

SISTEMA URINÁRIO

21

Para que as células permaneçam vivas e desempenhem efetivamente suas funções, é necessário que elas estejam envolvidas por um ambiente estável. Como definido anteriormente, o estado relativamente constante do meio interno do corpo é denominado *homeostase*. Para se manter a homeostase, as concentrações de substâncias como água, sódio, potássio, cálcio e hidrogênio devem permanecer relativamente constantes, bem como as concentrações de uma grande variedade de produtos e nutrientes celulares. O metabolismo celular tende constantemente a desarranjar o balanço do meio interno do corpo consumindo algumas substâncias (como oxigênio e glicose) e produzindo resíduos e toxinas (como o dióxido de carbono e a uréia). Além disso, as substâncias podem se incorporar ao meio interno como resultado da ingestão, e removidas desse meio interno, através da excreção.

A manutenção da homeostase envolve a maioria dos sistemas do corpo. O sistema digestivo, por exemplo, fornece os nutrientes e também atua como um meio de excretar alguns resíduos. Os pulmões fornecem oxigênio ao organismo e eliminam CO_2 e água. A pele também desempenha um pequeno papel na excreção o suor por exemplo, apresenta pequenas quantidades de uréia e amônia. Os **rins**, contudo, como os principais órgãos excretores, são decisivamente importantes na manutenção do balanço das substâncias exigidas para a constância do meio interno. Os rins eliminam do corpo uma grande quantidade de produtos de metabolismo tais como a uréia, o ácido úrico e a creatinina. Além disso, os rins conservam ou eliminam água e eletrólitos conforme necessário, para que o balanço interno dessas substâncias se mantenha. De fato, o mau funcionamento dos rins pode produzir problemas sérios e até fatais, como resultado de distúrbios no equilíbrio líquido e eletrolítico. Os rins também atuam como estruturas endócrinas produzindo um hormônio denominado *eritropoietina*, que estimula a produção dos glóbulos vermelhos do sangue.

Por serem órgãos seletivos em sua excreção, os rins são capazes de manter o meio interno em um nível considerado ótimo para a sobrevivência das células. Como resultado dessa seletividade, substâncias vitais para as células podem não ser excretadas. Outras substâncias são excretadas em quantidades variáveis que dependem amplamente das necessidades do corpo. Por essa razão, os rins apresentam um papel fundamental na regulação da composição e do pH do líquido intersticial. De maneira similar, a quantidade de água removida do sangue pelos rins e, conseqüentemente, do líquido intersticial, varia com as necessidades do organismo.

Se ocorre a falência dos rins, não há meios para se remover do sangue as várias substâncias que eles normalmente excretam. Como conseqüência, essas substâncias se acumulam no sangue e no líquido intersticial. Alguns dias após a falência do órgão, o meio interno pode se modificar, além do que as células não funcionam por muito tempo. A fim de se prevenir a morte, torna-se necessário o transplante dos rins ou a remoção das substâncias nocivas do sangue através do rim artificial (ver Quadro 21-1).



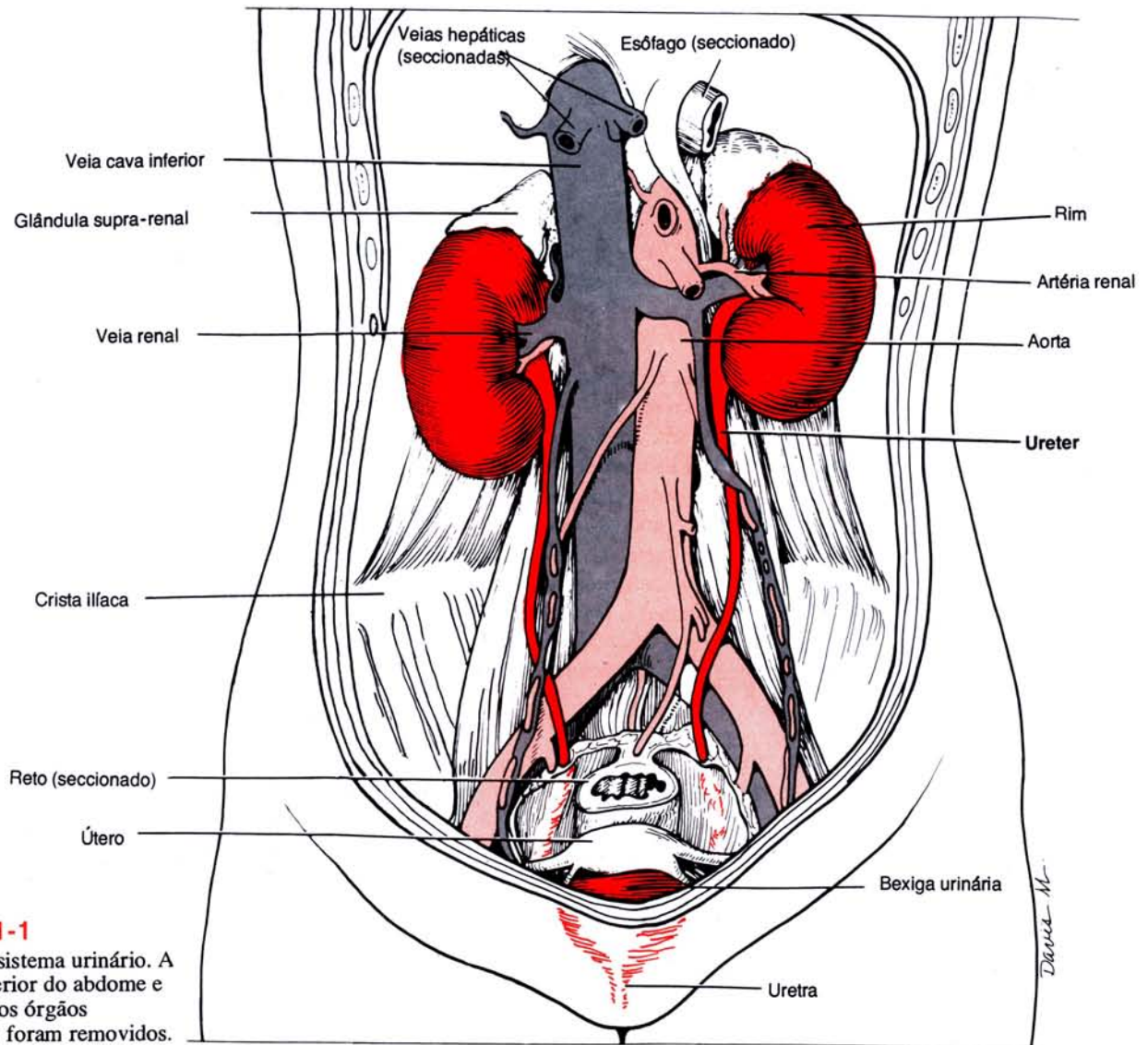


Figura 21-1

Órgãos do sistema urinário. A parede anterior do abdome e a maioria dos órgãos abdominais foram removidos.

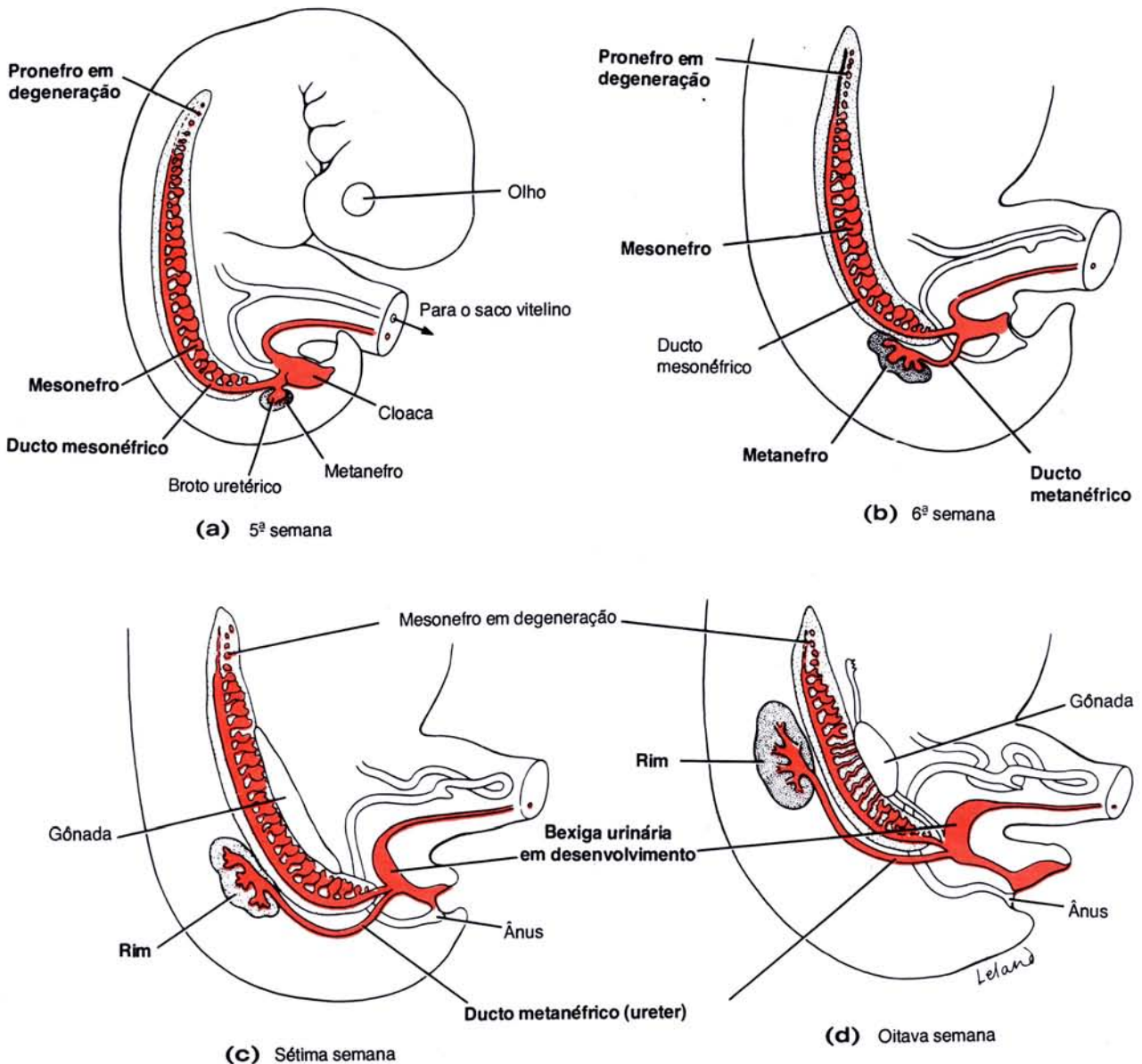
COMPONENTES DO SISTEMA URINÁRIO

O sistema urinário está constituído pelos *rins*, que produzem a urina; os *ureteres*, que transportam a urina para a *bexiga urinária*, onde ela é armazenada temporariamente; e a *uretra*, que transporta a urina para o meio externo (Fig. 21-1).

F 21-1 21-1).

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DOS RINS

Os rins se desenvolvem a partir de colunas de células da mesoderme do embrião denominadas *mesoderme intermediária*, que se formam lateralmente aos somitos. Os somitos originam as vértebras, que irão constituir a coluna vertebral, e os músculos do tronco. As colunas da mesoderme intermediária iniciam sua formação na região superior do tronco do embrião de 3 semanas. Como as regiões mais inferiores dessa mesoderme se desenvolvem formando os rins, mais tarde, as regiões superiores se degeneram.



Durante o desenvolvimento embrionário, três pares de rins se formam na mesoderme intermediária (Fig. 21-2). O primeiro e mais superior é denominado **pronefro**. Mesmo que o pronefro nunca funcione no homem, um **ducto pronefrico** se desenvolve e comunica cada pronefro com o exterior do corpo através da cloaca. O pronefro começa a se degenerar na quarta semana de vida embrionária e desaparece completamente perto da sexta semana. Os ductos pronefricos permanecem e são utilizados pelo segundo par de rins, o **mesonefro**. Como o pronefro se degenera, o mesonefro se desenvolve da região das colunas da mesoderme intermediária, logo abaixo da região do **pronefro**.

Túbulos do mesonefro se unem aos ductos pronefricos, que são então denominados **ductos mesonéfricos**. Em torno da sexta semana, quando o desenvolvimento do mesonefro alcança o seu limite inferior, suas porções superiores começam a degenerar. Perto da oitava semana, somente as regiões mais inferiores do mesonefro permanecem. Embora não se tenha nenhuma evidência direta de que o mesonefro funcione no embrião humano, ele parece estruturalmente capaz de produzir urina.

Figura 21-2

Desenvolvimento embrionário dos rins. A figura mostra o desenvolvimento sequencial do pronefro, mesonefro e do metanefro em um lado embrião.

F 21-2

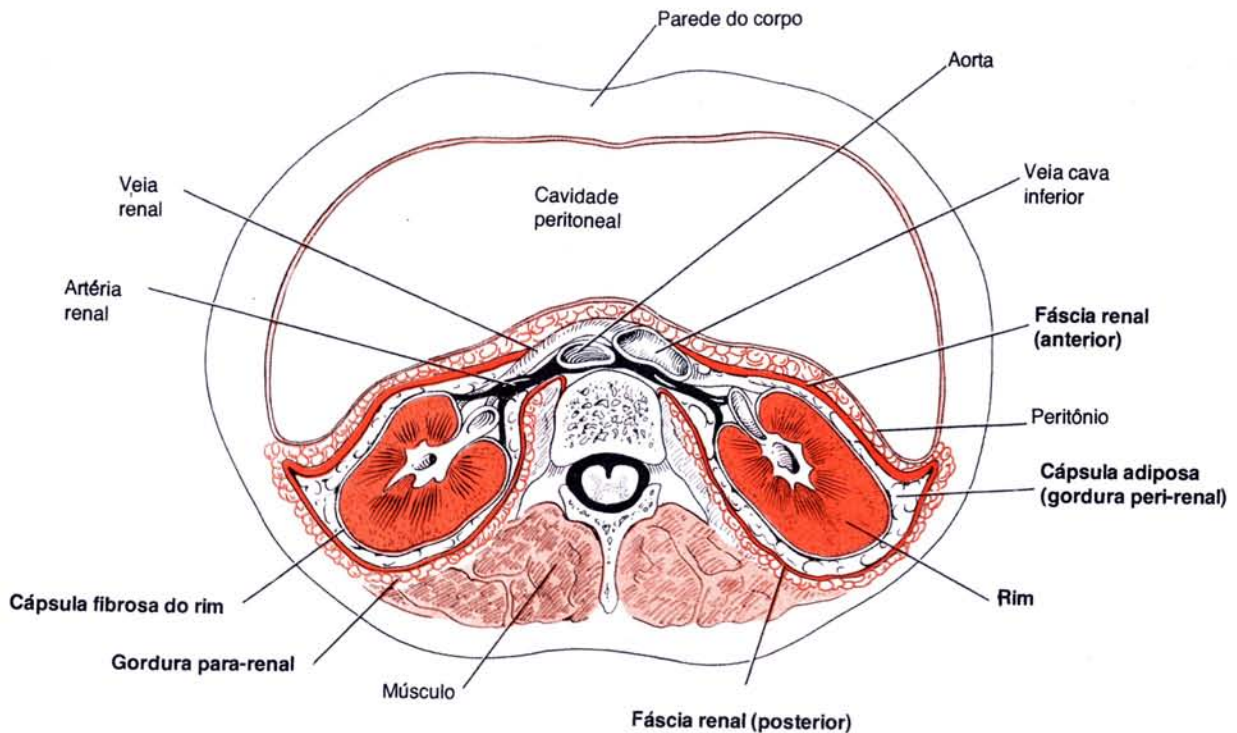


Figura 21-3

Corte transversal do tronco mostrando a localização retroperitoneal dos rins e da fásia renal que os envolve.

O **metanefro** é o terceiro par de rins que se desenvolve da mesoderme intermediária. Esse par irá formar os rins do adulto. Em torno da décima-quinta semana do desenvolvimento embrionário, prolongamentos ocós denominados **brotos uretéricos** se originam da extremidade distal de cada ducto mesonéfrico, próximo à sua junção com a cloaca. Os brotos uretéricos crescem em direção dorsal e cranial no interior das regiões mais inferiores da mesoderme intermediária. As extremidades superiores dos brotos uretéricos, que tomam contato com a mesoderme, se dilatam. Cada broto uretérico se alonga e carrega cranialmente seu envoltório de mesoderme, atingindo finalmente aquela que será a posição permanente dos rins na porção superior da região lombar. Com o posterior desenvolvimento, os **néfrons**, que são efetivamente envolvidos na produção de urina, se formam a partir do envoltório de mesoderme intermediária que cobre cada broto uretérico. Estes, por sua vez, se desenvolvem em **túbulos coletores**, **cálices**, **pelve renal** e **ureteres** – todos transportando a urina que é formada nos néfrons, para a bexiga urinária. Essas estruturas permanecem no adulto, e serão descritas a seguir.

ANATOMIA DOS RINS

- F 21-1** Os rins são dois órgãos marrom-avermelhados situados na parede posterior da cavidade abdominal, um em cada lado da coluna vertebral (Fig. 21-1). Cada rim possui um capuz formado por uma glândula endócrina denominada **glândula supra-renal** (adrenal). Os rins apresentam aproximadamente 11 cm de comprimento e se estendem desde o nível da décima-primeira ou décima-segunda vértebra torácica até a terceira vértebra lombar. Devido à presença do fígado, o rim direito é ligeiramente inferior em relação ao rim esquerdo. Os rins se
- F 21-3** localizam entre os músculos do dorso e a cavidade peritoneal (Fig. 21-3). Essa localização retroperitoneal torna possível a exposição cirúrgica dos rins através da parede posterior do corpo, sem que se abra a cavidade peritoneal.

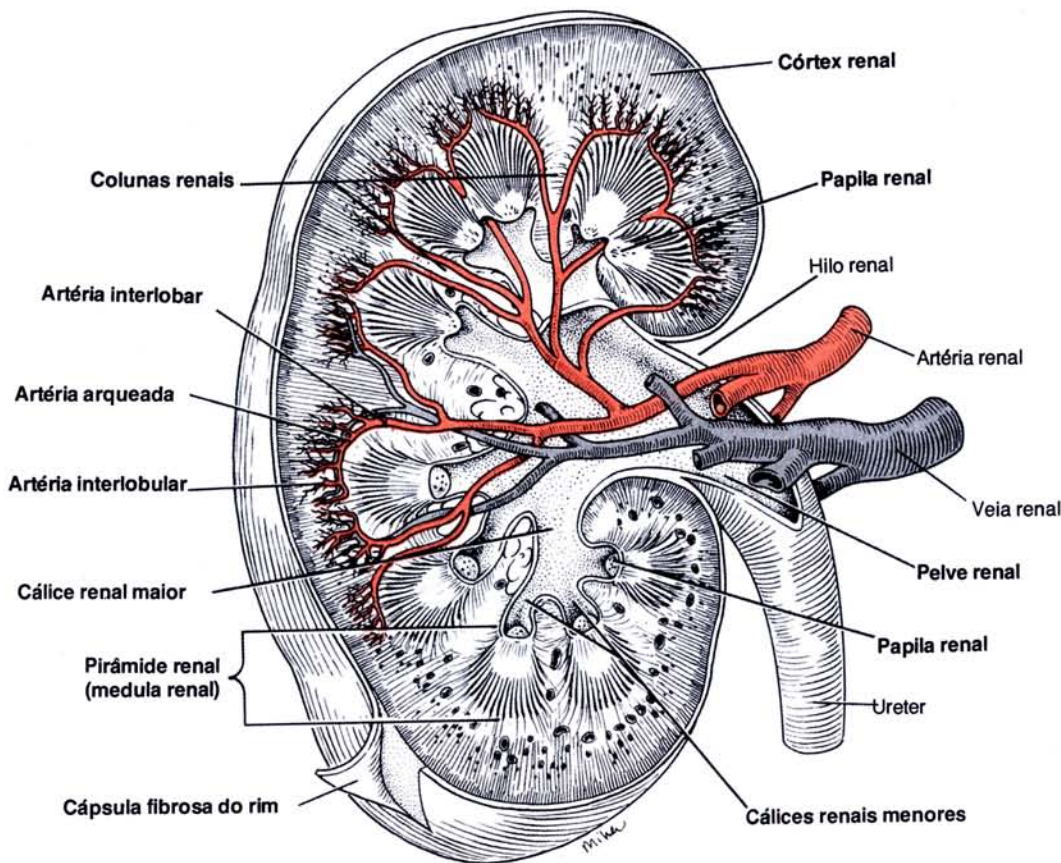


Figura 21-4
Corte frontal do rim
ilustrando suas estruturas
internas.

Camadas de Revestimento do Rim

Cada rim é envolvido por três camadas de tecidos (Fig. 21-3). A mais interna, que cobre a superfície do rim é a **cápsula fibrosa do rim**. Envolvendo a cápsula fibrosa, está uma massa de gordura perirrenal denominada **cápsula adiposa**. A terceira camada que reveste o rim é uma fásia de paredes duplas, a **fásia renal**. A fásia renal envolve o rim e a cápsula adiposa e ancora o rim na parede posterior do abdome. Existe ainda um acúmulo adicional de gordura conhecido como *corpo adiposo pararenal*, externamente à fásia renal.

F 21-3

Estrutura Externa do Rim

O rim possui a forma de um grão de feijão, com face lateral convexa e face medial côncava. A margem medial apresenta uma fenda, o **hilo renal** por onde entra a artéria renal e saem a veia renal e o ureter. O hilo se abre em um espaço no interior do rim denominado **seio renal**, onde se localizam os vasos renais e a pelve renal.

Estrutura Interna do Rim

Três regiões podem ser distinguidas em cada rim: o **córtex renal**, a **medula renal** e a **pelve renal** (Fig. 21-4).

O **córtex** é a camada externa do rim, situada logo abaixo da cápsula fibrosa. Expansões do córtex, as **colunas renais** projetam-se para a medula renal. A **medula renal** está localizada abaixo do córtex e consiste de várias estruturas triangulares (até 18) denominadas **pirâmides renais**. As pirâmides estão orientadas de maneira que suas bases amplas se encontram revestidas pelo córtex, e seus ápices (**papilas renais**) seguem em direção à pelve renal. As pirâmi-

F 21-4

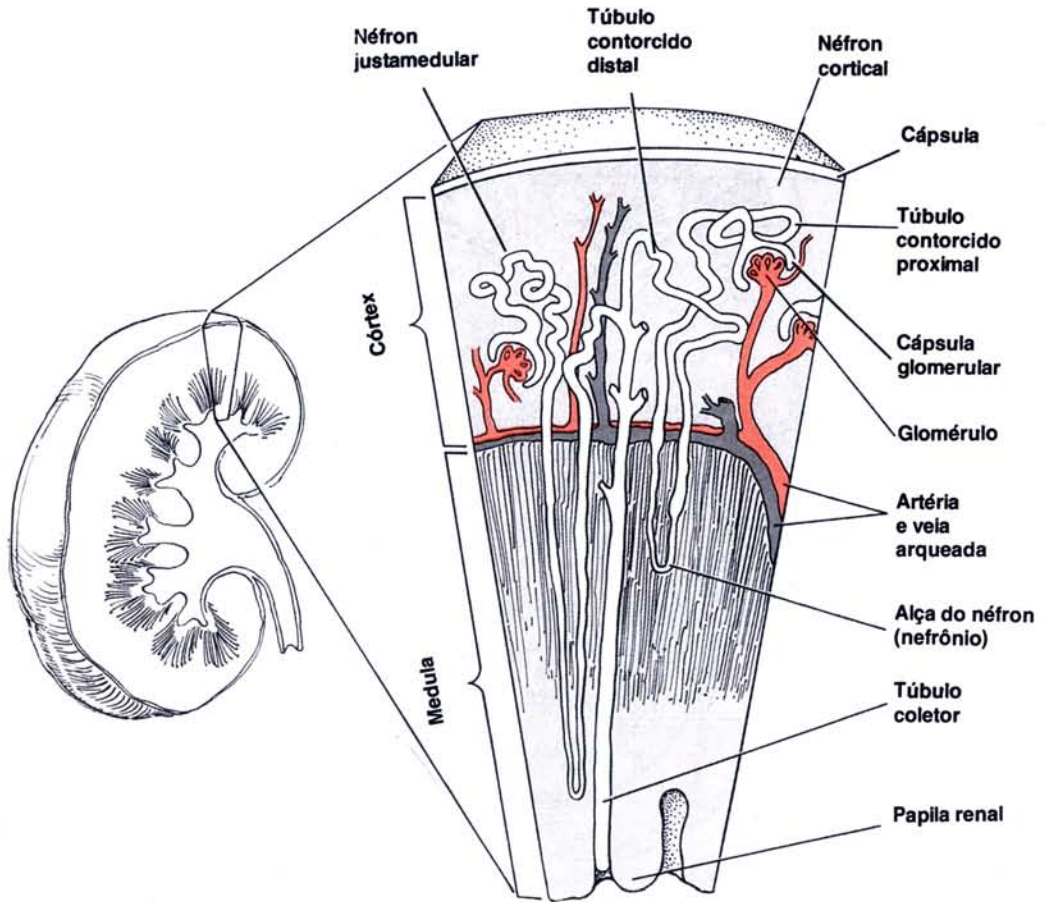


Figura 21-5
Corte frontal de um rim evidenciando a localização dos néfrons cortical e justamedular.

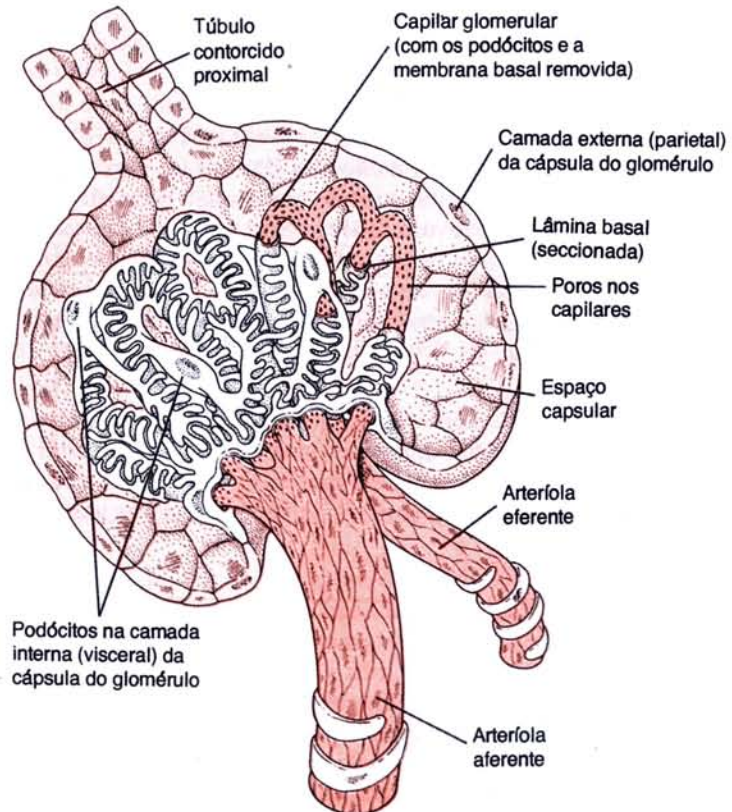
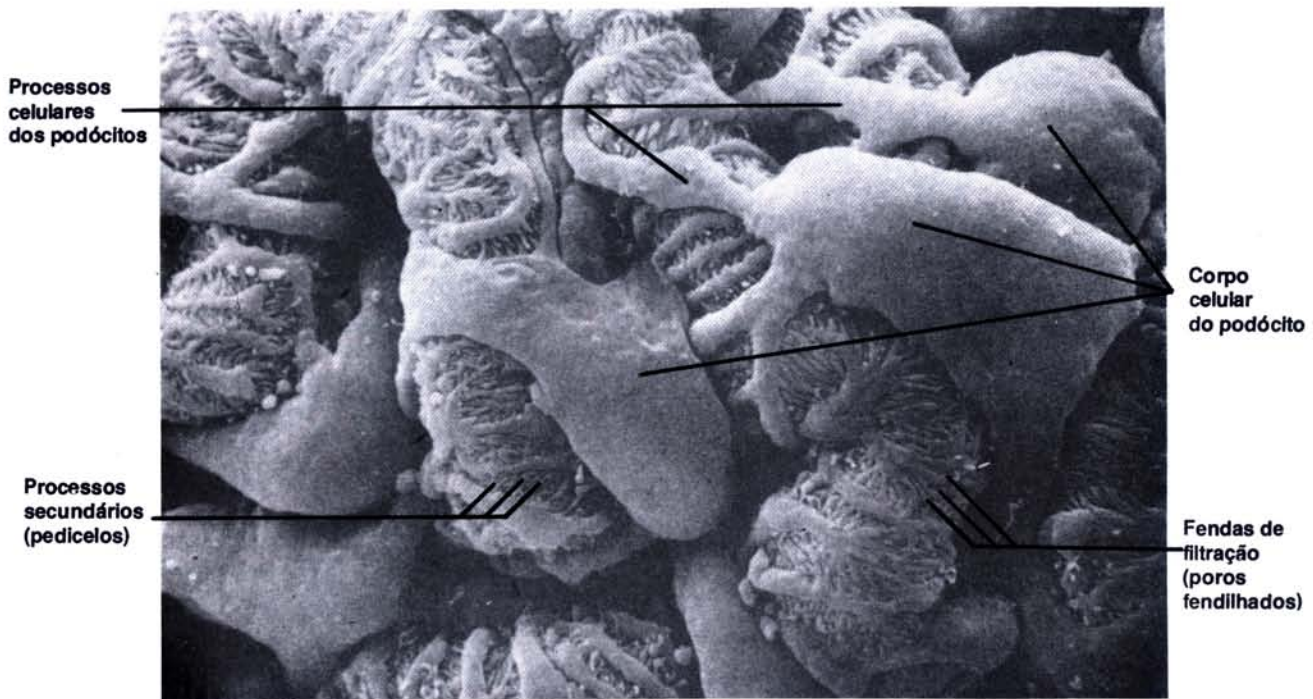


Figura 21-6
Secção longitudinal de um corpúsculo renal.



des são separadas entre si pelas colunas renais. Os vasos sangüíneos destinados ao córtex se projetam para o interior de uma câmara em forma de funil denominada **cálice renal menor**. Vários cálices menores se unem para formar os **cálices renais maiores**. Existem normalmente 2 ou 3 cálices renais maiores e 8 a 13 cálices menores em cada rim. Os cálices renais maiores se unem para formar a **pelve renal**, que é a extremidade superior dilatada do ureter. A urina goteja de pequenos poros existentes nas papilas e atinge os cálices menores. Destes, ela segue em direção aos cálices maiores, pelve renal e chega ao ureter, que a transporta para a bexiga urinária.

Os **túbulos renais**, que são as unidades funcionais dos rins, consistem de **néfrons (nefrônios)** e **túbulos coletores**. Estima-se que existem mais de 1 milhão de néfrons para cada rim. Alguns néfrons – **néfrons justamedulares** – não penetram profundamente na medula (Fig. 21-5). Cada néfron está formado por duas partes: (1) uma rede de capilares paralelos denominada **glomérulo**; e (2) um **túbulo**. Várias regiões de cada túbulo diferem anatomicamente entre si. Variações epiteliais ao longo da extensão de um túbulo estão relacionadas a variações funcionais.

A extremidade proximal de um túbulo forma um receptáculo de parede dupla conhecido como **cápsula do glomérulo (cápsula de Bowman)**, que envolve o glomérulo. A cápsula e o glomérulo constituem o **corpúsculo renal** (Fig. 21-6). Os corpúsculos renais estão localizados na região cortical do rim (córtex renal).

A camada externa (parietal) da cápsula do glomérulo está formada por epitélio pavimentoso simples que repousa sobre uma delgada **lâmina basal**. A camada interna (visceral) é composta por células especializadas denominadas **podócitos**. Os podócitos possuem vários processos que se irradiam de um corpo celular central e aderem à lâmina basal que envolve as células pavimentosas do endotélio dos capilares que formam o glomérulo (Fig. 21-7). Esses processos, por sua vez, se ramificam em processos secundários e terciários. Os processos terciários dos podócitos são denominados **pedicelos** ou **pedículos**. Os pedicelos

Figura 21-7

Micrografia eletrônica de varredura dos podócitos ao redor dos capilares glomerulares (x 3.725). (De *Tissues and Organs: A Text-Atlas of Scanning Electron Microscopy* por Richard G. Kessel e Randy H. Kardon. W.H. Freeman and Company. Copyright © 1979.)

F 21-5

F 21-6

F 21-7

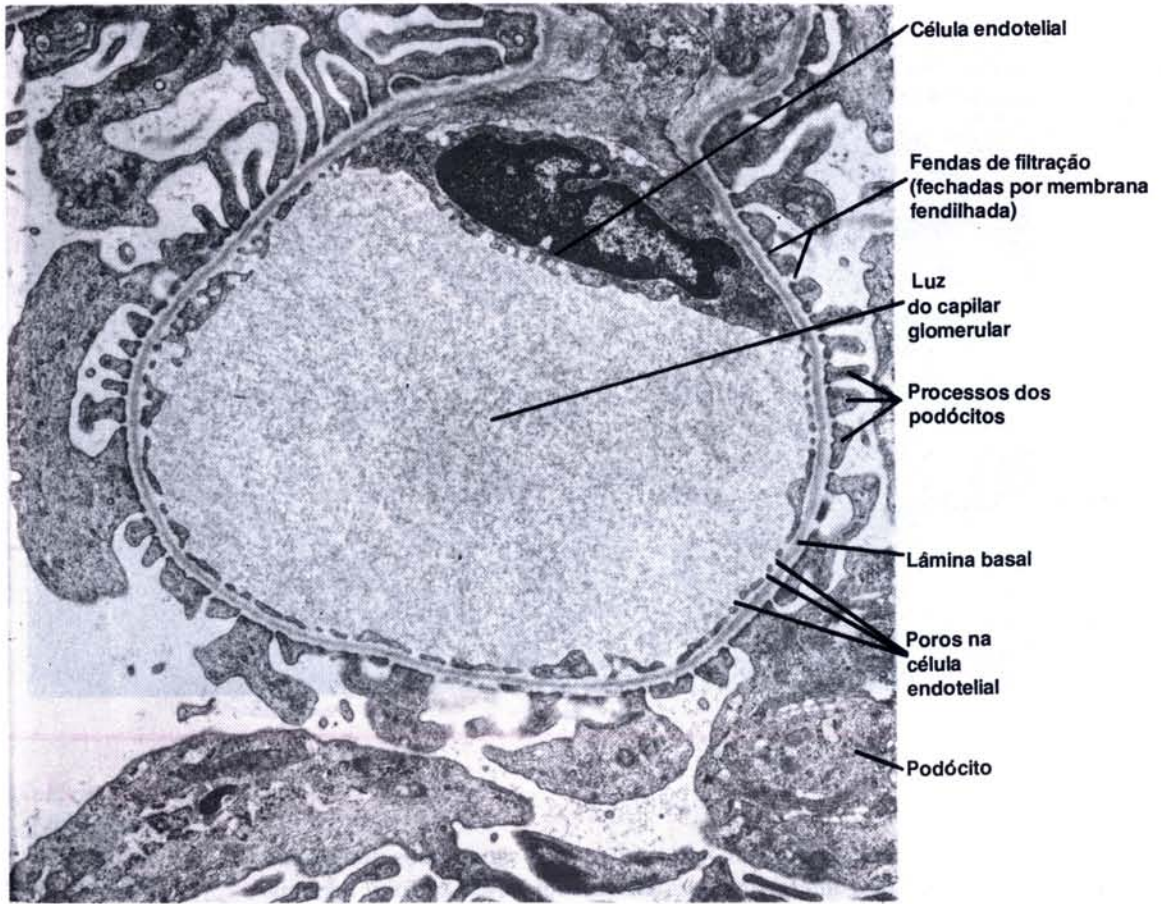


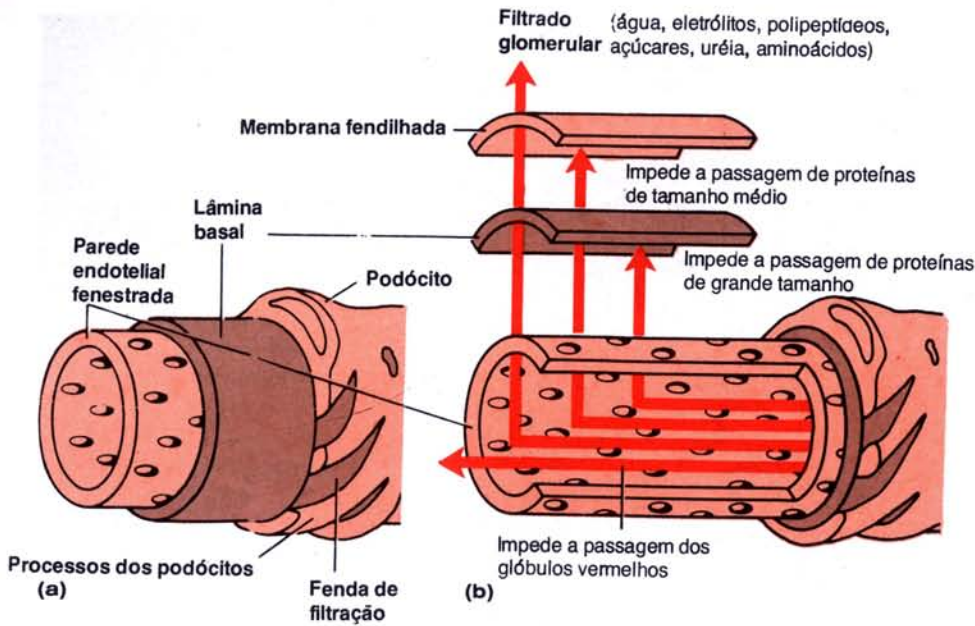
Figura 21-8

Micrografia eletrônica de transmissão de um corte transversal de um capilar glomerular. A barreira de filtração está constituída pelo endotélio fenestrado, lâmina basal e fendas de filtração.

de um podócito se interdigitam com os do podócito adjacente, permitindo a elaboração de uma rede de malhas finas, ou fendas intercelulares, denominadas **poros** ou **fendas de filtração**. Uma membrana muito delgada (**membrana fenilhada**) se estende entre os pedicelos, formando uma barreira semelhante a um diafragma que restringe a passagem de moléculas através das fendas de filtração. Os capilares que formam os glomérulos são semelhantes a outros capilares, consistindo de endotélio que forma uma parede única de células pavimentosas; a única diferença está na presença de vários pequenos poros (600 a 900 Å de diâmetro) que perfuram as células endoteliais. Devido a esses poros, o endotélio dos glomérulos é conhecido como *endotélio fenestrado* (*fenestra* = janela). A *barreira de filtração* que separa o sangue (nos capilares do glomérulo) do espaço existente na cápsula do glomérulo (**espaço capsular**) consiste somente de (1) endotélio fenestrado; (2) lâmina basal; e (3) membrana fenilhada que cobre as fendas de filtração (Fig. 21-8). Conseqüentemente, mais substâncias são capazes de atravessar a barreira, e o corpúsculo renal é o local onde a maioria das substâncias deixa o sangue e penetra no néfron. Todavia, nem todas as moléculas conseguem atravessar a barreira de filtração. Os poros endoteliais restringem a passagem de células sanguíneas e moléculas maiores que 160 Å de diâmetro, e as membranas basal e fenilhada atuam como barreiras para as moléculas menores, permitindo somente a passagem daquelas moléculas menores que as proteínas plasmáticas (70 Å de diâmetro). Como resultado, o *filtrado glomerular* que penetra na cápsula glomerular inclui a maioria das substâncias presentes no plasma sanguíneo, exceto as células do sangue e as proteínas plasmáticas (Fig. 21-9). A composição do filtrado é semelhante àquela do líquido intersticial. Do outro lado da cápsula do glomérulo cada néfron forma um túbulo com várias curvaturas, cuja luz é contínua com o espaço capsular. Essa região do néfron é conhecida como **túbulo contorcido proximal**

F 21-8

F 21-9

**Figura 21-9**

(a) Estrutura de um capilar glomerular com um podócito envolvendo-o. (b) Restrições impostas pelas várias camadas da barreira de filtração.

F 21-10**F 21-10**

devido à sua localização no córtex, próximo à cápsula, e se apresenta formado por várias alças (Fig. 21-10). A parede de cada túbulo contorcido proximal consiste de uma camada única de células cuboidais ou piramidais espessas. A face livre dessas células voltada para a luz do túbulo apresenta inúmeros microvilos. Após os túbulos contorcidos proximais, o néfron apresenta uma porção reta que então forma a **alça dos néfrons** (alça de Henle) (Fig. 21-10) que se dirige para a pirâmide localizada na medula renal. As alças dos glomérulos justamedulares são maiores que as dos glomérulos corticais. Por esta razão, as alças dos néfrons justamedulares se projetam mais profundamente na medula do que as alças dos néfrons situados mais superficialmente no córtex. A porção de cada túbulo que se dirige para a alça do néfron é denominada **parte reta do túbulo proximal** ou **ramo descendente**. Devido ao fato de o epitélio da parede do túbulo mudar para delgadas células pavimentosas no ramo descendente, essa região também é conhecida como **segmento delgado** da alça do néfron. Depois da alça, encontra-se um túbulo reto denominado **parte reta do túbulo distal** ou **ramo ascendente** da alça do néfron que sai da medula e retorna ao córtex. A parede do ramo ascendente está formada principalmente por células cuboidais e é desta maneira também conhecido como **segmento espesso** da alça do néfron.

Após o ramo ascendente, cada néfron se torna novamente bastante espiralado, formando o **túbulo contorcido distal**, cuja parede é constituída por células cuboidais. O túbulo distal toma contato com o vaso sanguíneo (a **arteríola aferente**) que penetra no glomérulo, e neste ponto de contato, tanto as células do vaso como as do túbulo se modificam. Entre as células musculares lisas da túnica média da arteríola aferente existem células que apresentam grânulos proeminentes em seu citoplasma. Essas células são denominadas **células justaglomerulares**. Onde o túbulo contorcido distal toma contato com as células justaglomerulares, existe uma concentração de núcleos e as células aparecem maiores que em outras partes do túbulo contorcido distal. Essa região é a **mácula densa**.

As células justaglomerulares mais a mácula densa formam uma estrutura denominada **complexo justaglomerular** ou **aparelho justaglomerular** (Fig. 21-10). As células justaglomerulares são consideradas secretoras de uma enzima (**renina**) que responde à pressão sanguínea baixa. Através de seu efeito sobre a angiotensina, uma proteína plasmática, a renina determina a constrição

F 21-10

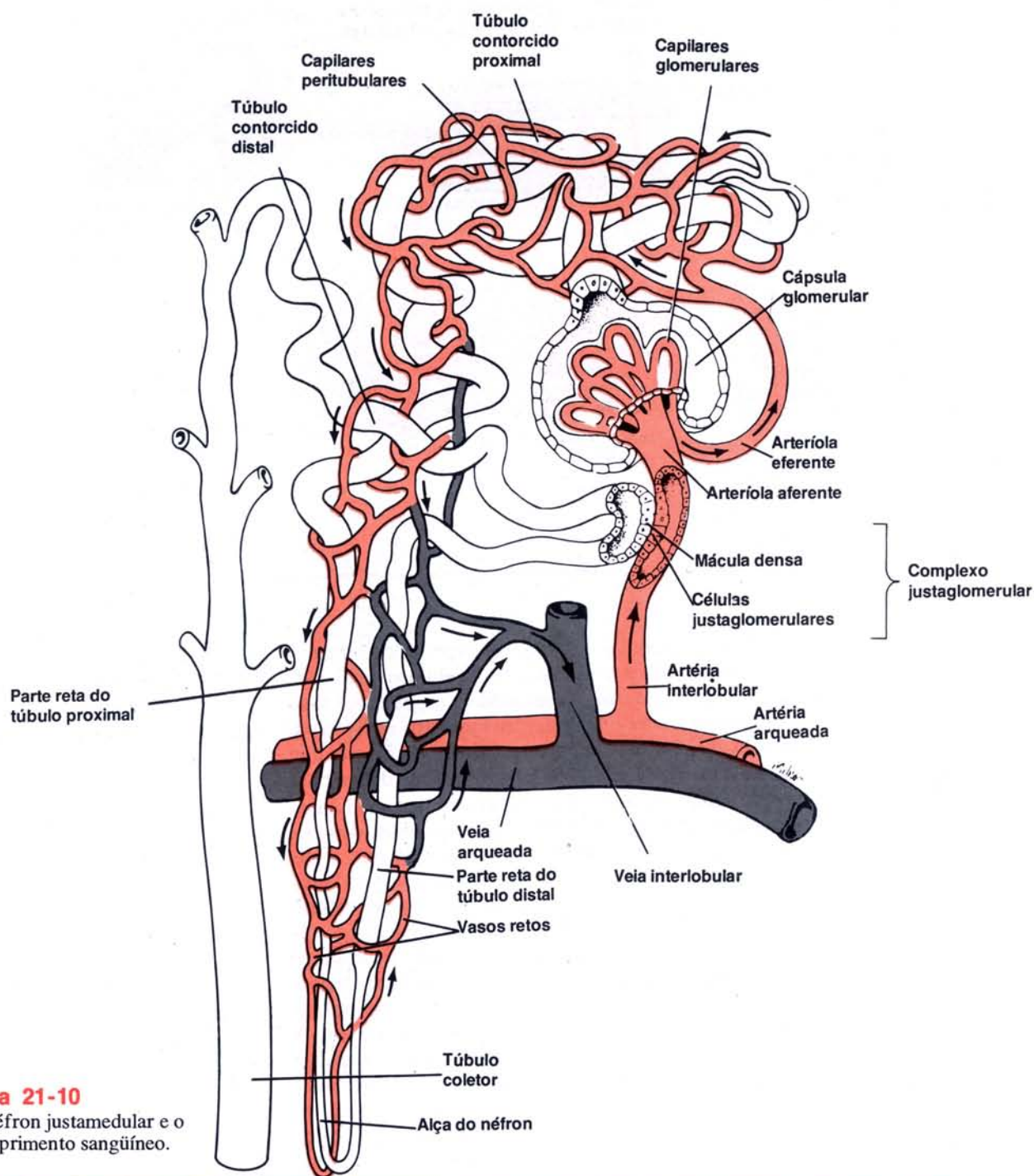
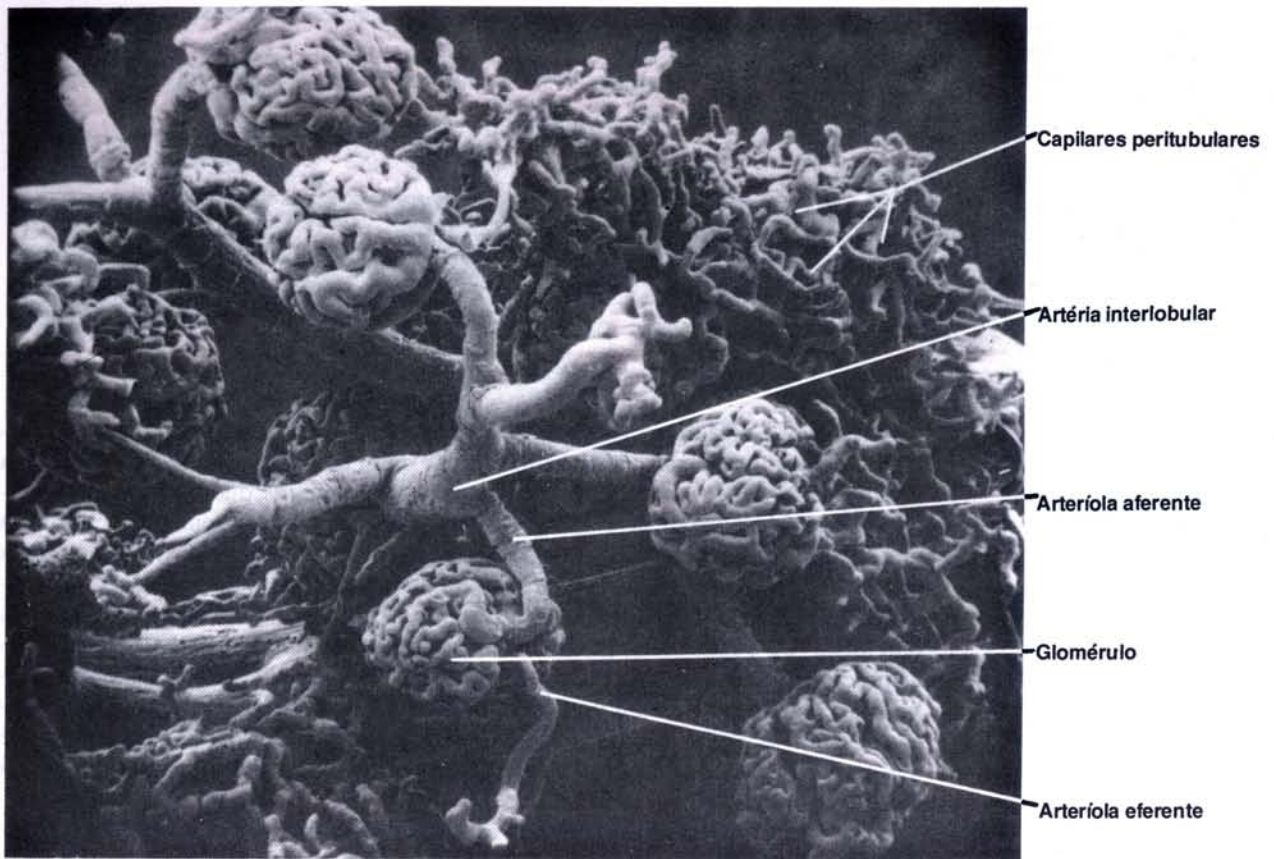


Figura 21-10

Um néfron justamedular e o seu suprimento sanguíneo.

das arteríolas e promove a liberação do hormônio aldosterona do córtex da glândula supra-renal. A aldosterona atua sobre os túbulos do rim, determinando uma maior reabsorção de sódio, que por sua vez determinam uma maior reabsorção de água. Essa reabsorção de água aumenta o volume do sangue. Como consequência tanto da constrição das arteríolas como do aumento do volume sanguíneo, a renina indiretamente eleva a pressão do sangue no rim. Essa pressão elevada no rim desempenha um importante papel no funcionamento do órgão, uma vez que a pressão sanguínea no glomérulo deve ser mantida em um nível bastante elevado para que ocorra a filtração de substâncias para o interior da cápsula do glomérulo. Os túbulos contorcidos distais de vários néfrons desembocam em um **túbulo coletor** comum que transporta a urina para o interior



da pirâmide renal. Cerca de 10 a 25 túbulos coletores se abrem na papila de cada pirâmide e desembocam em um cálice renal menor. As células que constituem as paredes dos túbulos coletores variam de cuboidal para cilíndrica.

Vasos Sanguíneos do Rim

A importância da relação entre os rins e o sistema vascular sanguíneo se torna evidente quando se considera as dimensões das **artérias renais**. Tem sido estimado que, em repouso, esses vasos transportam para os rins cerca de 20% do rendimento cardíaco total. Em adultos jovens, aproximadamente 1.100 ml de sangue passa pelos rins a cada minuto. Uma quantidade muito pequena desse volume é utilizado para suprir as necessidades nutritivas dos rins. Certamente, o grande fluxo sanguíneo está relacionado ao fato de que os rins podem manter a homeostase do sangue somente se uma considerável quantidade de sangue passar por eles.

Logo após penetrar no hilo renal, a artéria renal se divide em ramos dorsais e ventrais que passam posterior e anteriormente à pelve renal (Fig. 21-4). Esses vasos transitam entre as pirâmides e através das colunas renais como **artérias interlobares**. Na base das pirâmides, que representa a junção entre a medula e o córtex, as artérias interlobares formam ramos arqueados que seguem paralelos à superfície dos rins. Esses vasos são as **artérias arqueadas**. Em intervalos, as artérias arqueadas dão origem às pequenas **artérias interlobulares** que correm através do córtex em direção à superfície do rim. Estas artérias se dividem em várias **arteríolas aferentes**, cada uma delas irrigando um corpúsculo renal e formando uma rede capilar denominada **glomérulo** (Fig. 21-1). Como mencionado anteriormente, é ao nível do glomérulo que o sangue entra em íntimo

Micrografia eletrônica de varredura dos vasos sanguíneos relacionados com o glomérulo (x 206). (De *Tissues and Organs: A Text-Atlas of Scanning Electron Microscopy* por Richard G. Kessel e Randy H. Kardon. W.H. Freeman and Company. Copyright © 1979.)

F 21-4

F 21-1

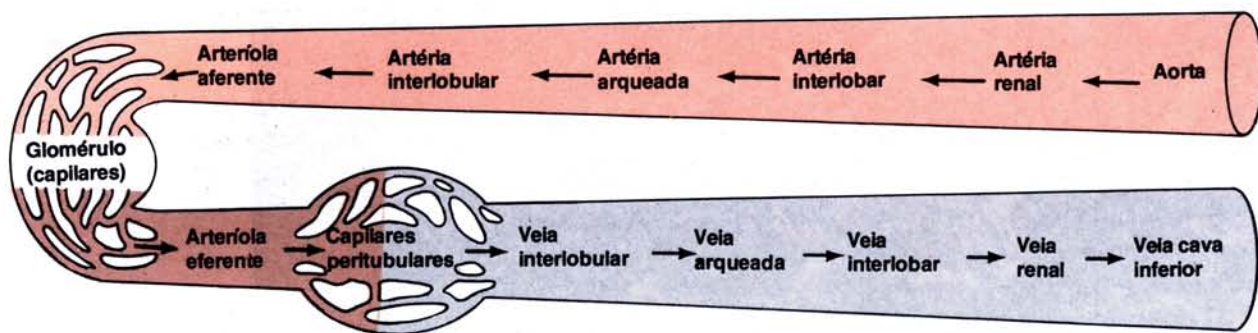


Figura 21-12

Resumo da corrente sanguínea através do rim.

F 21-10

contato com as células da cápsula do glomérulo, e o filtrado glomerular é formado. O sangue deixa o glomérulo através da **arteriola eferente** que abandona o corpúsculo renal e se divide em uma rede de capilares que circunda os túbulos contorcidos proximal e distal. Esses capilares são denominados **capilares peritubulares** (Fig. 21-10), que também envolvem as alças do néfron. Vasos de parede delgada conhecidos como **arteríolas retas** se estendem desde as arteríolas eferentes dos néfrons justamedulares para irrigar suas alças e os túbulos coletores. Os vasos retos possuem uma ação muito importante na formação da urina concentrada. Os capilares peritubulares convergem para as **veias interlobulares**, que desembocam nas **veias arqueadas** e **veias interlobares** que confluem para as **veias renais**. As veias seguem o padrão geral das artérias de mesmo nome. A circulação do sangue através do rim está resumida na Figura 21-12.

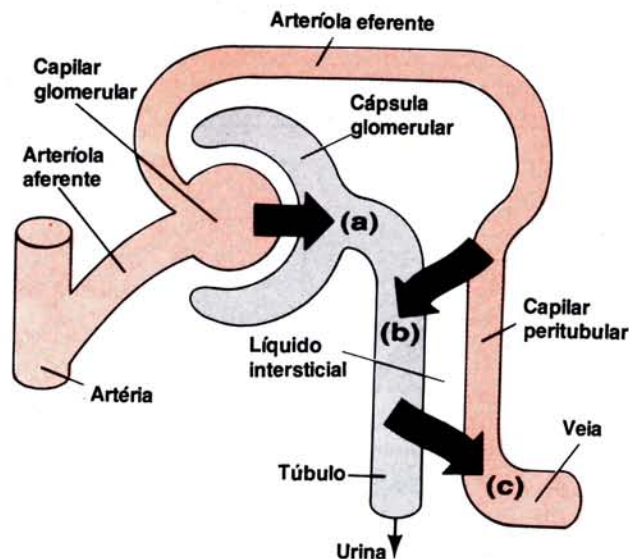
F 21-12

Há vários aspectos importantes e singulares no que se refere ao fluxo sanguíneo através do rim. À medida que o sangue corre pelo interior do órgão, ele flui por duas séries sequenciais de leitos capilares – os capilares glomerulares e os capilares peritubulares. O rim é um dos poucos locais do corpo onde ocorre esse tipo de arranjo. Normalmente, quando o sangue deixa os capilares, ele penetra nas vênulas; nos rins, porém, as arteríolas transportam o sangue do primeiro leito capilar (glomerular) para o segundo leito, o dos capilares peritubulares. A presença de arteríolas chegando e saindo do glomérulo possui um grande significado funcional. Como todas as arteríolas, esses vasos apresentam musculatura lisa em suas paredes que permite a sua constrição ou dilatação em resposta a vários tipos de estímulo. Desta forma, torna-se possível a manutenção de uma pressão sanguínea relativamente constante no interior do glomérulo mesmo que ocorra flutuações na pressão sistêmica. Essa pressão constante do sangue contribui para um funcionamento eficiente do rim mesmo que ocorram variações nas condições da pressão sistêmica.

FISIOLOGIA RENAL

F 21-13

As atividades excretora e reguladora dos rins dependem em grande parte de um funcionamento eficiente dos glomérulos e dos túbulos renais (néfrons e túbulos coletores). Os glomérulos e os túbulos renais participam de diversas atividades, incluindo a **filtração glomerular**, **reabsorção tubular** e **secreção tubular** (Fig. 21-13). Como o sangue circula através dos rins, uma quantidade de plasma é **filtrada** para fora do sistema vascular através do endotélio fenestrado, lâmina basal e membranas fendilhadas, para o interior da cápsula do glomérulo dos túbulos renais. Esse processo, que está relacionado principalmente à pressão do sangue no interior do glomérulo, não é muito seletivo, e alguns dos componentes do plasma – exceto as grandes moléculas protéicas – podem penetrar nos túbulos renais. Como o filtrado circula ao longo dos túbulos, a água, os eletrólitos, a glicose, os aminoácidos, e outras substâncias necessárias ao organismo são **reabsorvidas** e retornam ao sangue por processos ativos e passivos. Além disso, substâncias no sangue dos capilares peritubulares e vasos retos que estavam impossibilitadas de atravessar a barreira de filtração podem ser **secretadas** para o interior dos túbulos. Os processos de reabsorção e secreção

**Figura 21-13**

As substâncias podem penetrar nos túbulos renais (a) por filtração dos capilares glomerulares para o interior da cápsula ou (b) por secreção para o interior dos túbulos, através dos capilares peritubulares. As substâncias podem deixar os túbulos e penetrar no líquido intersticial e retornar para o sangue através da (c) reabsorção tubular.

são seletivos, e mecanismos hormonais tornam os rins capazes de exercer um alto grau de controle sobre a quantidade de várias substâncias – especialmente água e eletrólitos – que são reabsorvidas no sangue ou secretadas para o líquido tubular.

Quando a reabsorção e a secreção são completados, o líquido remanescente nos túbulos renais é transportado para outros componentes do sistema urinário para ser excretado como urina. Desta forma, a urina consiste de água e substâncias que foram filtradas ou secretadas para os túbulos renais, mas não reabsorvidas. Como resultado da filtração, reabsorção e secreção, os túbulos renais mantêm a composição, volume e pH do plasma sanguíneo em limites estreitos. Através de seus efeitos no plasma, os túbulos renais também regulam a composição, volume e pH dos líquidos teciduais.

URETERES

A urina goteja dos túbulos coletores no ápice das papilas e penetra nos cálices menores. Estes confluem para os cálices maiores, que por sua vez confluem para a pelve renal. Desta, a urina é transportada para a bexiga urinária através dos **ureteres**, um para cada rim (Fig. 21-14).

Os ureteres ao descerem entre o peritônio parietal e a parede da cavidade pélvica, se dirigem medialmente e penetram nas faces posterolaterais da bexiga urinária. Antes de se abrirem na bexiga, os ureteres transitam obliquamente por suas paredes. Como consequência, a contração da musculatura da bexiga pode comprimir os ureteres e prevenir o refluxo de urina da bexiga para o ureter. Isto ocorre durante o enchimento da bexiga. Como resultado, os músculos das paredes da bexiga atuam como esfíncteres sobre os ureteres. Pregas da mucosa da bexiga semelhantes a válvulas se formam ao redor dos óstios dos ureteres e auxiliam na prevenção do refluxo de urina durante a micção.

As paredes dos ureteres estão formadas por 3 camadas: a camada interna, *camada mucosa*; a média, *camada muscular*; e a externa, *camada fibrosa*. A mucosa apresenta uma camada superficial formada por epitélio de transição, que também é típico da bexiga urinária e da uretra. A camada muscular é capaz de realizar movimentos peristálticos, impelindo desta forma a urina em direção à bexiga.

BEXIGA URINÁRIA

F 21-14

A **bexiga urinária** é um órgão muscular cavitário utilizado no armazenamento

FRONTEIRAS EM SAÚDE

Nova Cirurgia para Pedras nos Rins

As pedras nos rins são uma das várias enfermidades dolorosas que afligem os seres humanos. A severa e frequentemente cruciante dor percorre a parte posterior e lateral da porção inferior do abdome com tamanha intensidade que mesmo os sedativos mais potentes são algumas vezes ineficientes. Um em cada 10 homens e uma em cada 40 mulheres têm requerido atenção médica devido ao problema de pedra nos rins. Centenas de milhares de americanos dão entrada nos hospitais para tratamento de cálculos renais a cada ano. Felizmente para a maioria dos casos, a cirurgia não se torna necessária: os cálculos conseguem passar pelo trato urinário e são excretados na urina. Mas, para cerca de 20.000 a 50.000 pessoas a cada ano, a cirurgia para a remoção das pedras é a única maneira de se eliminar o mal.

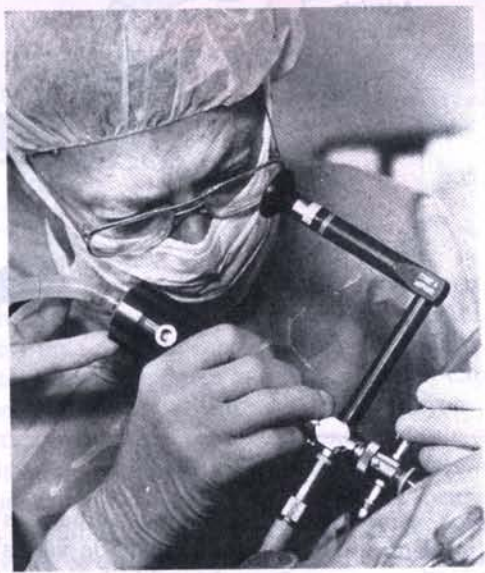
Até recentemente, a cirurgia dos rins era o principal procedimento, e a recuperação era lenta e dolorosa. Uma incisão de 6 a 8 polegadas na parte lateral do abdome era necessária para permitir aos cirurgiões remover as pedras, e a estadia de 10 dias em um hospital era freqüente. Após deixar o hospital, outras 8 semanas de recuperação em casa eram necessárias antes que o paciente pudesse voltar às suas atividades normais.

Graças a pesquisas que se iniciaram na Alemanha, vários pacientes podem agora se levantar e caminhar no dia seguinte à cirurgia e podem voltar a trabalhar em uma semana. O único sinal visível de uma cirurgia é uma cicatriz de 1/4 de polegada. Ao invés de se proceder a uma ampla incisão a fim de se expor o rim, os cirurgiões utilizam um pequeno tubo metálico denominado nefroscópio, que é inserido no interior da cavidade abdominal através de uma minúscula incisão na parede lateral do abdome e, com o auxílio de fibra óptica, conduzido pelo interior do rim, através do qual se torna possível observar o trato urinário superior. Após a localização da pedra, o cirurgião a aspira, se ela for de pequeno tamanho. Para pedras maiores, um minúsculo pegador em forma de cesta é introduzido através do nefroscópio. A pedra é captada nas garras desse aparelho e esmagada. A pedra assim triturada pode então ser aspirada através do nefroscópio. Para pedras ainda maiores, contudo, um novo método denominado litotripsia é freqüentemente utilizado.

O Dr. Alken e colegas da University of Mainz Medical School em Mainz na Alemanha, foram os primeiros a utilizar esse método para pulverizar as pedras nos rins ao invés de removê-las. Essa técnica foi introduzida nos EUA em 1981, e é utilizada rotineiramente em vários centros médicos.

Essa é uma das várias novas técnicas médicas que utilizam o ultra-som – ondas sonoras de freqüência muito alta imperceptíveis ao ouvido humano. Para desintegrar os cálculos renais, os cirurgiões dirigem uma sonda de ultra-som através do nefroscópio que é então colocada em contato com o rim e ligada. As vibrações ultra-sônicas determinam a quebra da dura “casca” da pedra, e o remanescente dela se desintegra. Os fragmentos são aspirados por um aspirador a vácuo.

As experiências clínicas com a litotripsia têm sido bastante encorajadoras. Um artigo de 1984 na revista médica *Radiology* relatou que os cirurgiões têm obtido muito sucesso removendo todos os fragmentos de cálculos renais em 805 dos pacientes na primeira intervenção; os casos remanescentes necessitam de uma segunda tentativa. O nível de sucesso tem sido de 97%.

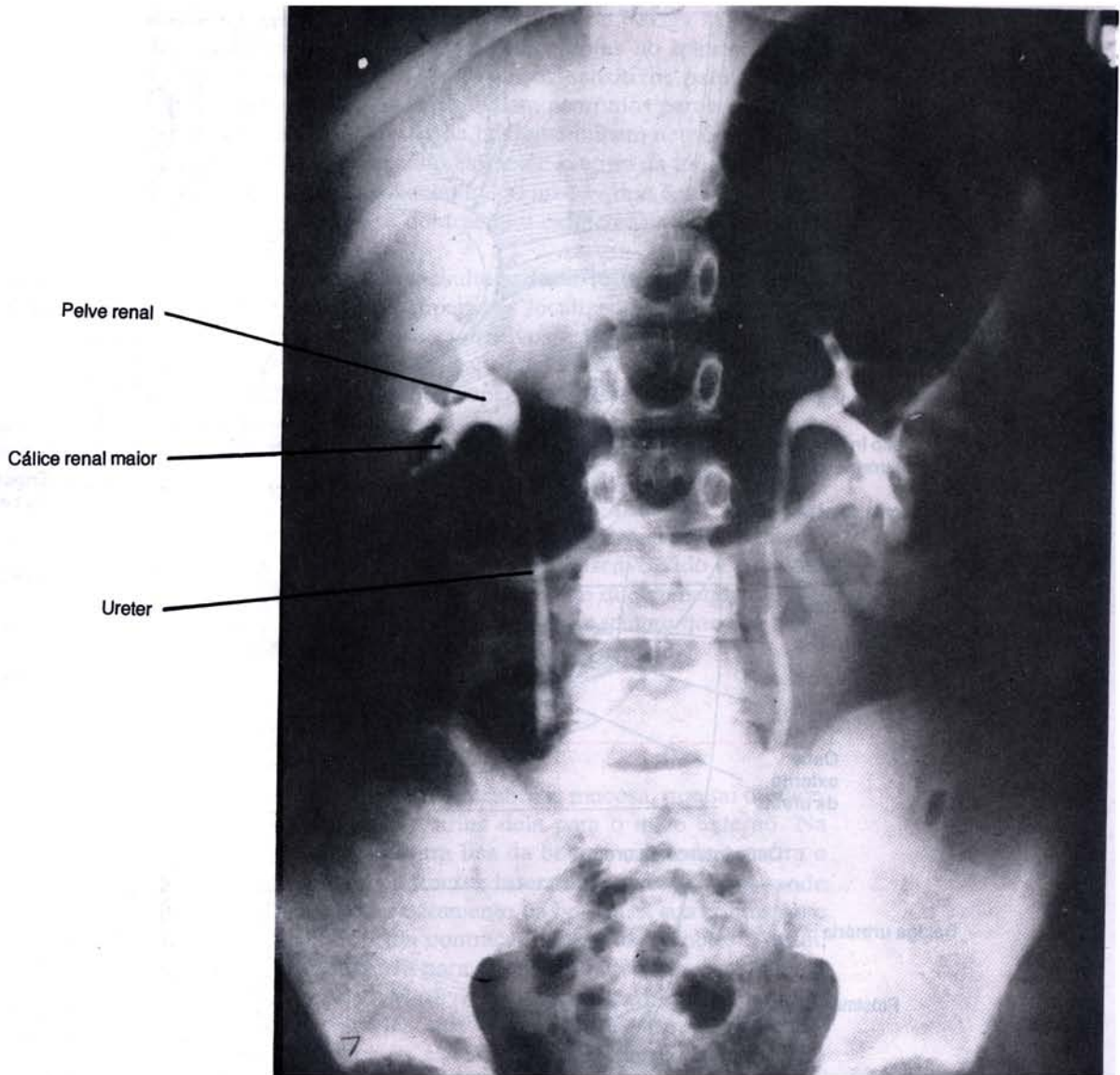


Cirurgião utilizando ultra-som através de um nefroscópio, para desintegrar cálculos renais.

Muito embora as complicações para essa técnica sejam mais ou menos as mesmas que para a cirurgia convencional dos rins, a litotripsia apresenta várias vantagens para o paciente. O desconforto e a dor são drasticamente reduzidos, e o tempo de recuperação e despesas médicas são reduzidas a uma fração do que seriam antes da introdução desta técnica.

Como a litotripsia tem sido um sucesso, os pesquisadores alemães continuam a procurar novas maneiras de se remover os cálculos renais. Um novo método está sendo trabalhado no momento, que poderá algum dia substituir a litotripsia. Imagine uma técnica que não necessite cirurgia. Um paciente com cálculos renais é ligeiramente sedado através de uma anestesia local, e colocado em uma banheira com água quente. Perfeitamente instalado, ele pode ouvir sua música favorita enquanto as ondas ultra-sônicas, direcionadas para o cálculo renal, atravessam sua pele e quebram a pedra alojada em seu rim. Quando o processo se completa, ele retorna para sua casa e elimina os pequenos fragmentos através da urina.

Uma fantasia? Pelo menos 1.000 alemães foram tratados com a técnica ora descrita e estão agora livres de suas dolorosas pedras. Seis centros médicos dos Estados Unidos começaram a testar a técnica no verão de 1984, e embora os estudos não sejam completos, os resultados iniciais são bastante promissores. Todavia, apesar de uma média relevante de sucesso e somente um mínimo de efeitos colaterais, essa nova técnica não pode ser utilizada por qualquer um. O custo do aparelho, em torno de US\$ 2 milhões, só é acessível aos grandes centros médicos que possuem recursos para isso.



de urina (Fig. 21-15). A bexiga está situada no assoalho da cavidade da pelve; como outras estruturas do sistema urinário, ela também é um órgão retroperitoneal. A face anterior da bexiga está localizada atrás da sínfise púbica; nos homens, sua situação é anterior ao reto, e nas mulheres, está situada anteriormente ao útero e à porção superior da vagina. Quando está cheia, a bexiga apresenta uma forma esférica; mas quando vazia, seu formato se assemelha a uma pirâmide invertida.

A bexiga urinária, como os ureteres, está forrada por uma membrana mucosa de epitélio de transição. Recobrendo esse epitélio aparece uma túnica que consiste de três camadas de musculatura lisa, uma longitudinal interna e uma longitudinal externa, em ambas as faces de uma bem desenvolvida camada circular. Na maior parte da bexiga, a membrana mucosa se encontra frouxamente aderida à camada muscular subjacente, e aparece pregueada quando a bexiga está contraída. Todavia, a abertura da uretra anteriormente e as aberturas dos dois ureteres lateralmente, demarcam uma região triangular na qual a mucosa se encontra fortemente aderida à camada muscular e se apresenta sempre lisa. Essa região lisa e triangular é denominada **trígono** da bexiga.

A bexiga pode conter 600 a 800 ml de urina, mas ela geralmente se enche antes

Figura 21-14

F 21-15

Raio X das vias urinárias através de pielografia retrógrada. As metades inferiores dos ureteres não são visíveis, uma vez que elas não apresentam meio de contraste em seu interior.

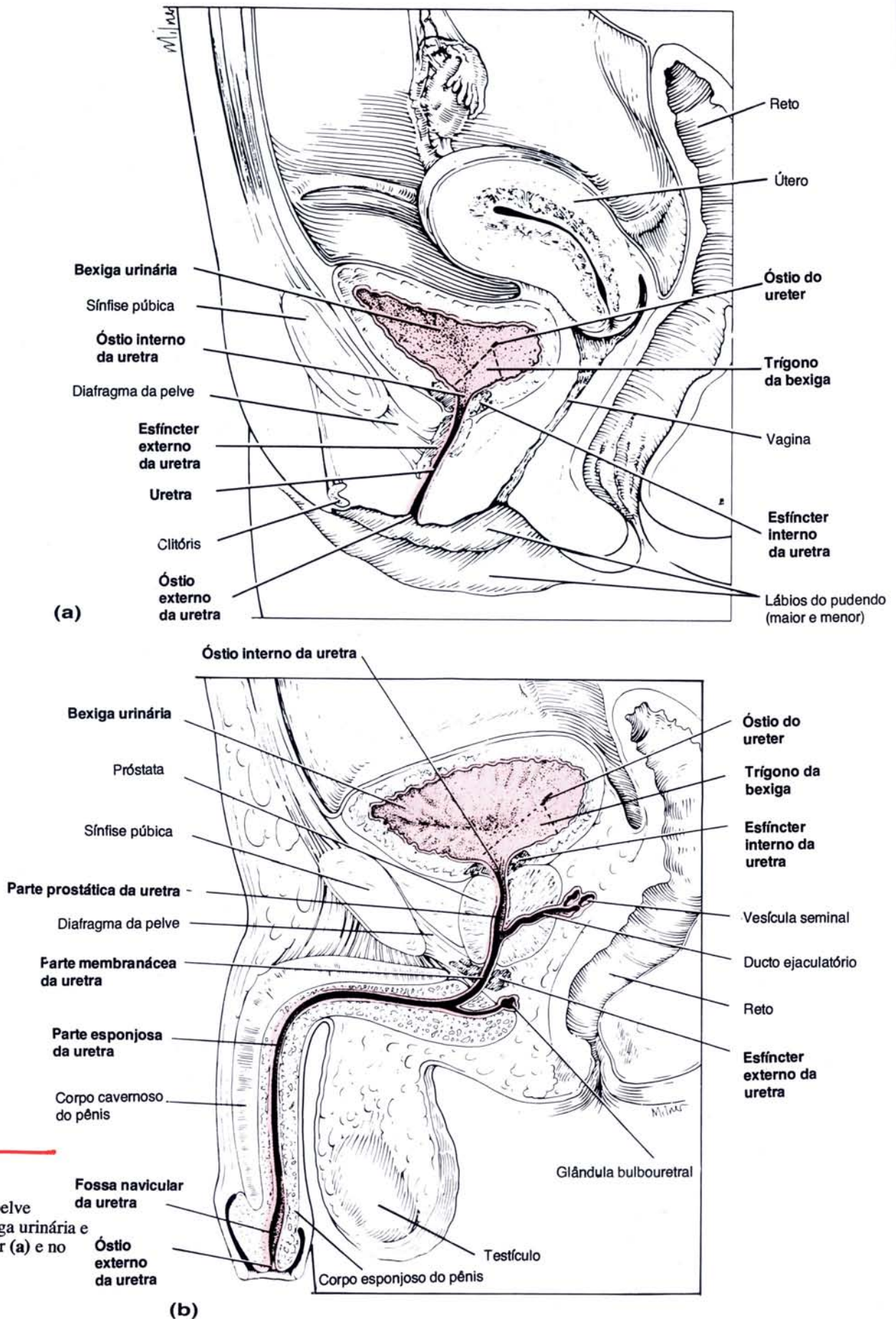


Figura 21-15

Corte sagital da pelve mostrando a bexiga urinária e a uretra na mulher (a) e no homem (b).

que atinja a plenitude de sua capacidade. À medida que a bexiga se enche de urina, suas paredes são distendidas, estimulando receptores no interior dessas paredes a transmitir números crescentes de impulsos sensitivos para a região sacral da medula espinal. Esses impulsos estimulam neurônios parassimpáticos que inervam a musculatura lisa das paredes da bexiga e inibem neurônios motores somáticos que se dirigem para o músculo esfíncter externo da uretra. Como conseqüência, quando aproximadamente 300 ml de urina é acumulado na bexiga, os músculos de suas paredes se contraem, o esfíncter externo da uretra se relaxa, e a bexiga se esvazia (*micção*).

Embora a micção seja essencialmente o resultado de um reflexo espinal local, ela é influenciada por centros nervosos superiores localizados no tronco encefálico e no córtex do cérebro. Como impulsos sensitivos estão sendo transmitidos para a medula espinal a partir de receptores nas paredes da bexiga, alguns impulsos também são enviados para os centros superiores. Esses impulsos podem transmitir uma sensação de plenitude da bexiga urinária e desencadear a necessidade de urinar. Além disso, impulsos enviados pelo encéfalo podem facilitar ou inibir esse reflexo de esvaziamento da bexiga, e com algum treino, é possível se adquirir um alto grau de controle voluntário sobre a micção. Como resultado, a micção pode ser voluntariamente induzida ou transferida para um momento oportuno. Todavia, até que o controle esteja desenvolvido e o treinamento se complete, a resposta reflexa é o fator dominante que comanda o esvaziamento da bexiga urinária. Uma criança, portanto, urina sempre que sua bexiga se encontre suficientemente cheia para ativar o reflexo espinal.

URETRA

A **uretra** é um tubo muscular, forrado por membrana mucosa, que sai da face inferior da bexiga urinária e transporta a urina dela para o meio externo. Na junção da uretra com a bexiga, a musculatura lisa da bexiga circunda a uretra e atua como um esfíncter – denominado **esfíncter interno da uretra** – que tende a manter a uretra fechada. Durante o esvaziamento da bexiga, a sua contração e as mudanças de sua forma resultantes da contração, abrem o esfíncter. Assim, nenhum mecanismo especial é necessário para que o esfíncter se relaxe. Como a uretra atravessa o assoalho da pelve (**diafragma urogenital**), ela é circundada por musculatura estriada esquelética que forma o seu **esfíncter externo**. Quando contraído, o esfíncter – que se encontra sob o controle da vontade (voluntário) – é capaz de manter a uretra fechada em oposição a fortes contrações da bexiga.

No sexo feminino, a uretra é curta (aproximadamente 4 cm) e se situa anteriormente à vagina (Fig. 21-15) abrindo-se no exterior através do **óstio externo da uretra**, que se localiza entre o clitóris e o óstio da vagina.

F 21-15a

A uretra masculina possui cerca de 20 cm de comprimento e se dirige ao óstio externo da uretra, localizado no ápice do pênis (Fig. 21-15b). Ela é dividida em três porções – *parte prostática*, *parte membranácea* e *parte esponjosa* – que são denominadas de acordo com as regiões que atravessam. A **parte prostática da uretra** atravessa a próstata e recebe os ductos ejaculatórios, que transportam o esperma, e passam por sua parede posterior. Após o local da junção com os ductos ejaculatórios, a uretra masculina é usada para reprodução, bem como para o transporte de urina. A curta porção da uretra que atravessa o diafragma urogenital é denominada **parte membranácea da uretra**. A **parte esponjosa da uretra** é a porção mais longa, se estendendo desde a parte inferior do diafragma da pelve até o **óstio externo da uretra**, situado na glândula do pênis. No interior da glândula, a uretra se dilata formando uma pequena câmara, a **fossa navicular da uretra**. A uma curta distância do diafragma da pelve, a parte esponjosa da uretra recebe os ductos das glândulas bulbouretrais do sistema reprodutor. No pênis, a uretra atravessa o **corpo esponjoso do pênis**, uma das três colunas de tecido erétil que formam o órgão.

F 21-15b

Quadro 21-1**Rim Artificial**

Uma vez que a atividade renal é necessária para a sobrevivência, as doenças que acometem o órgão podem ser fatais. O desenvolvimento de um rim artificial, contudo, tem diminuído enormemente um grande número de problemas que acarretam uma patologia renal. O rim artificial emprega o princípio da diálise para realizar a remoção de resíduos do sangue. A diálise envolve a separação de moléculas de diferentes tamanhos que passam da solução onde se encontram, através de uma membrana semipermeável.

No rim artificial, o sangue do paciente é conduzido através de uma tubulação de diálise que permite a livre passagem entre suas paredes, de uréia, eletrólitos e outras pequenas moléculas, e impede a passagem de moléculas de proteína. Os tubos de diálise são imersos em uma solução contendo várias substâncias. Se a uréia ou alguma outra pequena molécula se



Unidade de diálise de um rim artificial. O sangue entra e sai da unidade através das aberturas nas extremidades. A solução de diálise entra e sai, através das duas aberturas laterais da unidade.

encontra no sangue mas não na solução, ela se difunde do interior do tubo de diálise para a solução e desta forma é retirada do sangue. Se uma substância específica de baixo peso molecular está presente na solução na mesma concentração que no sangue, ela então se difunde tanto para dentro como para fora do tubo, não ocorrendo

perda de substâncias do sangue. Controlando desta maneira a composição e a concentração de substâncias, a solução atua na regulação da quantidade de substâncias que deixam o sangue por difusão através dos tubos de diálise. Desta forma, resíduos são removidos do sangue, enquanto constituintes necessários são mantidos.

CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA:**O Sistema Urinário****Patologias Relacionadas à Pressão**

Os fatores que descontrolam as relações de pressão determinando padrões de filtração glomerular podem interferir no funcionamento normal do rim.

Hipertrofia da Próstata

Nos indivíduos do sexo masculino, não é incomum a hipertrofia da próstata que, atravessada pela uretra e situada abaixo da bexiga, pode comprimir a uretra e dificultar a saída da urina da bexiga. Como a urina se acumula no interior da bexiga, a pressão aumenta. Se a pressão aumenta bastante, ela determina um refluxo de urina para os ureteres, que produz uma dilatação da pelve renal e dos cálices e leva a um aumento de pressão no interior da cápsula do glomérulo. O aumento da pressão capsular reduz o padrão de filtração glomerular e interfere desta forma na regulação dos líquidos do corpo pelos rins.

Pressão Arterial Baixa

Mudanças na pressão arterial associadas com colapso cardíaco, hemorragia, choque, podem determinar colapso

renal. Em todas essas condições, há uma queda na pressão sangüínea que reduz a capacidade dos rins em formar o filtrado glomerular. Além disso, uma queda substancial da pressão pode ativar reflexos envolvidos na manutenção da pressão normal no interior das principais artérias do corpo. Esses reflexos determinam a constrição das arteríolas aferentes dos rins, que ajudam na elevação da pressão geral do corpo mas diminui a pressão sangüínea no interior do glomérulo e por conseguinte reduz a formação do filtrado glomerular. A redução na formação do filtrado diminui a capacidade de o rim excretar resíduos e regular a composição dos líquidos do corpo.

Glomerulonefrite

A *glomerulonefrite* é uma condição inflamatória que afeta principalmente os glomérulos, embora ocorra uma lesão secundária em partes do néfron. Ela é frequentemente ocasionada por uma infecção por estreptococos, sem contudo invadirem o parênquima renal. A glomerulonefrite parece ser uma reação alérgica (antígeno-anticorpo) a toxinas produzidas por determinadas bactérias provenientes de infecções em outras regiões do corpo, tais como uma

endocardite ou uma infecção na garganta. Na fase aguda, os glomérulos estão tão inflamados e intumescidos que permitem a passagem de eritrócitos e grande quantidade de proteínas plasmáticas para o filtrado glomerular. A infecção pode se tornar crônica, e muitos dos glomérulos e túbulos renais podem ser substituídos por tecido fibroso. A glomerulonefrite crônica pode levar a um aumento da pressão sangüínea e à falência renal a menos que um transplante de rim seja efetuado ou um rim artificial seja utilizado. A glomerulonefrite crônica geralmente resulta em morte; todavia, a maioria dos indivíduos atacados pela doença apresentam novamente uma função normal dos rins em poucos meses.

Pielonefrite

A *pielonefrite* é uma infecção bacteriana da pelve renal e do tecido circunjacente ao rim. Ao contrário da glomerulonefrite, as bactérias na pielonefrite estão presentes no parênquima do órgão. As bactérias atingem o rim a partir de outros locais de infecção através da corrente circulatória ou linfática, ou a infecção pode provir da bexiga, subindo pelos ureteres. Na pielonefrite o rim pode tornar-se intumescido e congestionado e a pelve renal pode tornar-se inflamada e cheia de pus. Abscessos muitas vezes se desenvolvem na superfície renal. A pielonefrite geralmente responde bem ao tratamento com antibióticos. Nos casos crônicos, contudo, uma grande quantidade de tecido conjuntivo é formado no rim, e a falência renal pode ser uma das conseqüências.

Proteinúria

Em algumas doenças renais, a permeabilidade dos capilares glomerulares pode aumentar a tal ponto que permite a passagem de proteínas plasmáticas (a maioria albumina) para o interior do filtrado glomerular e que são excretadas pela urina. Essa condição é denominada *proteinúria* ou *albuminúria*. Nos casos severos, a perda de proteínas plasmáticas pode ser tamanha que a pressão osmótica do plasma decresce substancialmente. Como conseqüência, há uma tendência crescente dos líquidos deixarem os vasos sangüíneos e penetrarem nos espaços teciduais — uma condição que produz um edema (inchaço) generalizado do corpo.

Uremia

Se produtos de metabolismo (como a uréia) que são derivados do fracionamento de proteínas não são excretados, eles se acumulam no sangue e produzem uma condição conhecida como *uremia*. A uremia afeta vários sistemas do corpo, inclusive o sistema nervoso (convulsões e coma), sistema digestivo (vômitos e diarreia) e o sistema respiratório (dispnéia, ou respiração forçada).

Pedra nos Rins

As *pedras nos rins* (*cálculos renais*) se formam algumas vezes na pelve renal ou na bexiga urinária. Elas geralmente consiste de várias combinações de ácido úrico, oxalato de cálcio, fosfato de cálcio, e outras substâncias. O que determina a sua formação ainda não é conhecido. Todavia, elas parecem ter alguma relação com infecções renais, alta concentração de sais na urina, deficiência de vitamina E, e hiperparatireoidismo determinado por um tumor.

Uma pedra formada na pelve renal pode aí permanecer ou penetrar no ureter e chegar à bexiga urinária. A pedra freqüentemente determina fortes e dolorosas contrações dos ureteres quando está caminhando pelo seu interior. Ocorre uma condição mais séria quando uma pedra se aloja no ureter, obstruindo o fluxo de urina para a bexiga. Além da retenção da urina, as pedras podem determinar ulcerações na mucosa das vias urinárias, que tornam o trato urinário mais propenso à infecção.

Cistite

A *cistite* é uma infecção da bexiga urinária acompanhada por freqüente micção com sensação de ardor, e pela presença de sangue na urina. Nas formas agudas de cistite, a mucosa que reveste a bexiga torna-se intumescida com a ocorrência de alguma hemorragia. Na condição crônica, a parede da bexiga pode tornar-se espessada, e a sua capacidade reduzida.

A bexiga é geralmente bastante resistente às infecções bacterianas, mas sob determinadas condições, as bactérias se fixam na mucosa vesical, produzindo assim a cistite, que também pode ser causada por irritação química ou mecânica, como na cateterização. Nas mulheres ocorre maior incidência de cistite do que nos homens, provavelmente devido ao tamanho menor da uretra, o que torna mais fácil a entrada de bactérias em direção à bexiga, provenientes do meio externo. Não é incomum que a bactéria *E. coli* da região anal feminina infecte a uretra, como resultado de uma limpeza inadequada da área.

Efeitos do Envelhecimento nos Rins

Há um progressivo declínio na função renal, com a idade. Com 70 anos, a filtração glomerular é cerca de 50% do padrão de filtração na idade de 40 anos. O fluxo sangüíneo renal diminui de 1.100 ml por minuto na idade de 20 a 40 anos para cerca de 475 ml por minuto na idade de 80 a 89 anos. Há uma correspondente diminuição na função dos túbulos renais e na sua capacidade de concentrar o líquido tubular. Todavia, os rins mantêm a sua capacidade de regular o equilíbrio ácido-básico do corpo, muito embora ele responda mais lentamente a uma súbita e grande carga ácida.

As mudanças patológicas que freqüentemente ocorrem nos rins envelhecidos envolvem amplamente a esclerose (endurecimento) dos glomérulos e a conseqüente perda da sua capacidade funcional.

RESUMO

COMPONENTES DO SISTEMA URINÁRIO o sistema urinário está composto pelos rins, ureteres, bexiga urinária e uretra. p. 574

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DOS RINS pp. 574-576

A PARTIR DA MESODERME INTERMEDIÁRIA se desenvolvem três pares sucessivos de rins:

PRONEFRO (com o respectivo ducto pronéfrico)

MESONEFRO (com o respectivo ducto mesonéfrico)

METANEFRO forma o rim adulto.

BROTOS URETÉRICOS se desenvolvem em túbulos coletores, cálices, pelve renal e ureteres.

NÉFRONS se desenvolvem do envoltório da mesoderme intermediária que cobre o broto uretérico.

ANATOMIA DOS RINS órgãos pares, marrom-avermelhados, com formato de feijão, situados na parede posterior da cavidade abdominal; retroperitoneais pp. 576-584

CAMADAS DE REVESTIMENTO DOS RINS três camadas: *cápsula renal* (fibrosa), *cápsula adiposa* (gordura perirrenal), *fáscia renal* (de paredes duplas).

ESTRUTURA EXTERNA DO RIM o hilo renal é uma fenda medial; passagem para os vasos renais e os ureteres. A pelve renal se localiza no seio renal.

ESTRUTURA INTERNA DO RIM

1. *Córtex*: camada externa; também forma as colunas renais que se projetam em direção à medula.
2. *Medula*: formada pelas pirâmides renais.
3. *Pelve renal*: extremidade superior dilatada do ureter; formada pela união dos cálices maiores.

TÚBULOS RENAIs unidades funcionais do rim; consiste de *néfrons* e *túbulos coletores*. Cada néfron está formado por um *glomérulo* (rede paralela de capilares) e um *túbulo* (a extremidade proximal forma a cápsula do glomérulo).

CORPÚSCULO RENAL cápsula e glomérulo; local de trocas entre o sangue e o néfron.

1. Camada visceral da cápsula formada por podócitos; pedicelos separados entre si por fendas de filtração que são revestidas por membrana fendilhada.
2. Glomérulo apresenta endotélio fenestrado.

BARREIRA DE FILTRAÇÃO formada por endotélio fenestrado, membrana basal e membrana fendilhada.

TÚBULO CONTORCIDO PROXIMAL camada única de células cuboidais com microvilos.

ALÇA DO NÉFRON (DE HENLE) ramo descendente (delgado; células pavimentosas) e ramo ascendente (espesso; células cuboidais).

TÚBULO CONTORCIDO DISTAL células cuboidais; desemboca no túbulo coletor.

APARELHO JUSTAGLOMERULAR túbulo distal contacta com arteríola aferente; composto por células justaglomerulares da arteríola aferente e mácula densa do túbulo; secreta renina.

VASOS SANGÜÍNEOS DO RIM *artéria renal* proporciona fluxo sangüíneo substancial que permite ao rim manter a homeostase sangüínea. Artéria interlobar → artéria arqueada → artéria interlobular → arteríolas aferentes → glomérulo → arteríola eferente → capilares peritubulares → veia interlobular → veia arqueada → veia interlobar → veia renal.

ASPECTOS ESPECIAIS DO FLUXO SANGÜÍNEO ATRAVÉS DOS RINS

1. Dois leitos capilares: *capilares do glomérulo* e *capilares peritubulares*.

2. *Arteriolas aferentes e eferentes* mantém a pressão do sangue constante no glomérulo.

FISIOLOGIA DOS RINS túbulos renais mantêm a composição, volume e pH do sangue e líquidos teciduais através da filtração glomerular, reabsorção tubular e secreção tubular- pp. 584-585

URETERES p. 585

TRANSPORTE DE URINA da pelve renal para a bexiga urinária; retroperitoneal.

TRÊS CAMADAS

CAMADA MUCOSA epitélio de transição (interna).

CAMADA MUSCULAR contrações peristálticas (média).

CAMADA FIBROSA (externa).

BEXIGA URINÁRIA pp. 585-589

ÓRGÃO MUSCULAR CAVITÁRIO armazena urina.

1. Retroperitoneal.
2. Forrada com epitélio de transição.
3. Três camadas musculares lisas.

MICÇÃO

1. Bexiga cheia ativa reflexo espinal que determina a contração da musculatura das paredes da bexiga, resultando em micção.
2. Impulsos do encéfalo podem facilitar ou inibir o reflexo de esvaziamento da bexiga; com treinamento, pode ocorrer sob controle voluntário.

URETRA tubo muscular forrado por membrana mucosa; leva a urina da bexiga para o meio externo; envolvida por esfíncter uretral externo quando atravessa o diafragma da pelve. p. 589

NO SEXO FEMININO curta, ocorre anteriormente à vagina.

NO SEXO MASCULINO função de passagem de urina e esperma; apresenta três partes:

PARTE PROSTÁTICA atravessa a próstata.

PARTE MEMBRANÁCEA atravessa o diafragma urogenital.

PARTE ESPONJOSA atravessa o pênis.

CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA: O SISTEMA URINÁRIO pp. 590-591

PATOLOGIAS RELACIONADAS À PRESSÃO

HIPERTROFIA DA PRÓSTATA pode causar refluxo de urina que interfere na regulação da composição dos líquidos do corpo.

PRESSÃO ARTERIAL BAIXA reduz a capacidade do rim de formar o filtrado glomerular.

GLOMERULONEFRITE condição inflamatória que afeta os glomérulos; relacionada à reação alérgica para toxinas produzidas por infecção bacteriana estreptocócica em outras regiões do organismo.

PIELONEFRITE infecção bacteriana da pelve renal e tecido circujacente.

PROTEINÚRIA proteínas plasmáticas passam para a urina.

UREMIA produtos de metabolismo, incluindo uréia, se acumulam no sangue devido à excreção ineficiente.

PEDRAS NOS RINS (CÁLCULOS RENAIIS) formadas na pelve renal ou bexiga urinária através da combinação de ácido úrico, oxalato de cálcio e fosfato de cálcio; pode determinar a retenção de urina, dor e infecção devido ao bloqueio dos ureteres e ulceração da mucosa do trato urinário.

CISTITE inflamação da bexiga urinária que produz frequente micção com sensação de ardor e sangue na urina; mais comum nas mulheres, provavelmente devido ao tamanho menor da uretra.

EFEITOS DO ENVELHECIMENTO SOBRE OS RINS

1. Declínio progressivo da função: diminuição no padrão de filtração glomerular; diminuição do fluxo sanguíneo renal; diminuição da função do túbulo renal.
2. Regulação do equilíbrio ácido básico: capacidade mantida nos rins senis.
3. Mudanças patológicas: esclerose dos glomérulos.