

Sistema Urinário

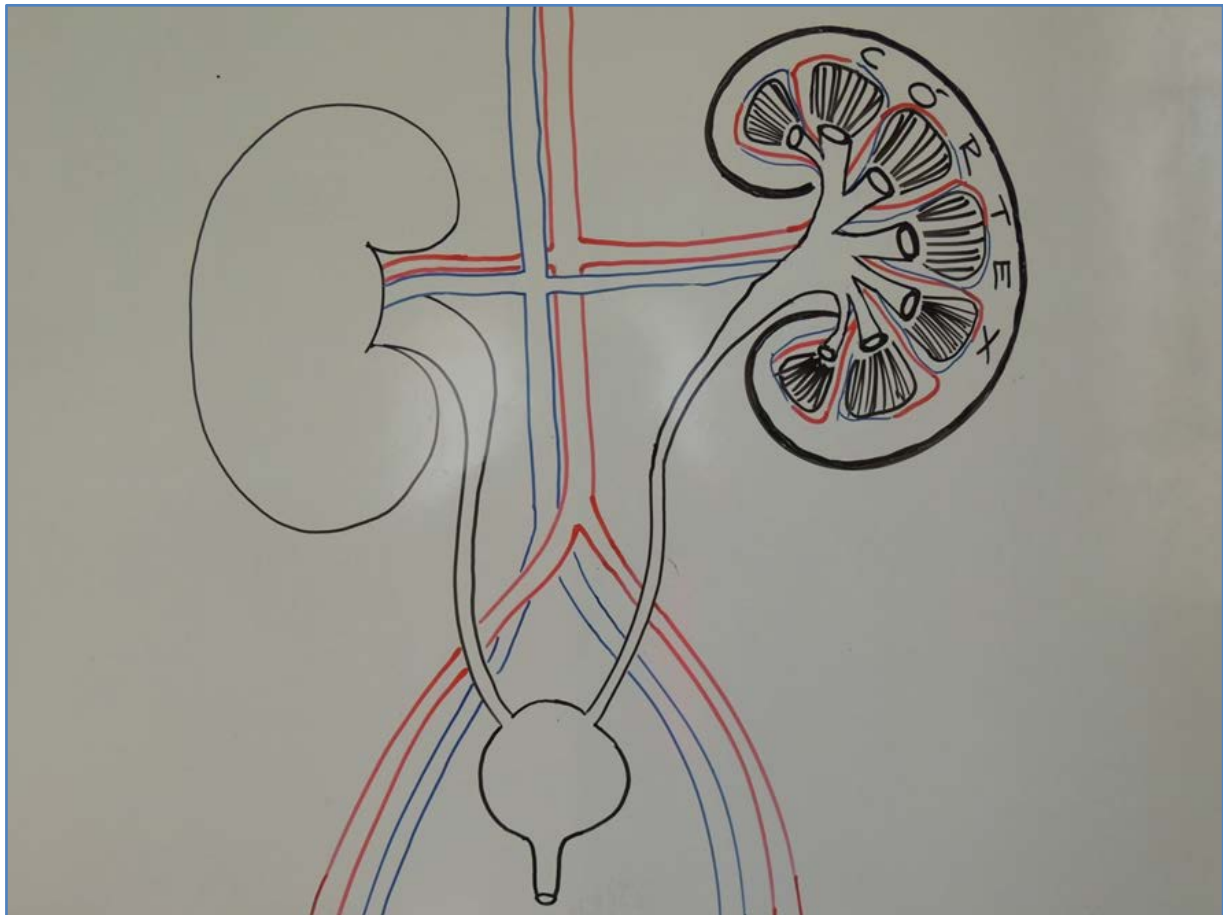
O sistema urinário, também denominado sistema excretor, é importantíssimo para a manutenção da *homeostase*, que é o estado de equilíbrio do organismo onde todos os órgãos trabalham harmonicamente mantendo suas funções adequadamente. O sistema urinário consegue controlar a *homeostase* filtrando o nosso sangue, ou seja, retendo substâncias importantes para o funcionamento da máquina humana ao mesmo tempo que elimina substâncias potencialmente tóxicas ao organismo ou que estão em excesso na corrente sanguínea e podem causar algum problema sistêmico. Além disso, os rins ainda controlam a pressão arterial através da retenção ou eliminação de líquidos e de algumas substâncias da corrente sanguínea mantendo o volume sanguíneo (volemia) em níveis adequados evitando que a pressão arterial aumente ou diminua demasiadamente. Os rins também são responsáveis por manter o pH sanguíneo em seus níveis normais, evitando que o sangue fique muito ácido (acidose) ou muito alcalino (alcalose). Se a pessoa sofrer de Insuficiência Renal, que é a incapacidade dos rins de filtrarem o sangue, os primeiros sintomas serão a elevação da pressão arterial e a retenção de líquidos, provocando edemas (inchaços) locais ou generalizados. A função renal é muito dependente de nossa alimentação, pois dependendo do que o indivíduo come ele pode reter mais líquido do que o normal (como o excesso de sal) elevando a pressão arterial, ou se o indivíduo ingere grande quantidade de medicamentos, isso pode comprometer a função renal a longo prazo, pois os rins precisam eliminar rapidamente do organismo as substâncias tóxicas presentes nos medicamentos. O ramo das ciências médicas que estuda os rins é a *Nefrologia*.

Organização e funções gerais do sistema urinário

O sistema urinário ou excretor consiste de 2 rins, 2 ureteres (um para cada rim), 1 bexiga urinária e 1 uretra. Os rins estão conectados com o sistema circulatório através das artérias e veias renais, que conduzem o sangue aos rins (artérias renais) e dos rins (veias renais). Substâncias reabsorvidas pelos rins que retornarão à corrente sanguínea entram pelas artérias renais, são reabsorvidas pelos rins e retornam à circulação através das veias renais. Substâncias que serão eliminadas compõem a urina que será conduzida dos rins para os ureteres. Os ureteres conduzem essa urina até a bexiga urinária, que pode armazenar até 800 ml de urina. Quando a bexiga estiver bem cheia ela libera esta urina para a uretra, que elimina a urina para o meio externo. Os rins filtram cerca de 125 ml de sangue por minuto e cerca de 7,5 litros por hora, o que equivale a cerca de 180 litros de sangue filtrado por dia. Destes 180 litros de sangue filtrados diariamente somente 1,5 litro será eliminado na forma de urina. Portanto 99% do sangue que passa pelos rins diariamente é reabsorvido novamente para a corrente sanguínea para manter a volemia, e apenas 1% é eliminado como

urina. Portanto o sistema urinário realiza a filtração do plasma sanguíneo reabsorvendo substâncias importantes para o metabolismo (como água, sódio, cloreto, potássio, bicarbonato, aminoácidos e glicose) e excretando substâncias tóxicas (como uréia, ácido úrico e creatinina) além de excessos de substâncias para manter a volemia. Através deste processo de reabsorção/excreção podemos afirmar que o sistema urinário realiza as seguintes funções para a manutenção da homeostase:

1. Regulação da volemia
2. Regulação da pressão arterial
3. Equilíbrio hidroeletrólítico
4. Equilíbrio ácido-básico (pH sanguíneo)
5. Manutenção da osmolaridade do sangue
6. Produção de hormônios
7. Regulação da concentração sanguínea de glicose
8. Excreção de resíduos e excessos de substâncias da corrente sanguínea



Morfologia e anatomia externa e interna dos Rins

Os rins são órgãos pares em forma de feijão medindo cerca de 10 a 12 cm de comprimento, 5 a 7 cm de largura e 3 cm de espessura, localizados na região posterior do peritônio na cavidade abdominal, e por este motivo sua localização é considerada *retroperitoneal*. Os rins ficam na altura das costelas flutuantes (11º e 12º pares de costelas), sendo que o rim direito fica mais inferiorizado em relação ao rim esquerdo em cerca de 2 a 3 cm. Isso ocorre porque na região superior direita do abdômen temos o fígado, que é um órgão grande e volumoso que empurra o rim direito um pouco para baixo, mantendo sua posição mais baixa do que a do rim esquerdo.

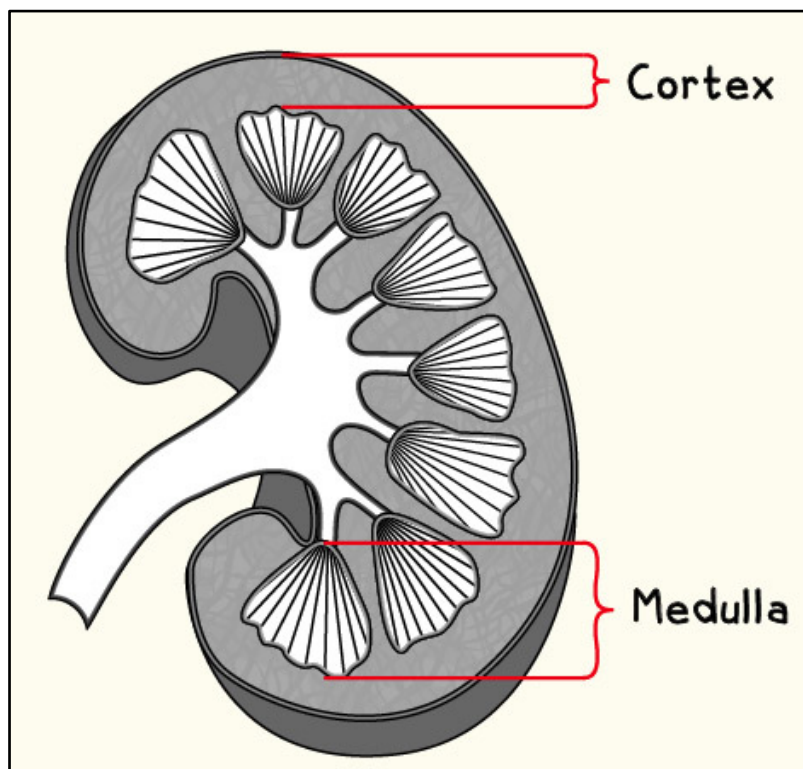


A margem lateral é convexa e a margem medial dos rins é côncava e fica voltada para a coluna vertebral e nesta margem medial existe o *hilo renal*, local de encontro da artéria, veia e pelve renal nos rins.

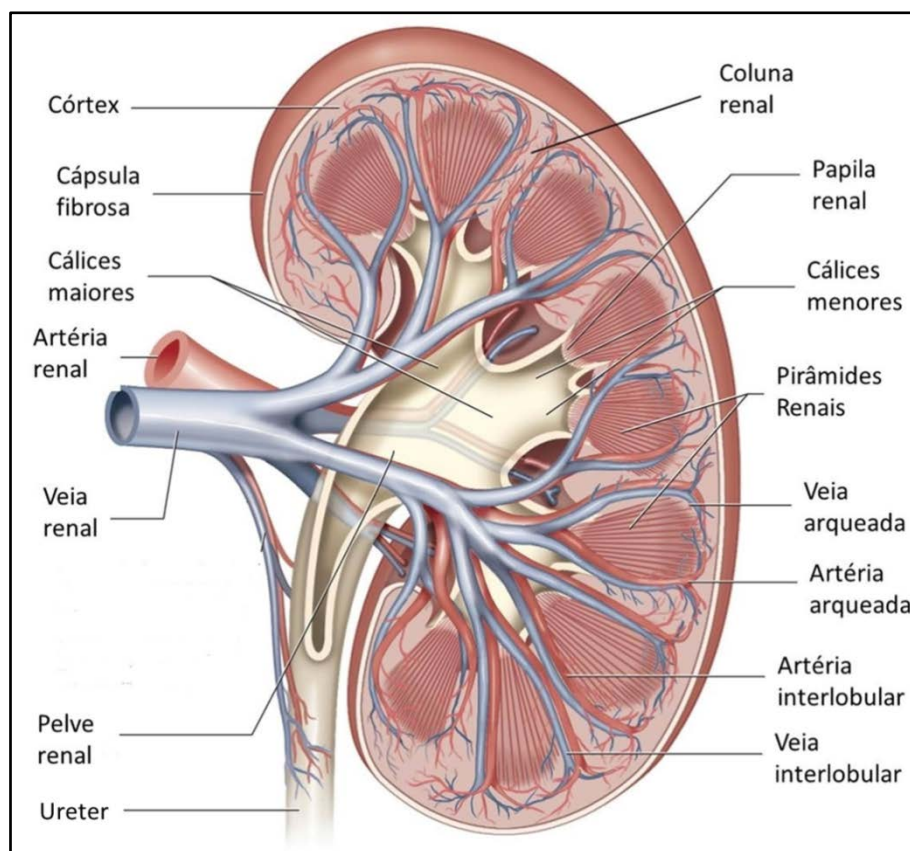
Externamente os rins estão protegidos por três camadas de tecidos: a mais interna é chamada de **cápsula fibrosa** e é composta de tecido conjuntivo denso; a camada média é a **cápsula adiposa**, composta de tecido adiposo. Estas duas camadas protegem os rins contra eventuais traumas que podem ocorrer nesta região e romper sua estrutura. A camada mais externa é a **fáscia renal**, também composta de tecido conjuntivo denso e é responsável por fixar os rins à parede abdominal, onde na parte anterior ela une-se ao peritônio.



Quando fazemos um corte frontal nos rins podemos observar em detalhes a sua estrutura interna e destacamos duas regiões bem definidas em seu interior: uma camada mais externa de coloração vermelho-clara denominada córtex renal e uma camada mais interna de tonalidade marrom-avermelhada que é chamada de medula renal. Os néfrons, que são as unidades funcionais dos rins formam uma estrutura tubular alongada que se estende desde o córtex até a medula renal. A cápsula glomerular (ou cápsula de Bowman), túbulo contorcido proximal e túbulo contorcido distal dos néfrons encontram-se no córtex renal; a alça de Henle (no caso de néfrons justamedulares) e os ductos coletores dos néfrons são alongados e predominam na medula renal.



A medula renal apresenta estruturas de forma cônica chamadas pirâmides renais, onde sua base (região mais larga) fica voltada para o córtex e a papila (parte mais estreita) fica voltada para o hilo renal. Cada rim tem cerca de 6 a 9 pirâmides que estão separadas entre si pelas colunas renais, que são espaços entre as pirâmides renais que compreendem uma extensão do córtex renal. Os vasos sanguíneos que atingem o córtex renal chegam através das colunas renais. O parênquima dos rins é a junção do córtex com as pirâmides renais (medula renal). As papilas renais se unem aos cálices menores, por onde a urina vai fluir até os cálices maiores e dos cálices maiores até a pelve renal, que é uma dilatação localizada na região do hilo renal por onde a urina será conduzida em direção aos ureteres.

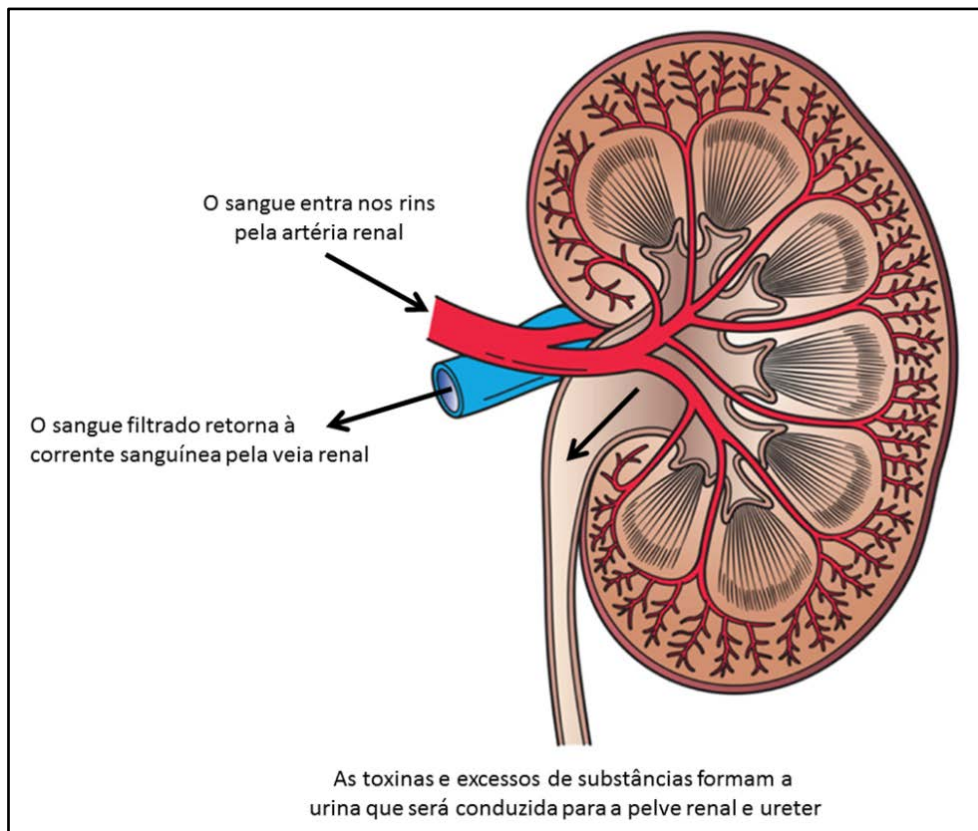


Circulação sanguínea renal

Para você entender como os rins conseguem filtrar, reabsorver, secretar e excretar substâncias é necessário ter o conhecimento de como o sangue flui para dentro e fora dos rins, e como a urina é eliminada do organismo.

O sangue entra nos rins através das artérias renais, que são ramificações da artéria aorta abdominal. Este sangue arterial contém grande quantidade de substâncias dissolvidas no plasma que serão filtradas pelos rins como água, sódio, cloreto, potássio, bicarbonato, aminoácidos, glicose, uréia, ácido úrico e creatinina, dentre outras substâncias. Este sangue deve chegar ao

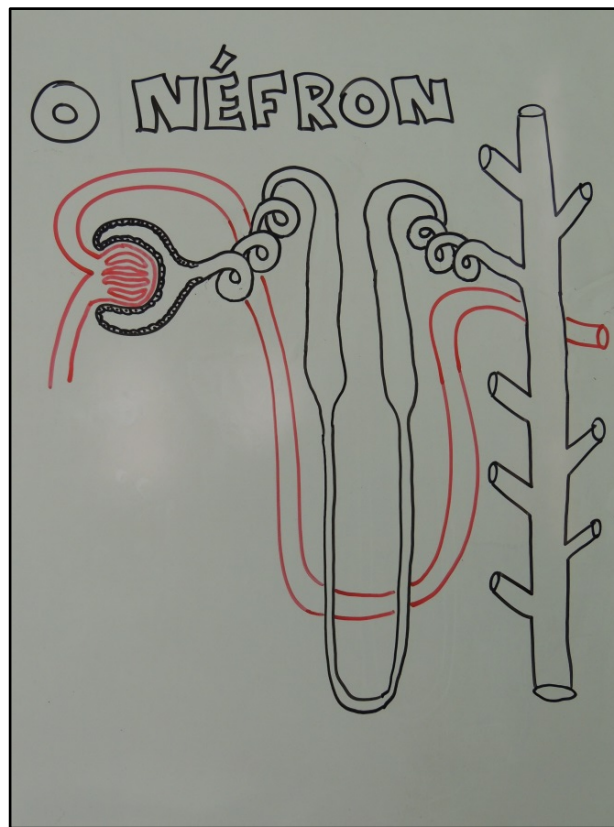
córtex renal, onde a maior parte destas substâncias será reabsorvida novamente para a corrente sanguínea, pois o córtex é a parte funcional dos rins. Para o sangue chegar ao córtex as artérias vão se ramificando até chegarem ao glomérulo pela arteríola aferente. Depois do glomérulo teremos a formação da arteríola eferente e esta última dá origem aos capilares peritubulares onde a maior parte das substâncias será reabsorvida, ou seja, migram do néfron de volta para a corrente sanguínea através das veias renais.



Substâncias como água, uréia, ácido úrico, sódio, cloreto, potássio, fosfato, sulfato e creatinina, além de substâncias em excesso na corrente sanguínea formarão a maior parte do volume da urina que será eliminada do organismo. Portanto o sangue com estas substâncias entra nos rins através da artéria renal e atinge o córtex onde ocorrerá a filtração glomerular. Como vimos anteriormente as substâncias que serão reabsorvidas nos capilares peritubulares voltam para a corrente sanguínea através das veias renais. As substâncias que serão excretadas formarão a urina, e devem ser conduzidas pelos túbulos coletores até os cálices renais e posteriormente à pelve renal. Da pelve renal a urina é conduzida aos ureteres, armazenada na bexiga e eliminada através da uretra.

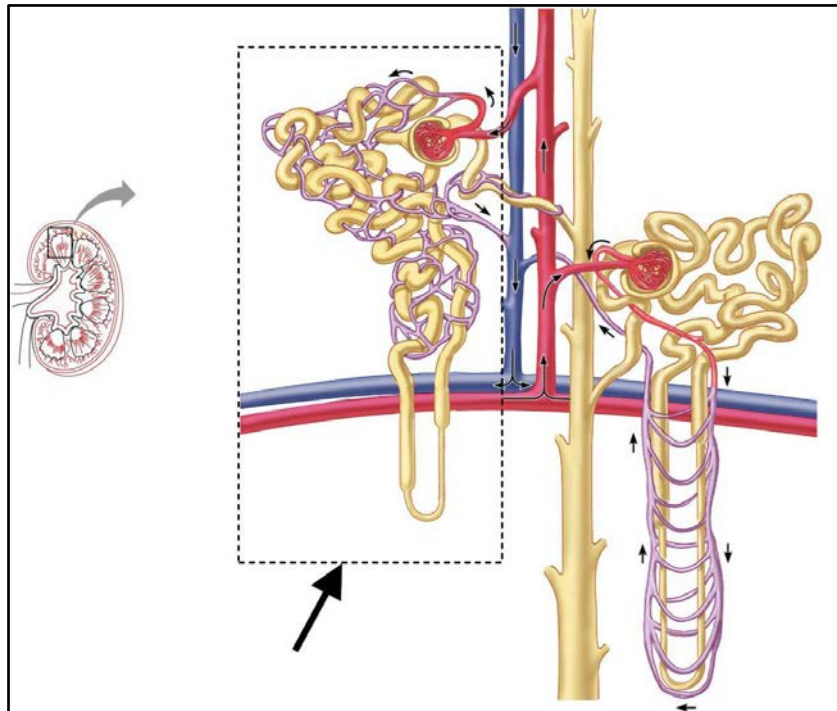
Néfron: A unidade funcional dos rins

Os néfrons são as unidades funcionais dos rins, ou seja, é nos néfrons que ocorre o processo de filtração glomerular, reabsorção, secreção e excreção das substâncias presentes na corrente sanguínea. Temos cerca de 1 milhão de néfrons em cada rim e eles se estendem desde o córtex até a medula renal. Para facilitar o estudo do néfron vamos dividi-lo em duas partes: o **corpúsculo renal**, onde o plasma sanguíneo é filtrado, e os **túbulos renais**, onde ocorrerá o processo de reabsorção, secreção e excreção.



O corpúsculo renal é o conjunto do glomérulo (que um emaranhado de capilares sanguíneos semelhante a um novelo de lã formado após a arteríola aferente) e da cápsula glomerular (ou cápsula de Bowman) que envolve o glomérulo. Após a cápsula glomerular teremos o início dos túbulos renais, que possui várias partes: o túbulo contorcido proximal, a alça de Henle e o túbulo contorcido distal. Após o túbulo contorcido distal teremos o ducto coletor que representa a porção terminal do néfron.

A cápsula glomerular (de Bowman) é formada por duas camadas: a parietal (externa) e a visceral (interna). A camada parietal forma a parede externa da cápsula e a camada visceral possui células epiteliais escamosas simples denominadas *podócitos*. Os *podócitos* apresentam projeções em forma de pés que se enrolam em volta do endotélio dos capilares glomerulares formando a parede interna da cápsula.

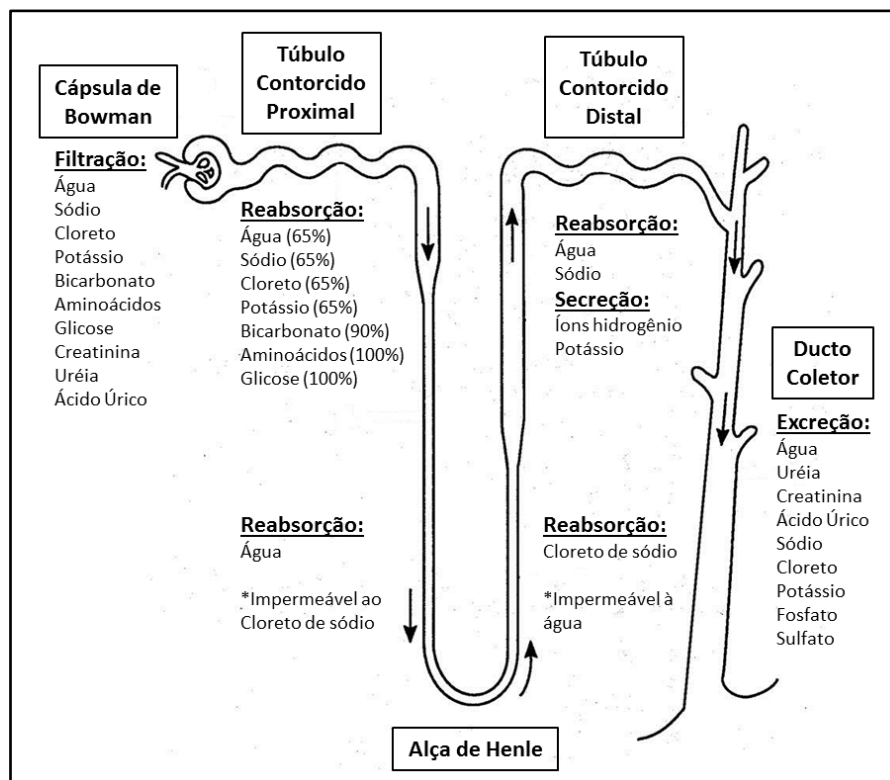


O sangue entra no néfron através da arteríola aferente, que ao chegar na cápsula de Bowman torna-se um emaranhado de capilares sanguíneos denominado *glomérulo*. O glomérulo fica envolvido pela cápsula de Bowman e nesta região o sangue entra com elevada pressão e as substâncias presentes no plasma sanguíneo como água, sódio, cloreto, potássio, bicarbonato, aminoácidos, glicose, creatinina, ácido úrico e uréia migrarão do glomérulo para o interior do néfron através da cápsula de Bowman, formando o chamado **filtrado glomerular**. Gorduras, proteínas, hemácias, leucócitos e plaquetas são repelidas pela cápsula de Bowman e não farão parte do filtrado, a não ser que haja alguma doença renal.

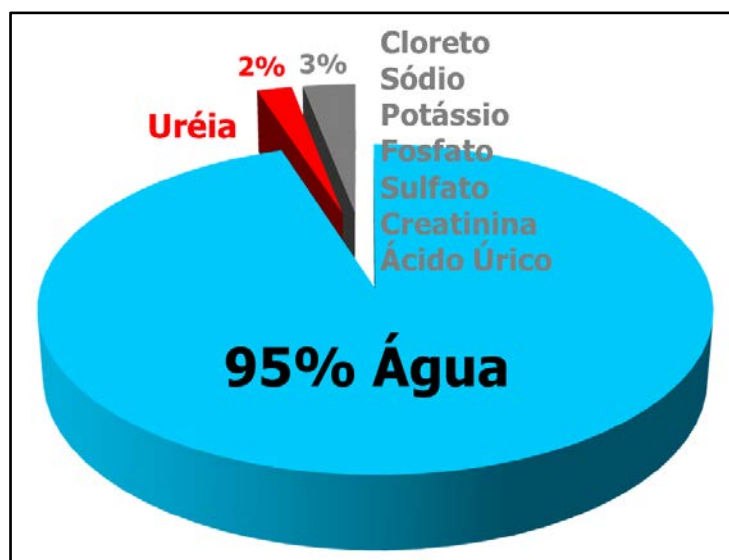
Depois de atravessar a cápsula de Bowman o filtrado vai passar pelo túbulo contorcido proximal, onde a maior parte das substâncias será **reabsorvida**. No túbulo contorcido proximal 100% dos aminoácidos e glicose serão reabsorvidos, assim como 90% dos íons bicarbonato e 65% da água, sódio, cloreto e potássio também serão reabsorvidos nesta região do néfron. Daí o filtrado vai para a porção descendente da alça de Henle, responsável pela reabsorção de água. **A alça descendente é impermeável ao sódio e cloreto**. Na porção ascendente da alça de Henle teremos a reabsorção de sódio e cloreto. **A alça ascendente é impermeável à água**.

Já com quase todas as substâncias reabsorvidas novamente para a corrente sanguínea, o filtrado segue seu trajeto e segue para o túbulo contorcido distal, onde o restante da água e sódio presentes no filtrado será reabsorvida para evitar a sua perda excessiva pela urina. No túbulo contorcido distal ocorre também a **secreção tubular** de íons hidrogênio e potássio. Secreção significa que essas substâncias migraram da corrente sanguínea para os túbulos renais.

A última etapa do processo de filtragem do sangue é a **excreção** que ocorre nos ductos coletores. Nos ductos coletores teremos a formação da urina, com a presença de água (maior parte da urina), uréia, creatinina e ácido úrico, dentre outras substâncias que estiverem em excesso na corrente sanguínea. Os ductos coletores dos néfrons se encontram na papila renal, que conduzirá a urina aos cálices menores e posteriormente aos cálices maiores. Dos cálices maiores a urina irá para a pelve renal e depois ao ureter, seguindo seu caminho em direção à bexiga, onde a urina será armazenada, e posteriormente será eliminada através da uretra.



Composição da urina



Equilíbrio Ácido-Básico: Controle do pH sanguíneo

Os rins juntamente com os pulmões participam do controle do pH sanguíneo que varia entre 7,35 e 7,45. Pequenas alterações deste pH sanguíneo geram mecanismos compensatórios complexos por parte dos rins ou dos pulmões, dependendo de qual órgão está causando estas alterações.

Mas o que é o pH?

A sigla pH significa potencial de hidrogênio de uma solução e varia de 0 a 14. Estes números são utilizados para determinar a acidez ou a alcalinidade de determinada solução. Solução é a mistura de um solvente, que nada mais é do que um líquido (no caso do sangue é o plasma), com um ou mais solutos, que são as substâncias químicas suspensas no plasma, como eletrólitos, proteínas ou hormônios. Portanto solvente + soluto = solução. Ácidos e bases são substâncias que se dissociam, ou seja, dissolvem em água (no caso o plasma).

Ácido é uma substância que se dissocia em 1 ou mais íons hidrogênio (H^+) e tem a capacidade de doar íons hidrogênio para determinada solução. Quanto mais íons hidrogênio, mais ácida é esta solução. Portanto um ácido apresenta maior quantidade de íons hidrogênio do que íons hidróxido e seu pH varia entre 0 e 7. Quanto mais próximo de 0 mais forte é o ácido, pois possui maior quantidade de íons hidrogênio e quanto mais próximo de 7 mais fraco é o ácido, pois possui menor quantidade de íons hidrogênio.

Base ou Alcalis é uma substância que se dissocia em 1 ou mais íons hidróxido (OH^-) e tem a capacidade de remover íons hidrogênio de determinada solução. Quanto mais íons hidróxido, mais alcalina é esta solução. Portanto uma base ou alcalis apresenta maior quantidade de íons hidróxido do que íons hidrogênio e seu pH varia entre 7 e 14. Quanto mais próximo de 14 mais forte é a base, pois possui maior quantidade de íons hidróxido e quanto mais próximo de 7 mais fraca é a base, pois possui menor quantidade de íons hidróxido.

Substância neutra apresenta proporcionalidade na quantidade de íons hidrogênio e de íons hidróxido. Um bom exemplo de substância neutra é a água, cuja molécula é H_2O pois apresenta um íon hidrogênio (H^+) e um íon hidróxido (OH^-) em sua estrutura, portanto esses íons são proporcionais em quantidade determinando a neutralidade do pH da água.

Como o pH do sangue varia entre 7,35 e 7,45 (levemente alcalino) quando o pH sanguíneo ficar abaixo de 7,35 teremos uma condição denominada acidose e quando ficar acima de 7,45 teremos uma condição denominada alcalose.

Na acidose respiratória temos aumento nos níveis de CO_2 no sangue causando diminuição do pH sanguíneo e é causada por doenças pulmonares crônicas como enfisema pulmonar e bronquite. Na

alcalose respiratória temos diminuição nos níveis de CO_2 sanguíneos causando aumento do pH e é causada através da hiperventilação.

Na acidose metabólica temos queda nos teores de íons bicarbonato no sangue causando queda no pH e geralmente é causado por insuficiência renal e cetoacidose diabética. Na alcalose metabólica temos aumento nos níveis sanguíneos de íons bicarbonato causando aumento do pH do sangue e geralmente é causado por perda de ácidos no vômito e uso de diuréticos.

Sistemas tampão

Tampão são determinados compostos químicos capazes de converter ácidos fortes em ácidos fracos e bases fortes em bases fracas e essa conversão é feita adicionando ou removendo H^+ da solução em questão. O sistema tampão mais conhecido é o tampão ácido carbônico/bicarbonato.

Equilíbrio hidroeletrolítico

Para manter estáveis os níveis hídricos do sangue, os rins podem eliminar ou reter líquido dependendo de seus níveis na corrente sanguínea. Isso é importante principalmente para manter a pressão arterial em níveis adequados, pois se houver excesso de líquido na corrente sanguínea (hipervolemia) a pressão pode aumentar e é necessário que os rins produzam urina para excretar os excessos de líquidos. Por outro lado, se houver pouca quantidade de líquido na corrente sanguínea pode haver queda na pressão arterial e os rins ativam o sistema-renina-angiotensina-aldosterona, que promoverá retenção de sódio e água e desta forma elevar a pressão arterial, dependendo da necessidade do organismo.

Eletrólitos são substâncias eletricamente carregadas presentes na corrente sanguínea que desempenham diversas funções relacionadas com a homeostase do organismo. Cátions são eletrólitos de carga elétrica positiva como o cálcio (Ca^{++}), o potássio (K^+) e o sódio (Na^+) e ânions são eletrólitos de carga elétrica negativa, como o cloreto (Cl^-). Os rins podem reter ou eliminar estes eletrólitos dependendo de sua concentração na corrente sanguínea, pois eles são importantíssimos principalmente nas contrações dos músculos esqueléticos, na condução de impulsos nervosos pelos neurônios e na contração do músculo cardíaco, dentre outras funções.

Vias urinárias: Condução, armazenamento e excreção da urina

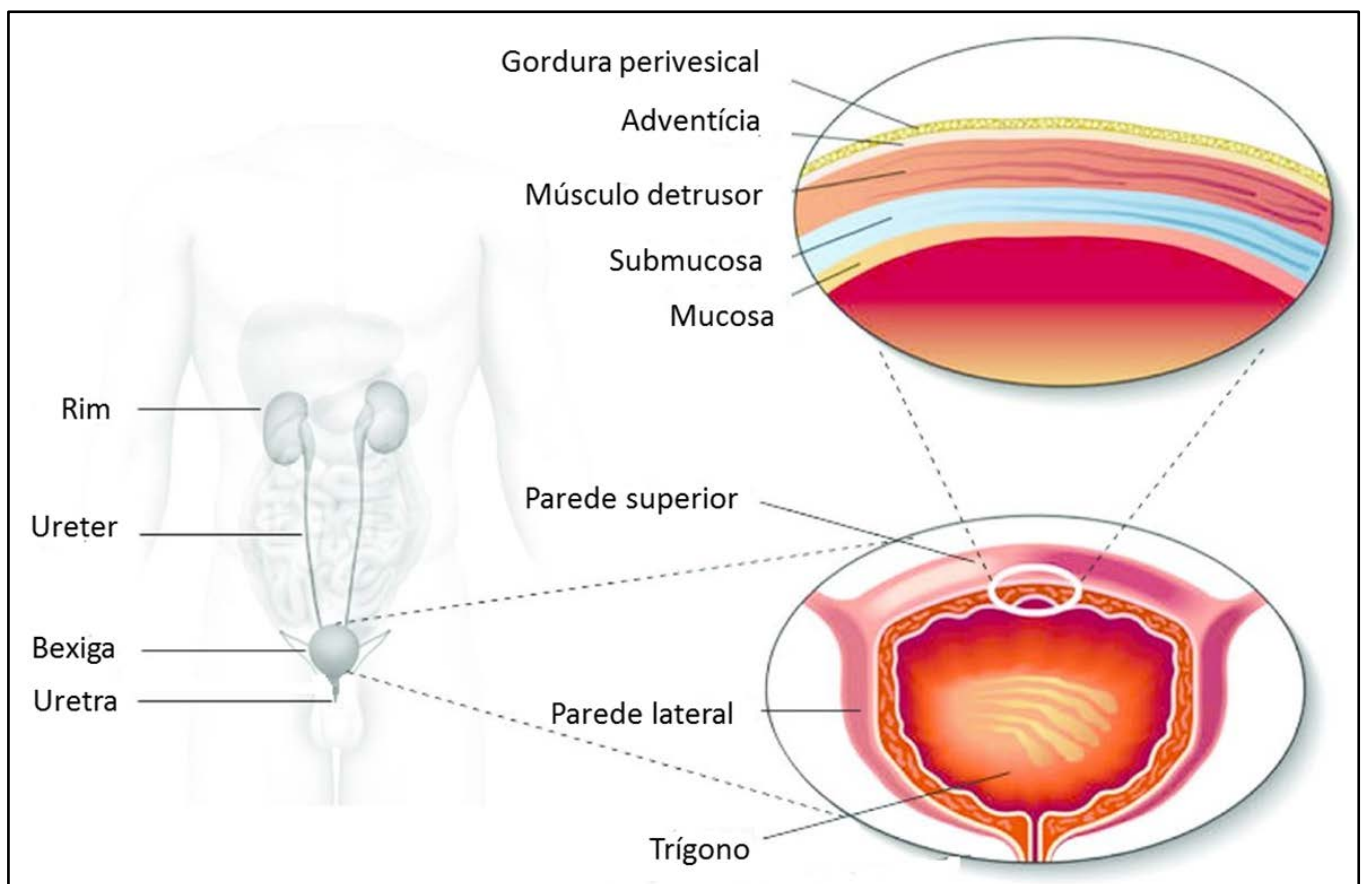
Ureteres

São tubos estreitos de paredes espessas que medem entre 25 e 30 cm e seu trajeto se estende desde a pelve renal até a bexiga urinária, onde se implantam na face póstero-superior da parede da bexiga urinária. Sua função primária é conduzir a urina produzida pelos rins até a bexiga urinária através de movimentos peristálticos feitos pelas paredes musculares dos ureteres, auxiliados pela pressão hidrostática e pela gravidade, que empurram a urina em direção à bexiga. Os ureteres são envolvidos externamente por uma túnica adventícia feita de tecido conjuntivo que ancora os ureteres na cavidade abdominal em sua posição retroperitoneal. A túnica muscular é intermediária, entre a adventícia e a mucosa, e é feita de musculatura lisa disposta de forma circular e longitudinal na parede do ureter, tendo como função principal o peristaltismo, permitindo que a urina flua sempre na direção da bexiga, e não no sentido contrário. Internamente o ureter possui uma túnica mucosa formada por tecido conjuntivo areolar e epitélio de transição. Esta camada mucosa isola a parede do ureter da urina, protegendo-a da acidez da urina que poderia lesar a parede do ureter e provocar ulcerações nesta região.

Bexiga Urinária

A bexiga, como o próprio nome já diz, é um recipiente onde a urina conduzida pelos ureteres será armazenada, e ela tem a capacidade de armazenar cerca de 700 a 800 ml de urina em seu interior. Existem algumas diferenças importantes entre o sexo masculino e feminino. Em ambos os sexos a bexiga fica logo atrás da sínfise púbica na cavidade abdominal baixa, sendo que nas mulheres ela é limitada superiormente pelo útero e inferiormente pela vagina e nos homens ela é limitada posteriormente pelo reto. A bexiga é composta em sua maior parte por musculatura lisa que será responsável por pressionar a bexiga através de seu peristaltismo para favorecer a micção e eliminar a urina presente em seu interior. Estruturalmente ela também é composta de 3 camadas: internamente a bexiga possui a **túnica mucosa**, onde vale a pena destacar uma região de aparência lisa que é chamada de *trígono*, que é limitado posteriormente pelos óstios dos ureteres e inferiormente pelo óstio da uretra. A externa é a túnica adventícia, que é uma continuação do tecido conjuntivo que recobre também o ureter. A face superior da bexiga apresenta uma túnica serosa, que é uma extensão do peritônio visceral, auxiliando na fixação da bexiga e sua posição na cavidade abdominal. A média é a túnica muscular é feita de musculatura lisa, que é chamada de músculo detrusor da bexiga. O músculo detrusor da bexiga fica disposto em 3 camadas, onde as fibras musculares se entrelaçam, dando à bexiga um aspecto de novelo de lã. Em sua porção inferior, na junção com a uretra, a bexiga apresenta uma musculatura lisa circular denominada esfíncter interno. Abaixo dele mais externamente temos o músculo esfíncter externo, feito de

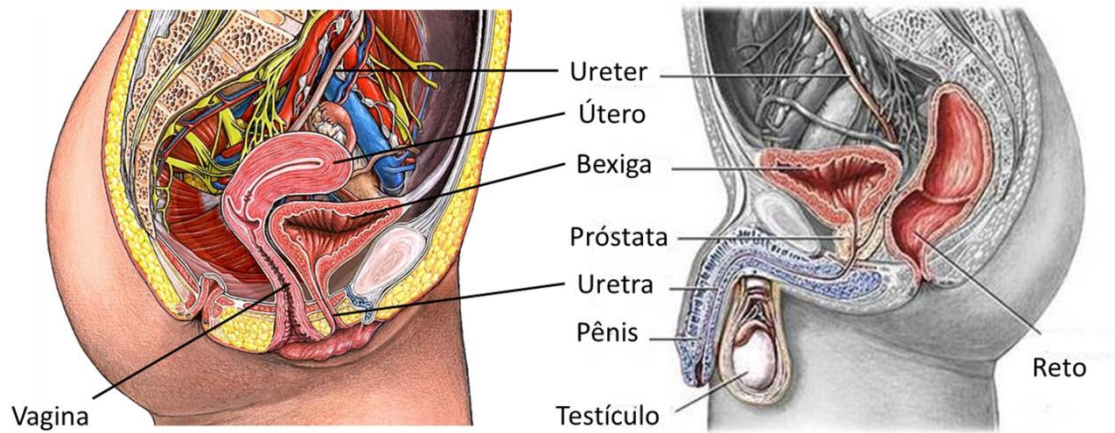
musculatura esquelética contínua aos músculos do períneo. A eliminação da urina se dá através do chamado reflexo de micção, onde a distensão das paredes da bexiga dispara impulsos nervosos aferentes ao chamado centro de micção, localizado na região sacral da medula espinhal entre S2 e S3, iniciando o reflexo de micção. O reflexo de micção deflagra impulsos controlados pelo sistema nervoso parassimpático, que provocam relaxamento do esfíncter interno e contração do músculo detrusor da bexiga e neste momento a vontade de urinar se torna muito forte. Ao mesmo tempo ocorre a inibição (inibição recíproca) do músculo esfíncter externo, o que faria com que urinássemos assim que houvesse o reflexo de micção, porém nos primeiros anos de vida aprendemos a controlar a musculatura esquelética do períneo e esfíncter externo, podendo segurar a micção para poder chegar em local adequado para fazê-lo.



Uretra

A uretra é um tubo que se estende desde o óstio interno até o meio externo do corpo, e é através da uretra que a urina será eliminada do corpo. Nos homens a uretra é tanto uma via urinária quanto uma via reprodutora, pois por ali ele também ejacula o sêmen. As mulheres apresentam a via urinária (uretra) independente da via reprodutora que é a vagina.

Diferenças entre o aparelho urogenital masculino e feminino



Bibliografia

- Tortora & Derrickson – Princípios de Anatomia e Fisiologia
- Guyton – Fisiologia Humana
- Ângelo Machado – Neuroanatomia Funcional
- Fox – Fisiologia Humana
- Hoppenfeld - Propedêutica Ortopédica: Coluna e Extremidades
- Kaput - Anatomia: Manual para Colorir
- Netter - Atlas de Anatomia Humana
- Rohen/Yokochi - Anatomia Humana: Atlas Fotográfico
- Sobotta - Atlas de Anatomia Humana
- Spence - Anatomia Humana Básica
- Tixa - Atlas de Anatomia Palpatória do Pescoço e do Tronco Superior
- Tixa - Atlas de Anatomia Palpatória do Membro Inferior
- Wolf-Heideger - Atlas de Anatomia Humana