

1 – FUNÇÕES

O sistema urinário retira do organismo, através da urina, as substâncias em excesso e os produtos residuais do metabolismo, contribuindo para a manutenção da homeostase, ou seja, da composição química do meio interno.¹

2 – CONSTITUINTES

A urina é produzida nos rins, passa pelos ureteres até a bexiga, onde é armazenada, e é lançada ao exterior por meio da uretra (Figura 10.1).²

2.1 – Rins

Estão localizados no espaço retroperitoneal da parede abdominal posterior, cada um do lado da coluna vertebral, na altura da 12ª vértebra torácica à terceira vértebra lombar, sendo o rim direito ligeiramente mais inferior, por causa da posição do fígado (Figura 10.1). Cada rim pesa cerca de 150g e mede 10-12cm de comprimento, 4-6,5cm de largura e 2-3cm de espessura.^{3,4,5}

Os rins são envolvidos por tecido adiposo, o qual confere proteção contra choques. Possuem uma cápsula de tecido conjuntivo denso, com muitos miofibroblastos na porção interna. Exibem uma borda lateral convexa e uma borda medial côncava, na qual se situa o hilo. Neste entram e saem os vasos sanguíneos e linfáticos e os nervos e emerge a pelve renal, a parte superior e expandida do ureter.^{6,7,8}

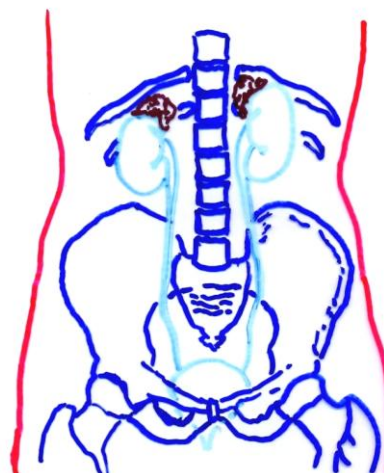


Figura 10.1 - Representação do sistema urinário (em verde). Baseado em Snell, R. S. *Histologia clínica*. Rio de Janeiro: Discos CBS, Interamericana, 1985. p. 413.

Os rins podem ser divididos em: córtex e medula. O córtex possui estruturas vasculares, os corpúsculos renais (ou de Malpighi), onde o sangue é filtrado. O fluido formado percorre um sistema tubular nas regiões cortical e medular, onde sofre modificações e torna-se a urina. Os túbulos da medula, devido ao seu arranjo e à diferença de comprimento, constituem estruturas cônicas, as pirâmides medulares. A base da pirâmide medular situa-se no limite corticomédular, e o ápice (papila) é voltado para o hilo. Uma pirâmide medular e o tecido cortical adjacente constituem um lobo renal. O rim humano possui seis a 18 pirâmides medulares, sendo, portanto, multilobar. Os ductos coletores da urina abrem-se na extremidade da papila, formando a área crivosa ou cribiforme (do latim *cribrum*, coador). Cada papila projeta-se em um cálice menor. Os cálices menores unem-se em dois a quatro cálices maiores, que, por sua vez, desembocam na pelve renal (Figura 10.2).^{9,10,11}

¹ JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 368

² *Ibid.*

³ GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. *Tratado de Histologia em cores*. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 443.

⁴ GENESER, F. *Histologia: com bases moleculares*. 3.ed. Buenos Aires: Médica Panamericana/ Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 439.

⁵ ROSS, M. H.; PAWLINA, W. *Histologia: texto e atlas, em correlação com Biologia celular e molecular*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. pp. 711, 740.

⁶ BULGER, R. E. O sistema urinário. In: WEISS, L.; GREEP, R. O. *Histologia*. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1981. p. 700.

⁷ OVALLE, W. K.; NAHIRNEY, P. C. *Netter Bases da Histologia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. pp. 354, 357.

⁸ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 711-712, 740.

⁹ GENESER. *Op. cit.*, pp. 439-442.

¹⁰ HAM, A. W.; CORMACK, D. H. *Histologia*. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. pp. 710-713.

¹¹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 712-716, 740-741.

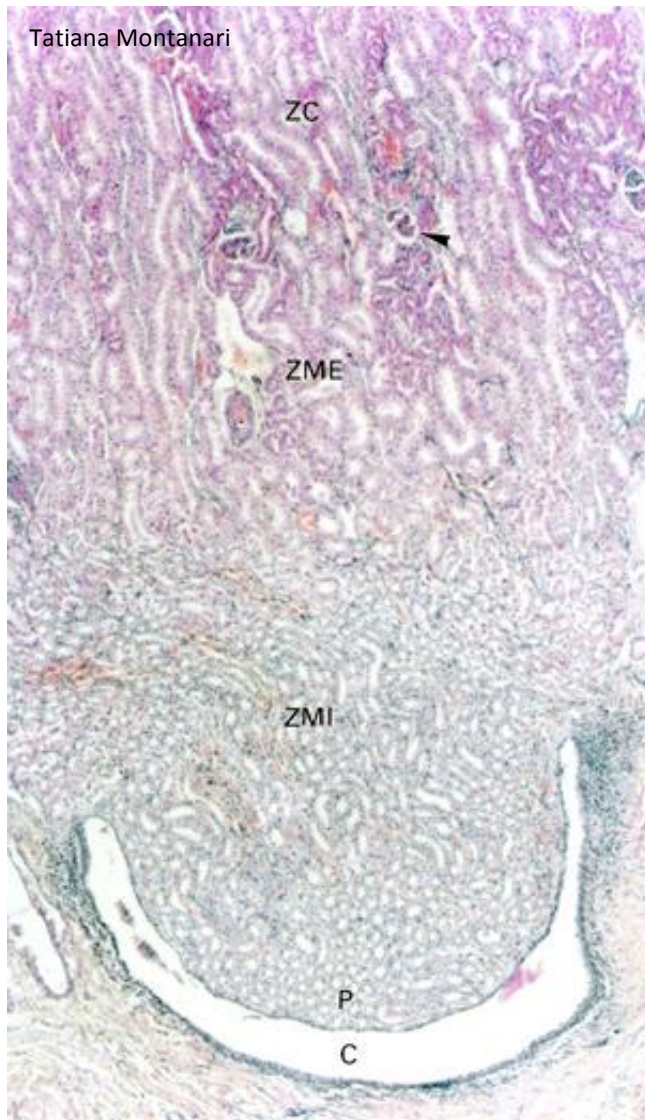


Figura 10.2 - Corte de rim, onde são indicados: a zona cortical (ZC), com os corpúsculos renais (►); a zona medular, subdividida em externa (ZME) e interna (ZMI); a papila (P), e um cálice (C). HE. Objetiva de 4x (55x).

Diferentemente do rim humano que é multilobar, o rim do rato e do coelho é unilobar, possuindo somente uma pirâmide medular e conseqüentemente uma papila.¹²

O rim do rato e do coelho é pequeno o bastante para que o seu corte longitudinal seja visualizado na lâmina histológica. Além disso, como é unilobar, facilita a compreensão da arquitetura renal.¹³

A unidade funcional dos rins é o *túbulo urinífero*, composto pelo néfron e pelo tubo coletor, de origens embriológicas diferentes. O néfron mede 30 a 55mm,

e o tubo coletor, 20mm de comprimento. O néfron é constituído por: corpúsculo renal (ou de Malpighi), túbulo proximal, alça de Henle (ou túbulo intermediário) e túbulo distal. Vários néfrons desembocam em um tubo coletor (Figura 10.3). O lóbulo renal é a parte do órgão em que os néfrons drenam para o mesmo tubo coletor.^{14,15,16}

O *corpúsculo renal* (ou *de Malpighi*) mede 150 a 250µm de diâmetro. Ele consiste no glomérulo (do latim *glomerulus*, pequena bola), um enovelamento de capilares, e na cápsula de Bowman, que possui dois folhetos: um externo, o folheto parietal, de epitélio simples pavimentoso, e outro interno, acolado aos capilares, o folheto visceral, formado por células epiteliais modificadas, os *podócitos* (do grego *podos*, pés). Entre os dois folhetos, há o espaço capsular, que recebe o líquido filtrado através da parede dos capilares e do folheto visceral. O corpúsculo renal apresenta um polo vascular, pelo qual entra a arteríola aferente, que origina os capilares do glomérulo, e sai a arteríola eferente, resultante desses capilares, e um polo urinário, por onde sai o filtrado (Figuras 10.2 a 10.5).^{17,18}

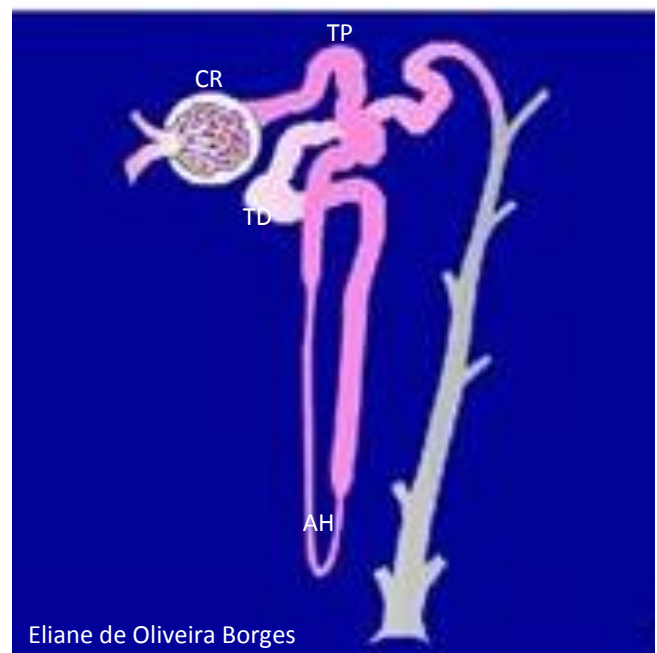


Figura 10.3 - Ilustração do túbulo urinífero, constituído pelo néfron (em rosa) e pelo tubo coletor (em cinza). O néfron é composto por: corpúsculo renal (CR), túbulo proximal (TP), alça de Henle (AH) e túbulo distal (TD). Fonte: Montanari, T.; Borges, E. O. *Museu virtual do corpo humano*. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em <http://www.ufrgs.br/museuvirtual>

¹⁴ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 444, 451, 456.

¹⁵ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, pp. 710-712, 714.

¹⁶ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 356.

¹⁷ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, pp. 708, 714-715, 720-721.

¹⁸ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 315, 318.

¹² HAM & CORMACK. *Op. cit.*, pp. 709-713.

¹³ *Ibid.* pp. 709-710.

O histologista italiano Marcello Malpighi (1628-1694) descobriu os corpúsculos e os túbulos renais, estabelecendo as bases para o estudo do rim. O anatomista e patologista alemão Friedrich Gustav Henle (1809-1885) publicou o primeiro tratado de histologia, sendo homenageado com a denominação alça de Henle para um segmento do néfron. O histologista inglês William Bowman (1816-1892) identificou a cápsula do corpúsculo renal, entre outras estruturas do corpo.¹⁹

A observação dos corpúsculos renais na zona cortical permite o rápido diagnóstico histológico do rim (Figura 10.2).

Os capilares do glomérulo são fenestrados, mas a lâmina basal é espessa, secretada com contribuição dos podócitos. Essas células possuem um grande corpo celular, de onde se projetam numerosos prolongamentos, que se interpenetram e se ancoram à lâmina basal dos capilares pela ligação das integrinas à laminina. Os espaços entre os prolongamentos, as fendas de filtração, são cobertos por uma fina membrana que ajuda na filtração. A trama organizada pelo colágeno do tipo IV na lâmina basal e pelos prolongamentos dos podócitos atua como uma barreira física à passagem de moléculas com mais do que 69kDa (ou 4nm), e a carga negativa das proteoglicanas da lâmina basal e das sialoproteínas do glicocálix dos podócitos produz uma barreira eletroquímica contra a passagem de moléculas aniônicas. A filtração do sangue por essa barreira gera um filtrado de composição semelhante à do plasma, mas quase sem proteínas, pois as macromoléculas geralmente não atravessam a lâmina basal dos capilares e o folheto visceral da cápsula de Bowman.^{20,21,22}

A lâmina basal do glomérulo pode ser alterada em algumas doenças. Por exemplo, no *diabetes mellitus*, ela pode ser três a cinco vezes mais espessa devido a um aumento na síntese de colágeno do tipo IV. Como a síntese de proteoglicanas é diminuída, ela é mais permeável às proteínas, assim o indivíduo apresenta *proteinúria*. Algumas vezes tanta proteína plasmática é perdida na urina que o fígado não consegue repor, e o baixo nível sanguíneo de albumina causa edema.²³

Entre os capilares, há as células mesangiais e a sua matriz extracelular, constituindo o mesângio. As *células mesangiais* são irregulares, com vários prolongamentos e núcleo esférico ou ovoide (Figura 10.4). O citoplasma contém filamentos de miosina e receptores para angiotensina II. Além de sustentar os capilares, as células mesangiais devem ter um papel no controle do fluxo sanguíneo, já que a angiotensina II estimula a contração dos filamentos de miosina. Pela atividade fagocitária, removem macromoléculas retidas na lâmina basal dos capilares e nas fendas de filtração dos podócitos.^{24,25} A matriz mesangial é constituída pelos colágenos do tipo IV, V e VI, pela fibronectina, pela laminina e por proteoglicanas.²⁶

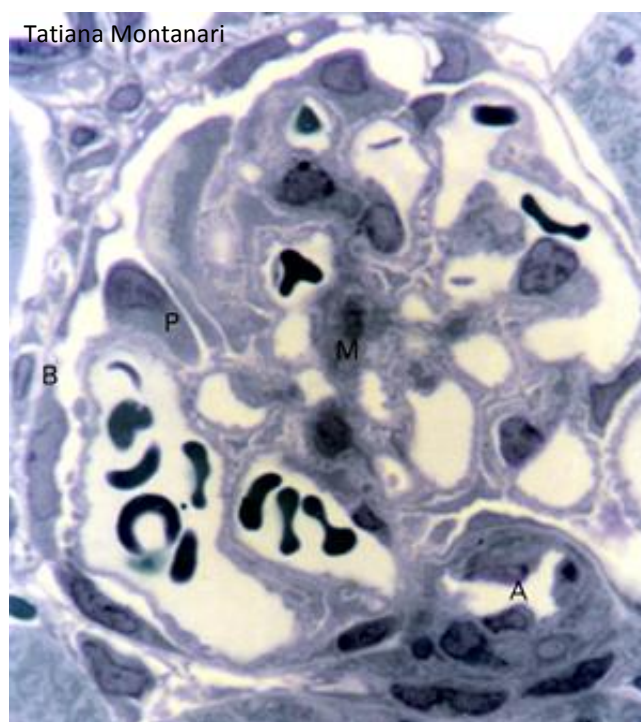


Figura 10.4 - Corte semifino de rim, onde os constituintes do corpúsculo renal são observados com melhor resolução: folheto parietal da cápsula de Bowman (B), de epitélio simples pavimentoso; folheto visceral da cápsula de Bowman, formado pelos podócitos (P), que estão sobre os capilares do glomérulo, e células mesangiais entre os capilares (M). Os capilares são contínuos à arteríola aferente (A). Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

A arteríola eferente divide-se em um sistema capilar que corre no tecido conjuntivo intersticial: a rede capilar peritubular na zona cortical e os vasos retos na zona medular.²⁷ Os capilares do córtex e da medula são fenestrados.²⁸

¹⁹ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 356.

²⁰ BOER, P. A.; GONTIJO, J. A. R. Podócitos. In: CARVALHO, H. F.; COLLARES-BUZATO, C. B. *Células: uma abordagem multidisciplinar*. Barueri: Manole, 2005. pp. 211, 215-218.

²¹ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 445-446, 448, 461.

²² JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 315-316, 319, 329.

²³ LOWE, J. S.; ANDERSON, P. G. *Stevens & Lowe's Human Histology*. 4.ed. Philadelphia: Elsevier, Mosby, 2015. pp. 295-296.

²⁴ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 292, 296-297.

²⁵ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 723, 725.

²⁶ BOER & GONTIJO. Podócitos. *Op. cit.*, p. 213.

²⁷ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 289-290.

²⁸ GENESER. *Op. cit.*, p. 455.

O filtrado passa do espaço capsular para o *túbulo proximal*. Ele é a porção mais longa do néfron. É inicialmente tortuoso e é denominado túbulo contorcido proximal. Assim como o corpúsculo renal, com quem se comunica, situa-se no córtex. Mede cerca de 14mm de comprimento e 30 a 60µm de diâmetro. Ao tornar-se retilíneo, é chamado túbulo reto proximal e localiza-se na medula externa. O túbulo proximal é formado por epitélio simples cúbico com microvilos (Figuras 10.2 a 10.3 e 10.5 a 10.6).^{29,30}

As células do túbulo proximal absorvem eventuais proteínas, aminoácidos, glicose, íons bicarbonato e cerca de 67 a 80% dos íons Na⁺ e Cl⁻ e da água do filtrado. As proteínas entram por endocitose e são degradadas nos lisossomos em aminoácidos, que vão para a corrente sanguínea. Os aminoácidos e a glicose são cotransportados com o Na⁺ com gasto de energia por proteínas transportadoras da superfície apical. As Na⁺-K⁺ ATPases da membrana basolateral realizam o transporte dos íons Na⁺ para o espaço intercelular, de onde vão para o interstício e entram nos capilares sanguíneos. Devido ao transporte ativo de íons, as células apresentam abundância de mitocôndrias e, para a inserção das proteínas transportadoras, possuem pregas basolaterais. A água e os íons Cl⁻ difundem-se passivamente, em consequência do transporte de Na⁺, mantendo o equilíbrio osmótico e elétrico. A água passa através dos canais de aquaporina-1 localizados na membrana basolateral da célula.^{31,32}

Quando a glicose do filtrado é excessiva, como em diabéticos, sua total absorção não é possível, sendo eliminada na urina (*glicosúria*).³³

O túbulo proximal também excreta íons H⁺, substâncias tóxicas resultantes do metabolismo, como a creatinina e a amônia, e substâncias estranhas ao organismo, como a penicilina.^{34,35}

As células do túbulo reto proximal apresentam uma grande quantidade de peroxissomos, envolvidos na oxidação de ácidos graxos e na degradação de peróxido de hidrogênio, e várias enzimas oxidativas.³⁶

As células dos néfrons e dos tubos coletores ligam-se por zônulas de oclusão, permitindo a diferença na composição química entre o filtrado e o fluido intersticial.³⁷

O túbulo reto proximal penetra na zona medular e continua com a *alça de Henle*. Como o epitélio é baixo (epitélio simples pavimentoso), tem-se a parte delgada da alça de Henle (ou *túbulo intermediário*). Ela tem cerca de 15 a 20µm de diâmetro. Nos néfrons justamedulares, a parte delgada da alça de Henle é muito longa, medindo 9 a 10mm de comprimento e tem a forma de U, com uma porção descendente e outra ascendente. Nos néfrons corticais, ela é bastante curta, com 1 a 2mm de comprimento e é descendente. Na zona medular externa, ou seja, na região da zona medular próxima à cortical, o epitélio é um pouco mais alto (epitélio simples cúbico baixo), portanto, é a parte espessa ascendente da alça de Henle (ou túbulo reto distal). Ela tem 30 a 40µm de diâmetro e 9 a 10mm de comprimento (Figuras 10.7 e 10.9).^{38,39}

Em cortes de parafina, a parte delgada da alça de Henle assemelha-se a capilares, podendo ser distinguida destes por suas células serem ligeiramente mais espessas, com núcleo menos corado e pela ausência de células sanguíneas na luz (Figura 10.7).⁴⁰

A parte delgada descendente da alça de Henle é muito permeável e, como o fluido intersticial é hipertônico, a água do filtrado difunde-se para o interstício, e uma pequena quantidade de Na⁺, Cl⁻ e ureia vão por difusão passiva do interstício para a luz do néfron. O filtrado torna-se hipertônico. A permeabilidade à água dessa região da alça decorre dos numerosos canais de aquaporina-1. A parte delgada ascendente é impermeável à água, mas muito permeável aos íons Cl⁻ e Na⁺, permitindo a sua difusão passiva do filtrado para o interstício. A parte espessa ascendente da alça de Henle (ou túbulo reto distal) é impermeável à água e à ureia, mas realiza o transporte ativo de Cl⁻ e Na⁺ para o fluido intersticial. O filtrado torna-se hipotônico. É a saída de eletrólitos e de ureia da parte ascendente da alça que torna o fluido intersticial da zona medular hipertônico.^{41,42}

Na zona cortical, o túbulo distal é tortuoso e é designado *túbulo contorcido distal*. O filtrado chega a

²⁹ BULGER. *Op. cit.*, pp. 701-702, 707, 711.

³⁰ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 451.

³¹ *Ibid.* pp. 452-453, 461-462.

³² HAM & CORMACK. *Op. cit.*, pp. 724-725.

³³ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 329.

³⁴ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 462.

³⁵ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 329.

³⁶ BOER, P. A.; GONTIJO, J. A. R. Células epiteliais tubulares renais. In: CARVALHO, H. F.; COLLARES-BUZATO, C. B. *Células: uma abordagem multidisciplinar*. Barueri: Manole, 2005. p. 196.

³⁷ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 324, 326.

³⁸ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 451-454, 465.

³⁹ KÜHNEL, W. *Atlas de Citologia, Histologia e Anatomia microscópica para teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. pp. 306-307, 310-311.

⁴⁰ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 454.

⁴¹ *Ibid.* pp. 454-455, 462-463, 465-466.

⁴² ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 729-730, 733-735.

ele hipotônico, mas com alta concentração de ureia. Esse túbulo mede 4 a 5mm e 25 a 45µm e é formado por epitélio simples cúbico, mas não tem microvilos (Figuras 10.5 e 10.6).⁴³

Semelhante à parte espessa da alça de Henle (ou túbulo reto distal), o túbulo contorcido distal é impermeável à água e à ureia e é capaz de realizar o transporte de íons. Por causa do transporte ativo, há profundas pregas basolaterais e muitas mitocôndrias (Figura 10.6).^{44,45}

Nos cortes em parafina, por causa da presença dos microvilos, a luz do túbulo contorcido proximal é estreita e irregular, enquanto o túbulo contorcido distal, sem microvilos, exhibe luz ampla e maior do que aquela do túbulo proximal. Os túbulos proximal e distal podem ser diferenciados pela posição dos núcleos, que é central no primeiro e apical no segundo, e pelo citoplasma mais acidófilo no túbulo proximal. Cortes do túbulo proximal são mais frequentes, pois esse túbulo é mais longo que o distal.^{46,47}

Na junção entre a parte reta e a parte contorcida do túbulo distal, a parede adjacente ao corpúsculo renal modifica-se: as células são colunares, com núcleos centrais, próximos uns dos outros. Essa região é a *mácula densa* (mácula significa mancha) (Figuras 10.5 e 10.9). Ela monitora a concentração de Na⁺ e Cl⁻ do filtrado e, através de um mecanismo de sinalização parácrina, informa as células justaglomerulares.^{48,49,50}

As *células justaglomerulares* são células musculares lisas modificadas da túnica média da arteríola aferente (às vezes, também a eferente), próximas ao corpúsculo renal. São justapostas, com núcleos esféricos e grânulos de secreção (Figura 10.9). Elas secretam renina, uma enzima que converte o angiotensinogênio (proveniente do fígado) em angiotensina I. Esta será convertida em angiotensina II pela enzima conversora de angiotensina presente nas células endoteliais dos capilares pulmonares e renais. Por ser um vasoconstritor, a angiotensina II aumenta a pressão sanguínea. Ela também influencia a suprarrenal a liberar aldosterona, que promove a reabsorção de Na⁺, Cl⁻ e HCO₃⁻ e a excreção de K⁺ e H⁺ nos túbulos contorcidos distais.^{51,52}

Os íons Na⁺ são transportados em troca de K⁺ pelas Na⁺-K⁺ ATPases da membrana basolateral. A reabsorção de Na⁺ é importante para a manutenção do volume plasmático e da pressão sanguínea. A excreção de potássio regula os seus níveis no fluido extracelular. Íons Cl⁻ entram passivamente na célula atrás do Na⁺. Há a reabsorção de HCO₃⁻, enquanto íons H⁺ são excretados, tornando assim a urina ácida e mantendo o equilíbrio ácido-básico do sangue. A amônia é também excretada nos túbulos contorcidos distais.^{53,54,55}

A mácula densa, as células justaglomerulares e as células mesangiais extraglomerulares constituem o aparelho justaglomerular (Figura 10.9).⁵⁶

As *células mesangiais extraglomerulares* situam-se em uma região triangular, delimitada pela mácula densa na base, pelas arteríolas aferente e eferente nos lados e pelas células mesangiais no ápice. Elas receberam essa denominação devido à sua continuidade com o mesângio do glomérulo (Figura 10.9). Possuem numerosos prolongamentos, e a presença de junções *gap* sugere que haja acoplamento elétrico dessas células com o mesângio e com as arteríolas do polo vascular.⁵⁷

A urina hipotônica passa dos túbulos contorcidos distais para os *tubos coletores* (Figuras 10.3). Nas zonas cortical e medular externa, eles consistem em epitélio simples cúbico, constituído pelas *células claras* (ou *principais*) e pelas *células escuras* (ou *intercaladas*). As células claras são as células mais abundantes. Possuem microvilosidades curtas e um cílio primário (padrão 9+0 de microtúbulos), que funciona como mecanorreceptor. Quando o cílio primário se curva pelo fluxo do líquido, há a abertura de canais de Ca²⁺, promovendo a entrada desse íon na célula, o que inicia as cascatas de sinalização. Como as células claras têm uma quantidade menor de mitocôndrias do que as células escuras, exibem coloração mais pálida (Figuras 10.5, 10.7 a 10.8 e 10.10). A riqueza em mitocôndrias das células escuras está relacionada ao transporte ativo de H⁺. Há dois tipos de células escuras: a célula tipo A possui H⁺ ATPases na membrana luminal e excreta H⁺ para a urina, acidificando-a, e a célula tipo B tem H⁺ ATPases na membrana basolateral e reabsorve H⁺.^{58,59}

⁴³ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 444, 454-455, 462, 465.

⁴⁴ *Ibid.* p. 455.

⁴⁵ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 301-302.

⁴⁶ BULGER. *Op. cit.*, pp. 707-708, 710, 714, 719-720.

⁴⁷ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 452, 455.

⁴⁸ *Ibid.* pp. 454-456, 462-463.

⁴⁹ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 301, 306.

⁵⁰ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 713, 715, 725-726, 744-745.

⁵¹ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 455-456, 463-465.

⁵² LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 301, 304, 306, 308.

⁵³ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 455, 465.

⁵⁴ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 301, 304, 306-308.

⁵⁵ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 731.

⁵⁶ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 455-456.

⁵⁷ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 306.

⁵⁸ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 456-457, 464-465.

⁵⁹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 118, 124-125, 731-732.

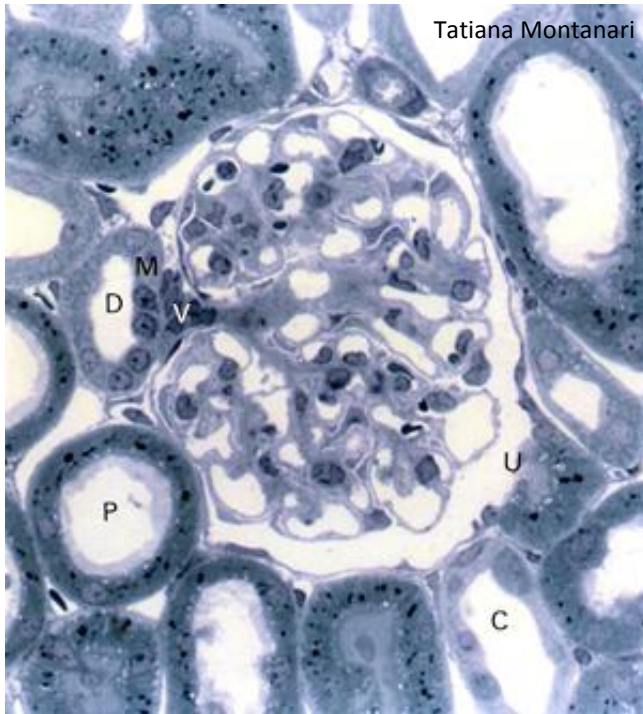


Figura 10.5 - Os polos vascular (V) e urinário (U) do corpúsculo renal são indicados. Ao redor, visualizam-se túbulos proximais (P), distais (D) e coletores (C). A parede do túbulo distal adjacente ao corpúsculo renal diferencia-se na mácula densa (M). Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 40x (550x).

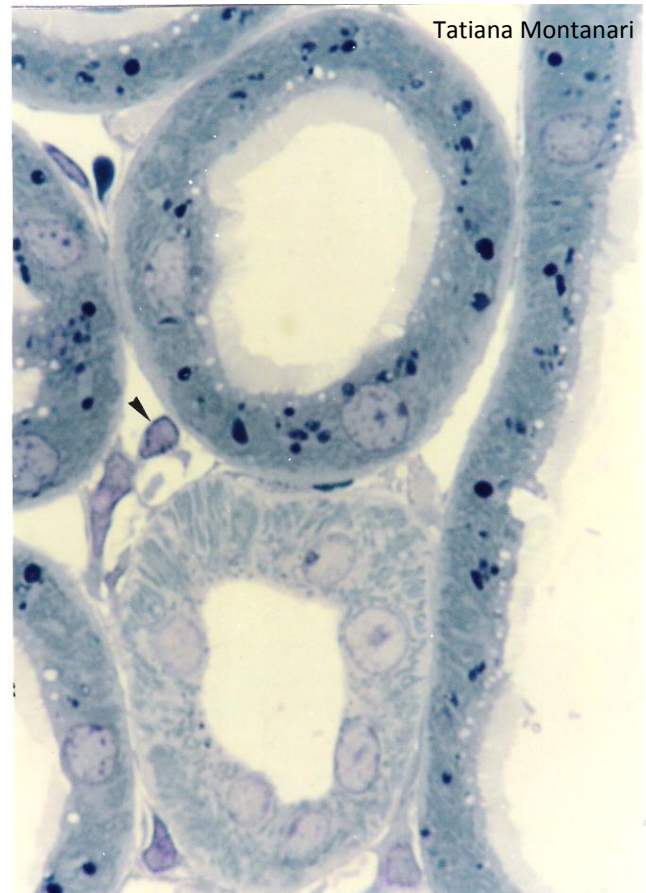


Figura 10.6 - Túbulos contorcidos proximal e distal. No túbulo proximal, há microvilos, vesículas de endocitose (claras) e lisossomos (escuros). As mitocôndrias (bastões azulados) e as pregas basolaterais são mais distinguidas no túbulo distal, onde empurram os núcleos para a parte apical. É apontado um capilar (▶) no interstício. Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

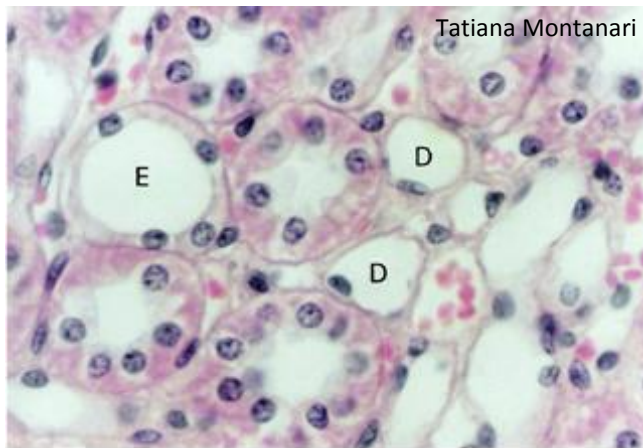


Figura 10.7 - Corte da zona medular externa do rim com a parte delgada (D) e a parte espessa (E) das alças de Henle, além dos capilares sanguíneos (vasos retos) e dos tubos coletores. Notar as células claras e escuras nos tubos coletores. HE. Objetiva de 100x (550x).

À medida que os tubos coletores se fundem e se aproximam dos cálices, aumentam a altura das células e o diâmetro dos tubos e diminui o número de células escuras: o calibre varia de 40 μ m na extremidade proximal situada no córtex para 200 μ m na porção distal localizada na medula, e o epitélio é cúbico ou colunar e tem somente células claras na zona medular interna.^{60,61}

As membranas laterais das células dos tubos coletores não são interdigitadas como aquelas do néfron, o que faz com que o limite celular seja visível nos cortes histológicos, facilitando o seu reconhecimento (Figura 10.8).^{62,63}

⁶⁰ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 457.

⁶¹ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 369.

⁶² GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 451, 456-457.

⁶³ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 731, 746-747.

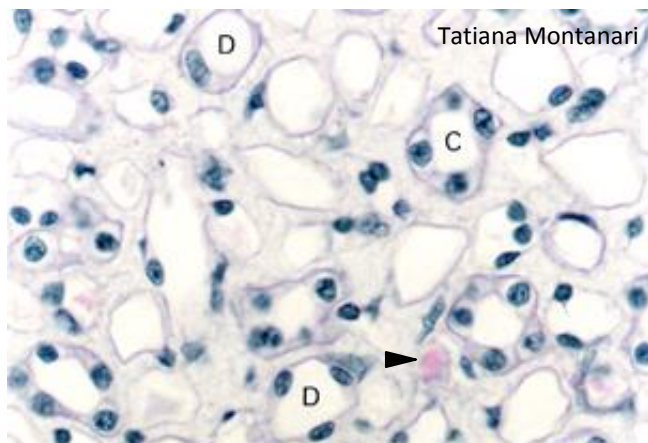


Figura 10.8 - Corte da zona medular interna do rim com os tubos coletores (C), a parte delgada (D) das alças de Henle e os capilares sanguíneos (vasos retos) no interstício (▶). HE. Objetiva de 40x (550x).

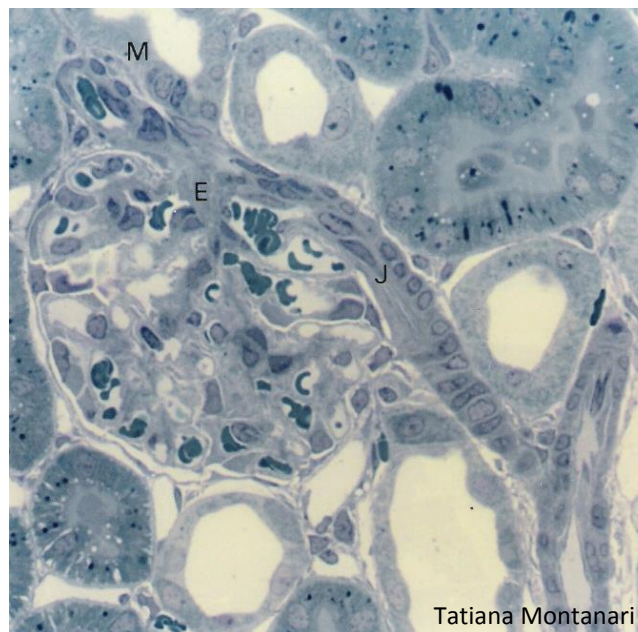


Figura 10.9 - Aparelho justaglomerular: mácula densa (M), células justaglomerulares na arteríola aferente (J) e células mesangiais extraglomerulares (E). Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 40x (550x).

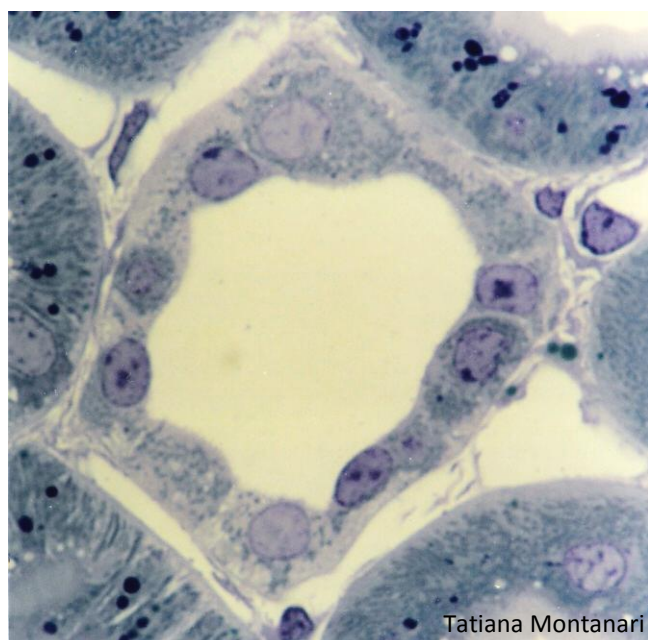


Figura 10.10 - Tubo coletor na zona cortical do rim, com as células claras e as células escuras. Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

A aldosterona age também sobre os tubos coletores, promovendo a reabsorção dos íons Na^+ .⁶⁴

O peptídeo natriurético atrial inibe os canais iônicos de sódio na membrana luminal das células principais dos tubos coletores corticais, o que causa maior eliminação de sódio pela urina.⁶⁵

O hormônio antidiurético (ADH), secretado pela neuro-hipófise, sob a influência da angiotensina II, promove a inserção de canais de aquaporina-2 na superfície luminal das células claras dos tubos coletores, tornando-os permeáveis à água. Devido à hipertonicidade da zona medular, criada pela alça de Henle, há a absorção de água do filtrado no tubo coletor, e a urina fica hipertônica. A água sai da célula para o interstício através de canais de aquaporina-3 e aquaporina-4, que estão sempre presentes na membrana basolateral. Do interstício a água vai para os vasos retos.^{66,67}

O excesso de água no sangue inibe a produção de ADH e, na falta desse hormônio, os tubos coletores são impermeáveis à água, e a urina liberada é hipotônica.⁶⁸

O indivíduo com *diabetes insipidus* não secreta ADH, sendo incapaz de reabsorver a água no tubo coletor e então produz um grande volume de urina diluída. A sensação de sede constante leva à ingestão de uma grande quantidade de água, repondo aquela perdida.⁶⁹

⁶⁴ GENESER. *Op. cit.*, p. 454.

⁶⁵ *Ibid.*

⁶⁶ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 456-458, 464-466.

⁶⁷ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 301-302, 304.

⁶⁸ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 458, 464.

⁶⁹ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 302.

Nas papilas, os tubos coletores confluem nos ductos papilares, com 200 a 300µm de diâmetro e constituído de epitélio simples colunar, com células claras. Eles se abrem na área crivosa das papilas, lançando a urina para os cálices menores (Figura 10.2). As papilas têm epitélio simples cúbico ou colunar.^{70,71}

Os rins produzem 1 a 2L de urina por dia a partir de 180L de filtrado sanguíneo.⁷²

2.2 – Bexiga e vias urinárias

A urina sai dos rins pelos cálices menores e pelos cálices maiores, os quais se unem na pelve renal, a parte superior e expandida do ureter. Os ureteres são tubos fibromusculares de 4 a 5mm de diâmetro e 14cm de comprimento que conduzem a urina através de contrações peristálticas para a bexiga, onde é armazenada. Durante a micção, a urina sai da bexiga para o exterior pela uretra, que, no homem, tem 15 a 20cm de comprimento e, na mulher, cerca de 4cm.⁷³

Os cálices, a pelve renal, os ureteres e a bexiga são revestidos pelo epitélio de transição (ou urotélio) (Figuras 10.1, 10.11 e 10.12). A variação na forma das células de globosas ou poliédricas para pavimentosas permite a distensão do tecido e assim a acomodação do órgão às mudanças no volume de urina. As placas de membrana na superfície apical das células contribuem para aumentar a superfície luminal do órgão. A composição diferenciada da membrana, com elevada concentração de esfingolipídios e a presença das proteínas uroplaquinas, e a abundância de junções de oclusão tornam o tecido praticamente impermeável e resistente à osmolaridade da urina.^{74,75}

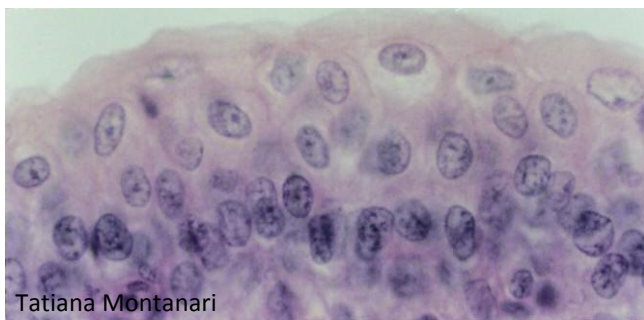


Figura 10.11 - Epitélio de transição da bexiga. HE. Objetiva de 40x (550x).

⁷⁰ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 458.

⁷¹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 713-716, 732, 746-747.

⁷² OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 354.

⁷³ *Ibid.* pp. 354, 374, 376.

⁷⁴ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 44, 49, 286, 310-311.

⁷⁵ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 39-40, 373-375.

Subjacente ao epitélio há a lâmina própria de tecido conjuntivo que varia do frouxo ao denso. Não há submucosa.⁷⁶

A túnica muscular é de músculo liso e organiza-se em uma camada longitudinal interna e uma circular externa ou, no terço inferior dos ureteres e na bexiga, uma camada longitudinal interna, uma circular média e outra longitudinal externa (Figura 10.12). O peristaltismo força a urina para frente. O ureter entra obliquamente na bexiga, resultando em uma válvula fisiológica que impede o refluxo da urina. Na junção entre a bexiga e a uretra, a musculatura lisa da bexiga espessa-se no esfíncter interno. Quando esse esfíncter relaxa, ocorre a micção.^{77,78}

Os ureteres correm no tecido adiposo retroperitoneal, apresentando, portanto, adventícia ou, na região próxima ao peritônio, serosa (Figura 10.12).⁷⁹ A bexiga é envolvida pela adventícia e, na parte superior, pela serosa do peritônio parietal.⁸⁰

A uretra masculina é dividida em: prostática (3 a 4cm), membranosa (1 a 2cm) e peniana (15cm). A uretra prostática apresenta epitélio de transição; a uretra membranosa, epitélio pseudoestratificado colunar ou estratificado colunar, e a uretra peniana (ou esponjosa), epitélio pseudoestratificado colunar, estratificado colunar e, próximo ao meato uretral, epitélio estratificado pavimentoso. Desembocam, na uretra, glândulas de Littre, que são do tipo mucoso.⁸¹ A uretra membranosa é circundada por um esfíncter de músculo liso e por outro de músculo estriado esquelético, que controlam a passagem da urina e do sêmen.⁸²

Na uretra feminina, conforme a sua proximidade com a bexiga ou com o exterior, o epitélio pode ser de transição, pseudoestratificado colunar, estratificado colunar ou estratificado pavimentoso, sendo este último o tecido predominante. Possuem também as glândulas de Littre. A mucosa é circundada por uma camada muscular, de músculo liso, sendo a subcamada interna longitudinal e a subcamada externa circular.⁸³ Na porção média da uretra, há um esfíncter de músculo estriado esquelético, o esfíncter externo, responsável pelo controle voluntário da micção.⁸⁴

⁷⁶ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 330.

⁷⁷ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 466-468.

⁷⁸ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 310-312.

⁷⁹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 736-737, 748-749.

⁸⁰ BULGER. *Op. cit.*, p. 731.

⁸¹ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 468.

⁸² KIERSZENBAUM, A. L.; TRES, L. L. *Histologia e Biologia celular: uma introdução à Patologia*. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 629.

⁸³ GENESER. *Op. cit.*, pp. 144, 458-459.

⁸⁴ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 312.



Figura 10.12 - Ureter, constituído por: epitélio de transição, lâmina própria (LP), camada muscular e adventícia (A) ou serosa (►). HE. Objetiva de 4x (55x).

3 – QUESTIONÁRIO

- 1) Descreva a formação da urina, relacionando com a morfologia das estruturas responsáveis.
- 2) Onde são encontradas as células mesangiais e quais são suas funções?
- 3) Quais são os constituintes do aparelho justaglomerular e qual é a sua importância?
- 4) Como a quantidade de água (em excesso ou deficiente) é regulada pelo organismo?
- 5) Qual é o epitélio do ureter, da bexiga e da uretra?