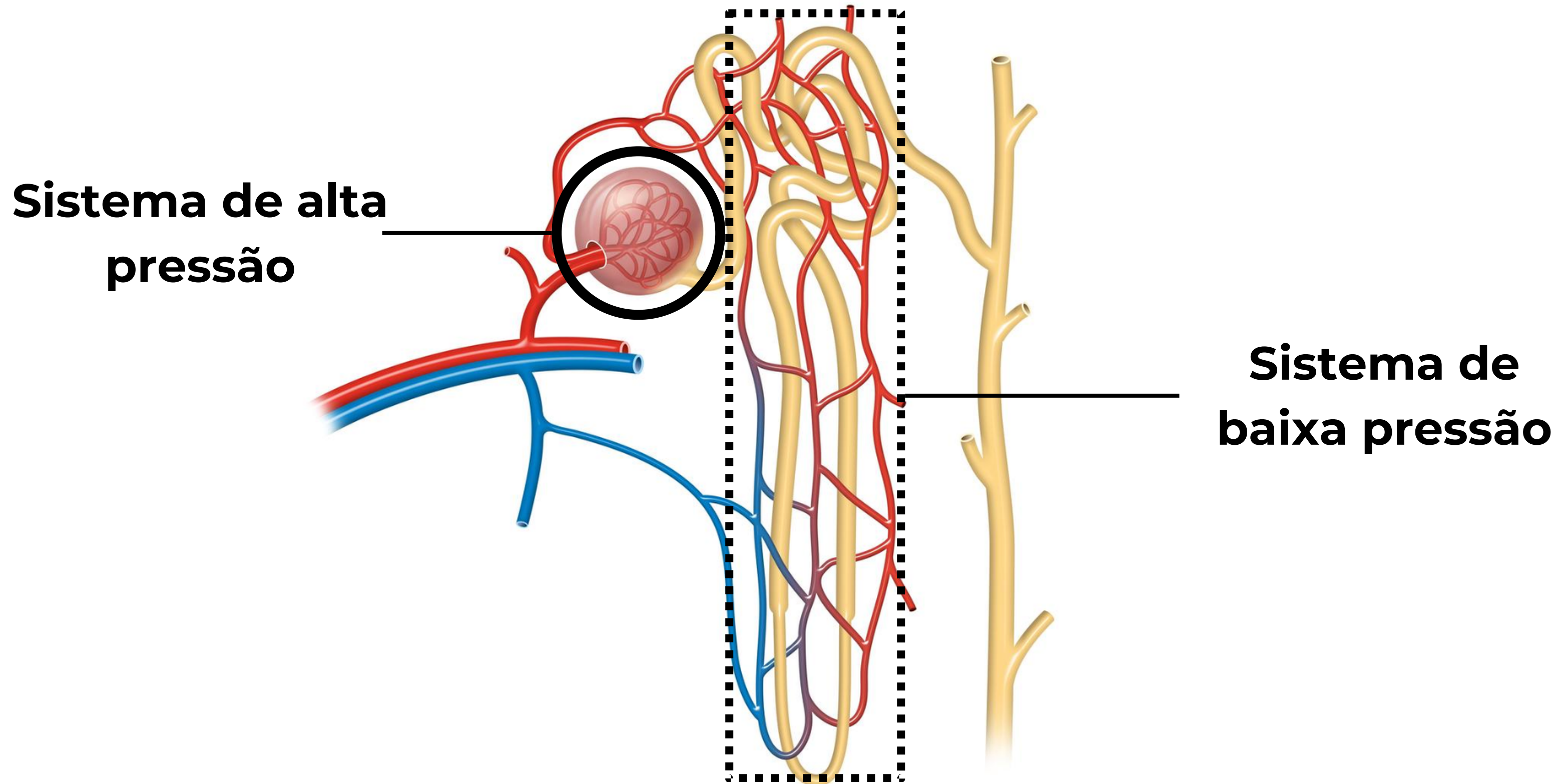
Filtrabilidade glomerular

- O filtrado glomerular é **semelhante** ao plasma
- Proteínas não são filtradas (alto peso molecular e cargas negativas)

Substância	Peso Molecular (PM)	Filtrabilidade
Água	18	1,0 (100%)
Sódio	23	1,0 (100%)
Glicose	180	1,0 (100%)
Mioglobina	17.000	0,75 (75%)
Albumina	69.000	< 0,005 (< 0,5%)



Transporte, secreção e reabsorção tubular

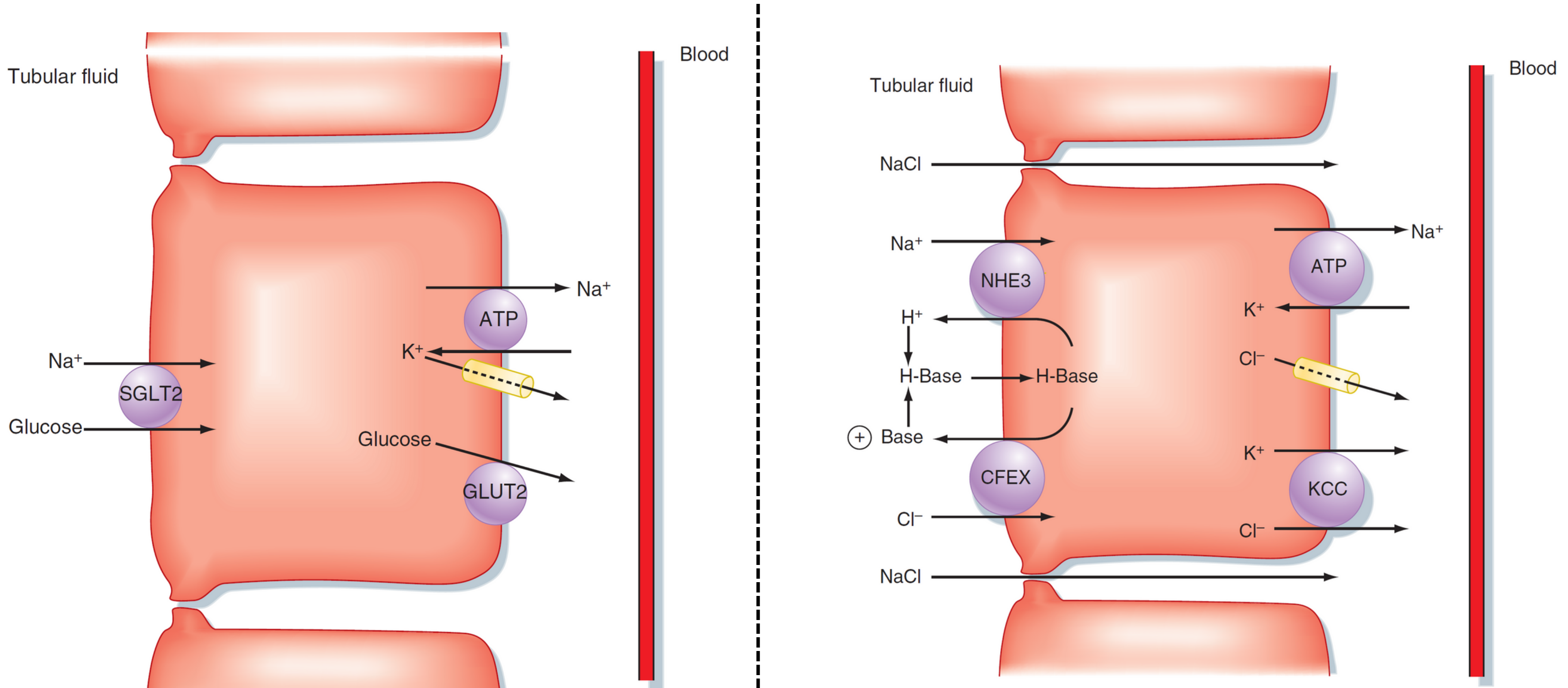


Panorama geral do transporte tubular

Túbulo Proximal	Alça de Henle Segmento fino	Alça de Henle Segmento espesso	Túbulo Distal	Canal e ducto coletor
Reabsorção e secreção obrigatória (65%)	Concentração do filtrado 25%	Diluição do filtrado	Reabsorção e secreção variável (opcional) - (10%)	
300	300 400 600 1200	400	100 200 300 400	1000 1200
H ₂ O Na ⁺ Cl ⁻ K ⁺	H ₂ O	Na ⁺ K ⁺ Cl ⁻	H ₂ O Na ⁺ Cl ⁻ K ⁺	

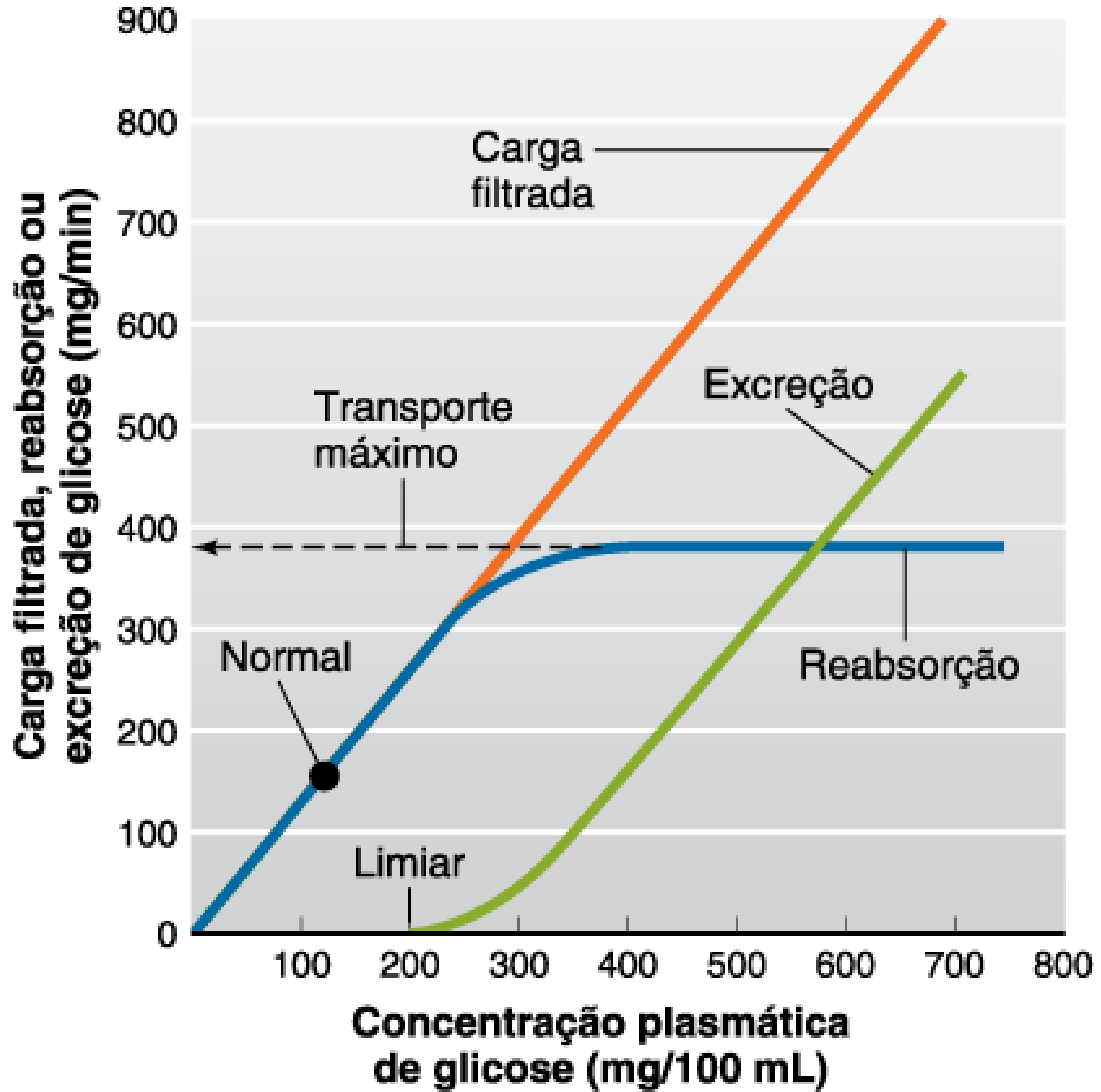


Reabsorção de Na⁺

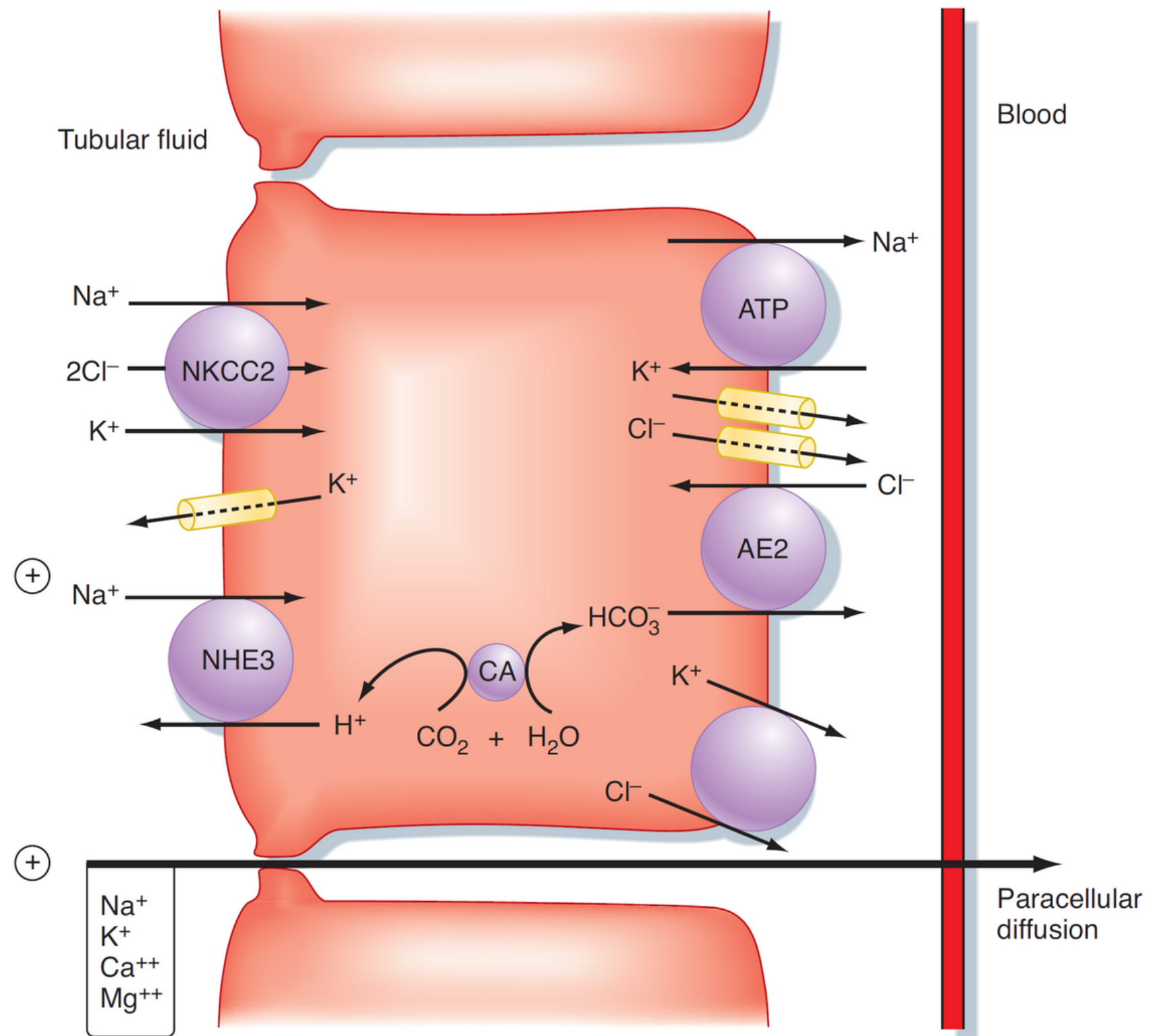


Túbulo proximal





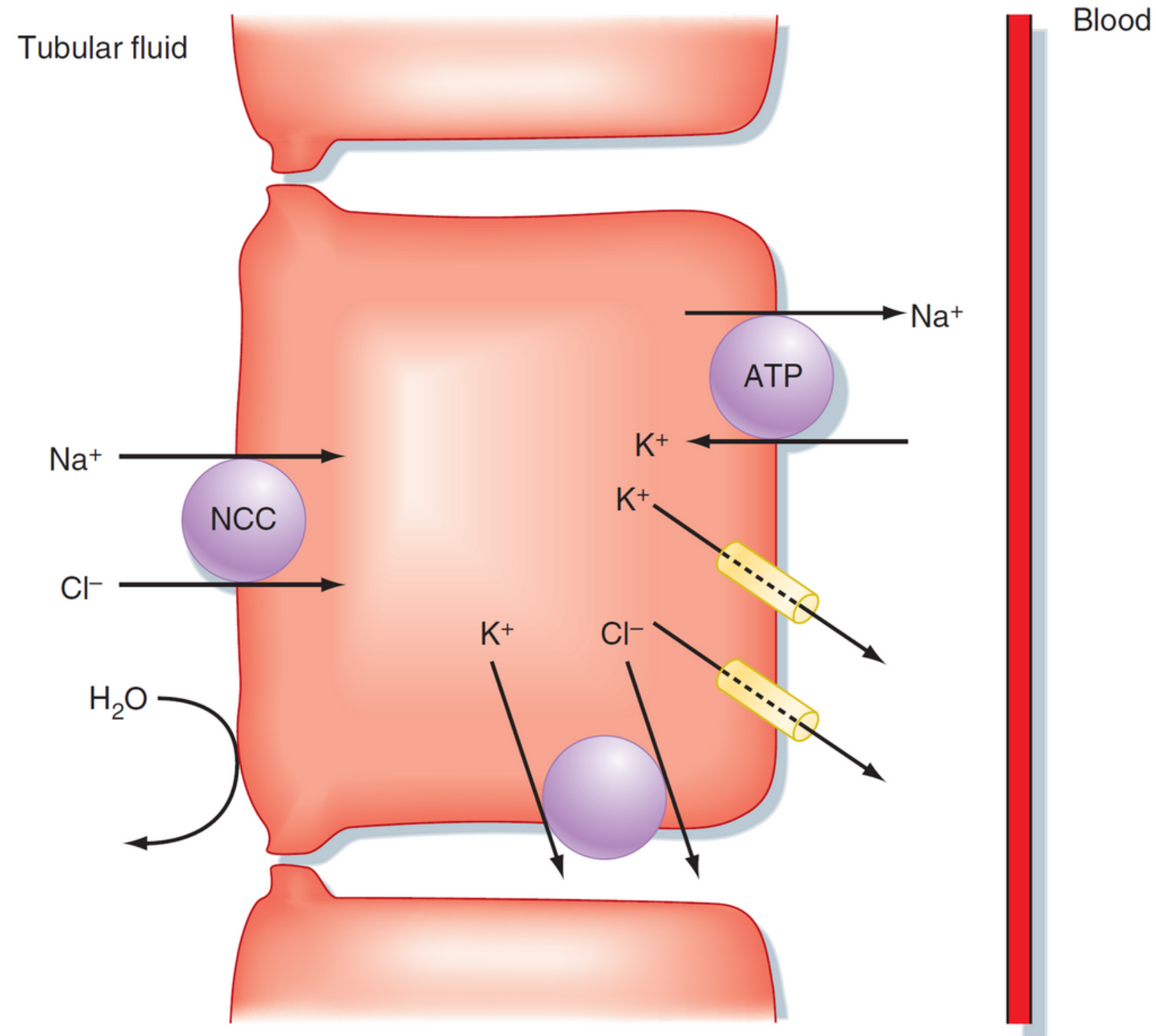
Reabsorção de Na⁺ (Cl⁻ e K⁺)



Alça de Henle
Segmento espesso ascendente



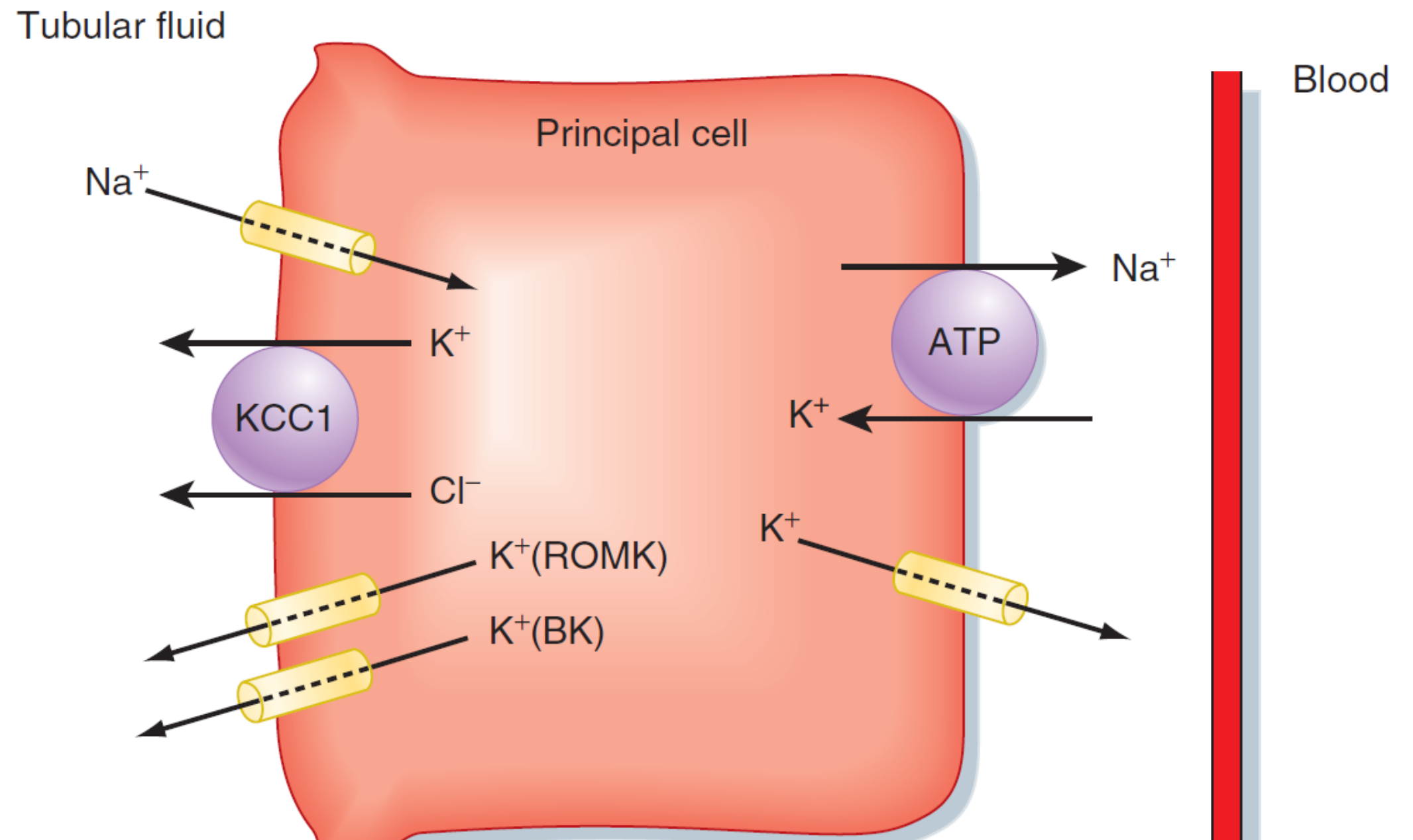
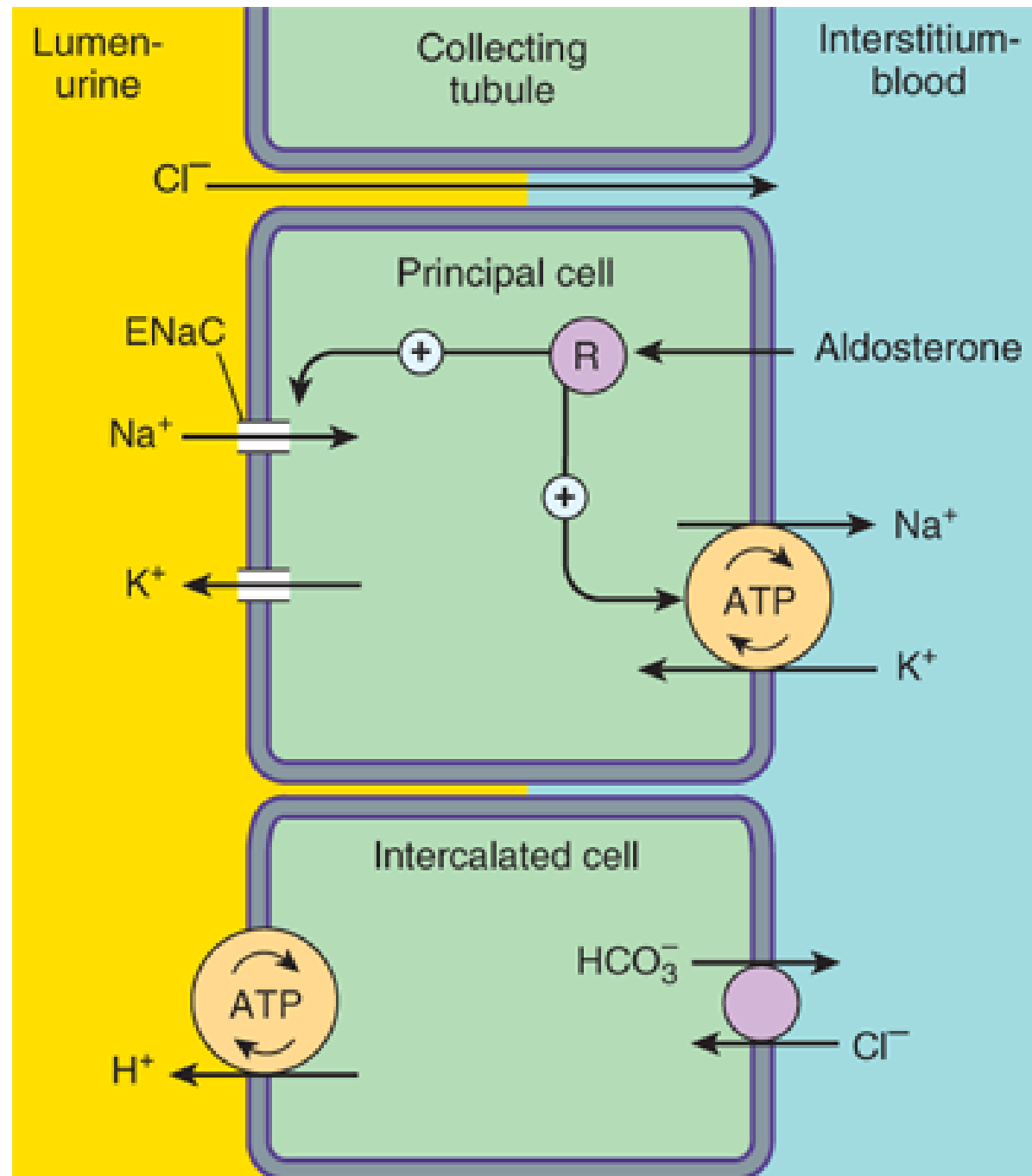
Reabsorção de Na⁺ e Cl⁻



Túbulo distal (inicial)

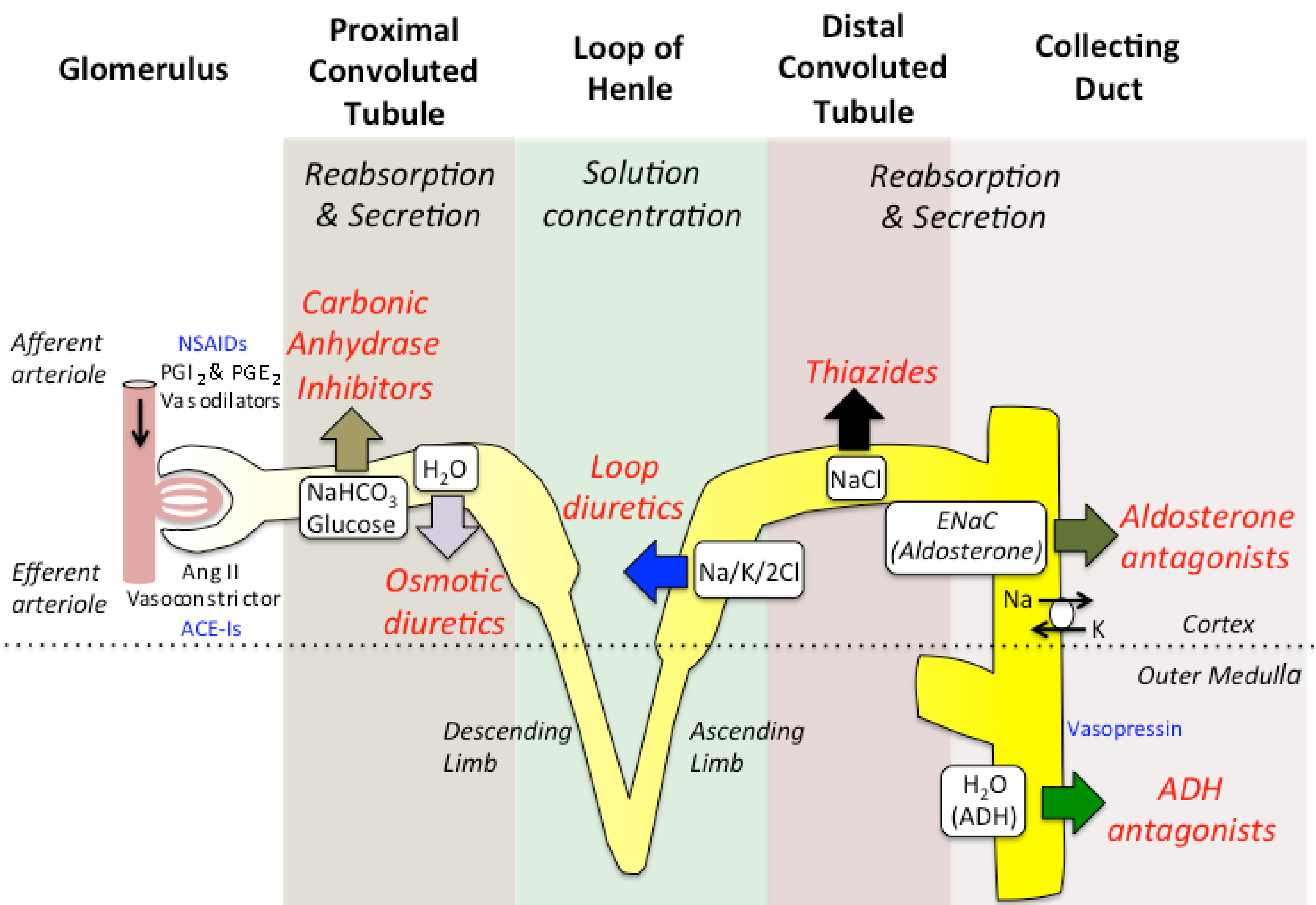


Reabsorção de Na⁺ e Cl⁻

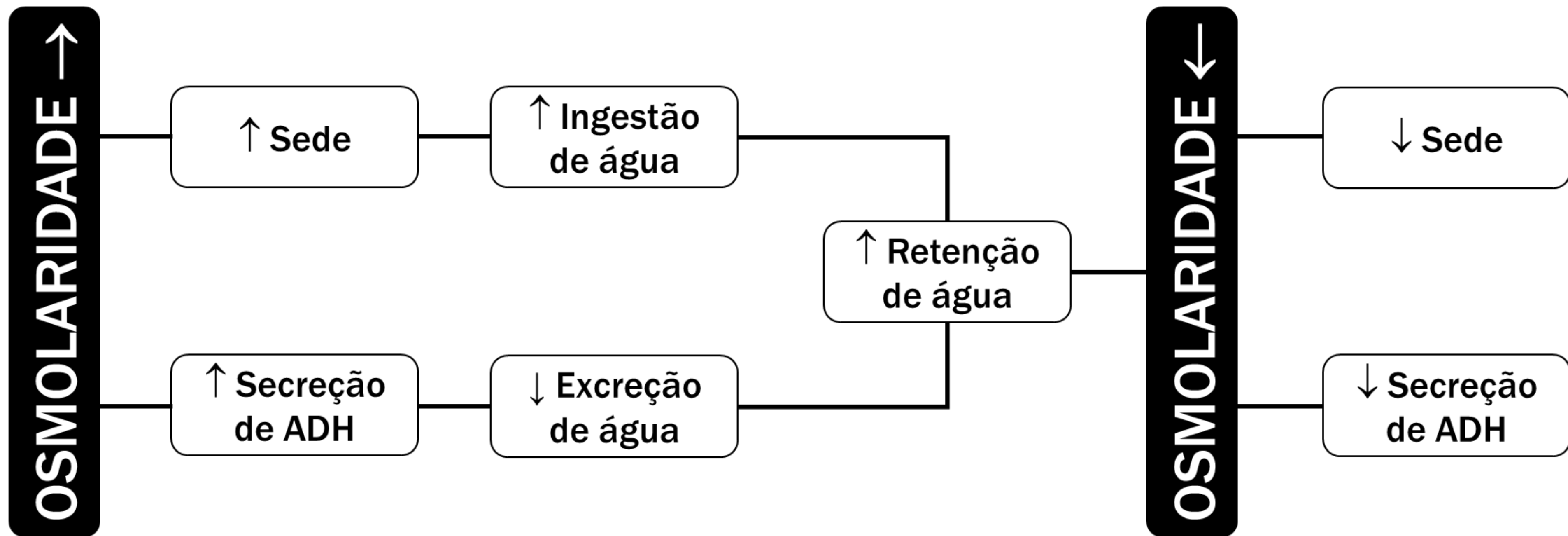


Túbulo distal final e canal coletor

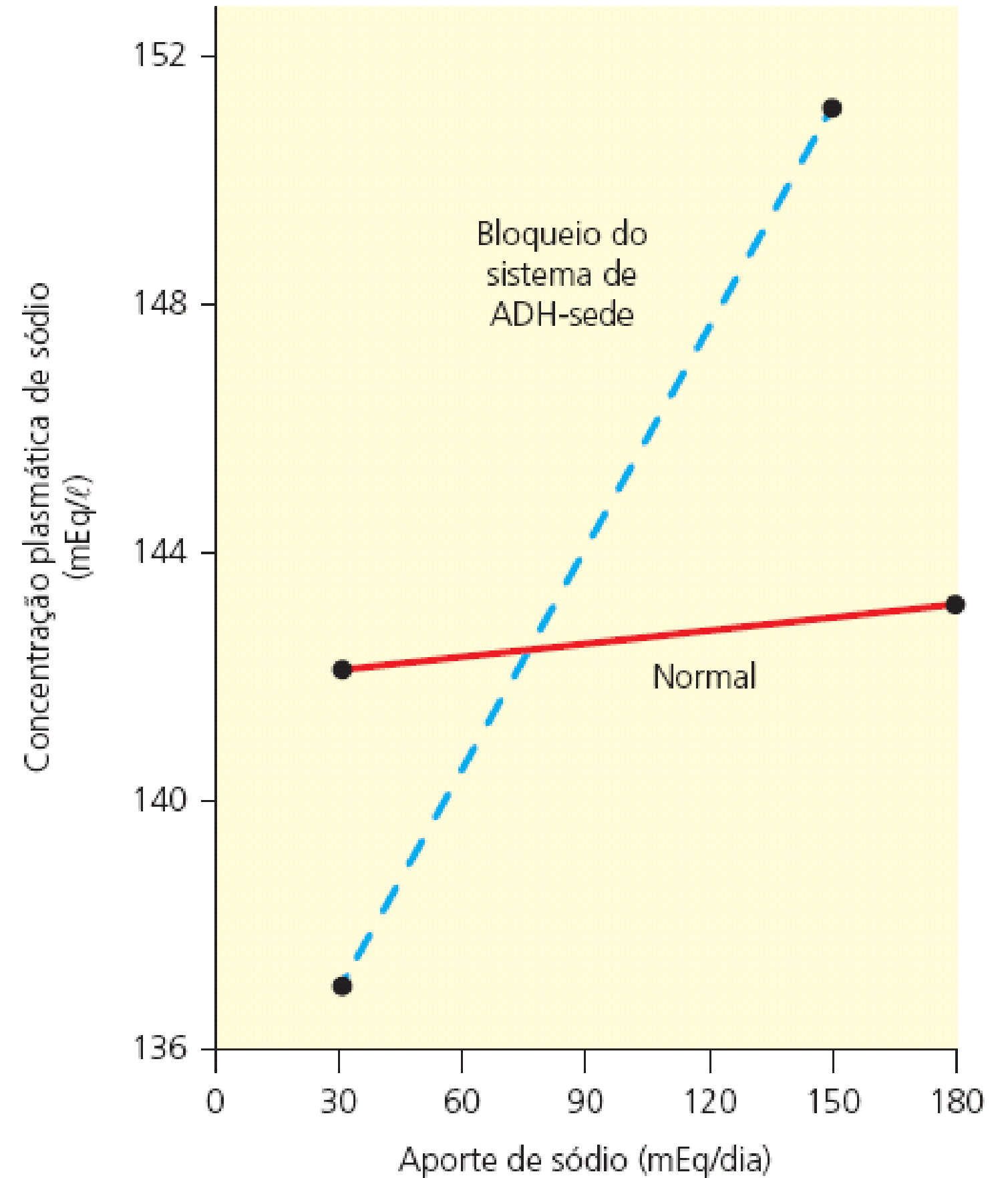
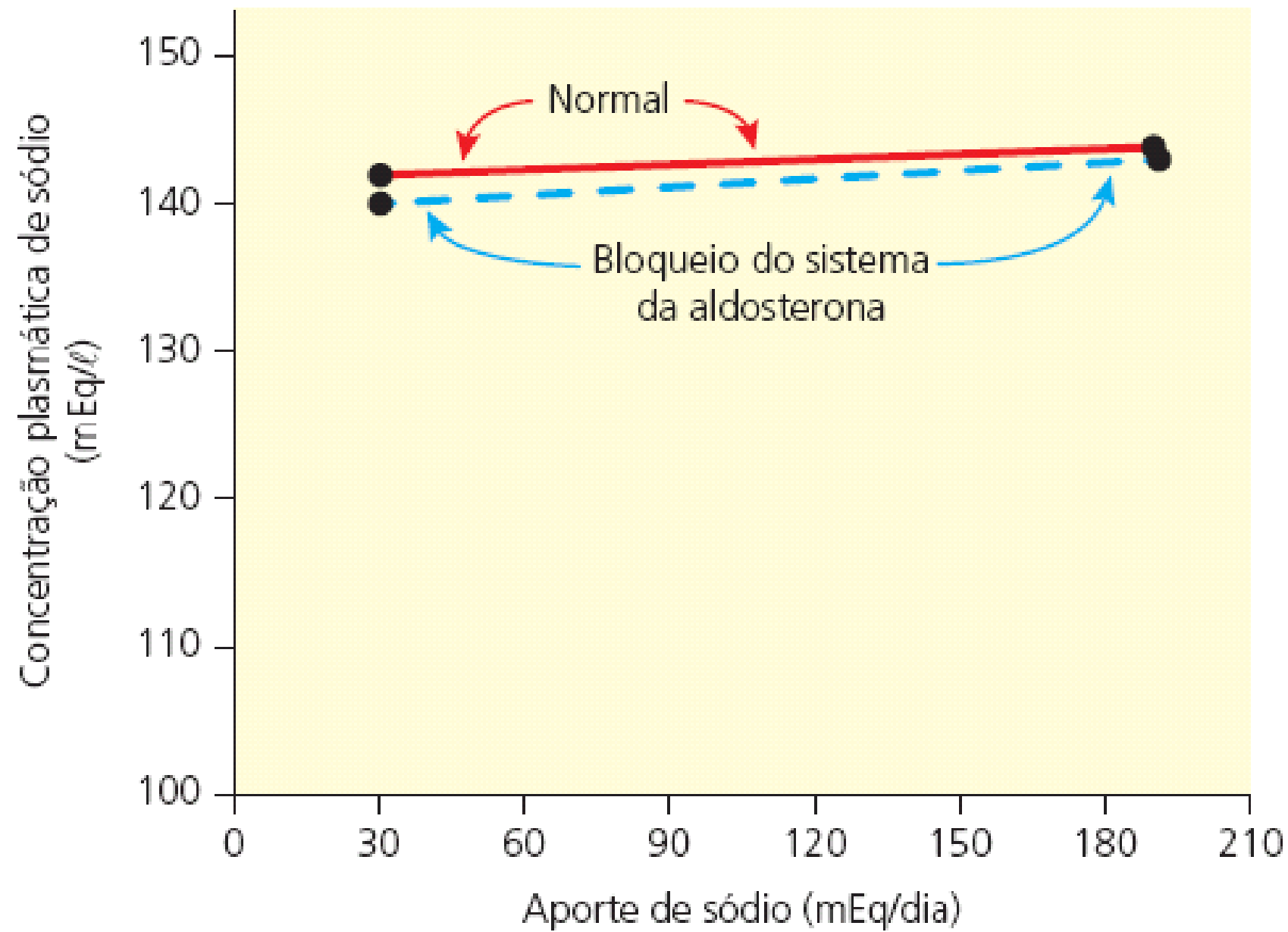




Regulação da Osmolaridade



Regulação da Osmolaridade



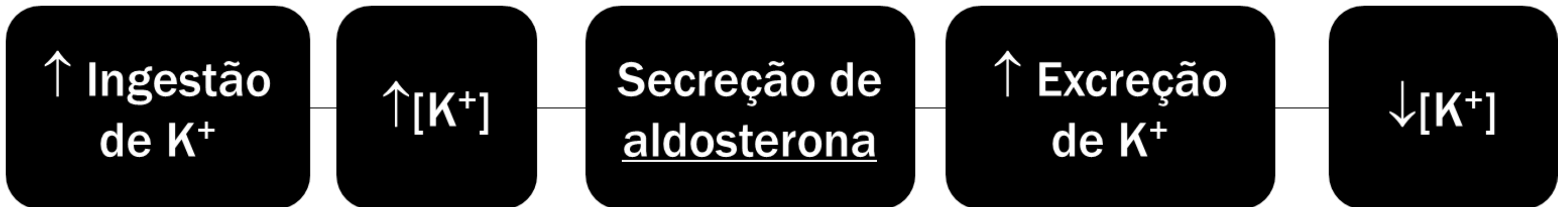
Regulação da $[K^+]$

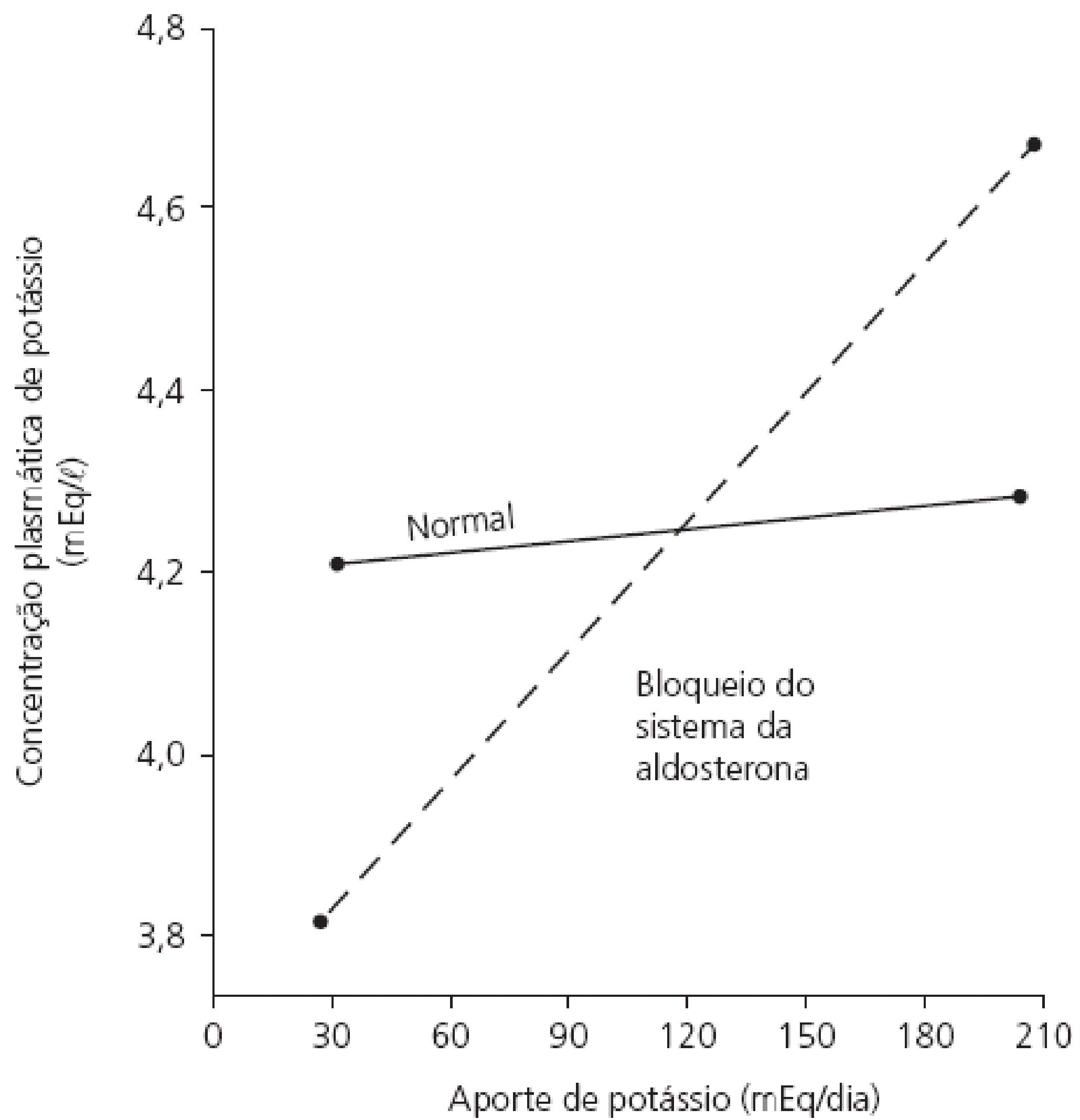
Concentração de potássio

- $[K^+]$ no LEC = 5 mEq/L
- $[K^+]$ no LIC = 140 mEq/L

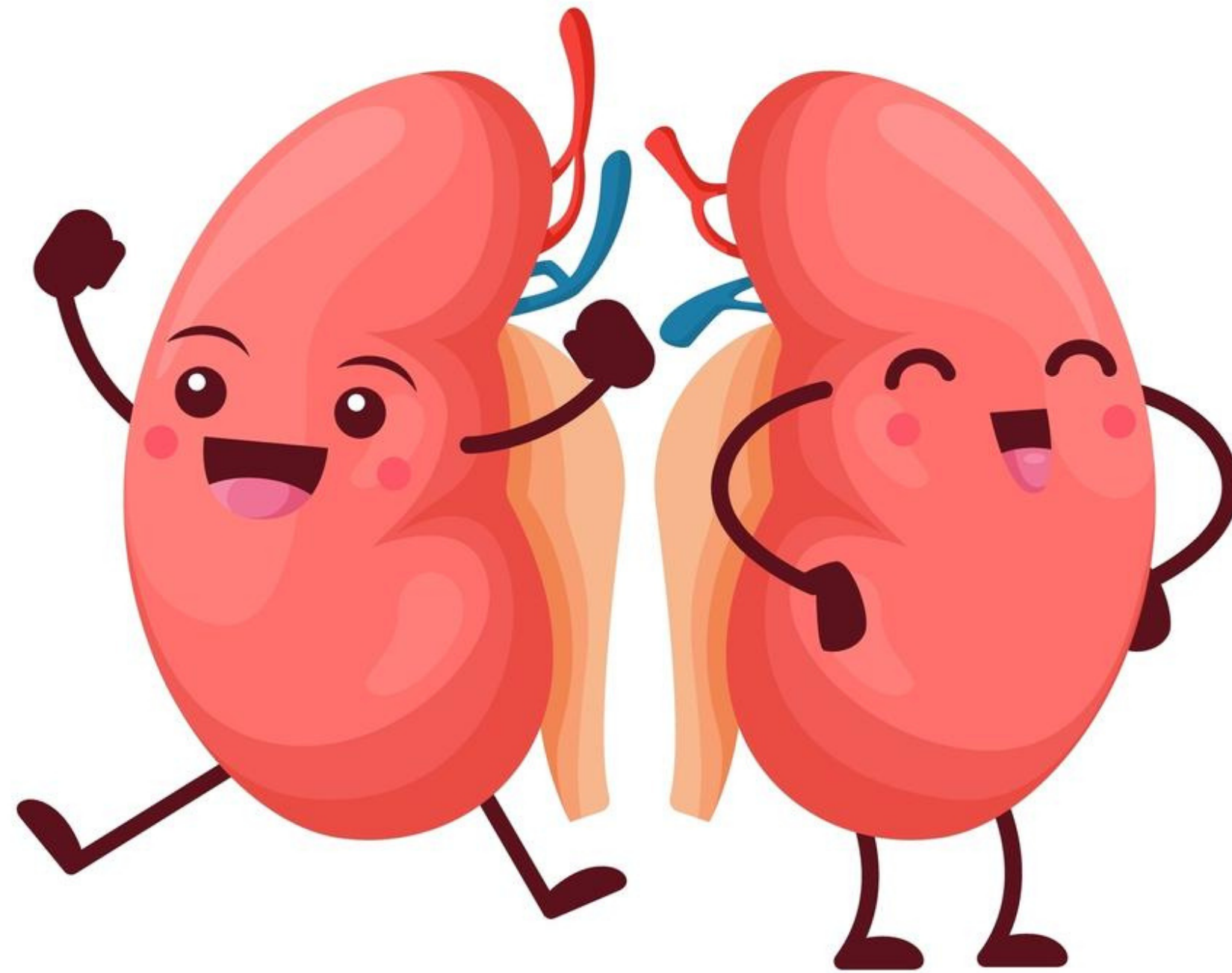
Gradiente ~ 135
mEq/L

↑ sensibilidade





OBRIGADO



✉ fernandozanoni@yahoo.com.br

📷 zanoni.anesthesia

🌐 www.zanonianesthesia.com.br