

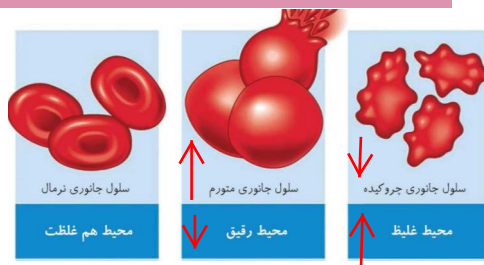
⚠️ محیط داخلی: مایع بین یاخته ایی - لنف - خون (مایه مفصلی، زلالیه، مغزی - نخاعی - منشا از خون)

فصل ۵

در پرسلولی ها سیتوپلاسم جز محیط داخلی نیست

تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

گرچه ما انسان‌ها در خشکی زندگی می‌کنیم اما یاخته‌های ما با محیط مایع در ارتباط اند. آنچه درباره این محیط مایع حائز اهمیت است، مشابه بودن غلظت آن با غلظت درون یاخته‌ها یا به عبارت دقیق‌تر مشابه بودن فشار اسمزی آنهاست. اگر غلظت مایع اطراف یاخته‌ها رقیق‌تر یا غلیظ‌تر از یاخته‌ها باشد، تهدیدی جدی برای ادامه حیات ما خواهد بود؛ چون ممکن است به ورود بیش از حد آب به یاخته یا خروج آب از آن منجر شود. بدن ما چگونه فشار اسمزی مایع اطراف یاخته‌ها را تنظیم می‌کند؟ چگونه ترکیب شیمیایی آن را ثابت نگه می‌دارد؟ آیا روش‌هایی که بدن انسان به کار می‌گیرد، در سایر جانوران هم دیده می‌شوند؟ ادرار چگونه تشکیل می‌شود؟ ترکیب شیمیایی ادرار چه اطلاعاتی را درباره وضعیت درونی بدن فراهم می‌کند؟ اینها نمونه پرسش‌هایی است که پاسخ آنها را در این فصل خواهیم یافت.



کمبود آب - اکسیژن - مواد مغذی

افزایش دی‌اکسید کربن یا مواد زائد نیتروژن دار

← تهدید ادامه حیات ← حفظ هم‌ایستایی ضروری است

گفتار ۱ هم ایستایی و کلیه‌ها

اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید، عرق می‌کنید و احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجه عرق کردن، آب از دست می‌دهد و بنابراین مقدار ادرار را کاهش می‌دهد تا آب از دست رفته را جبران کند. کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یاخته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی اند که ادامه حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت (هم ایستایی)، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود، بعضی مواد، بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم به یاخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها در نتیجه برهم خوردن هم ایستایی پدید می‌آیند.

کلیه‌ها در هم ایستایی نقش اساسی دارند. حفظ تعادل آب، اسید-باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار، از جمله وظایف کلیه‌اند. **مثلاً** → تنظیم دما توسط هیپوتالاموس

فقط کلیه‌ها نقش هم ایستایی ندارند
از تجزیه پروتئین و نوکلئیک اسید

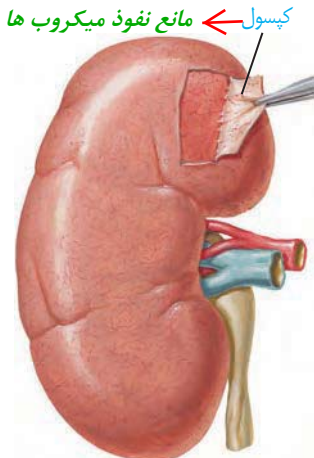
همه عوامل حفاظت کننده از یک نوع بافت یعنی پیوندی هستند



کلیه‌ها

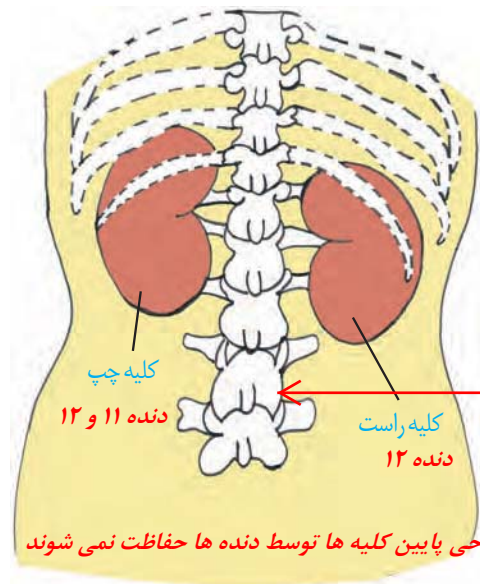
ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن: کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل اند و به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و پشت محوطه شکمی قرار دارند. اندازه کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازه مشت بسته اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیه راست قدری پایین‌تر از کلیه چپ واقع است (شکل ۱).

دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پرده‌ای از جنس بافت پیوندی به نام **کپسول کلیه**، هر کلیه را در بر گرفته است (شکل ۲). چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. تحلیل بیش از حد این چربی در



افرادى که برنامه کاهش وزن سریع و شدید به کار می‌گیرند ممکن است سبب افتادگی کلیه و تاخوردگی میزناى شود. در این صورت، فرد با خطر بسته شدن میزناى و عدم تخلیه مناسب ادرار از کلیه روبه‌رو می‌شود که در نهایت به نارسایی کلیه خواهد انجامید.

شکل ۲- کپسول کلیه



مهره‌های پایین اندازه بزرگتری دارند

✓ نواحی پایین کلیه‌ها توسط دنده‌ها حفاظت نمی‌شوند

شکل ۱- موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت

⚠ کلیه چپ بالاتر است پس به دیافراگم نزدیکتر است

دنده‌هایی که از کلیه حفاظت می‌کنند به جناغ متصل نیستند



✓ در شرایطی ممکن است کلیه چپ پایین‌تر از کلیه راست قرار گیرد (در صورت تا خوردن)

واژه شناسی

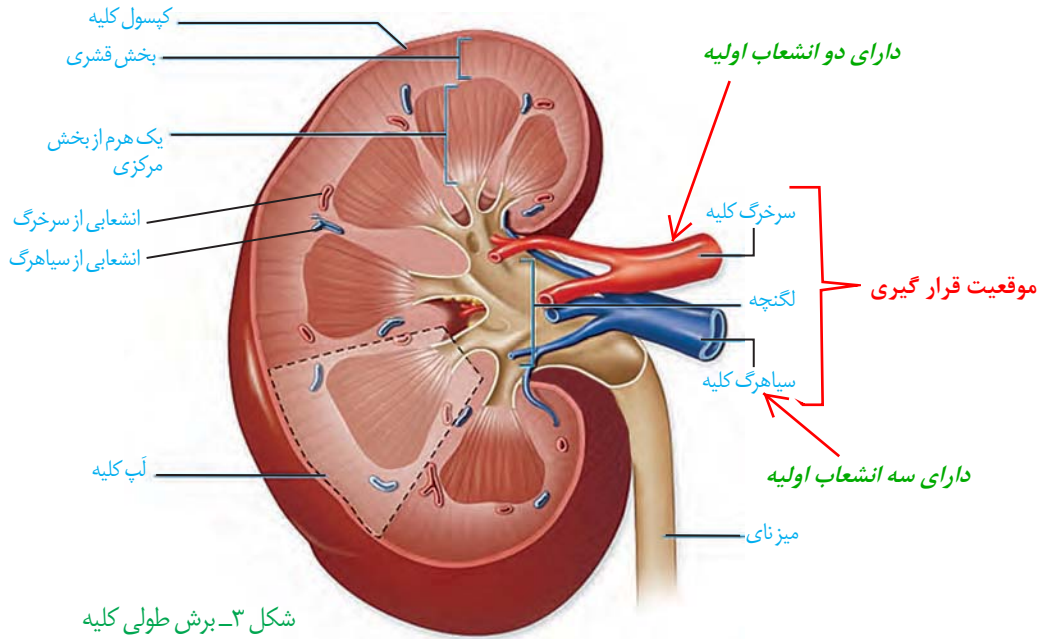
لپ (Lobe / Lob)

لوب به هریک از بخش‌های متمایز اندام‌هایی نظیر مغز و شش و کبد گفته می‌شود و معادل آن لپ است که همان معنی بخش یا قطعه را در زبان فارسی دارد.

بیشتر بدانید

از کلیه‌های خود چگونه مراقبت کنیم؟

- فعالیت بدنی داشته باشید.
- قند و فشار خون را کنترل کنید.
- از غذاهای آماده کمتر استفاده کنید.
- وزن خود را کنترل کنید.
- آب کافی بنوشید.
- سیگار نکشید.
- هیچ دارویی را خودسرانه مصرف نکنید.



شکل ۳- برش طولی کلیه

ساختار درونی کلیه: در برش طولی کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به

درون عبارت‌اند از بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه (شکل ۳).

در بخش مرکزی، تعدادی ساختار هرمی شکل دیده می‌شود که **هرم‌های کلیه** نام دارند. قاعده هرم‌ها به سمت بخش قشری و رأس آنها به سمت لگنچه است. هر هرم و ناحیه قشری مربوط به آن را، یک **لپ کلیه** می‌نامند.

لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا

کلیه را ترک کند.

در لپ کلیه همه بخش‌های گردیزه وجود دارد برخلاف هرم‌های کلیه



فعالیت

تشریح کلیه گوسفند

وسایل لازم: کلیه گوسفند، قیچی، چاقوی جراحی،

گمانه

۱- یک عدد کلیه گوسفند تهیه کنید. اگر چربی‌های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.

۲- در بین چربی‌ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.

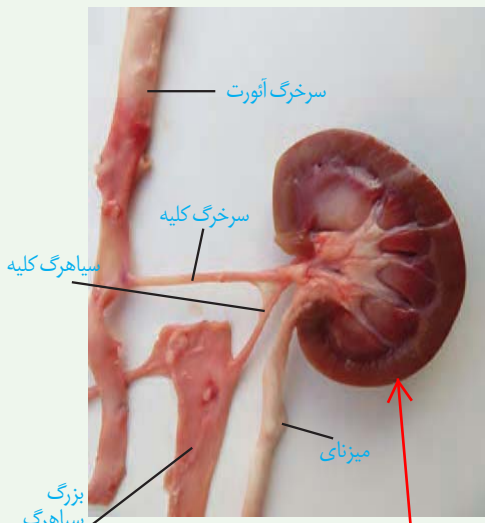
۳- کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.

۴- با یک برش طولی در سطح محدب کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل

۴، بخش‌های مختلف آن را تشخیص دهید.

۵- در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می‌توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست

تشخیص داده‌اید.



بخش قشری نسبت به بخش مرکزی تیره تر است

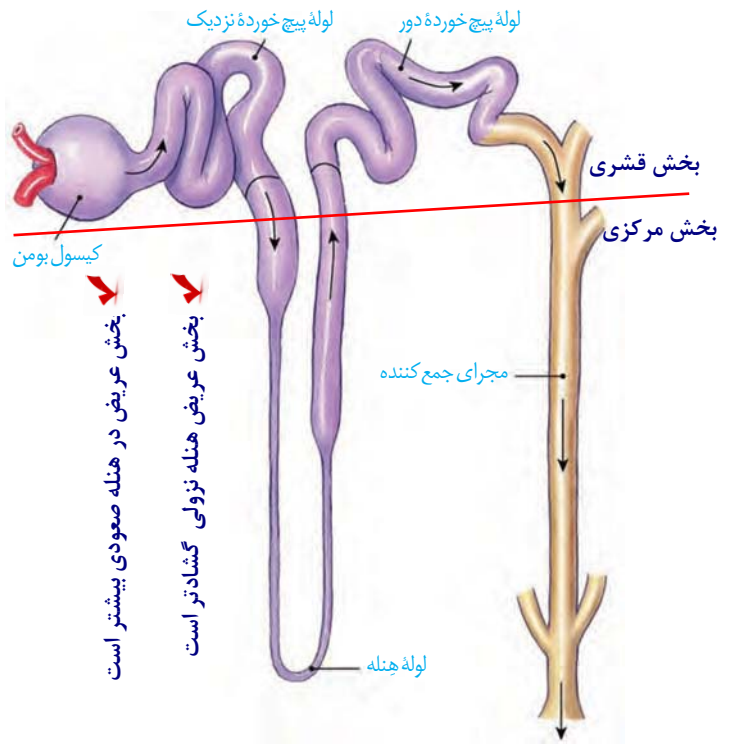
شبکه مویرگی فقط با خون روشن: گلومرول
شبکه مویرگی فقط با خون تیره : کبد

گردیزه (نفرون)ها

هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها انجام می‌شود. ابتدای گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد. ادامه گردیزه، لوله‌ای شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، پیچ‌خوردگی‌هایی دارد و بر این اساس، به قسمت‌های مختلفی نام‌گذاری می‌شود (شکل ۴). این قسمت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از **لوله پیچ خورده نزدیک**، قوس هنله که U شکل است و **لوله پیچ خورده دور** که گردیزه را به مجرای جمع‌کننده متصل می‌کند.

گردش خون در کلیه

منشأ ادرار از خون است و بنابراین بین گردیزه و رگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. با توجه به اینکه تبادل مواد از طریق مویرگ‌ها رخ می‌دهد در اینجا نیز شبکه‌های مویرگی را می‌بینیم. دو شبکه مویرگی در ارتباط با گردیزه مشاهده می‌شود. اولی به نام **کلافک (گلومرول)** که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام **دور لوله‌ای** که اطراف قسمت‌های دیگر گردیزه را فرا گرفته است. به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می‌شود. انشعابات این سرخرگ از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعاب انتهایی این سرخرگ‌ها، **سرخرگ آوران** نامیده می‌شود. خون از طریق سرخرگ آوران به کلافک وارد می‌شود و از طریق **سرخرگ ابران**



شکل ۴- گردیزه و مجرای جمع‌کننده جنس از باخته‌های پوششی

واژه‌شناسی

گردیزه (Nephron / نفرون)

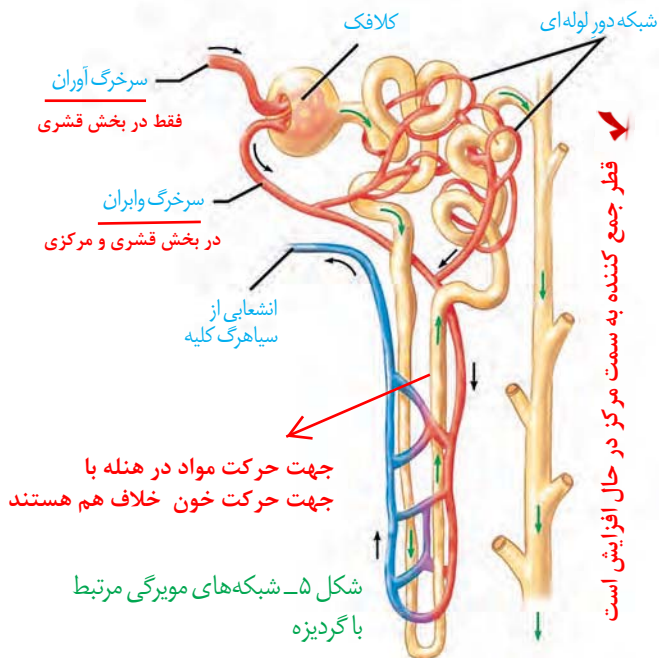
نفرون به معنی واحد ساختاری و کارکردی کلیه در مهره‌داران است و معادل آن گردیزه انتخاب شده است که از اسم گرده و پسوند ایزه تشکیل شده است. گرده در فرهنگ دهخدا به معنی کلیه و قلوه و ایزه پسوند تصغیر است و همان معنی کوچک‌ترین واحد ساختاری کلیه را دارد.

کلافک

(Glomerulus / گلومرول)

گلومرول به شبکه مویرگی اول واقع در کپسول بومن در کلیه مهره‌داران گفته می‌شود. به دلیل در هم پیچیده بودن مویرگ‌ها به صورت کلاف کوچکی دیده می‌شود که واژه کلافک برای آن مناسب است.

آن را ترک می‌کند. سرخرگ ابران در اطراف لوله‌های پیچ خورده و قوس هنله، شبکه مویرگی دور لوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که پس از عبور از فواصل بین هرم‌ها سرانجام سیاهرگ کلیه را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد (شکل ۵).



جهت حرکت مواد در هنله با جهت حرکت خون خلاف هم هستند

شکل ۵- شبکه‌های مویرگی مرتبط با گردیزه

شبکه مویرگی دوم اطراف بومن و جمع‌کننده وجود ندارد.



گفتار ۲

تشکیل ادرار و تخلیه آن

(مکعبی در وایران نسبت به آوران کمتر)

مواد خارج شده از کلافک وارد مایه بین یاخته ای نمی شوند برخلاف تمام مویرگ ها وارد بون می شوند

فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله تراوش،

بازجذب و ترشح است (شکل ۶).

تراوش: تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار

است. در این مرحله بخشی از خونابه در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده به کپسول بومن وارد می شوند.

این فرایند را تراوش می نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کپسول بومن برای تراوش متناسب شده

است. مویرگ های کلافک از نوع منفذدار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است.

مولکول های بزرگ نمی توانند وارد کپسول بومن شوند. برای اینکه فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد ساز و کار

ویژه ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ آوران بیشتر از قطر سرخرگ وایران است و این، فشار تراوشی را در

مویرگ های کلافک افزایش می دهد (شکل ۷).

اطراف کلافک را کپسول بومن احاطه کرده است.

کپسول بومن شامل دو دیواره است؛ یکی بیرونی و دیگری درونی. دیواره بیرونی از یاخته های پوششی سنگ فرشی

ساده و دیواره درونی که با کلافک در تماس است، از یاخته هایی به نام پودوسیت تشکیل شده است (شکل ۸).

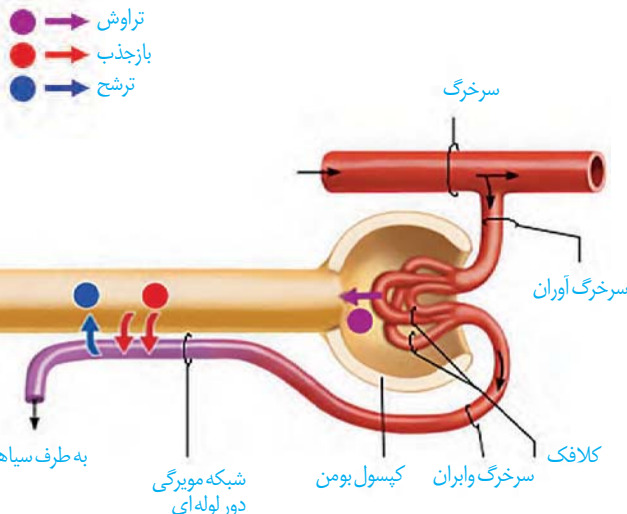
هریک از پودوسیت ها رشته های کوتاه و پا مانند فراوانی دارد. پودوسیت ها با پاهای خود اطراف مویرگ های کلافک را

احاطه کرده اند.

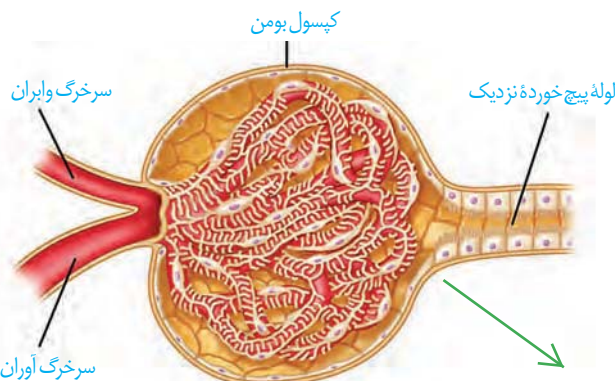
شکاف های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به

خوبی امکان نفوذ مواد را به دیواره درونی فراهم می کند.

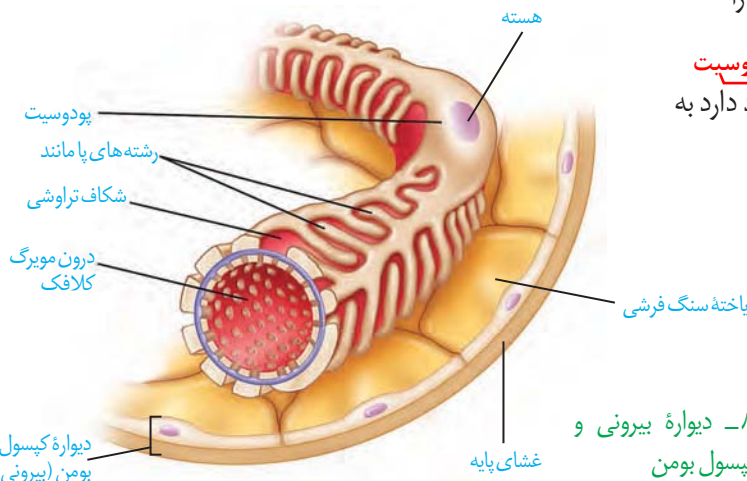
نه بین پاهای دو پودوسیت



شکل ۶- فرایند تشکیل ادرار



شکل ۷- کلافک درون کپسول بومن



شکل ۸- دیواره بیرونی و درونی کپسول بومن

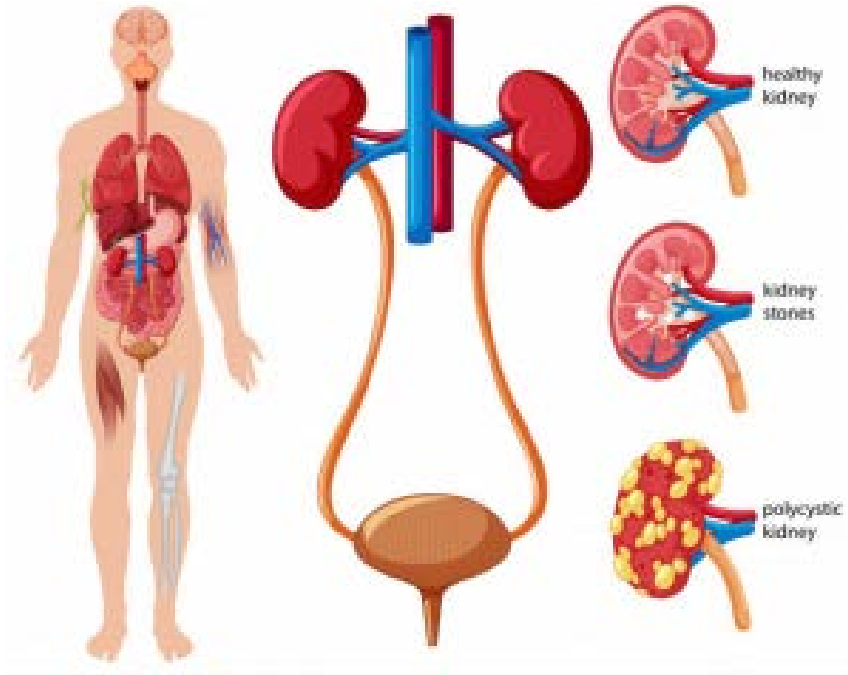
سلول های پودوسیت هم بزرگتر و هم هسته درشت تری نسبت به یاخته پوششی بیرون بومن دارند

همواره در بافت پوششی فاصله بین یاخته کم است اما سلول های پودوسیت فاصله زیادی دارند

عواملی که باعث افزایش فشار خون می شوند باعث افزایش فشار تراوشی هم می شوند مثل مصرف نمک

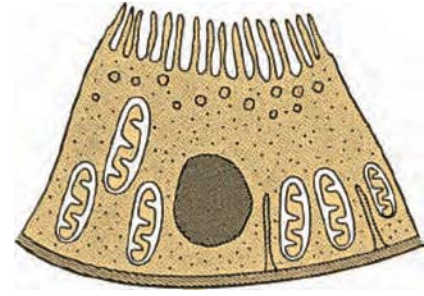
در گلوپرول برخلاف مویرگ های دیگر فقط خروج مواد داریم و بازجذب در محل دیگری انجام میشود

در تراوش مواد از دو لایه سنگفرشی یک لایه (مویرگی و لایه داخلی کپسول بومن) عبور می کند. (دارای دو غشای پایه



باز جذب: در تراوش، مواد براساس اندازه وارد گردیزه می شوند و هیچ انتخاب دیگری

صورت نمی گیرد. بنابراین هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گردیزه وارد می شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ های دورلوله ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می شوند. این فرایند را بازجذب می نامند.



شکل ۹- یاخته های ریزپرز دار لوله پیچ خورده نزدیک (دارای تعداد زیادی راکیزه)

به محض ورود مواد تراوش شده به لوله پیچ خورده نزدیک، بازجذب آغاز می شود.

دیواره لوله پیچ خورده نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که

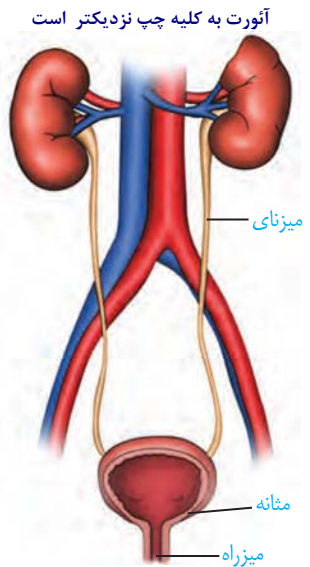
ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می دهند. به علت وجود ریزپرزهای

فراوان در لوله پیچ خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت هاست (شکل ۹).

در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی انجام می گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می شود.

ترشح: ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ های دورلوله ای یا خود یاخته های گردیزه به درون گردیزه ترشح می شوند. این فرایند را ترشح می نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش فعال و با صرف انرژی زیستی انجام می گیرد.

ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه ها یون هیدروژن را ترشح می کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری دفع می کند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه می دارد. بعضی سموم و داروها به وسیله ترشح دفع می شوند.



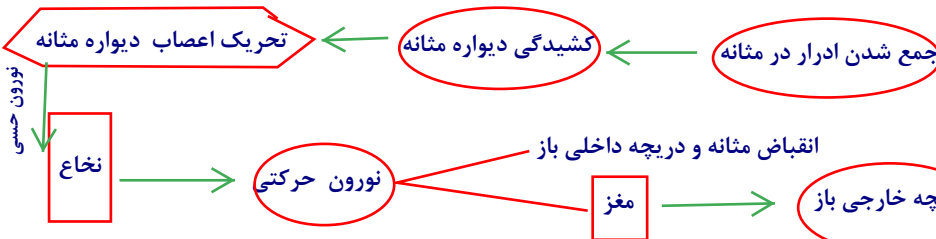
تخلیه ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنا به مثانه وارد می شود (شکل ۱۰). حرکت کرمی دیواره میزنا، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می راند. پس از ورود به مثانه، درپچه ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه روی دهانه میزنا است، مانع بازگشت ادرار به میزنا می شود.

مثانه، کیسه ای است ماهیچه ای که ادرار را موقتاً ذخیره می کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیواره مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می شود. در محل اتصال مثانه به میزراه، بنداره ای قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می شود. این بنداره، که بنداره داخلی میزراه نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام بنداره خارجی میزراه وجود دارد که از نوع ماهیچه مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می گیرد.



شکل ۱۰- دستگاه دفع ادرار- آیا می توانید اجزای شکل را نام گذاری کنید؟



طول سیاهرگ کلیه ای چه بیشتر از کلیه راست و طول سرخرگ کلیوی راست از سیاهرگ کلیوی چه بیشتر است

ترتیب این سه تا از بیرون به درون : میزنا - سرخرگ - سیاهرگ

قطر میزنا از بالا به پایین کاهش می یابد

ترکیب شیمیایی ادرار: دو فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از گردیزه و مجرای جمع کننده، تغییر می دهند و آنچه به لگنچه می ریزد، ادرار است.

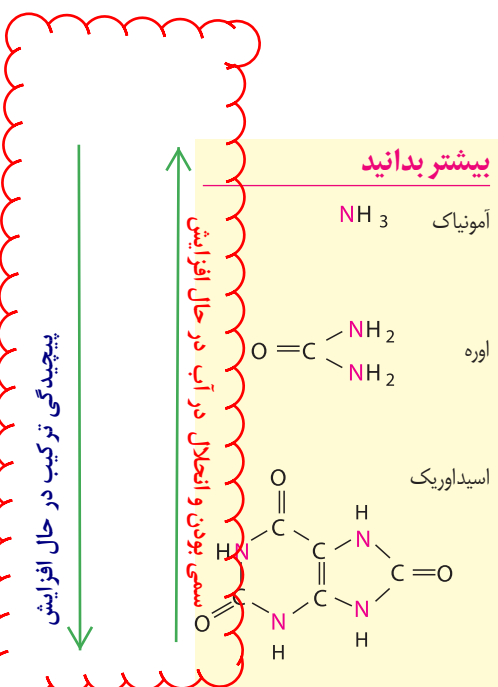
حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می دهد. دفع آب از طریق ادرار، راهی است برای تنظیم مقدار آب بدن. یون ها نیز بخش مهمی از ادرار را تشکیل می دهند که دفع آنها برای حفظ تعادل یون ها صورت می گیرد.

فراوان ترین ماده دفعی آلی در ادرار، اوره است. اوره چرا و چگونه تشکیل می شود؟ در نتیجه تجزیه موادی مانند آمینو اسیدها، آمونیاک تولید می شود که بسیار سمی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می انجامد. کبد، آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن دی اکسید به اوره تبدیل می کند. ویژگی سمی بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است و بنابراین، امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان پذیر است. کلیه ها اوره را از خون می گیرند و همراه با ادرار از بدن دفع می کنند.

دیگر ماده دفعی نیتروژن دار در ادرار **اوریک اسید** است. اوریک اسید انحلال پذیری زیادی در آب ندارد؛ بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می شود. نقرس یکی از بیماری های مفصلی است که با دردناک شدن مفاصل و التهاب آنها همراه است.

تنظیم آب: تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون ها قرار دارد. یکی از سازوکارها به غلظت مواد حل شده در خون اب ارتباط دارد. اگر غلظت این مواد از حد مشخصی فراتر رود، مرکز تشنگی در هیپوتالاموس تحریک می شود که نتیجه آن فعال شدن مرکز تشنگی و تمایل به نوشیدن آب و از طرف دیگر ترشح هورمون ضد ادراری است. این هورمون با اثر بر کلیه ها، بازجذب آب را افزایش می دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می کند.

اگر بنا به عللی هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدار زیادی ادرار رقیق از بدن دفع می شود. چنین حالتی به **دیابت بی مزه** معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی می کنند و مایعات زیادی می نوشند. این بیماری به علت برهم زدن توازن آب و یون ها در بدن، نیازمند توجه جدی است.



تنظیم آب ← غلیظ شدن خون بیش از حد مشخصی ← تحریک هیپوتالاموس

افزایش بازجذب و کاهش ادرار → نفرون ها → کلیه ها → ترشح هورمون ضد ادراری → فعال کردن مرکز تشنگی → نوشیدن آب

بیشتر بدانید

دیابت و کلیه ها

دیابت به رگ های کلیه آسیب می رساند. در نتیجه کلیه ها نمی توانند خون را به درستی تصفیه کنند. نمک و آب بیشتری در بدن می ماند که در نهایت به افزایش وزن و تجمع مواد دفعی در خون می انجامد.

دیابت همچنین باعث آسیب دیدن اعصاب مثانه و ایجاد مشکلاتی در تخلیه ادرار می شود. اگر مثانه به موقع تخلیه نشود کلیه ها آسیب می بینند. علاوه بر این، از آنجا که در دیابت، ادرار حاوی قند است تجمع طولانی مدت ادرار در مثانه امکان رشد باکتری ها و عفونت مثانه را فراهم می آورد.