



تنظیم محیط داخلی و دفع مواد زاید

زاید در جانوران آبی بیش‌تر آمونیاک (NH_3) است که بسیار سمی است، اما به آسانی از بدن جانوران آبی، به آب پیرامونی، انتشار می‌یابد.

بی‌مهرگان کوچک، مانند کرم پهن پلاناریا، از همه سلول‌های سطحی بدن خود آمونیاک دفع می‌کنند. ماهی‌ها نیز با آبشش‌های خود آمونیاک دفع می‌کنند.

جانوران خشکی‌زی نمی‌توانند آمونیاک دفع کنند. این جانوران، آمونیاک را به موادی که کم‌تر سمی هستند، تبدیل می‌کنند. این مواد اوره و اوریک اسید هستند. جانوران خشکی‌زی می‌توانند اوره و اوریک اسید را مدتی در بدن خود نگه‌دارند و سپس به تناوب آنها را دفع کنند. جانوران باید برای تبدیل آمونیاک به اوره یا اوریک اسید، انرژی مصرف کنند.

پستانداران و دوزیستان اوره دفع می‌کنند. اوره با سرعت در آب حل می‌شود. سمیت اوره در حدود $100,000$ بار کمتر از آمونیاک است. بعضی جانوران هم اوره و هم اوریک اسید دفع می‌کنند و بعضی دیگر به تناسب زیستگاه خود، آمونیاک یا اوره دفع می‌کنند. مثلاً بعضی وزغ‌ها هنگامی که در آب هستند آمونیاک و وقتی که در خشکی به سر می‌برند، اوره دفع می‌کنند.

پرنده‌گان، حشرات و بسیاری از خزندگان اوریک اسید دفع می‌کنند. دفع اوریک اسید به آب چندان‌ی احتیاج ندارد.

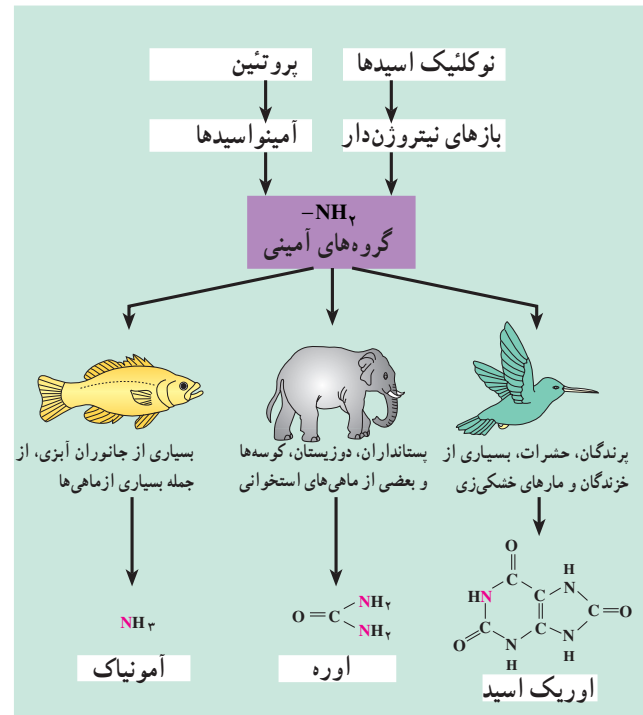
سلول‌های بدن جانوران پرسلولی در میان مایعی بین سلولی قرار دارند که کل آن را در بدن جانور، محیط داخلی می‌گویند. خون بخشی از این محیط است که مواد مورد نیاز سلول‌ها را به فضای بین سلولی منتقل می‌کند و نیز مواد دفعی سلول‌ها را به اندام‌های دفعی می‌برد. برای آن‌که سلول‌ها زنده بمانند و به طور طبیعی فعالیت کنند، محیط اطراف آنها باید حالت نسبتاً پایدار و یکنواختی داشته باشد. مجموعه اعمالی که در بدن جانداران پرسلولی، برای حفظ پایداری محیط داخلی انجام می‌شود، همئوستازی نام دارد. همئوستازی شامل اعمالی نظیر تنظیم قند، نمک، آب، اسید - باز، دما و نیز دفع مواد زاید است. شما به تدریج با چگونگی انجام آنها آشنا می‌شوید.

جانوران باید مواد زاید نیتروژن‌دار را دفع کنند

واکنش‌هایی که در بدن جانوران انجام می‌شود، منجر به تولید موادی زاید، به‌ویژه مواد زاید نیتروژن‌دار می‌شوند. بیش‌تر این مواد نیتروژن‌دار محصول سوختن آمینواسیدها هستند. جانوران باید این مواد زاید را که سمی هستند، از خود دفع کنند. مواد زاید نیتروژن‌داری که در بدن جانوران مختلف تولید و دفع می‌شود، یکسان نیستند. زیستگاه جانوران، عامل مهمی در این زمینه است. همان‌گونه که در شکل ۱-۷ می‌بینید، مواد

یک میلیون نفرون یا لوله‌ سازنده ادرار هستند. نفرون‌ها خون را پالایش می‌دهند و مواد زائد آن را به صورت ادرار خارج می‌کنند. نفرون‌ها در انتهای خود به مجاری جمع‌کننده ادرار اتصال دارند. این مجاری، ادرار را به لگنچه تخلیه می‌کنند. مجرای میزنای ادرار را از لگنچه به مثانه می‌برد. در ابتدای هر نفرون یک شبکه مویرگی به نام گلومرول در داخل محفظه بسته کپسول بومن قرار دارد و در دنباله این کپسول بخش‌های دیگر لوله ادراری، شامل لوله خمیده نزدیک، لوله هنله و لوله خمیده دور، وجود دارند. این بخش‌ها ادرار را می‌سازند و سرانجام آن را به لوله جمع‌کننده می‌ریزند. دیواره لوله ادراری از یک ردیف سلول پوششی ساخته شده، ولی شکل و کار این سلول‌ها در نقاط مختلف متفاوت است. در ساختار کلی کلیه، دو بخش قشری و مرکزی دیده می‌شود. گلومرول‌ها در بخش قشری هستند و در زیر میکروسکوپ به آن منظره دانه‌دار می‌دهند. بخش مرکزی کلیه از هرم‌هایی ساخته شده که به علت وجود لوله‌های ادراری، مخطط به نظر می‌رسند. به هر کلیه یک سرخرگ کلیوی وارد می‌شود. انشعابات سرخرگ کلیوی از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. این انشعابات سرانجام گلومرول‌ها یا کلافه‌های درون کپسول‌های بومن را می‌سازند (شکل ۲-۷).

دو دیواره نفوذپذیر، یعنی دیواره مویرگ و دیواره کپسول بومن بین خون و حفره درون کپسول بومن وجود دارد. از گلومرول سرخرگ کوچکی خارج می‌شود که دوباره در اطراف لوله‌های پیچ خورده و لوله هنله انشعابات مویرگی جدیدی به نام شبکه دوم مویرگی می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که سرانجام سیاهرگ‌های کلیه را می‌سازند. این سیاهرگ‌ها خون را از کلیه بیرون می‌برند.



شکل ۱-۷- دفع مواد زائد نیتروژن‌دار در چند جاندار

بنابراین دفع چنین ماده‌ای در جانوران ساکن مناطق خشک معمول‌تر است. سمی بودن اوریک اسید بسیار کم‌تر از اوره و آمونیاک است. جانوران مناطق خشک می‌توانند اوریک اسید را که نسبت به اوره و آمونیاک، فرمول پیچیده‌تری دارد، به شکل بلورهای جامد از خود دفع کنند. دفع اوریک اسید نسبت به دفع اوره به انرژی بیشتری نیاز دارد.

دستگاه دفع ادرار بسیاری مواد زائد بدن انسان را دفع می‌کند

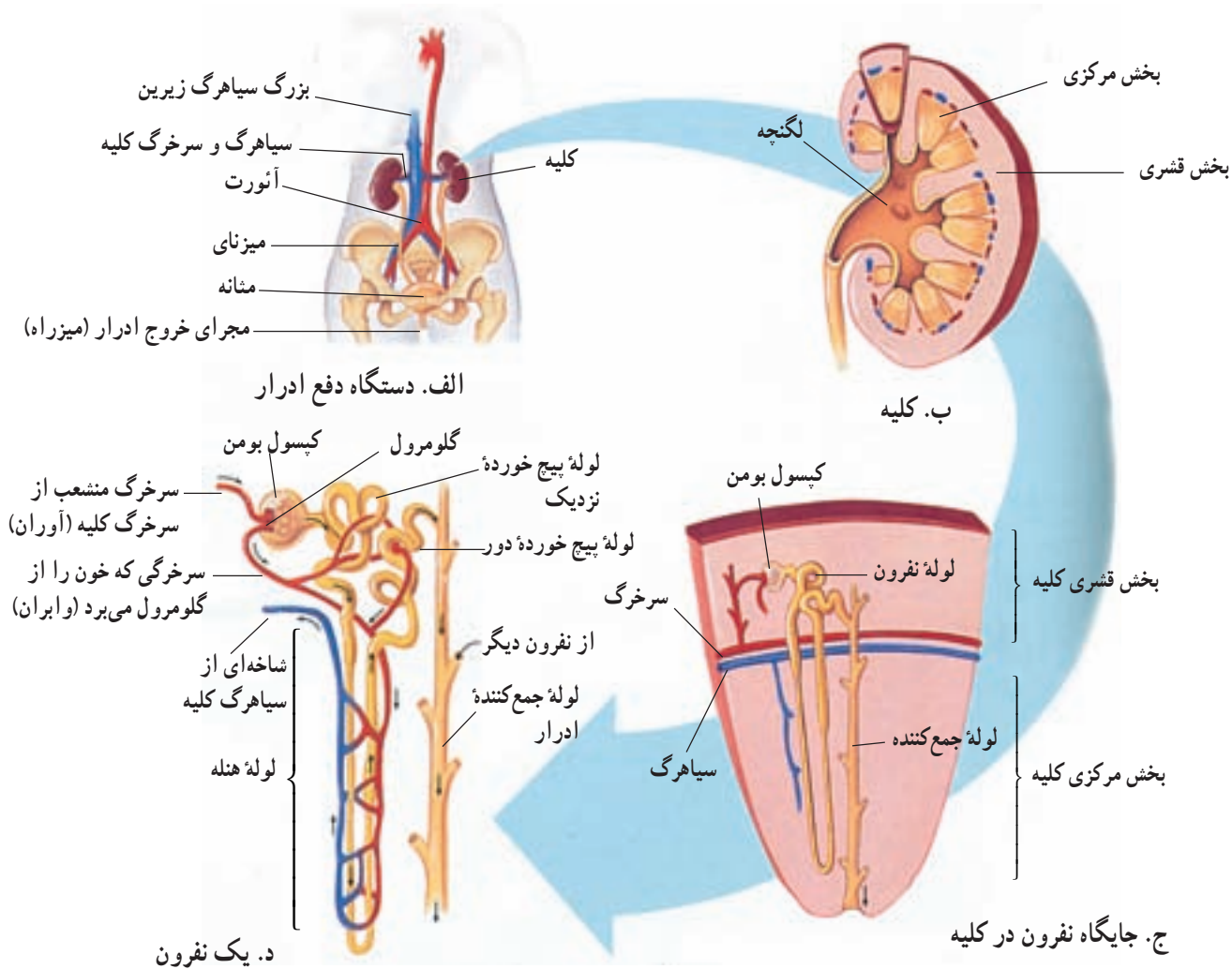
اوره، اوریک اسید، کراتینین و مواد خارجی، مانند داروها و حشره‌کش‌ها از جمله موادی هستند که به وسیله کلیه‌ها دفع می‌شوند.

ساختار کلیه‌ها: کلیه‌ها، به صورت قرینه، در دو طرف ستون مهره‌ها، در بخش پشتی شکم قرار دارند و هر کدام دارای تقریباً

خودآزمایی ۱-۷

- ۱- مایع میان بافتی چیست؟
- ۲- هومئوستازی را شرح دهید.
- ۳- عامل مهمی که در نوع مواد نیتروژن‌دار دفعی جانوران مؤثر است، چیست؟
- ۴- نوع مواد دفعی جانوران زیر را بنویسید:

الف) جانوران آبی ب) جانوران خشکی‌زی ج) پستانداران د) دوزیستان ه) پرنده‌گان



شکل ۲-۷ - دستگاه دفع ادرار انسان و بخش‌های آن

فعالیت ۱-۷

مشاهدهٔ کلیه



شکل ۳-۷

- ۱- یک کلیهٔ گوسفند تهیه کنید.
- ۲- مانند شکل، آن را از طول برش دهید.
- ۳- در برش‌ها چه بخش‌هایی مشاهده می‌کنید؟ ادرار از کدام بخش کلیه خارج می‌شود، آن را بیابید. ادرار پس از خروج از کلیه به کجا می‌رود؟
- ۴- شکلی از برشی که تهیه کرده‌اید، رسم و آن را نام‌گذاری کنید.

تشکیل ادرار: ساخته شدن ادرار نتیجه سه پدیده

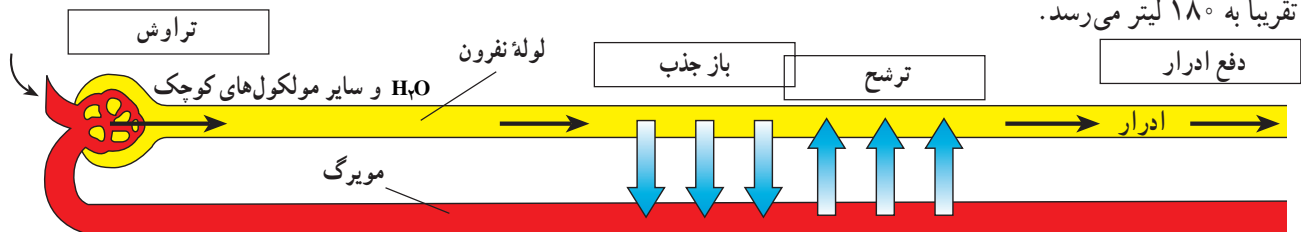
تراوش، بازجذب و ترشح مواد در نفرون‌هاست. حجم زیادی از مواد موجود در پلاسمای خون با عبور خون از گلومرول به درون کپسول بومن تراوش می‌شود. در دنباله لوله ادراری، پس از بازجذب بسیاری از این مواد به خون و ترشح مواد دیگر از خون به درون لوله، ترکیب نهایی ادرار مشخص می‌شود.

تراوش: دیواره مویرگ‌های گلومرول و دیواره کپسول بومن نسبت به گلبول‌های قرمز و مولکول‌های درشت، مانند پروتئین‌ها نفوذناپذیر است، ولی سایر مواد از آن می‌گذرند. فشارخون در مویرگ‌های گلومرول باعث تراوش پلاسما به درون نفرون می‌شود. وجود پروتئین‌های خون تا حدی از نیروی تراوش می‌کاهد. در انسان که کل پلاسمای خون در حدود ۳ لیتر است، حجم ماده تراوش شده به درون کپسول‌های بومن در هر شبانه‌روز تقریباً به ۱۸۰ لیتر می‌رسد.

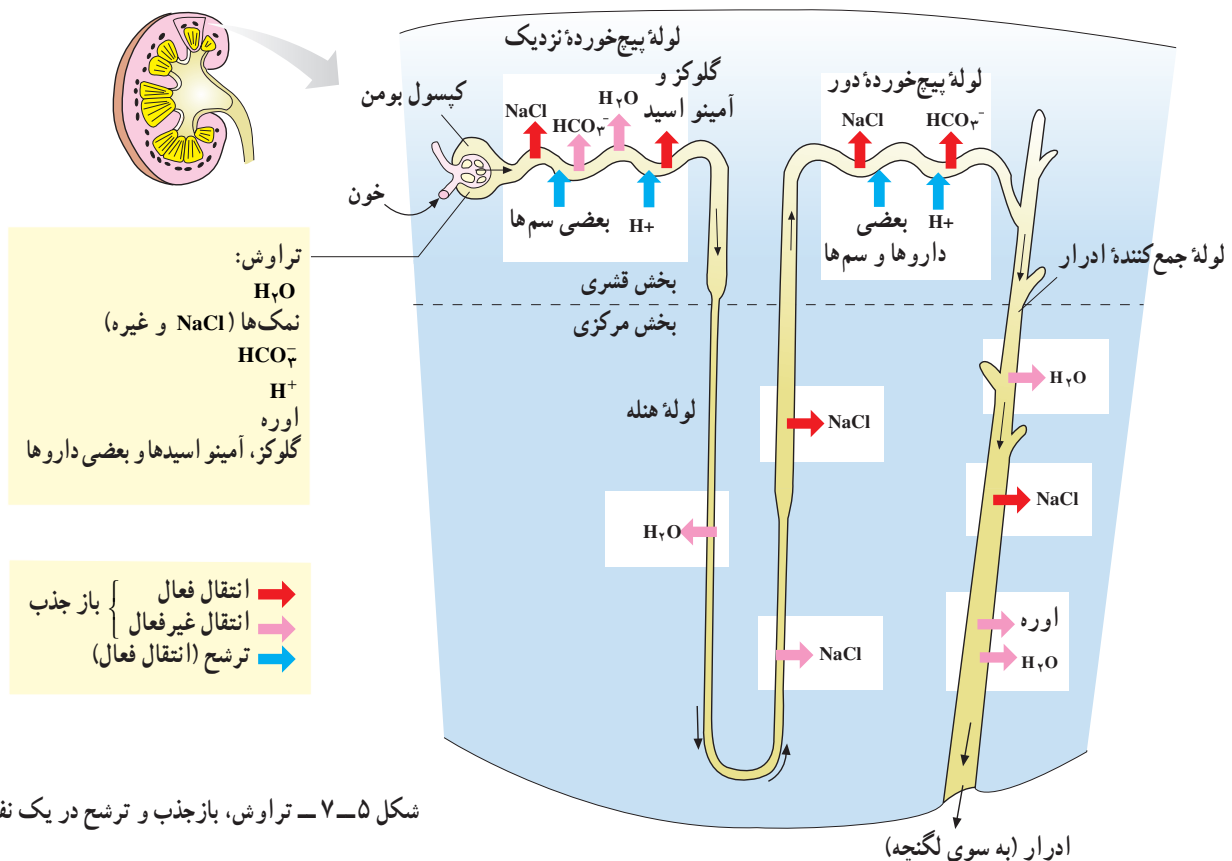
بازجذب: در حدود ۹۹ درصد موادی که در گلومرول‌ها

تراوش شده‌اند، دوباره در مویرگ‌های اطراف لوله ادراری جذب خون می‌شوند و به این ترتیب از هدر رفتن موادی مانند گلوکز و سدیم جلوگیری می‌شود. بازجذب مواد به خون در کلیه‌ها به دو صورت فعال و غیرفعال صورت می‌گیرد: جذب فعال مواد برخلاف شیب انتشار آنها صورت می‌گیرد و به ATP نیاز دارد. بازجذب گلوکز به همین صورت است. بازجذب غیرفعال نتیجه اختلاف غلظت است، مثلاً در لوله جمع‌کننده ادرار تراکم اوره بیش از مایع بین سلولی است و در نتیجه مقداری اوره به مایع بین سلولی باز می‌گردد و به دنبال آن آب نیز باز جذب می‌شود.

ترشح: در طول لوله ادراری برخی مواد از خون گرفته و به داخل لوله وارد می‌شوند. یون‌های هیدروژن و پتاسیم و بعضی داروها، مانند پنی‌سیلین از جمله این مواد است.



شکل ۴-۷ - تشکیل ادرار



شکل ۵-۷ - تراوش، بازجذب و ترشح در یک نفرون



بررسی اثر نوشیدن آب فراوان بر تولید ادرار

آزمایشی طراحی کنید که اثر نوشیدن مقدار زیاد آب را بر سرعت و حجم ادرار تولید شده، نشان دهد. برای این کار، نخست به طور دقیق تعیین کنید می‌خواهید چه چیز را مورد بررسی قرار دهید. چه چیزهایی را باید اندازه بگیرید و این اندازه‌گیری را چگونه می‌خواهید انجام دهید. اجرای این آزمایش لازم نیست. معلم شما پس از طراحی آزمایش توضیحات لازم را برای شما خواهد داد. پس از شنیدن توضیحات، در این مورد نتیجه‌گیری کنید.

تخلیه ادرار: با ورود ادرار از دو میزنای به مثانه به تدریج

فشار درون مثانه افزایش می‌یابد و دیواره آن کشیده می‌شود. ورود ادرار به مثانه با واسطه حرکات دودی شکل ماهیچه‌های صاف دیواره میزنای صورت می‌گیرد. اگر کشش دیواره مثانه به حد خاصی برسد گیرنده‌های آن تحریک می‌شوند و با ارسال پیام‌های عصبی به نخاع انعکاس تخلیه مثانه را، فعال می‌کنند. در شخص بالغ این انعکاس به وسیله مراکز مغزی و به صورت ارادی قابل مهار یا تسهیل است. ماهیچه‌های صاف حلقوی که در نواحی

نقش کلیه‌ها در تنظیم تعادل اسید – باز در بدن: pH

محیط داخلی بدن ثابت و در حد تقریبی ۷/۴ نگهداری می‌شود. کلیه‌ها یکی از عوامل مهم تنظیم تعادل اسید – باز در بدن هستند به این ترتیب که با کم و زیاد کردن دفع هیدروژن و بیکربنات، از اسیدی شدن یا قلیایی شدن خون جلوگیری می‌کنند. هنگامی که محیط داخلی بدن به حالت قلیایی تغییر می‌کند، کلیه‌ها بیکربنات بیش‌تری دفع می‌کنند. در حالتی که خون وضعیت اسیدی پیدا کند، برعکس دفع هیدروژن در ادرار بیش‌تر می‌شود.



۱- کدام موادی که در ستون الف نوشته شده است در مایعات ستون ب وجود دارد؟

ستون الف	ستون ب
پروتئین	خون ورودی به کلیه
گلوکز	خون خروجی از کلیه
اوره	خونی که به کپسول بومن تراوش می‌شود
آب	ادراری که کلیه را ترک می‌کند

۲- هر یک از موارد زیر چه اثری بر مقدار و ترکیبات موجود در ادرار دارد؟

الف – خوردن مقدار زیادی غذای شور

ب – حمام رفتن و دوش گرفتن

ج – نوشیدن مقدار زیادی آب

د – بازی کردن فوتبال به مدت طولانی

ه – خوردن دو عدد آب‌نبات

۳- گفته می‌شود مقدار ادراری که در هوای گرم تولید می‌شود، کم‌تر از مقدار ادراری است که در هوای سرد تولید

می‌شود.

الف – آزمایشی برای درستی این فرضیه طراحی کنید.

ب – اگر این فرضیه درست باشد، به نظر شما علت چیست؟

پایینی مثانه قرار دارند، به صورت یک اسفنکتر داخلی عمل می کنند و معمولاً منقبض هستند و دهانه میزراه را بسته نگاه می دارند. کمی پایین تر در میزراه ماهیچه حلقوی دیگری از نوع

مخطط قرار دارد که ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنها به طور کامل برقرار نشده است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می گیرد.

خودآزمایی ۲-۷

۱- کلیه های انسان چه موادی دفع می کنند؟ نام ببرید.

۲- ساختار کلیه انسان را شرح دهید.

۳- سه مرحله تشکیل ادرار را شرح دهید.

۴- چگونگی تخلیه ادرار را توضیح دهید.

فعالیت ۴-۷

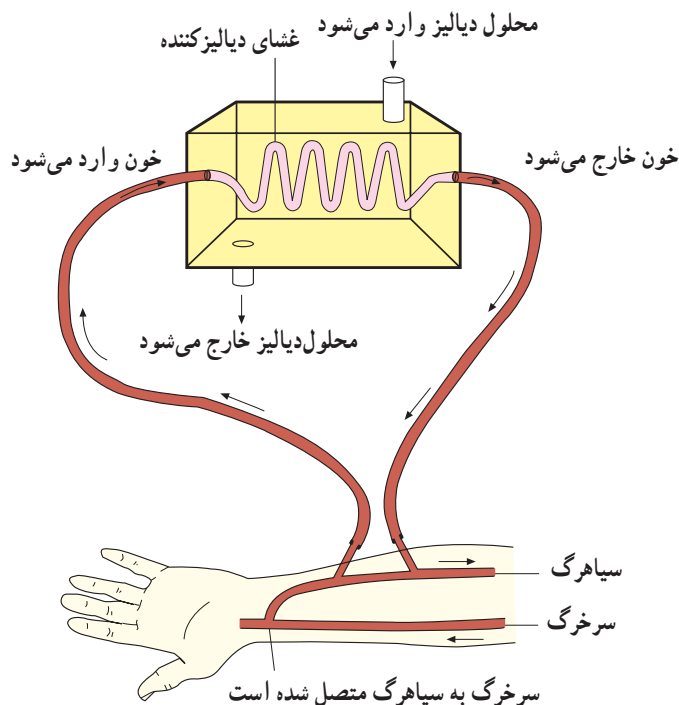


متن زیر را بخوانید و سپس به پرسش های آن پاسخ دهید

کلیه مصنوعی

کلیه های بعضی افراد به دلایل متعددی از کار می افتد. کلیه مصنوعی به این بیماران کمک فراوان می کند. برای استفاده از کلیه مصنوعی (انجام دیالیز)، نخست با جراحی کوچکی یکی از سرخرگ های دست را به یکی از سیاهرگ های آن متصل می کنند. سپس دو لوله به آن سیاهرگ متصل می کنند (شکل ۶-۷). خون از یکی از این لوله ها به سوی کلیه مصنوعی می رود و از لوله دیگر به بدن بازمی گردد.

چرا باید سیاهرگ را به سرخرگ متصل کرد؟ چون فشار خون سیاهرگی برای راندن خون به درون کلیه مصنوعی کافی نیست. چرا سرخرگ را مستقیماً به کلیه مصنوعی متصل نمی کنند؟ چون سرخرگ ها باریک تر از سیاهرگ ها هستند و برای چنین اتصالی مناسب نیستند. سیاهرگی که برای این کار انتخاب می شود، زیر پوست دست قرار دارد و دسترسی به آن آسان است. اگر به بازو و ساعد خود نگاه کنید، این سیاهرگ را خواهید دید.



شکل ۶-۷- طرح ساده ای از دستگاه کلیه مصنوعی و طریقه اتصال آن به بدن. غشای دیالیز کننده ممکن است به صورت صفحات مسطح موازی با یکدیگر باشد، یا به صورتی که در شکل می بینید، به صورت لوله ای مارپیچی باشد. هدف از هر دو نوع طرح غشای دیالیز کننده، ایجاد سطح گسترده در محفظه ای کوچک است.

خون در درون دستگاه در تماس غشای ویژه که از جنس نوعی ماده پلی مر، شبیه سلوفان است، قرار می گیرد. در سوی دیگر این غشا، محلولی آبی از مواد مختلفی که بدن به آنها نیاز دارد، با همان غلظت های مورد نیاز بدن، قرار دارد. گلوکز و نمک از جمله این مواد هستند.

این غشا نفوذ پذیری انتخابی دارد، یعنی به بعضی مواد اجازه عبور از خود را می دهد و به بعضی دیگر این اجازه را نمی دهد. چنین غشایی، غشای دیالیز کننده نام دارد و محلولی که در آن سوی آن قرار دارد، محلول دیالیز نامیده می شود. مواد زاید از خون به محلول دیالیز رانده می شوند، در حالی که پروتئین های درشت و گلبول ها درون خون باقی می مانند. محلول دیالیز، دائماً در حال جریان است و مواد زاید را بلافاصله از محل دفع دور می کند هنگامی که خون از دستگاه خارج می شود، غلظت مواد درون آن، با غلظت این مواد در محلول دیالیز تقریباً مساوی می شود. خون تصفیه شده، بدین طریق از کلیه مصنوعی خارج و بار دیگر وارد بدن می شود.

کسی که کلیه های او کاملاً از کار افتاده است باید تقریباً در هر هفته سه بار و هر بار در حدود پنج ساعت از وقت خود را با دستگاه کلیه مصنوعی بگذراند. امروزه دستگاه های قابل حمل کلیه مصنوعی به بازار عرضه شده است و کسانی که می خواهند از آن استفاده کنند، می توانند آموزش لازم را ببینند.

کلیه مصنوعی یکی از موارد کاربرد فناوری در زندگی روزانه است و تاکنون زندگی هزاران نفر را نجات داده است. ۱- غشای دیالیز کننده چه ساختاری می تواند داشته باشد؟ شکلی از برش عرضی آن رسم کنید و شرح دهید چرا پروتئین های درشت و گلبول های خون نمی توانند از آن عبور کنند.

۲- محلول دیالیز دارای موادی به صورت محلول است که غلظت آنها برابر با غلظت همین مواد در خون است. اهمیت این امر در چیست؟ چرا محلول دیالیز باید دائماً در جریان باشد و تعویض شود؟

۳- کلیه مصنوعی دستگاه گران قیمت است. آیا فکر می کنید بهتر است برای تکمیل این اختراع سرمایه گذاری کرد یا همین سرمایه را صرف کارهای اساسی تر کرد؟

۴- تعداد دستگاه های کلیه مصنوعی به اندازه ای نیست که هر کسی که به آن نیاز دارد، بتواند به آسانی از آن استفاده کند. با در نظر گرفتن این که عدم استفاده از آن ممکن است باعث مرگ بیمار شود، فکر می کنید چه کسانی برای استفاده از آن در اولویت قرار دارند؟

اولیه فتوسنتز، مصرف می شوند. مقدار اضافی هریک از این مواد با انتشار از طریق روزه ها، دفع می شوند.

برخی از مواد دفعی گیاهان ممکن است از طریق افتادن برگ ها و بخش هایی از پوست گیاهان چوبی، دفع شوند. موادی چون رزین، تانن و صمغ که در نتیجه متابولیسم گیاهان به وجود می آیند، در بخش هایی از گیاه، مثل مغز ساقه، انبار می شوند. در گیاهان علفی، مواد دفعی در واکوئل ها و دیواره سلول های آنها جمع می شوند. برخی از مواد دفعی گیاهان، نقش دفاعی دارند و از خورده شدن گیاه توسط جانوران گیاهخوار جلوگیری می کنند، یا گیاه را در مقابل عوامل بیماری زا، حفظ می کنند.

دفع مواد زاید در گیاهان

گیاهان مواد آلی مورد نیاز خود را با استفاده از مواد معدنی محیط، می سازند. در حالی که جانوران مواد آلی را از راه تغذیه به دست می آورند و سپس آنها را به مواد آلی مورد نیاز خود، تبدیل می کنند. در نتیجه متابولیسم گیاهان و جانوران تفاوت های زیادی دارند. بیش تر مواد دفعی حاصل از متابولیسم گیاهان شامل اکسیژن، دی اکسید کربن و آب است. اکسیژن در نتیجه فتوسنتز تولید و در تنفس سلولی مصرف می شود. دی اکسید کربن و آب نیز در تنفس سلولی تولید و به عنوان مواد



فعالیت ۵-۷

- ۱- غذاهای جانوری، چون پروتئینی و در نتیجه آمینو اسید فراوان دارند، pH محیط داخلی بدن را اسیدی می‌کنند. غذاهای گیاهی برعکس باعث قلیایی شدن آن می‌شوند. بیان کنید کلیه‌ها چگونه pH محیط داخلی را ثابت نگه می‌دارند:
- ۲- با توجه به شکل ۵-۷ بیان کنید کدام قسمت‌های نفرون در بخش قشری و کدام قسمت‌های آن در بخش مرکزی قرار دارد.
- ۳- تحقیق کنید برای مراقبت از کلیه‌ها چه باید کرد.
- ۴- به جز کلیه‌ها، اندام دیگری هم در بدن وجود دارد که کار آنها ثابت نگه داشتن ترکیب مایع میان بافتی است. این اندام‌ها کدام‌اند و هر کدام چه موادی دفع می‌کنند؟
- ۵- اهمیت وجود شبکهٔ دوم مویرگی چیست؟

خودآزمایی ۳-۷

- ۱- مواد دفعی گیاهان کدام‌اند؟
- ۲- راه‌های دفع مواد را از گیاهان بنویسید.