بسم الله الرحمن الرحیم

فیزیولوژی (۱)

رشتهٔ تربیت بدنی

گروه تحصیلی علوم ورزشی

زمینهٔ خدمات

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۴۴۷۰

۶۱۲
ف ۸۴۵ الف/
۱۳۹۲

امینیان رضوی، توراندخت
فیزیولوژی (۱)/ مؤلف: توراندخت امینیان‌رضوی ــ تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۲
۷۶ ص :مصور ــ(آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۴۴۷)
متون درسی رشتهٔ تربیت بدنی گروه تحصیلی علوم ورزشی، زمینهٔ خدمات
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ تربیت بدنی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش
۱ فیزیولوژی الف ایران وزارت آموزش و پرورش کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ تربیت بدنی ب عنوان ج فروست

۱۳۹۲

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch ir**

این کتاب بر اساس نظرات هنرآموزان رشتهٔ تربیت بدنی توسط آقای غلام‌حسین یزدان‌پناه و خانم فریبا حسین‌آبادی بازنگری و اصلاح شد

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتو و نظارت بر تألیف : **دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **فیزیولوژی (۱) ـ ۴۹۷/۷**

مؤلف : **دکتر توراندخت امینیان‌رضوی**

عضای کمیسیون تخصصی : **دکترمحمد خبیری، علی‌شاه‌محمدی، حسین کرم‌نژاد، فریبا حسین‌آبادی، حمیده نظری‌تاج‌آبادی و معصومه‌سلطان رضوانفر**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار :۸۸۳۰۹۲۶۶،کدپستی :۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch ir

رسام : **مریم دهقان‌زاده**

صفحه‌آر : **شهرزاد قنبری**

طرح جلد : **مریم کیوان**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

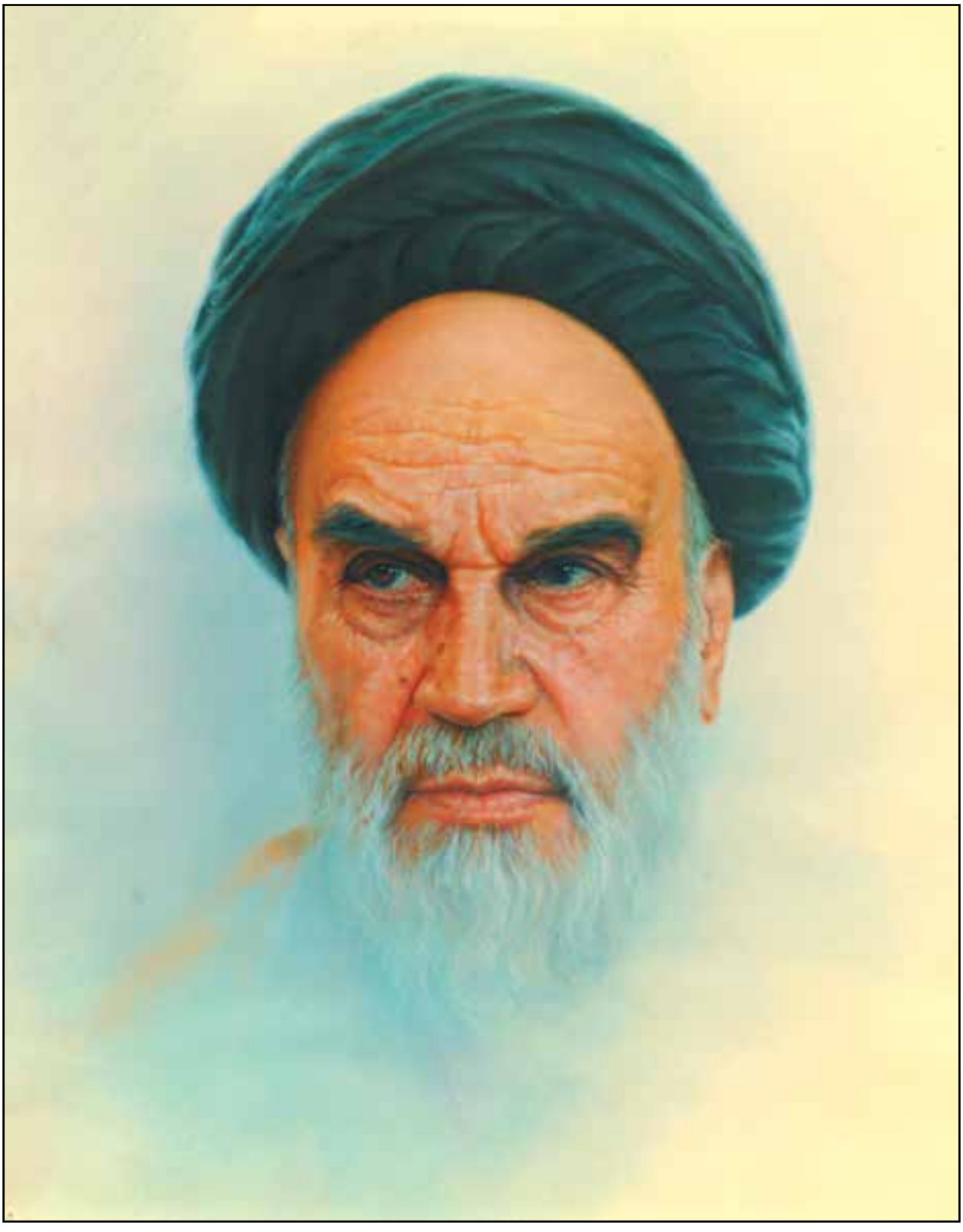
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **نادر**

سال نشار و نوبت چاپ : **چاپ یازدهم ۱۳۹۲**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۵-۱۱۲۸-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1128-5



جسم سالم همراه فکر سالم به انسان اعتماد به نفس می‌دهد.

امام خمینی«ره»

فهرست

فصل اول : فیزیولوژی، عوامل مؤثر برای ادامه‌ی حیات
موجود زنده، ساختمان یاخته و عملکرد
اندامک‌ها و انتقال مواد از غشای یاخته ۲
تعریف فیزیولوژی ۲
تعادل زیستی (هومئوستاز) ۴
رابطه‌ی شیمی و فیزیولوژی ۵
یاخته ۶
تقسیم یاخته‌ای ۹
انتقال مواد از غشای یاخته ۱۰
خودآزمایی ۱۳

فصل دوم : فیزیولوژی بافت عضلانی ۱۴
فیزیولوژی بافت عضلانی ۱۴
ساختمان عضله‌ی اسکلتی ۱۵
ساختمان یک سلول عضلانی (سارکومر) ۱۵
ساختمان آکتین و میوزین ۱۶
تئوری یا مدل انقباض
رشته‌ها به‌روش سرخوردن ۱۷
انواع انقباض ۱۹
انواع تارهای عضلانی ۲۰
انرژی عضله ۲۰
خودآزمایی ۲۲

فصل سوم : فیزیولوژی بافت عصبی ۲۳
ساختمان نرون ۲۳
بافت هم‌بند تار عصبی و عصب ۲۵
پتانسیل استراحت و عمل در یاخته‌های عصبی ۲۶
مننژ (پرده‌های خارجی دستگاه عصبی مرکزی) ۲۸
دستگاه عصبی مرکزی ۲۸
دستگاه عصبی خودکار ۳۰
خودآزمایی ۳۱

فصل چهارم : فیزیولوژی غده‌های درون‌ریز و هورمون‌ها ۳۲
غدد درون‌ریز ۳۲
خودآزمایی ۴۰

فصل پنجم : فیزیولوژی دستگاه تنفس ۴۱
دستگاه تنفس ۴۱
نقش بینی و حنجره در تنفس ۴۲
حرکات دستگاه تنفس ۴۲
چگونگی عمل تنفس ۴۳
حجم‌های شش‌ها ۴۴
تنظیم عصبی تنفس ۴۴
تنظیم شیمیایی ۴۴
تبادلات حبابچه‌ای ۴۵
انتقال گازها در خون ۴۵
برخی از بیماری‌های دستگاه تنفس ۴۷
خودآزمایی ۴۸

فصل ششم : فیزیولوژی دستگاه گردش خون ۴۹
ساختمان قلب ۴۹
بافت ماهیچه‌ای قلب ۵۱
دستگاه هدایتی قلب ۵۲
دوره‌ی قلبی ۵۲
الکتروکاردیوگرافی ۵۳
گردش عمومی و گردش ششی خون ۵۳
کنترل عصبی تعداد ضربان قلب ۵۴
صداهای قلب ۵۴
رگ‌های خونی ۵۴
فشار خون در سیاه‌رگ‌ها ۵۵
فشار خون ۵۵
آشنایی با برخی از بیماری‌های قلب و رگ‌ها ۵۵
فعالیت بدنی و دستگاه گردش خون ۵۶
خودآزمایی ۵۷

فصل هفتم : خون ۵۸
خون ۵۸
اعمال خون ۵۸
مقدار خون ۵۸
ترکیبات خون ۵۸
مشخّصات خون ۵۸
هماتوکریت ۵۹
گلبول قرمز ۵۹
گلبول‌های سفید یا لکوسیت‌ها ۵۹
پلاکت‌ها ۶۰
پلاسما ۶۰
گروه‌های خونی ۶۰
برخی از بیماری‌های خونی ۶۱
خودآزمایی ۶۲

فصل هشتم : فیزیولوژی دستگاه گوارش ۶۳
دستگاه گوارش ۶۳
اعمال دستگاه گوارش ۶۳
گوارش شیمیایی و مکانیکی ۶۳
نقش دهان در گوارش ۶۴
گوارش مکانیکی در دهان ۶۴
گوارش شیمیایی در دهان ۶۴
حلق و نقش آن ۶۴
نقش مری ۶۵
نقش معده در گوارش ۶۵
گوارش در روده‌ی باریک ۶۷
جذب ۶۸
روده‌ی بزرگ ۶۸
تنظیم هورمونی و عصبی گوارش ۶۸
برخی از بیماری‌های دستگاه گوارش ۶۸
یبوست و اسهال ۶۸
غذا و فعالیت ۶۸
خودآزمایی ۶۹

فصل نهم : فیزیولوژی دستگاه ادراری ۷۰
هدف دستگاه ادراری ۷۰
ساختمان کلیه‌ها ۷۰
نفرون ۷۲
ادرار ۷۳
دفع و تخلیه‌ی ادرار ۷۳
نقش کلیه در تنظیم (pH) خون ۷۳
نقش اعصاب ۷۴
ترکیبات ادرار ۷۴
برخی بیماری‌های دستگاه ادراری ۷۴
خودآزمایی ۷۵
منابع ۷۶

مقدمه

یکی از نیازمندی‌های دانش‌آموزان رشتهٔ تربیت بدنی آشنایی با عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن و آگاهی از عملکرد آن‌ها، به‌ویژه عمل ماهیچه‌ها، دستگاه عصبی و قلب و عروق و تنفس است کاربرد این اعضا در حرکت انسان به هنگام ورزش بسیار زیاد و تأثیرگذار است از این‌رو، آگاهی از عمل این دستگاه‌ها در بدن و نقش و ارتباط هر یک با دیگری، اهمیّت زیادی دارد در این کتاب سعی شده است، به منظور دسترسی به هدف فوق، از تصاویر واضح و قابل درک مربوط به مباحث ارائه شده استفاده شود اما استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی، مانند اسلاید، فیلم و دیگر وسایل کمک‌آموزشی، که در واحدهای آموزشی وجود دارد، می‌تواند به درک بهتر مباحث این درس کمک کند لذا پیشنهاد می‌شود تا مدارس به این وسایل مجهز شوند نکته‌ی دیگری که شما دانش‌آموزان عزیز را در درک مباحث مربوط به فیزیولوژی یاری می‌کند، مطالعه‌ی کتاب‌های جنبی و استفاده از راهنمایی معلمان محترم است تلاش دانش‌آموزان در پاسخ‌گویی به سؤالات پایانی هر فصل نیز آن‌ها را آماده می‌کند تا در ارزش‌یابی‌ها به موفقیت دست‌یابند

لازم می‌دانم از توجه و حمایت مسئولان مربوط، تشکر و قدردانی نمایم و از همکاری آقای غلامحسین یزدان‌پناه و سرکار خانم فریبا حسین‌آبادی در بازنگری کتاب سپاسگزاری کنم

با امید موفقیت

مؤلف

هدف کلّی

آشنایی دانش‌آموزان با عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن انسان

فصل اول

فیزیولوژی، عوامل مؤثر برای ادامه‌ی حیات موجود زنده، ساختمان یاخته و عملکرد اندامک‌ها و انتقال مواد از غشای یاخته

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ واژه‌های فیزیولوژی، فیزیولوژیست و فیزیولوژیک را تعریف کند.

۲ــ آن‌چه را که موجود زنده برای ادامه‌ی حیات به آن نیاز دارد تشریح نماید.

۳ــ اعمالی را که یک موجود زنده انجام می‌دهد توضیح دهد.

۴ــ مفهوم تعادل حیاتی (هومئوستاز) را تعریف کند و تفاوت بازخورد منفی و مثبت را بیان نماید.

۵ــ ارتباط علم شیمی را با فیزیولوژی، از راه شناخت عناصر شیمیایی و مواد سازنده‌ی بدن انسان، تشریح کند.

۶ــ کار هر یک از اندامک‌ها و تقسیمات یاخته را توضیح دهد.

۷ــ راه‌های انتقال مواد از غشای یاخته را تعریف کند.

تعریف فیزیولوژی

فیزیولوژی[۱]، واژه‌ای فرانسوی است، به معنی دانش مربوط به نقش ویژه‌ی اعضا و قسمت‌های مختلف بدن موجودات زنده. در فرهنگ معین، به علم وظایف الاعضا تعبیر شده است. در فیزیولوژی سعی بر آن است تا عوامل فیزیکی و شیمیایی که سبب پیدایش و توسعه‌ی زندگی است، شناخته و توجیه شوند. فیزیولوژی به شاخه‌های زیر تقسیم می‌گردد : فیزیولوژی ویروسی، فیزیولوژی باکتریایی، فیزیولوژی یاخته‌ای، فیزیولوژی انسانی، فیزیولوژی جانوری و فیزیولوژی گیاهی. اما آن چه در این کتاب مورد بحث قرار خواهد گرفت، فیزیولوژی انسانی است که در آن تلاش خواهیم کرد به بررسی بدن انسان و اعمال بخش‌های مختلف و روابط بین آن پرداخته شود. به‌طور کلی، هدف فیزیولوژی مطالعه‌ی چگونگی طرز کار بدن است. واژه‌ی دیگری که در این کتاب با آن سر و کار خواهیم داشت، فیزیولوژیک[۲] یا فیزیولوژیکی است، به معنی آن‌چه مربوط به اعمال بدن می‌شود و بالاخره واژه‌ی فیزیولوژیست،[۳] یعنی دانشمند یا فردی که در علم فیزیولوژی دارای تخصص است.

قبل از این‌که وارد بحث ساختمان یاخته شویم پاسخ به دو سؤال اهمیّت دارد :

۱ــ بدن برای ادامه‌ی حیات به چه چیزهایی نیاز دارد؟

۲ــ یک موجود زنده به چه اعمالی می‌پردازد؟

اینک پاسخ سؤال اول :

نیازهای بدن عبارت‌اند از :

۱ــ *اکسیژن:* همه‌ی یاخته‌های بدن نیاز به اکسیژن دارند

۱ــ Physiology ۲ــ Physiologic ۳ــ Physiologiste

و برای دریافت آن از محیط، دستگاهی دارند که به آن «دستگاه تنفس» می‌گویند. موادی که در یاخته‌ها ذخیره شده‌اند به کمک اکسیژن می‌سوزد و تولید انرژی می‌کند و در نتیجه، سبب حرکت انسان و اعمال حیاتی می‌شود.

۲ــ *غذا:* شامل شش بخش می‌شود که هرکدام نه تنها در ساختمان یاخته‌ها نقش دارند بلکه در سوخت و ساز و تولید انرژی با اهمیّت‌اند : کربوهیدرات‌ها **(قندها)**، لیپیدها **(چربی‌ها)**، **پروتئین‌ها، مواد معدنی، آب و ویتامین‌ها.**

از این دسته، آب، مواد معدنی و ویتامین‌ها تولید انرژی نمی‌کنند اما در حمل مواد و در اعمال شیمیایی که منجر به تولید انرژی می‌شود نقش مهمی دارند.

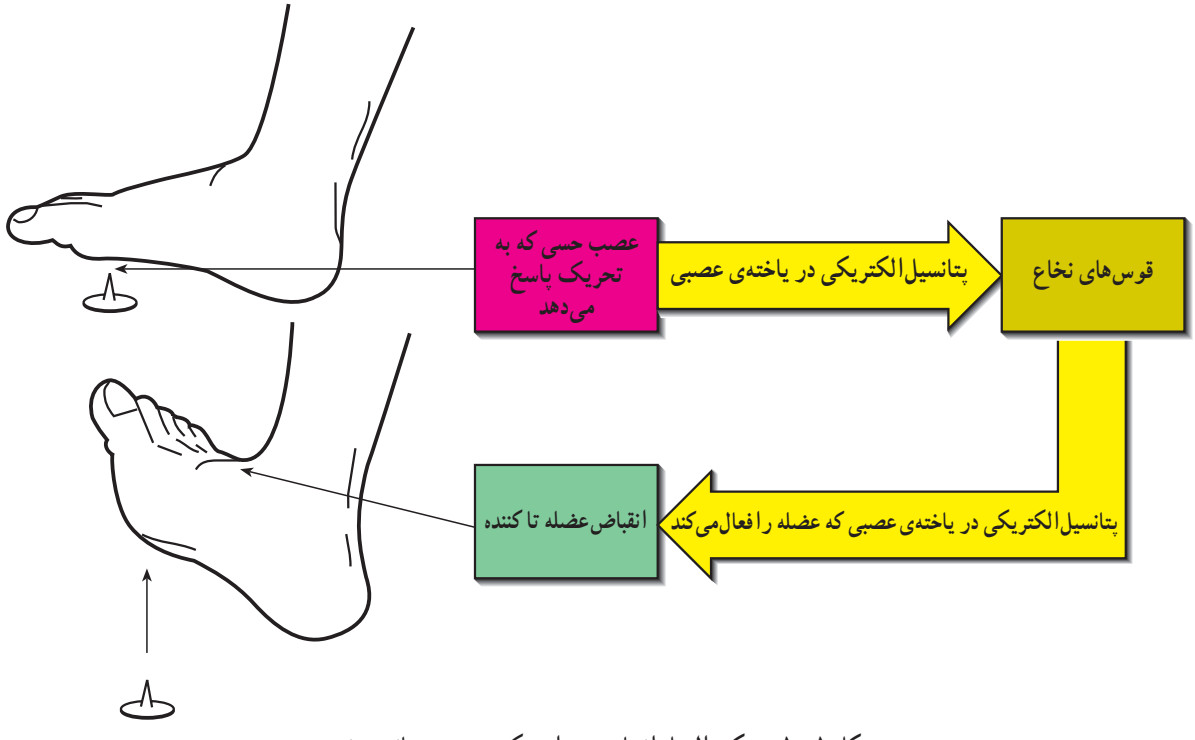
پاسخ سؤال دوم :

اعمالی که یک موجود زنده به آن‌ها می‌پردازد عبارت‌اند از :

۱ــ حرکت: تمام یاخته‌های بدن یک نوع حرکت درونی دارند و باعث می‌شوند که حرکت بیرونی به‌وجود آید و بدن انسان حرکت کند و غذای خود را به‌دست آورد. یاخته‌های عضلانی منقبض می‌شوند تا یک حرکت تولید شود و ما بتوانیم از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر برسیم.

۲ــ *رشد و تولید مثل:* نوزاد از یک یاخته‌ی تخم که رشد کرده است به‌وجود می‌آید. همه‌ی یاخته‌های بدن رشد می‌کنند و می‌توانند مانند خود را بسازند، اما این پدیده باید همیشه در حالت تعادل باشد زیرا رشد بیش از حد منجر به بیماری می‌شود. هم‌چنین یک موجود زنده می‌تواند همانند خود را تولید کند، که آن‌را «تولید مثل» می‌نامند.

۳ــ *پاسخ‌گویی یا واکنش‌پذیری:* انسان می‌تواند به محرک‌های بیرونی و درونی پاسخ دهد. به‌طور مثال، عکس‌العمل دستگاه عصبی و پوست نسبت به دمای محیط و تنگ یا گشاد شدن عروق در پاسخ به دما و یا گذاردن پا بر روی یک پونز یا میخ و کشیدن ناگهانی پا به عقب، یک پاسخ از دستگاه‌های تنظیم‌کننده و پاسخ‌گوی بدن است (شکل ۱ــ۱).



شکل ۱ــ۱ــ عکس‌العمل انسان در برابر یک جسم تیز مانند پونز

۴ــ *تولید انرژی:* سه دسته از مواد غذایی، یعنی کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئین‌ها با اکسیژن، تولید انرژی می‌کنند و این انرژی برای حرکت ماهیچه‌ها و اعمال درونی، مثل ترشح بعضی از غده‌ها و در نهایت ادامه‌ی حیات، لازم است. مواد غذایی تحت شرایط ویژه، که به آن «سوخت‌وساز» می‌گویند، تولید انرژی می‌کنند. بخشی از این مواد صرف اعمال درونی بدن مانند کار قلب، کلیه‌ها و ... می‌شود و بخش دیگر آن صرف کار ماهیچه‌ها برای ادامه‌ی حیات، رشد و تولید یاخته‌های جدید می‌گردد.

تعادل زیستی[1] (هومئوستاز)

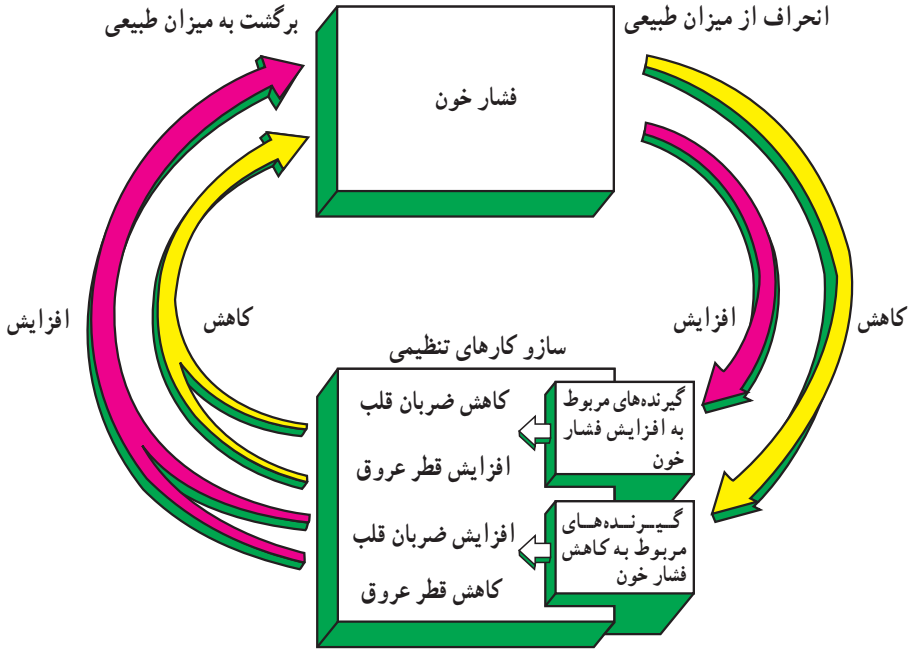
به معنای ثابت نگه‌داشتن شرایط محیط داخلی بدن است.

ساختار و واکنش‌های شیمیایی موجود زنده، به شدت به‌شرایط شیمیایی و مادی اطراف یاخته‌ها حساس است. یاخته‌ها باید آب داشته باشند و اطراف آن‌ها نیز از مایع، که مواد لازم را برای ادامه‌ی حیات دارند، پوشیده شده باشد. مایع اطراف یاخته، مایع خارج یاخته‌ای یا محیط داخلی نامیده می‌شود که از سوی موجود زنده کنترل می‌گردد. مایع داخل یاخته‌ای دارای آب، پتاسیم زیاد، سدیم کم، کلر، منیزیوم و کلسیم و مواد غذایی لازم برای تولید انرژی است. حرارت یا دما عامل فیزیولوژیک مؤثر دیگری‌ست. پایین آمدن دما از دامنه‌ی طبیعی و یا بالا رفتن آن تعادل را به هم می‌زند برای مثال، در دمای پایین واکنش‌های شیمیایی کُند می‌شوند و در دمای بالا سرعت می‌یابند و این دمای بالا به ساختمان یاخته از جمله پروتئین‌ها صدمه می‌زند.

بازخورد منفی[2]: اغلب دستگاه‌های بدن به وسیله‌ی بازخورد منفی تنظیم و تعادل زیستی (هومئوستاز) آن‌ها حفظ می‌شود.

مثال: فشارخون همیشه باید به حالت تعادل و در شرایط طبیعی باشد. اگر این فشار اندکی از حالت طبیعی خارج شود و کاهش یابد بازخورد منفی سبب افزایش فشارخون تا حد تعادل می‌شود.

یا اگر فشارخون کمی افزایش یابد بازخورد منفی سبب کاهش فشارخون تا حد تعادل می‌گردد.



شکل ۲ــ۱ــ نمونه‌ی یک بازخورد منفی

۱ــ Homeostasis

۲ــ Negative Feed back

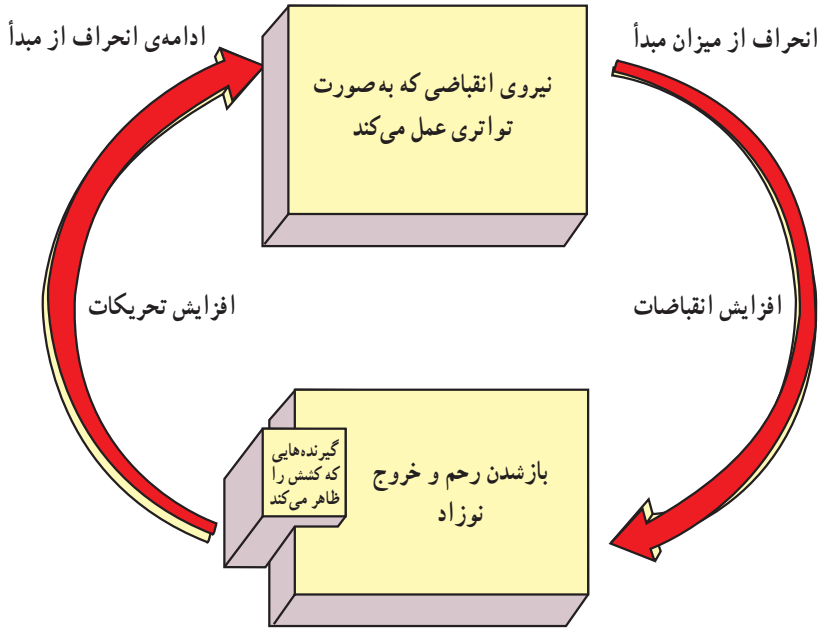
بازخورد منفی: یعنی این‌که در مقابل یک کاهش یا افزایش عکس‌العمل مخالف صورت گیرد، یعنی این‌که عمل افزایش باشد اما عکس‌العمل کاهش و یا برعکس.

بازخورد مثبت: یعنی این‌که هر دو عمل و عکس‌العمل یا در جهت کاهش و یا در جهت افزایش صورت گیرد.

مثال ۱: با کاهش فشارخون (مانند سکته‌ی قلبی)، خون کم‌تری به قلب بازمی‌گردد که نتیجه‌ی کاهش فعالیت پمپ قلب است و متعاقب آن مرگ اتفاق می‌افتد.

مثال ۲: به هنگام زایمان با افزایش تحریکات مربوط، انقباضات رحم نیز افزایش می‌یابد و نوزاد متولد می‌شود.

مثال ۳: با ایجاد یک خراش در بدن عوامل انعقاد خون باعث به‌وجود آمدن لخته و بند آمدن خون می‌شوند.



شکل ۳ــ۱ــ بازخورد مثبت در تولد نوزاد

رابطه‌ی شیمی و فیزیولوژی

علم شیمی و فیزیولوژی با هم رابطه‌ی نزدیکی دارند. همه‌ی یاخته‌های بدن از اتم عناصر مختلف تشکیل شده است. به همین دلیل، بهره‌گرفتن از علم شیمی ما را در درک بهتر مفاهیم فیزیولوژیکی یاری می‌کند. اتم، تشکیل شده است از یک هسته با بار مثبت، که به‌وسیله‌ی الکترون‌های منفی احاطه شده است. هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است. تعداد پروتون‌ها را «عدد اتمی» می خوانند که در هر عنصر متفاوت است. عناصر فراوانی در ساختمان بدن وجود دارد. در جدول ۱ــ۱ با نام و درصد آن‌ها در وزن بدن آشنا می‌شوید.

جدول ۱ــ۱ــ بعضی از عناصر موجود در بدن و درصد آن‌ها در وزن بدن

عنصر	علامت	درصد در وزن بدن
اکسیژن	O	۶۵
کربن	C	۱۸/۵
هیدروژن	H	۹/۵
نیتروژن	N	۳/۳
کلسیم	Ca	۱/۵
فسفر	P	۱
پتاسیم	K	۰/۴
گوگرد	S	۰/۳
سدیم	Na	۰/۲
کلر	Cl	۰/۲
منیزیوم	Mg	۰/۱

عناصر شیمیایی با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و در نتیجه بعضی مواد را می‌سازند که ساختمان بدن را تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین این مواد سه دسته‌اند :

۱ــ لیپیدها[۱] (چربی‌ها)

۲ــ کربوهیدرات‌ها[۲] (قندها)

۳ــ پروتئین‌ها[۳]

این عناصر ، علاوه بر این‌که نقش انرژی‌زایی در سلول دارند، ساختمان یاخته‌ها را هم تشکیل می‌دهند.

یاخته[۴]

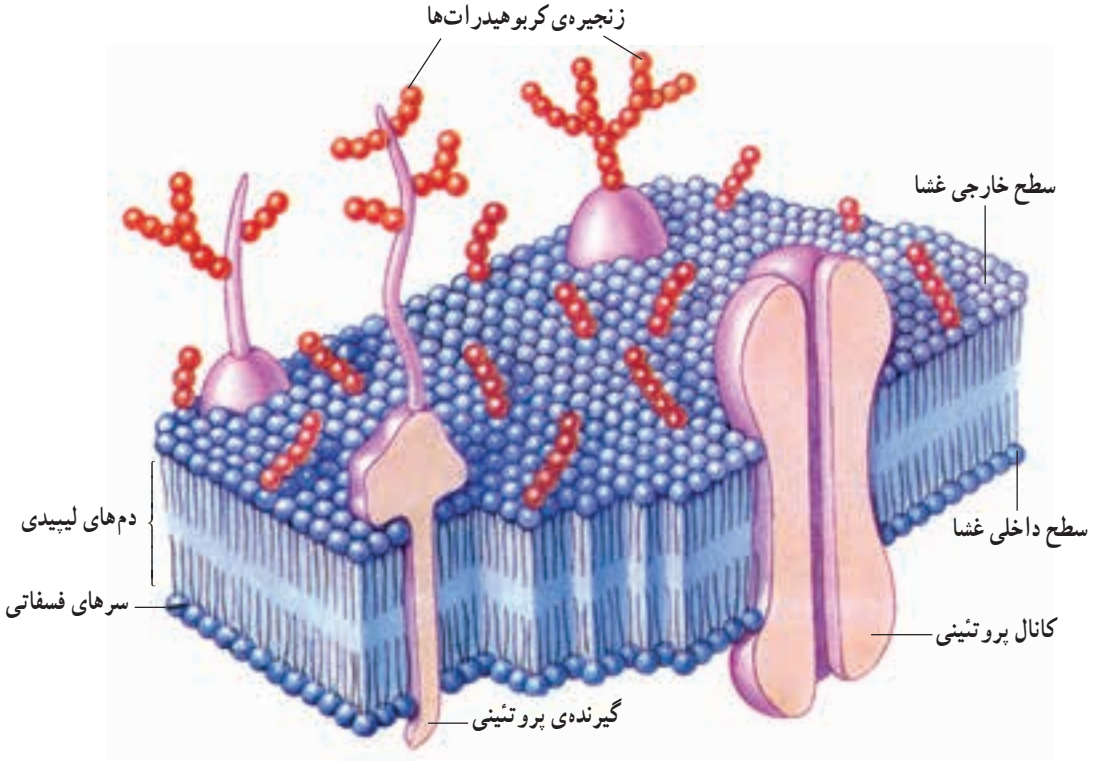
بدن انسان از دستگاه‌هایی تشکیل شده است که ارتباط بسیار نزدیکی با یکدیگر دارند. به‌طوری که هرگاه اختلال در یک دستگاه به‌وجود آید دیگری را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

هر یاخته دارای غشا[۵]، سیتوپلاسم[۶]، هسته[۷] و تعدادی اندامک[۸] است.

ساختمان غشا، دارای دو لایه فسفو لیپیدی است که لابه‌لای آن پروتئین‌ها جای دارند. پروتئین‌ها به‌منزله‌ی منافذی هستند که بعضی از مواد از آن عبور می‌کنند و بعضی دیگر نمی‌توانند عبور نمایند. به این حالت غشا «خاصیت نفوذ انتخابی» می‌گویند. هسته، به‌دلیل حمل اطلاعات وراثتی و ساختن پروتئین‌ها، به‌عنوان کنترل‌کننده‌ی یاخته، شناخته شده است.

سیتوپلاسم، دارای یک قشر متراکم خارجی (اکتوپلاسم[۹]) و یک بخش داخلی مایعی (آندوپلاسم[۱۰]) است. درون آندوپلاسم اندامک‌ها قرار دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ میتوکندری[۱۱]: حاوی آنزیم‌های فراوانی است که به



شکل ۴ ــ۱ــ ساختمان غشای یاخته

۱ــ Lipids ۲ــ Carbohydrates ۳ــ Proteins ۴ــ Cell

۵ــ Membrane ۶ــ Cytoplasm ۷ــ Nucleus ۸ــ Organelle

۹ــ Ectoplasm ۱۰ــ Endoplasm ۱۱ــ Mitochondria

آن‌ها «آنزیم‌های اکسیداتیو» می‌گویند. زیرا در سوخت‌وساز مواد غذایی با اکسیژن نقش دارند و انرژی مورد نیاز یاخته را تولید می‌کنند. از این‌رو به آن میتوکندری «نیروگاه یاخته» می‌گویند. درون میتوکندری موادغذایی به آدنوزین تری‌فسفات (ATP)، که یک ماده‌ی انرژی‌زاست، تبدیل می‌شود. این روند طی چرخه‌ای به‌نام کربس اجرا می‌شود.

میتوکندری‌ها در اندازه‌های مختلف در یاخته وجود دارند و می‌توانند همانند خود را بسازند. هرچه یاخته بیش‌تر به انرژی نیاز داشته باشد میتوکندری بیش‌تری دارد.

یاخته‌های ماهیچه‌ای در ورزشکاران انرژی بیشتری نیاز دارد. بنابراین دارای میتوکندری بیشتری است.

۲ــ شبکه‌ی آندوپلاسمیک[1]: دارای غشای دو لایه است و شبیه کیسه‌های روی هم خوابیده تشکیل شبکه‌ی تور مانند می‌دهند.

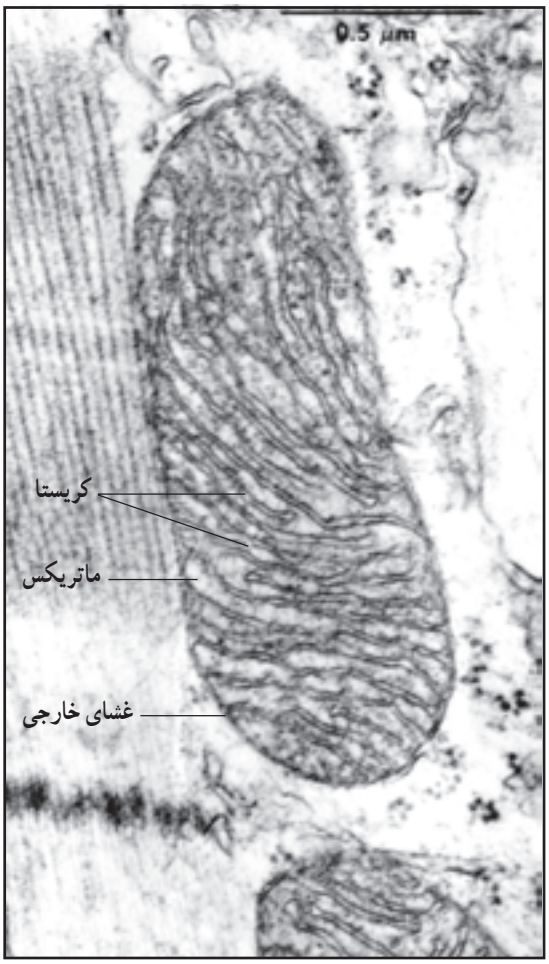
بعضی از آن‌ها دانه‌دار و بعضی بدون دانه و صاف هستند. نوع دانه‌دار به علت داشتن ریبوزوم در ساخت پروتئین نقش دارند و نوع بدون دانه چربی‌ها را می‌سازند.

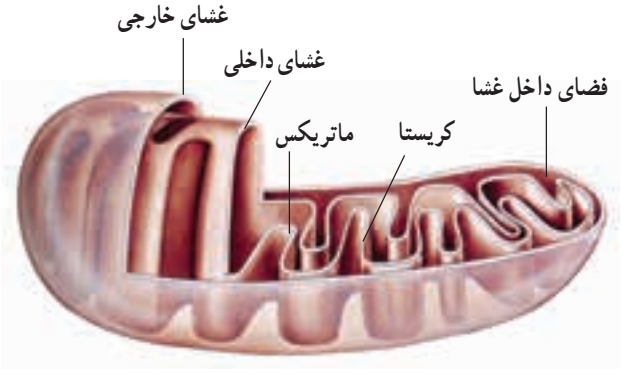
در ماهیچه‌ها شبکه‌ی آندوپلاسمیک صاف یون کلسیم را ذخیره می‌کند که به آن «شبکه‌ی سارکوپلاسمیک» می‌گویند.

۳ــ ریبوزوم[2]: محل ساختن پروتئین است که مورد مصرف همان یاخته است. ریبوزوم‌ها دستور ساختن پروتئین‌ها را از ژن‌ها که در هسته وجود دارند دریافت می‌کنند.

۴ــ دستگاه گلژی[3]: با شبکه‌ی آندوپلاسمیک در ارتباط است. این اندامک در سلول‌های ترشحی مشخص‌ترند و مواد ترشحی در آن ذخیره می‌شوند.

۵ــ لیزوزوم[4]: کیسه‌هایی هستند که درون خود آنزیم‌های گوارشی ذخیره می‌کنند و در سراسر یاخته پراکنده‌اند. هرگاه



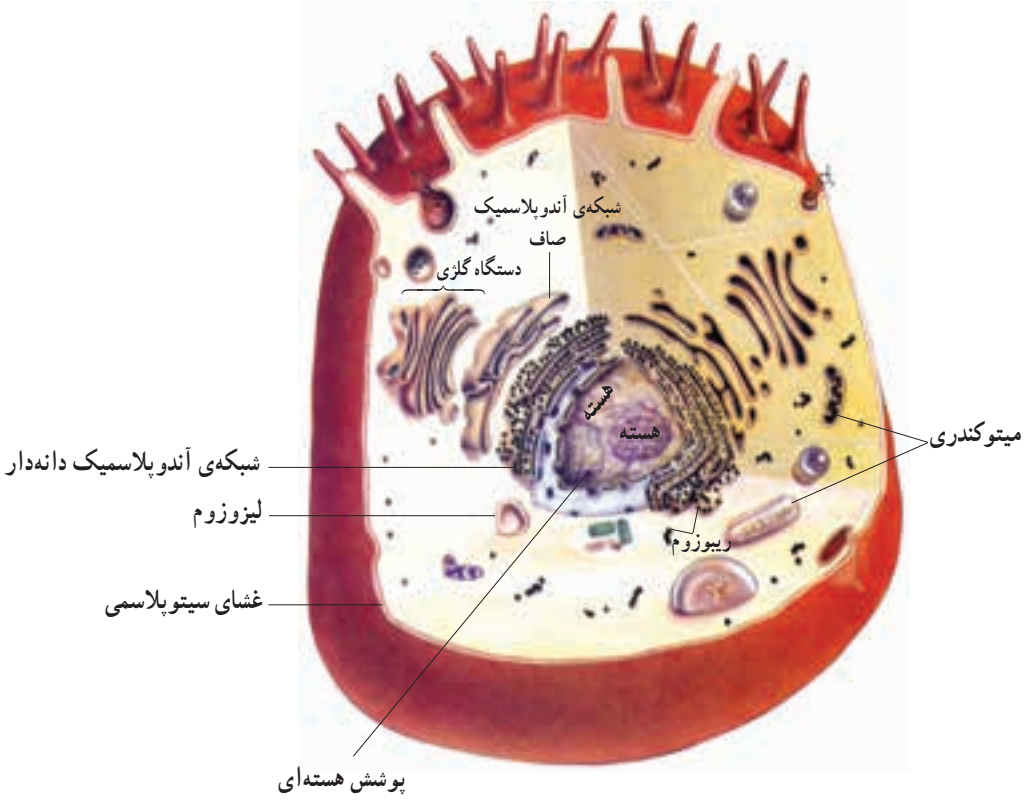


شکل ۵ ــ۱ــ میتوکندری

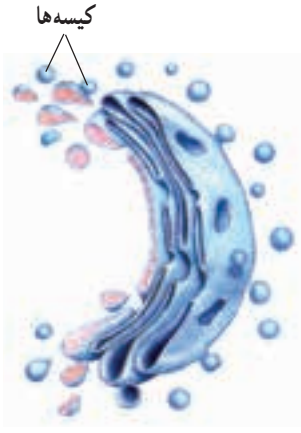
۱ــ Endoplasmic Reticulum
۲ــ Ribosome
۳ــ Golgi Apparatus
۴ــ Lysosome

یک ماده‌ی خارجی به یاخته وارد شود با ایجاد پاهای کاذب آن را به درون خود می‌کشد و با آنزیم‌های خود آن را هضم می‌کند.

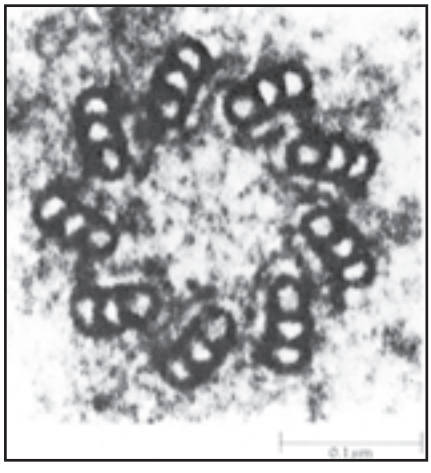
۶ــ سانتریول[1]ها: در هر سلول دو عدد وجود دارد که به شکل دو استوانه‌ی عمود بر هم‌اند و در تقسیم سلولی نقش دارند.



شکل ۶ ــ۱ــ ساختمان یاخته



شکل ۷ ــ۱ــ دستگاه گلژی



شکل ۸ ــ۱ــ ساختمان سانتریول

۱ــ Centrioles

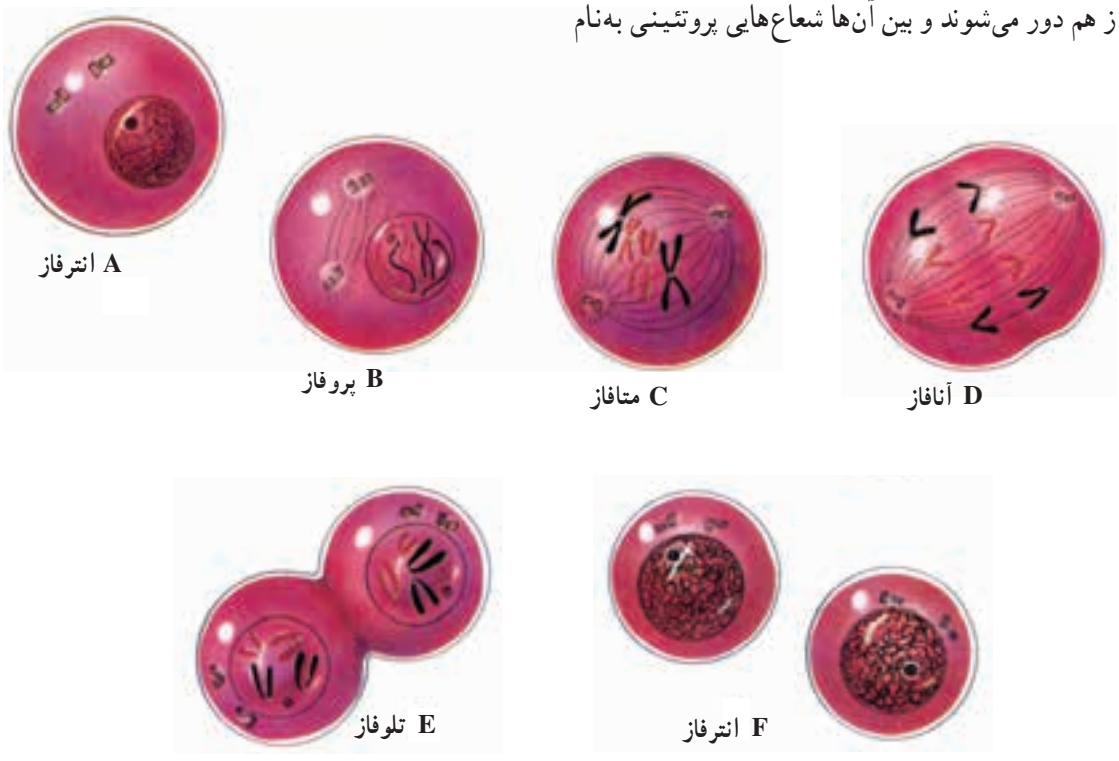
تقسیم یاخته‌ای

وقتی یاخته از نظر اندازه بزرگ شود به دو یاخته‌ی مجزا تقسیم می‌گردد. یاخته‌ها به دو روش میوز[1] و میتوز[2] تقسیم می‌شوند.

تقسیم میتوز: در شروع میتوز (انترفاز) هر هسته دارای دو هستک و رشته‌های پیچ‌خورده‌ی کروماتین و غشاست و یک اندامک به‌نام سانتروزوم در کنار هسته دیده می‌شود که حاوی دو سانتریول است که در ابتدای میتوز به دو زوج تقسیم می‌شوند. در مرحله‌ی پروفاز، رشته‌های دراز کروماتین تدریجاً کوتاه، ضخیم و قابل مشاهده می‌شوند. که در این حالت به آن‌ها کروموزوم می‌گویند. هر کروموزوم به دو کروموزوم قرینه تبدیل می‌شود. سانتریول‌ها در جهت مخالف یکدیگر شروع به حرکت می‌کنند و کاملاً از هم دور می‌شوند و بین آن‌ها شعاع‌هایی پروتئینی به‌نام دوک به‌وجود می‌آید.

در مرحله‌ی متافاز، کروموزوم‌ها کوتاه و قطورند و به قسمت وسط دوک‌ها منتقل می‌شوند و به آن‌ها می‌چسبند.

در مرحله‌ی آنافاز، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به دو طرف سلول می‌روند. اکنون در دو قطب سلول تعداد کروموزوم‌ها مساوی تعدادی است که در سلول اولیه وجود داشته است. در مرحله‌ی تلوفاز، کروموزوم‌ها مجدداً باریک و دراز می‌شوند. دوک‌ها از میان می‌روند و در وسط یاخته فرورفتگی به‌وجود می‌آید و رفته‌رفته عمیق‌تر می‌شوند تا دو قسمت از هم جدا شوند و دو یاخته‌ی همانند به‌وجود می‌آید. این یاخته‌ها از نظر وراثتی کاملاً به یکدیگر شباهت دارند.



شکل ۹ــ۱ــ مراحل تقسیم یاخته‌ای به روش میتوز

هر کروموزوم در هنگام تقسیم به دو کروموزوم تبدیل می‌شود. در یاخته‌های انسان ۴۶ کروموزوم وجود دارد که در مدت میتوز به ۹۲ کروموزوم تبدیل می‌شود و دو یاخته با ۴۶ کروموزوم به وجود می‌آید.

۱ــ Meiosis ۲ــ Mitosis

پرو = آغاز متا = وسط آنا = دوباره، بالا تلو = پایان

انتقال مواد از غشای یاخته

در بدن موجود زنده مواد دایماً در حال حرکت‌اند. این حرکت از سوی یاخته به مایع بین یاخته‌ای و بالعکس صورت می‌گیرد. مواد از چهار راه انتقال پیدا می‌کنند :

۱ــ تصفیه[۱]

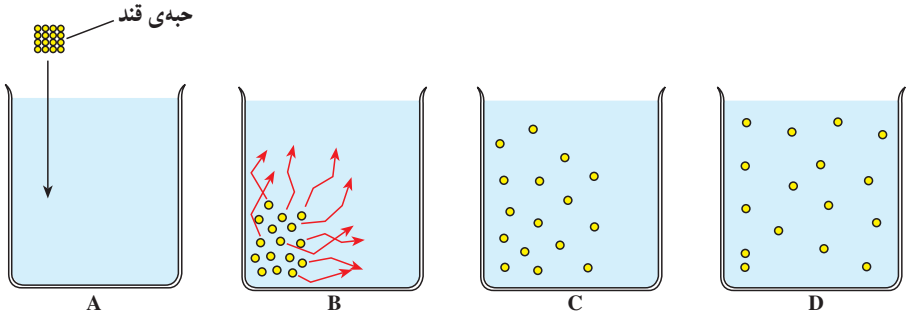
۲ــ انتشار[۲]

۳ــ اسمز[۳]

۴ــ انتقال فعال[۴].

۱ــ تصفیه: تصفیه یعنی به ملکول‌های کوچک‌تر به علت فشار نامساوی در دو طرف غشا اجازه عبور داده شود برای مثال هنگامی که آب و مواد محلول به علت فشار نامساوی بین دو سوی غشا، شروع به حرکت می‌کنند و مولکول‌هایی که کوچک‌ترند از منافذ غشا عبور می‌کنند، یک حالت تصفیه صورت می‌گیرد و مولکول‌های درشت‌تر باقی می‌مانند. این حالت بیش‌تر شبیه یک صافی است.

۲ــ انتشار: انتشار یعنی پراکنده شدن مولکول‌های یک گاز یا مایع تا حدّی که فشار دو طرف غشای یاخته یک‌سان شود. از این‌رو، انتشار به یک اختلاف غلظت یا فشار نیاز دارد. در این صورت، حرکت مولکول‌ها از ناحیه‌ی پر غلظت یا پرفشار به ناحیه‌ی کم غلظت و یا کم فشار است. آن‌قدر این کار ادامه می‌یابد تا به حالت تعادل برسد. مانند مولکول‌های اکسیژن که از حبابچه‌ها وارد خون می‌شوند (شکل ۱۰ــ۱).

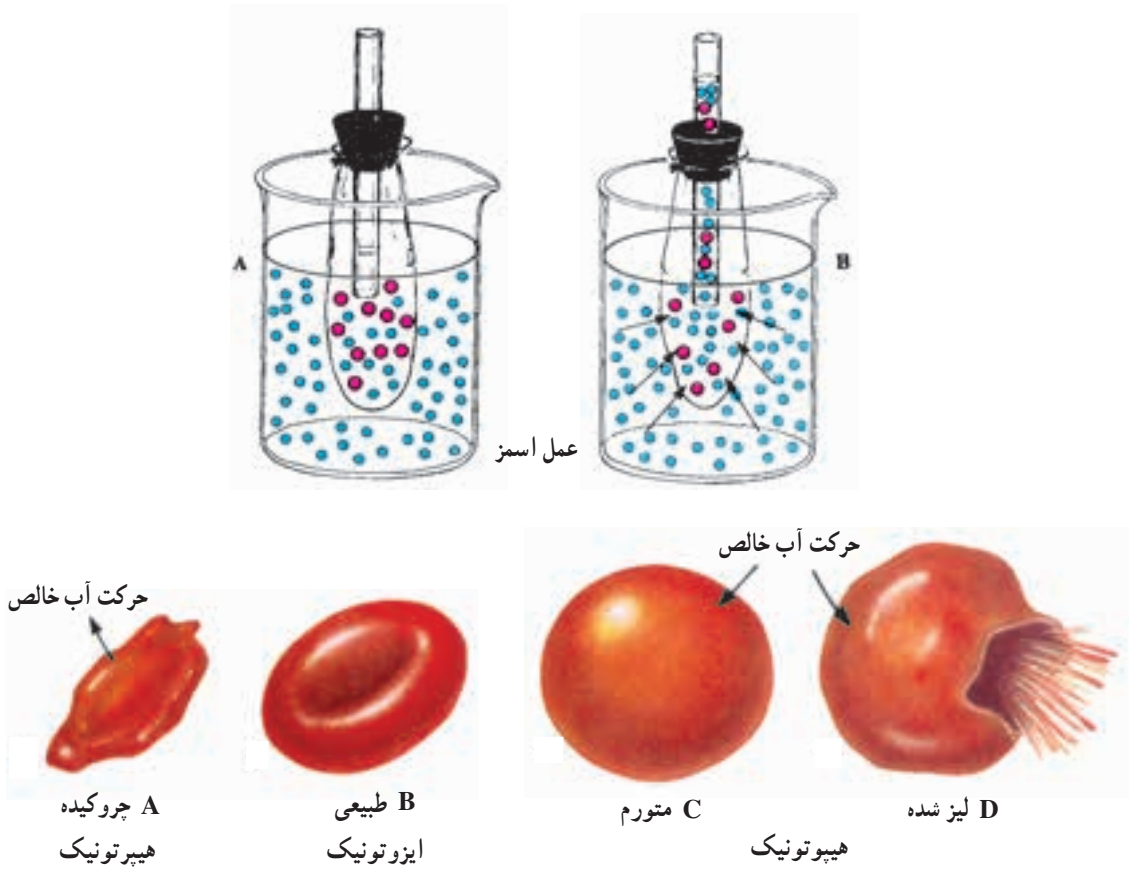


انتشار A زمانی است که حبه‌ی قند را درون آب می‌اندازیم B و C مولکول‌های قند در حال حل شدن در آب است و D مولکول‌های گلوکز تقریباً در همه جا به‌حالت یک‌سان قرار گرفته‌اند.

شکل ۱۰ــ۱

۳ــ اُسُمز: فراوان‌ترین ماده‌ای که بین دو سوی غشا انتشار می‌یابد آب است، بنابراین هرگاه ماده‌ای در دو سوی غشا، دارای غلظت نابرابر باشد و مولکول‌های درشت، از سویی که غلظتِ زیاد دارد نتواند از غشا عبور کند، آب به سوی محیط پرغلظت حرکت می‌کند تا غلظت را برابر نماید (ایزوتونیک). زیرا مولکول‌های آب بسیار نفوذپذیر هستند. از این‌رو، طرف غلیظ‌تر را رقیق می‌کند. مانند زمانی که یاخته‌های قرمز خون را در محلول نمکی قرار دهند، آن‌گاه آب از سوی یاخته‌ها به سمت محلول نمکی حرکت می‌کند و یاخته چروکیده می‌شود (هیپرتونیک) و برعکس، اگر محلول رقیق‌تر باشد آب از محلول به طرف یاخته‌ی قرمز حرکت می‌کند و یاخته متورم می‌گردد (هیپوتونیک) و ممکن است پاره شود (شکل ۱۱ــ۱).

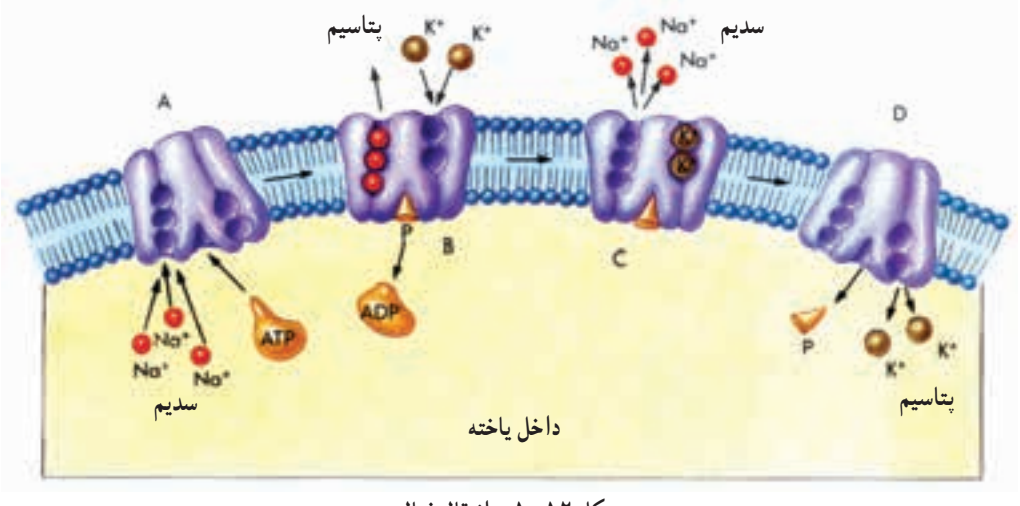
۱ــ Filtration ۲ــ Diffusion ۳ــ Osmosis ۴ــ Active transport



شکل ۱۱ــ۱ــ عمل اسمز در گلبول قرمز

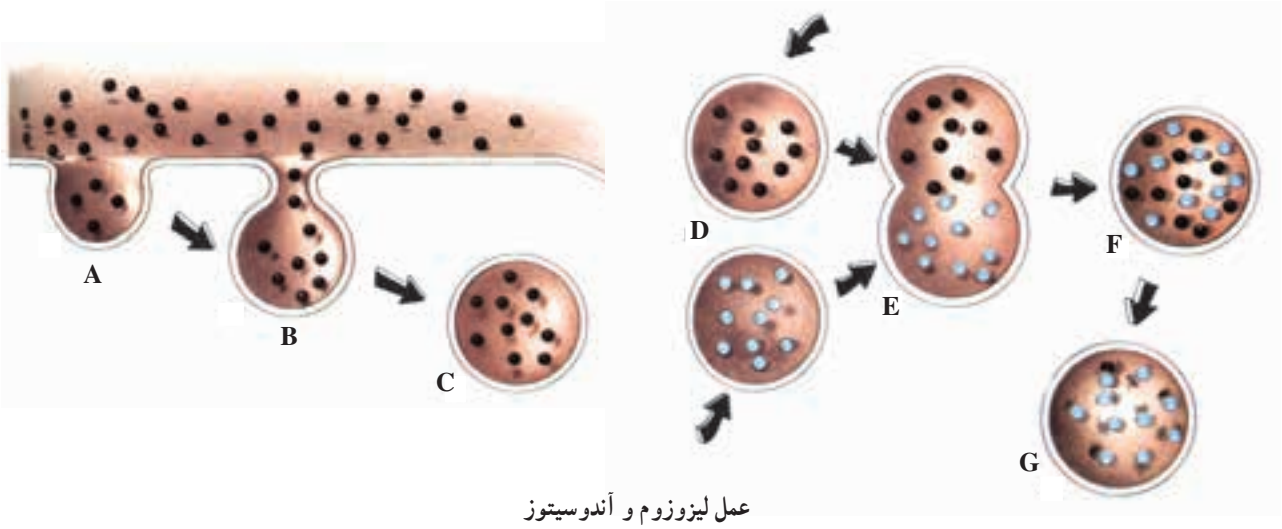
۴ــ انتقال فعال: همانطور که قبلاً گفتیم، غلظت بعضی از یون‌ها در حالت تعادل در بیرون یاخته و درون آن متفاوت است. برای مثال غلظت سدیم در بیرون یاخته بیش‌تر است در حالی‌که یون پتاسیم در درون، غلظت بیش‌تری دارد. اگر به علتی لازم باشد یون سدیم به بیرون یاخته منتقل شود، باید خلاف جهت یا شیب غلظت حرکت کند و این امر به انرژی نیاز دارد. مانند زمانی که می‌خواهید یک ماشین را به سمت سربالایی هُل بدهید که به نیرو و انرژی زیادی نیازمندید از این‌رو به آن «انتقال فعال» می‌گویند. اگر به‌یاد داشته باشید پروتئین‌هایی در غشای یاخته وجود داشتند که بعضی از آن‌ها دارای کانال هستند.

این کانال‌ها با صرف انرژی باز می‌شوند و مولکول‌ها از آن عبور می‌کنند (شکل ۱۲ــ۱).

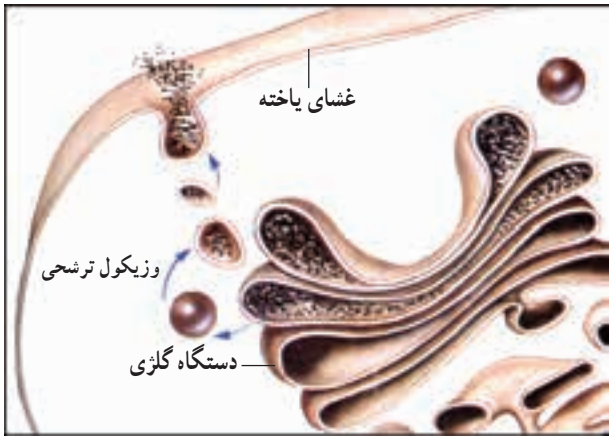


شکل ۱۲ــ۱ــ انتقال فعال

از دو راه دیگر نیز سلول می‌تواند مواد را به درون بکشد و یا از درون به بیرون بفرستد. آندوسیتوز[1] به مفهوم گرفتن مواد توسط پاهای کاذبی‌ست که توسط کیسه‌های غشا به‌وجود می‌آید و ماده را به‌درون خود وارد می‌کند و یا اگزوسیتوز[2] که مواد را از درون خود به بیرون می‌فرستد (شکل ۱۳ــ۱).



عمل لیزوزوم و آندوسیتوز



شکل ۱۳ــ۱ــ عمل اگزوسیتوز و آندوسیتوز

۱ــ Endocytosis ۲ــ Eyocytosis

خودآزمایی

۱ــ واژه‌ی فیزیولوژی را تعریف کنید.
۲ــ یک موجود زنده برای ادامه‌ی حیات به چه چیزی نیاز دارد؟
۳ــ از اعمالی که یک موجود زنده به‌عهده دارد، تولید انرژی را تشریح کنید.
۴ــ هومئوستاز را تعریف کنید و تفاوت باز خورد منفی و مثبت را شرح دهید.
۵ ــ عمل اندامک میتوکندری را توضیح دهید.
۶ ــ در مورد اندامک شبکه‌ی آندوپلاسمیک چه می‌دانید؟ شرح دهید.
۷ــ انتشار را تعریف کنید و یک مثال بزنید.
۸ ــ اُسمز را تعریف کنید و یک مثال بزنید.
۹ــ تصفیه و انتقال فعال را تشریح کنید.

فصل دوم

فیزیولوژی بافت عضلانی

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ انواع بافت عضلانی را توضیح دهد.

۲ــ ساختمان بافت هم‌بند عضله را تشریح کند.

۳ــ ساختمان یاخته‌ی عضلانی را شرح دهد.

۴ــ تئوری انقباض را کاملاً توضیح دهد.

۵ ــ انواع انقباض را تعریف کند.

۶ ــ راه‌های تولید انرژی در عضله را تشریح کند.

۷ــ انواع تارهای عضلانی را تعریف کند.

۸ ــ تأثیر تعداد واحد حرکتی را در تولید نیرو توضیح دهد.

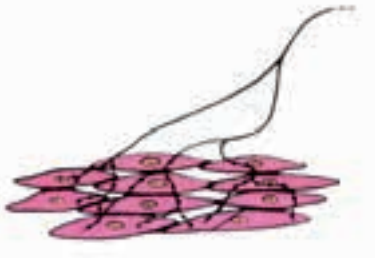
فیزیولوژی بافت عضلانی

سه نوع بافت عضلانی در بدن انسان یافت می‌شود :

۱ــ عضله‌ی اسکلتی (مخطط) ۲ــ عضله‌ی قلبی ۳ــ عضله‌ی صاف.

شکل ۱ــ۲ انواع بافت عضلانی را نشان می‌دهد.

۴۰ تا ۵۰ درصد وزن بدن افراد بالغ را عضلات تشکیل می‌دهند. عضله‌ی اسکلتی توسط تاندون‌ها به استخوان‌ها متصل شده‌اند و حرکت مفاصل و استخوان‌ها را بر عهده دارند. هر عضله‌ی اسکلتی از تعدادی یاخته‌ی عضلانی یا تار عضلانی تشکیل شده است و یک عصب حرکتی به یک گروه تار عضلانی عصب رسانی می‌کند (واحد حرکتی) از این‌رو، عضلات اسکلتی به صورت ارادی عمل می‌کنند.



یک واحد عضلانی صاف

عضله‌ی قلبی

عضله اسکلتی

شکل ۱ــ۲ــ انواع بافت عضلانی

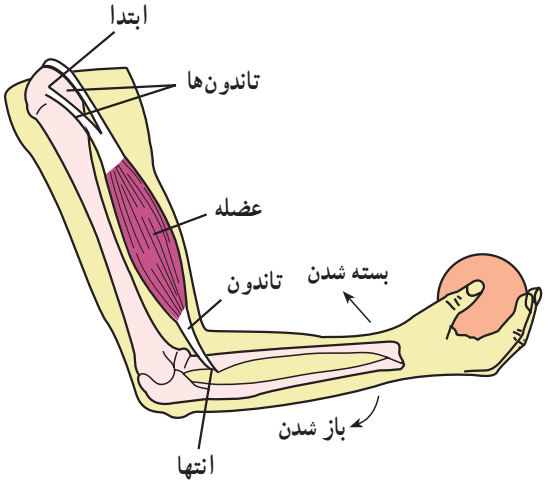
عضله‌ی قلبی از نظر ظاهری شبیه تارهای عضلانی اسکلتی است اما از نظر عملکرد به صورت غیرارادی عمل می‌کند. در بخش دستگاه گردش خون به آن اشاره خواهد شد.

عضله‌ی صاف، هم از نظر ظاهر و هم از نظر عمل، با عضله‌ی اسکلتی متفاوت است و به صورت غیرارادی عمل می‌کند.

ساختمان عضله‌ی اسکلتی

بیش‌تر عضلات اسکلتی توسط تاندون‌ها به استخوان متصل‌اند. طول تاندون‌ها در عضلات متفاوت است. هر عضله، دارای یک ابتدا و یک انتهاست که هنگام کوتاه شدن (عضله) انتها به ابتدا نزدیک می‌شود.

شکل ۲ــ۲ انتها و ابتدای یکی از عضلات را نشان می‌دهد.

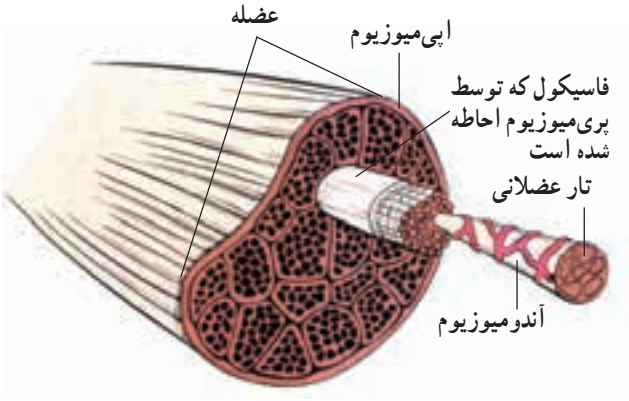


شکل ۲ــ۲ــ محل اتصال عضله‌ی جلوی بازو

عضلات ممکن است بازکننده[۱] و یا تاکننده[۲] باشند. هر عضله، یک عضله‌ی موافق[۳] و یک عضله‌ی مخالف[۴] دارد.

در عضله‌ی اسکلتی یاخته‌ها یا تارها در یک ردیف طولی قرار گرفته‌اند. ممکن است هر عضله دارای تارهای زیاد یا کم باشد.

هر عضله از بافت هم‌بندی که آن‌را احاطه کرده تشکیل شده است. این بافت هم‌بند را «اپی‌میوزیوم» می‌نامند و به تاندون‌ها ختم می‌شود. در داخل عضله، تارهای عضلانی توسط پری‌میوزیوم، که بافت هم‌بند دیگری است، متصل شده‌اند و مجموعه‌ای به نام «فاسیکول» را ساخته‌اند. فاسیکول‌ها از تارهای عضلانی تشکیل شده‌اند. هر تار عضلانی، توسط بافت هم‌بندی به‌نام «آندومیوزیوم» احاطه شده است. این بافت‌های هم‌بند، در نهایت به یکدیگر متصل می‌شوند و تاندون را تشکیل می‌دهند (شکل ۳ــ۲).



شکل ۳ــ۲ــ بافت هم‌بند عضله‌ی اسکلتی

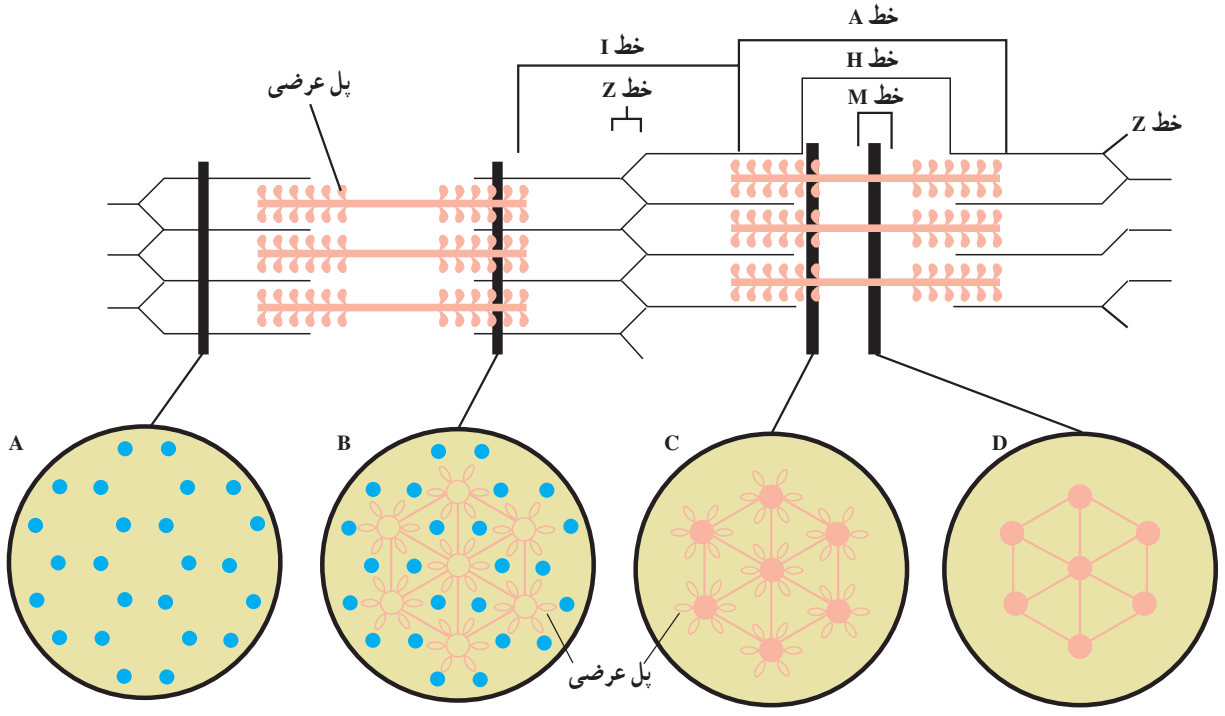
ساختمان یک سلول عضلانی (سارکومر)[۵]

غشا یاخته‌ی عضلانی (تار) «سارکولما[۶]» نامیده می‌شود. تارهای[۷] عضلانی شامل میوفیبریل‌های[۸] بلند و درازی هستند که حدود ۱ تا ۲ میکرون بیش‌تر قطر ندارند. تارچه‌ها (میوفیبریل‌ها) از زیر واحدهایی تشکیل شده‌اند به نام سارکومرها که بخش‌های تیره (A) و روشن (I) دارند و ظاهری مخطّط به عضله داده‌اند.

سارکومر از یک رشته‌ی ضخیم به نام میوزین[۹] (قابل مشاهده در خط A) و یک بخش نازک به نام آکتین[۱۰] (قابل مشاهده در خط I) تشکیل شده است. روی رشته‌های ضخیم تیره رنگ، بخش برجسته‌ای به نام پل‌های ارتباطی قرارگرفته است و در وسط هر بخش ضخیم یک خط روشن به نام H

۱ــ Extensor
۲ــ Flexor
۳ــ Synergetic
۴ــ Antagonist
۵ــ Sarcomere
۶ــ Sarcolemma
۷ــ Fibers
۸ــ Myofibrils
۹ــ Myosin
۱۰ــ Actin

وجود دارد. رشته‌های نازک روشن هستند و روی هر قسمت روشن، یک خط تیره به‌نام Z است. رشته‌ها از خط Z شروع و در سرتاسر نوار I ادامه دارند و قسمتی از آن‌ها وارد خط A می‌شوند. حد فاصل هر دو خط Z را یک «سارکومر» می‌گویند (شکل ۴ــ۲).



شکل ۴ــ۲

ماده‌ی بین تارچه‌ها سیتوپلاسم تار عضلانی[۱] نام دارد و اطراف هر تارچه با شبکه‌ی سارکوپلاسمیک احاطه شده است. هم‌چنین میتوکندری فراوانی که عامل تولید انرژی است در سیتوپلاسم تار عضلانی یافت می‌شود. اطراف هر تارچه شبکه‌ی سارکوپلاسمیک متشکل از لوله‌ها و مخازنی است که درون آن یون کلسیم ذخیره شده است. از این‌رو به راحتی یون کلسیم را در اختیار تار عضلانی قرار می‌دهد.

هر تار عضلانی، دارای یک عصب حرکتی است. هر عصب حرکتی چند تار عضلانی را تحت کنترل دارد که آن را «واحد حرکتی[۲]» می‌نامند.

شبکه‌ی مویرگی نیز به هر تار عضلانی خون‌رسانی می‌کند.

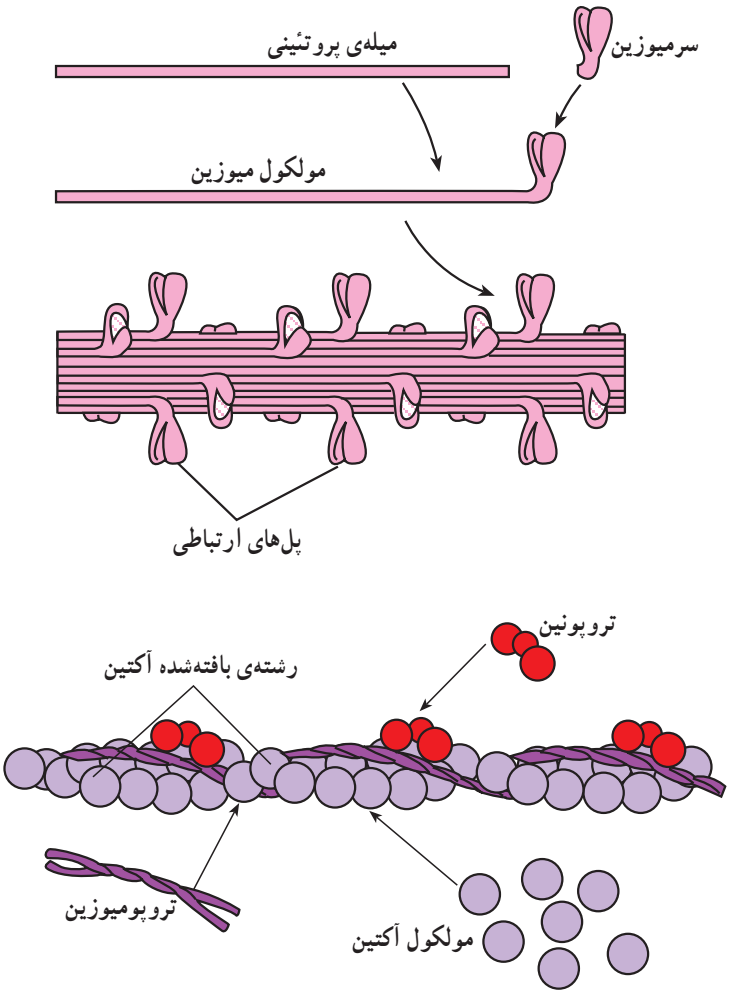
هر تار عضلانی دارای یک سیاه‌رگ و یک سرخ‌رگ است که غذا و اکسیژن را در اختیار عضله قرار می‌دهد و مواد زاید را از عضله خارج می‌کند.

هر تارچه دارای رشته‌هایی‌ست که در درون خود، پروتئین آکتین و میوزین دارد.

ساختمان آکتین و میوزین

هر رشته آکتین دارای سه پروتئین است. آکتین[۳]، تروپونین[۴] و تروپومیوزین[۵] (این پروتئین‌ها قابل انقباض‌اند.) پروتئین‌میوزین که ضخیم‌تر است دارای محل‌های برجسته به نام پل‌های ارتباطی‌ست (شکل ۵ ــ۲).

۱ــ Sarcoplasm ۲ــ Motor Unit ۳ــ Actin ۴ــ Troponin ۵ــ Tropomyosin



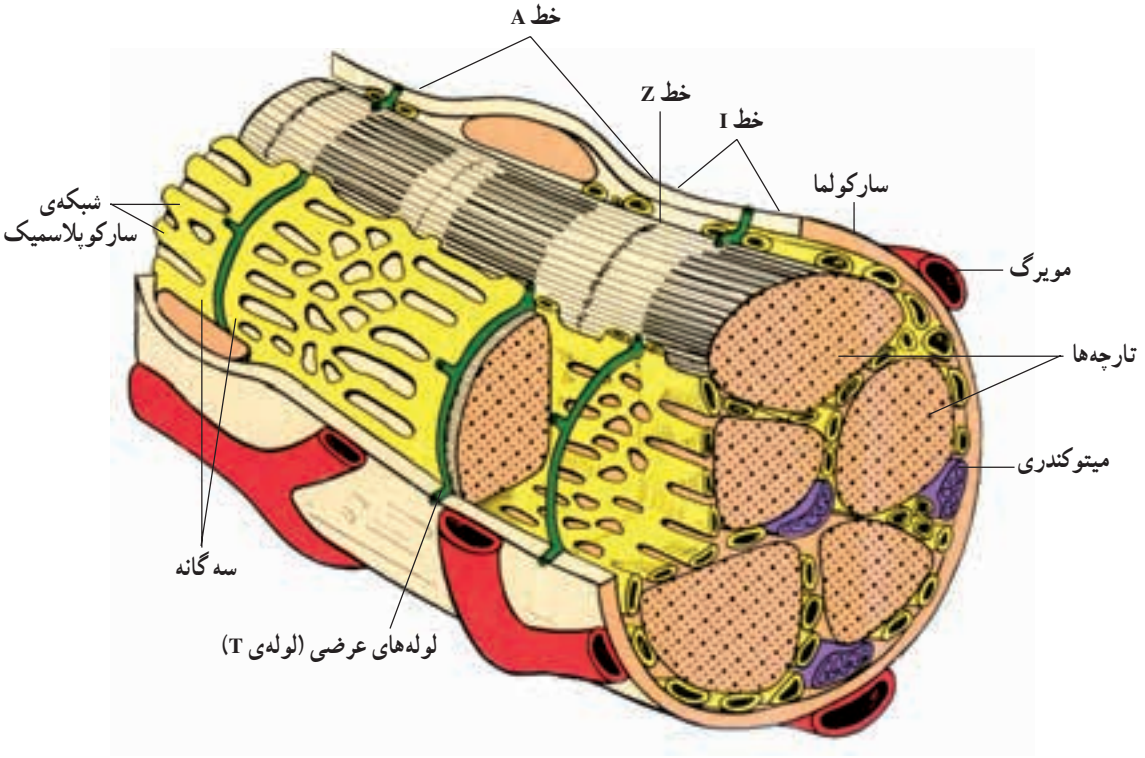
شکل ۵ــ۲ــ ساختمان آکتین و میوزین

تئوری یا مدل انقباض رشته‌ها به روش سرخوردن

تاریخچه‌ی این تئوری، به زمان فیزیولوژیست یونانی گالن[1] برمی‌گردد. سپس دو دانشمند انگلیسی به‌نام هاکسلی[2] و هانسون[3] این تئوری را در سال ۱۹۵۵ بنا نهادند.

هرگاه عصب حرکتی تار عضلانی تحریک شود، سبب تحریک غشای یاخته عضلانی می‌شود، بنابراین شبکه‌ی سارکوپلاسمیک (شکل۶ــ۲) یون کلسیم را از مخازن خود آزاد می‌کند.

۱ــ Galen ۲ــ Huxley ۳ــ Hanson



شکل ۶ ــ۲ــ ساختمان شبکه‌ی سارکوپلاسمیک و مخازن کلسیم

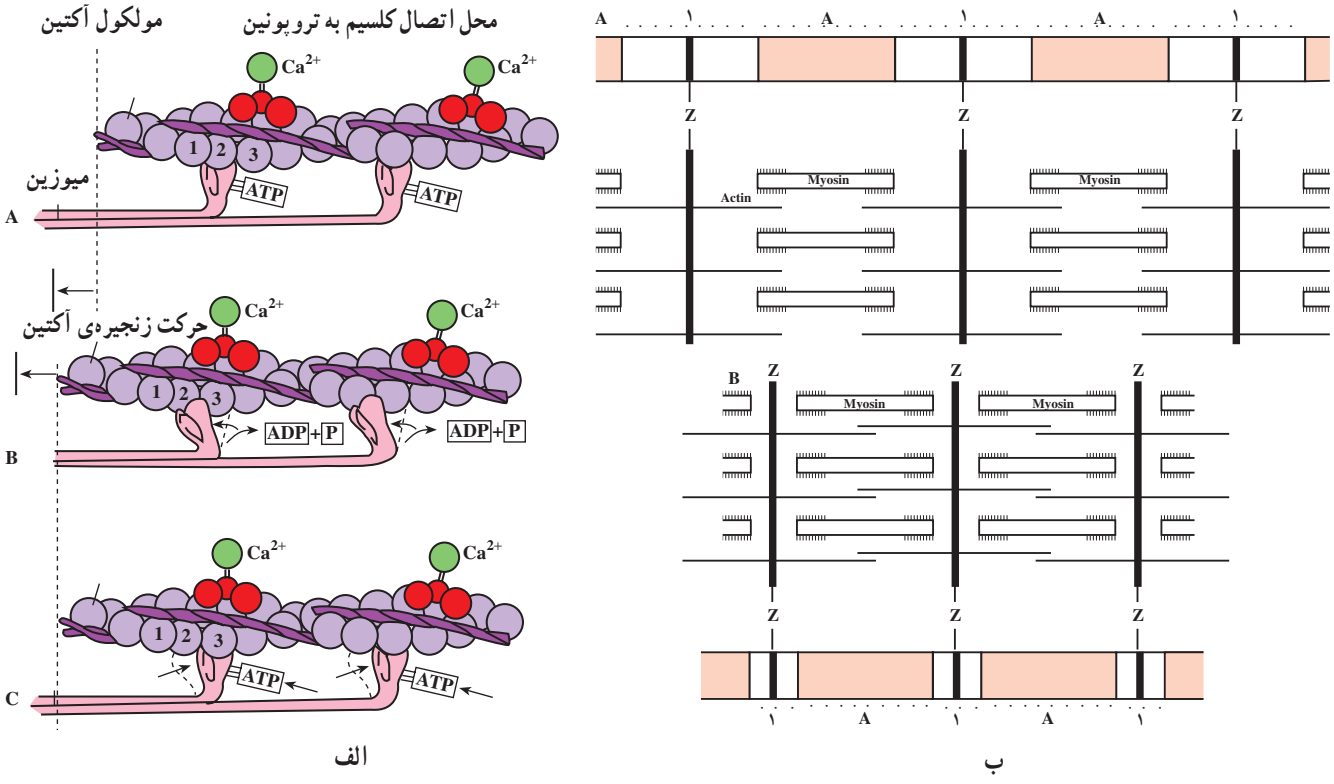
یون کلسیم سبب فعال شدن پروتئین تروپونین موجود در آکتین می‌شود و در نتیجه باعث می‌گردد که به پل‌های ارتباطی میوزین بچسبد. پس از اتصال این دو به یکدیگر، یک آنزیم کلیدی مهم فعال می‌شود که «آدنوزین تری‌فسفاتاز» نام دارد. این آنزیم ATP را تبدیل به انرژی می‌کند. بار دیگر به واکنش زیر توجه کنید.

$$ATP \xrightarrow[\text{فسفات آزاد}]{\text{آدنوزین تری فسفاتاز}} ADP + Pi + \text{انرژی}$$

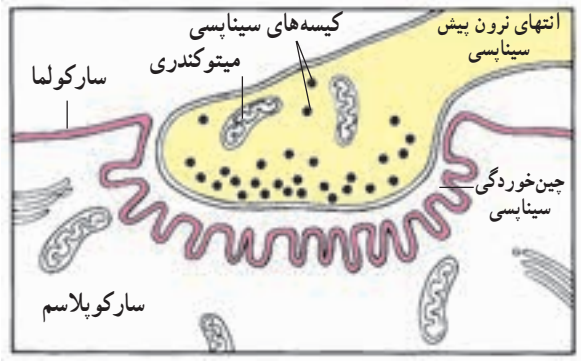
هر پل ارتباطی دارای یک مولکول ATP است، که وقتی تبدیل به انرژی شود آن‌ها را به حرکت درمی‌آورد. بنابراین، تروپونین، که به پل‌های ارتباطی متصل است، بر روی میوزین‌ها می‌لغزد یا سر می‌خورد (مانند حرکت پارو روی یک قایق). در نتیجه، کل پروتئین آکتین بر روی میوزین سر می‌خورد و ضمن نزدیک شدن دو خط Z به یکدیگر، طول عضله کوتاه می‌گردد (مرحله B). بعد از اتمام تحریک، کلسیم مجدداً به مخازن برمی‌گردد و پیوند بین تروپونین و پل‌های ارتباطی نیز قطع می‌شود و عضله به حالت استراحت و طول اولیه برمی‌گردد (مرحله C). شکل ۷ــ۲ مراحل تئوری انقباض را به روشنی نشان می‌دهد.

همان‌طور که اشاره شد، هر تار عضلانی دارای عصب حرکتی است. محل اتصال عصب و عضله را «صفحه‌ی محرکه» می‌گویند.

در انتهای هر یاخته عصبی (نرون) کیسه‌های محتوی «استیل کولین» وجود دارد. این ماده، انتقال‌دهنده‌ی تحریک‌های عصبی به صفحه‌ی محرکه و شروع انقباض است. پس از پایان تحریک، ماده‌ی دیگری به‌نام «استیل کولین استراز» از کیسه‌ها ترشح می‌شود و اثر استیل کولین را خنثی می‌کند (شکل ۸ــ۲).



شکل ۷ــ۲ــ مراحل انقباض در عضله‌ی اسکلتی (A,B,C)



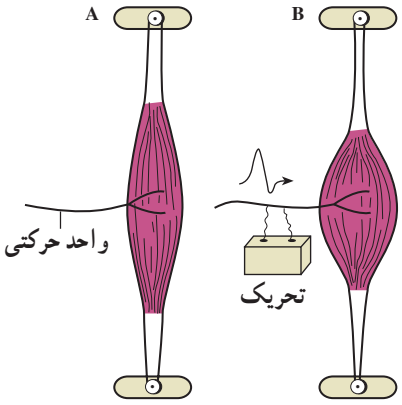
شکل ۸ ــ۲ــ صفحه‌ی محرکه

انواع انقباض

شما، به عنوان یک دانش‌آموز رشته‌ی تربیت بدنی، باید با مسئله‌ی انقباض آشنا باشید زیرا در فعالیت‌های ورزشی با آن سر و کار دارید. در این کتاب با دو نوع انقباض آشنا می‌شوید : ایزومتریک[۱] و ایزوتونیک[۲].

۱ــ انقباض ایزوتونیک: انقباض ایزوتونیک، انقباضی‌ست که در آن طول عضله کوتاه می‌شود (شکل ۹ــ۲) و انتها به ابتدا نزدیک می‌گردد.

۱ــ Isometric ۲ــ Isotonic



شکل ۹ــ۲ــ نمونه‌ی یک انقباض ایزوتونیک

در این شکل، ساعد با انقباض عضله‌ی دو سر جابه‌جا می‌شود و کار صورت می‌گیرد. فرمول کار را از درس فیزیک به یاد دارید.

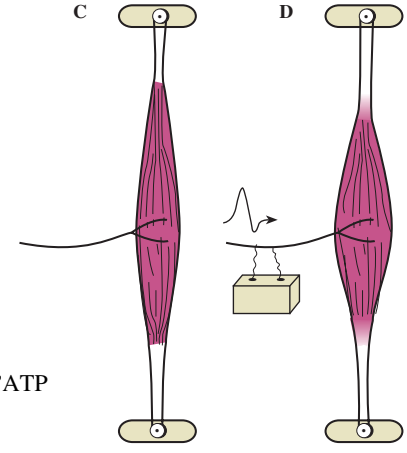
W . F . D

مسافت جابه‌جایی . D نیرو . F کار . W

اگر در این‌جا، نیرو ۷ کیلوگرم و جابه‌جایی ۷ سانتی‌متر باشد، کار اجرا شده برابر ۴۹ کیلوگرم بر سانتی‌متر است.

W . ۷ . ۷ . ۴۹

۲ــ انقباض ایزومتریک: در این نوع انقباض، طول عضله تغییر نمی‌کند امّا تمام اتفاقاتی که در تئوری انقباض خوانده‌اید به وقوع می‌پیوندد. از آن‌جا که در مقابل عضله یک مقاومت قرار دارد طول عضله کوتاه نمی‌شود، مثل زمانی که دست را بدون خم کردن به دیوار فشار می‌دهید و دیوار، در برابر دست شما یک مقاومت به شمار می‌آید (شکل ۱۰ــ۲).



شکل ۱۰ــ۲ــ نمونه‌ی یک انقباض ایزومتریک

انواع تارهای عضلانی

دو نوع تار عضلانی در عضلات انسان وجود دارد. تُند[۱]، انقباض و کُند انقباض[۲].

در نوع تند انقباض عضله به سرعت منقبض می‌شود : از نظر ساختمانی این نوع تارها بیش‌تر دارای آنزیم‌هایی هستند که در گلیکولیز و راه بی‌هوازی نقش دارند و گلیکوژن زیادی دارند. این نوع تارها زود خسته می‌شوند و ذخیره‌ی انرژی آن‌ها به صورت ATP است و ظاهر سفیدی دارند. از این‌رو، به آن‌ها، «تارهای سفید» نیز می‌گویند.

نوع کُند انقباض، بیش‌تر در کارهای طولانی استفاده می‌شوند و سرعتی نیستند. آن‌ها ظاهر قرمز رنگی دارند و دارای گلیکوژن و میتوکندری فراوان‌اند و آنزیم‌های چرخه‌ی کربس در آن‌ها به‌مقدار زیاد موجود است.

انرژی عضله

عضله از سه راه انرژی تولید می‌کند و براساس ذخایری که دارد، یعنی فسفوکرآتین، گلیکوژن، پروتئین و چربی‌ها به سه طریق در تولید انرژی شرکت می‌کند.

۱ــ تولید انرژی از فسفوکرآتین: به فرمول زیر توجه نمایید :

$$PC \xrightleftharpoons{\text{آنزیم}} Pi + C + \text{انرژی}$$

فسفوکرآتین ← فسفات آزاد + کرآتین

$$ADP + Pi + \text{انرژی} \xrightleftharpoons{\text{آنزیم}} ATP$$

فسفر آزاد ← آدنوزین دی‌فسفات

۲ــ تولید انرژی از راه گلیکولیز[۳]

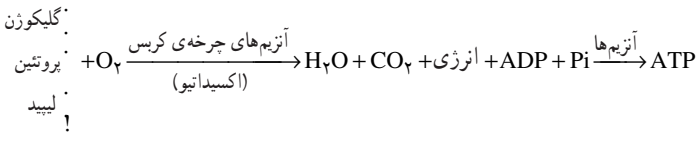
$$\text{گلیکوژن} \xrightarrow{\text{آنزیم‌ها}} \text{گلوکز} \xrightarrow{\text{آنزیم‌ها}} \text{اسیدلاکتیک} + \text{انرژی} + 3ADP + Pi \xrightarrow{\text{آنزیم‌ها}} 3ATP$$

۱ــ Fast.twitch

۲ــ Slow. Twitch

۳ــ گلیکولیز یعنی : تجزیه‌ی گلیکوژن

۳ــ تولید انرژی از سه ماده‌ی غذایی در چرخه‌ی کربس



توجه شود که مقدار تولید انرژی در شیوه‌ی سوم بسیار زیاد است. به‌عنوان مثال، گلیکوژن ۳۹ مولکول ATP را بازسازی می‌کند ولی با توجه به این‌که نوع پروتئین‌ها و لیپیدها در این‌جا مشخص نیست تعداد ATP در فرمول مشخص نشده است.

راه‌های اول و دوم را غیرهوازی و راه سوم را هوازی می‌نامند.

«غیرهوازی[۱]» یعنی فعالیت‌های کوتاه‌مدت و سریع که بدن فرصت تبادل گازی با خارج را ندارد و با کمبود و بدهی اکسیژن روبه‌رو است (فعالیت‌های تا ۳۰ ثانیه) مانند دوهای سرعت ۵۰ متر و ۱۰۰ متر و فعالیت‌های زیر حداکثر سرعت (فعالیت‌های تا حدود ۴ دقیقه) مانند دوهای ۴۰۰ متر و ۸۰۰ متر.

«هوازی[۲]» یعنی فعالیت‌های طولانی مدت که در مجاورت اکسیژن صورت می‌گیرد و بدن فرصت، تبادل گازی با خارج را دارد (فعالیت‌های بیش از ۴ دقیقه). مانند دوهای استقامتی ۵۰۰۰متر و ۱۰۰۰۰ متر.

تأثیر تعداد واحد حرکتی در تولید نیرو: هر چه تعداد تارهای عضلانی یک عضله بیش‌تر باشد آن عضله نیروی بیش‌تری تولید می‌کند. پس هر چه عضله حجیم‌تر باشد نیرو نیز افزایش می‌یابد. اما بعضی عضلات با این‌که تارهای کم‌تری دارند سریع‌تر منقبض می‌شوند زیرا نرون‌های بیش‌تری به آن عضله می‌رسد مثل چشم که حرکات بسیار سریعی دارد. در حالی‌که عضله‌ی چهارسر ران نیروی بیش‌تری تولید می‌کند. از سوی دیگر، هر چه تعداد واحدهای حرکتی یک عضله بیش‌تر باشد نیروی تولید شده نیز بیشتر است. به عنوان مثال اگر عضله‌ی چهارسرران، دارای ۳۰۰ واحد حرکتی باشد به نسبت عضله‌ی دو سر بازو که دارای مثلاً ۱۵۰ واحد حرکتی‌است نیروی بیش‌تری تولید می‌کند.

ناراحتی‌های ماهیچه‌ای: ماهیچه‌ها کم‌تر دچار عفونت می‌شوند. اما از آن‌جا که قسمت عمده‌ای از بدن ما را تشکیل می‌دهند و بلافاصله بعد از پوست قرار دارند در معرض خطرات و صدمات خارجی قرار می‌گیرند.

۱ــ کوفتگی ماهیچه‌ای: معمولی‌ترین ناراحتی ماهیچه است که در اثر کار و فشار زیاد در ماهیچه‌های مربوط پدید می‌آید. در این حالت ماهیچه‌ها و زردپی آن‌ها بسیار دردناک می‌شود، اما آسیبی به آن‌ها وارد نمی‌شود. یک حمام گرم و اندکی استراحت و استفاده از مایعات مناسب، درد و کوفتگی را از بین می‌برند.

۲ــ گرفتگی ماهیچه: هرگاه بدون گرم کردن مفید بدن، فعالیت ماهیچه‌ای شدیدی داشته باشید و یا مدتی طولانی ورزش کنید ماهیچه دچار گرفتگی دردناک خواهد شد.

در این حالت ماهیچه به حال انقباض می‌افتد و حالت استراحت نمی‌پذیرد. علت آن فقدان موقتی اکسیژن و مواد مغذی در ماهیچه است. ماساژ ماهیچه، حمام گرم، استفاده از مایعات مفید در بهبود این ناراحتی مؤثر است. اگر گرفتگی ماهیچه در آب و در حالت شنا اتفاق بیفتد ممکن است باعث مرگ شناگر شود.

۱ــ Anacrobic

۲ــ Acrobic

خودآزمایی

۱ــ نقش شبکه‌ی سارکوپلاسمیک را در تحریک عضلانی بیان نمایید.

۲ــ تئوری انقباض عضله‌ی اسکلتی را شرح دهید.

۳ــ انقباض ایزومتریک و ایزوتونیک را تعریف کنید.

۴ــ سه راه تولید انرژی در عضله را توضیح دهید و برای آن مثال ورزشی ارائه کنید.

۵ــ اگر دونده‌ای مسافت ۱۵۰۰ متر را در زمان ۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه دویده باشد از کدام روش کسب انرژی کرده است؟

۶ــ بازیکن بسکتبال در پرش‌های ریباند از کدام روش کسب انرژی می‌کند؟

۷ــ شناگری که ۵۰ متر را در زمان ۲۰ ثانیه شنا کرده است انرژی موردنیاز را از کدام طریق به‌دست آورده است؟

۸ــ بازیکن فوتبال از کدام روش کسب انرژی می‌کند؟ توضیح دهید.

۹ــ بازیکن تنیس روی میز از کدام طریق کسب انرژی می‌کند؟ شرح دهید.

۱۰ــ یک ژیمناست در حرکات زمینی برای به‌دست آوردن انرژی خود کدام روش کسب انرژی را باید تقویت کند؟

فصل سوم

فیزیولوژی بافت عصبی

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ نرون‌ها را از نظر عمل طبقه‌بندی کند.
۲ــ پتانسیل استراحت و عمل را تعریف کند.
۳ــ سیناپس را تشریح کند.
۴ــ منتژها و عمل آن را تعریف کند.
۵ــ نخاع و اعمال آن را توضیح دهد.
۶ــ عمل بصل‌النخاع، هیپوتالاموس و مخچه را شرح دهد.
۷ــ نیم‌کره‌های مخ را توضیح دهد و اعصاب مغزی را نام ببرد.
۸ــ عمل دستگاه عصبی خودکار را توضیح دهد.

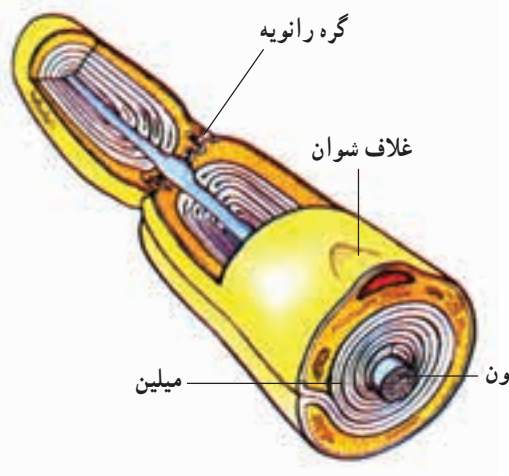
هر یاخته‌ی عصبی را یک «نرون» می‌گویند. دستگاه عصبی از تعداد زیادی نرون تشکیل شده است.

ساختمان نرون

هر نرون می‌تواند اطلاعات را از نرون دیگر و یا از محیط دریافت و به یاخته‌ی بعدی منتقل کند. نرون‌ها از نظر شکل متفاوت‌اند اما همه‌ی آن‌ها تقریباً یک ساختمان دارند. جسم یاخته‌ای یا سوما[۱] که از آن شاخه‌هایی به‌نام دندریت[۲] بیرون می‌آید و بخشی از نرون است که جسم یاخته‌ای به‌وسیله‌ی آن پیام‌های عصبی را از نرون یا محیط دریافت می‌کند. و از انتهای آن رشته‌ی بلندی به‌نام آکسون[۳] منشعب می‌شود. جسم یاخته‌ای دارای هسته و چند هستک، نوکلئوپلاسم یا شیره‌ی هسته و توده‌های کروماتین است. در ساختمان شیمیایی سیتوپلاسم، مقدار زیادی چربی وجود دارد. شبکه‌ی آندوپلاسمی، دانه‌های ریبوزوم، میتوکندری، دستگاه گلژی و لیزوزوم از اجزای دیگر یاخته عصبی هستند. علاوه بر این، اجسام نیسل نیز دیده می‌شود که رنگ‌های قلیایی را به خود جذب می‌کند. این اجسام فقط در جسم یاخته‌ای و دندریت وجوددارد.

آکسون‌ها دو نوع‌اند : یا غلاف میلین[۴] دارند و یا فاقد آن هستند. غلاف میلین از یک لایه‌ی لیپوپروتئین ساخته شده است که در طول آکسون پیوسته نیست و در نواحی مختلف گسستگی دارد که آن‌را «گره رانویه[۵]» می‌نامند. غلاف میلین به‌وسیله‌ی غلاف دیگری به نام شوان پوشیده می‌شود، که به حالت مارپیچ به‌وجود می‌آید (شکل ۱ــ۳). غلاف شوان یک پوشش محافظ برای آکسون است.

۱ــ Soma ۲ــ Dendrites ۳ــ Axon ۴ــ Myeline ۵ــ Nodes of Ranvier



شکل ۱ــ۳ــ ساختمان آکسون

آکسون، پیام‌های عصبی را از جسم یاخته‌ای می‌گیرد و به‌نرون بعدی می‌رساند. بنابراین، دندریت نقش گیرنده و آکسون، نقش فرستنده را بازی می‌کند. انتهای آکسون شاخه شاخه است و محل اتصال نرون بعدی‌ست. این محل را سیناپس (پیوندگاه) می‌نامند. در انتهای سیناپس کیسه‌هایی وجود دارد که پر از ماده‌ی انتقال‌دهنده است. شکل ۲ــ۳ ساختمان یک یاخته‌ی عصبی را نشان می‌دهد.

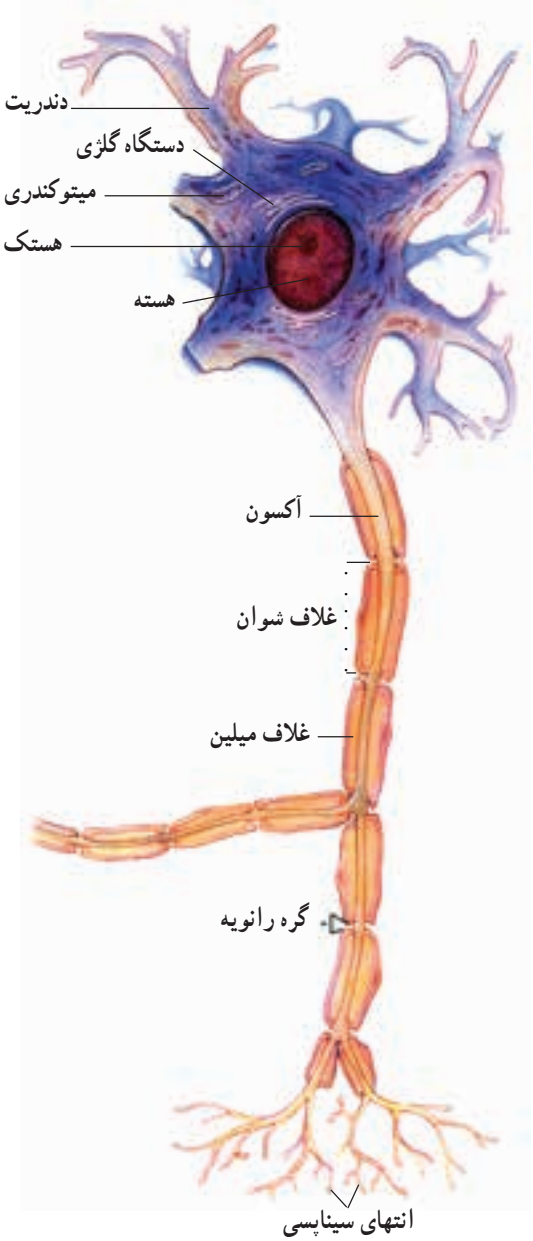
نرون‌ها از نظر شکل به سه دسته تقسیم می‌شوند :

۱ــ یک قطبی

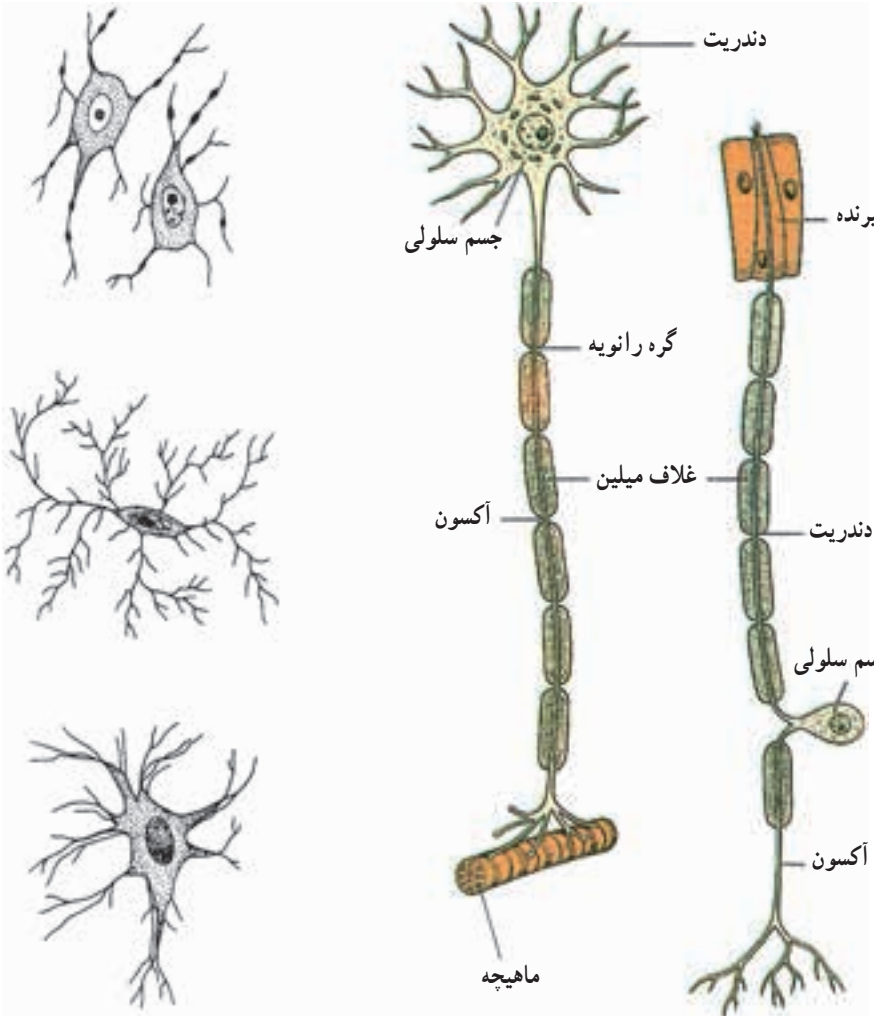
۲ــ دو قطبی

۳ــ چند قطبی

هرگاه از یک قسمت جسم یاخته‌ای یک آکسون و دندریت خارج شده باشد آن‌را «یک قطبی» می‌نامند. این نوع نرون در عقده‌های نخاعی دستگاه عصبی مرکزی دیده می‌شوند. اگر از دو ناحیه‌ی جسم یاخته‌ای آکسون و دندریت منشعب شده باشد آن‌را «دوقطبی» می‌نامند، مانند گیرنده‌های بویایی انسان که در مخاط بینی قرار دارند. هرگاه دندریت‌ها از چند ناحیه‌ی جسم یاخته‌ای و آکسون از ناحیه‌ی دیگر آن خارج شود آن‌را «چند قطبی» می‌نامند. نرون‌های بیش‌تر نواحی دستگاه عصبی از این نوع‌اند که براساس شکل جسم یاخته‌ای آن و خروج دندریت و آکسون نیز به هرمی، دانه‌ای، سه شاخه و ... تقسیم شده‌اند. شکل ۳ــ۳ انواع نرون را نشان می‌دهد.



شکل ۲ــ۳ــ ساختمان نرون



الف ــ نرون حسی　　ب ــ نرون حرکتی　　ج ــ سلول‌های نوروگلیا

شکل ۳ــ۳ــ ساختار و انواع سلول‌های بافت عصبی

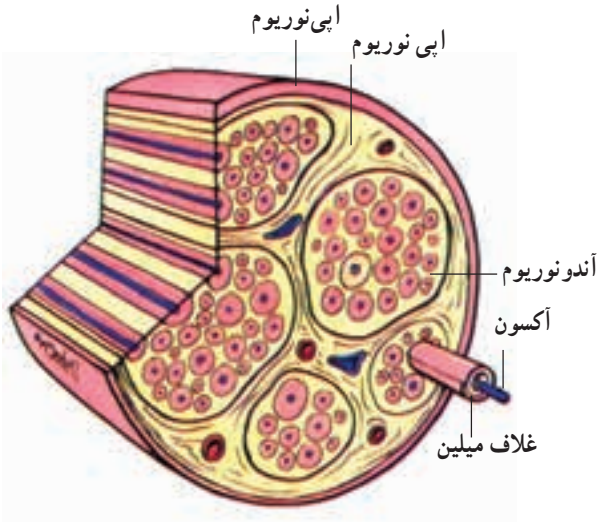
نرون‌ها از نظرعمل به سه دسته‌ی **آوران**[1]، **وابران**[2] و **رابط** تقسیم می‌شوند. نرون‌هایی را که گیرنده‌ی تحریکات خارجی و داخلی (مرکزبر یا حسی) هستند آوران (مرکزبر یا حسی) و آن دسته که از مراکز عصبی خارج می‌شوند (حرکتی یا محیط بر) وابران (حرکتی یا محیط بر) و تعدادی دیگر را که نقش رابط بین دو نرون را بازی می‌کنند «رابط» می‌نامند. به آن دسته از نرون‌های وابران که با عضلات سیناپس می‌شوند، «نرون حرکتی» می‌گویند.

تکثیر نرون‌ها تا حدود دو سالگی ادامه دارد و از آن پس دیگر تقسیم نمی‌شوند اما تار عصبی قابلیت رشد دارد، یعنی آکسون‌ها طویل‌تر می‌شوند.

بافت هم‌بند تار عصبی و عصب

هر تار عصبی دارای بافت هم‌بند است که از یاخته‌های غیرعصبی به‌نام نوروگلی[3] تشکیل شده است و نقش محافظ را دارد. بافت همبند یک عصب را اپی‌نوریوم می‌نامند. تعدادی رشته‌ی عصبی در دستجاتی به‌نام «فاسیکول» جمع شده‌اند که به‌وسیله‌ی بافت هم‌بندی به‌نام اپی‌نوریوم پوشانده شده است و هر تار عصبی یک بافت هم‌بند به‌نام آندونوریوم دارد (شکل ۴ــ۳).

۱ــ Afferent　　۲ــ Efferent　　۳ــ Neuroglia



شکل ۴ــ۳ــ بافت هم‌بند عصب و تارعصبی

ارتباط بین قطر تار عصبی و سرعت هدایت: تارهای عصبی از نظر قطر و سرعت هدایت به سه گروه تقسیم می‌شوند :

۱ــ تارهای نوع A که دارای غلاف میلین هستند و قطر بیش‌تری دارند. سرعت هدایت در این تارها زیاد و تا ۱۲۰ متر در ثانیه است. این نوع تارها اغلب مسئولیت هدایت محرک‌های عصبی از نوع فشار، لمس، درد و دما را در پوست بر عهده دارند.

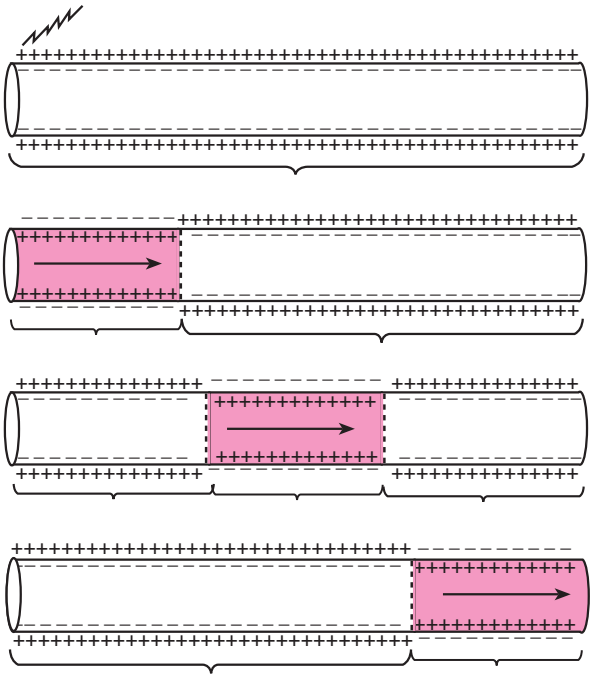
۲ــ نوع B اندازه‌ای متوسط دارند و دارای غلاف میلین هستند اما از تارهای عصبی نوع A کندترند. این نوع تارها در سیستم عصبی خودکار قرار دارند و پیام‌های عصبی را از مراکز عصبی به گره‌های عصبی می‌برند.

۳ــ تارهای نوع C، غلاف میلین ندارند و نسبت به دو نوع تار A و B سرعتشان کم است. سرعت در این تارها بین ۰/۵ تا ۲ متر در ثانیه است و بیش‌تر نرون‌های حسی، که مربوط به اعصاب محیطی می‌شوند، از این نوع‌اند.

پتانسیل استراحت و عمل در یاخته‌های عصبی

در حالت استراحت غشای تار عصبی دارای بار الکتریکی‌است یعنی درون غشا دارای بار منفی (یون پتاسیم) و بیرون غشا دارای بار مثبت (یون سدیم) است. به این حالت پتانسیل استراحت می‌گویند.

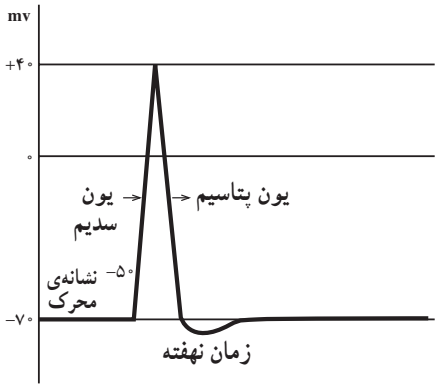
با تحریک عصبی، پتانسیل استراحت به هم می‌خورد و درون غشا مثبت و بیرون غشا منفی می‌گردد که با جابه‌جایی یون‌های سدیم (Na^+) و پتاسیم (K^-) همراه است. این حالت را پتانسیل فعالیت (عمل) می‌گویند.



شکل ۵ ــ۳

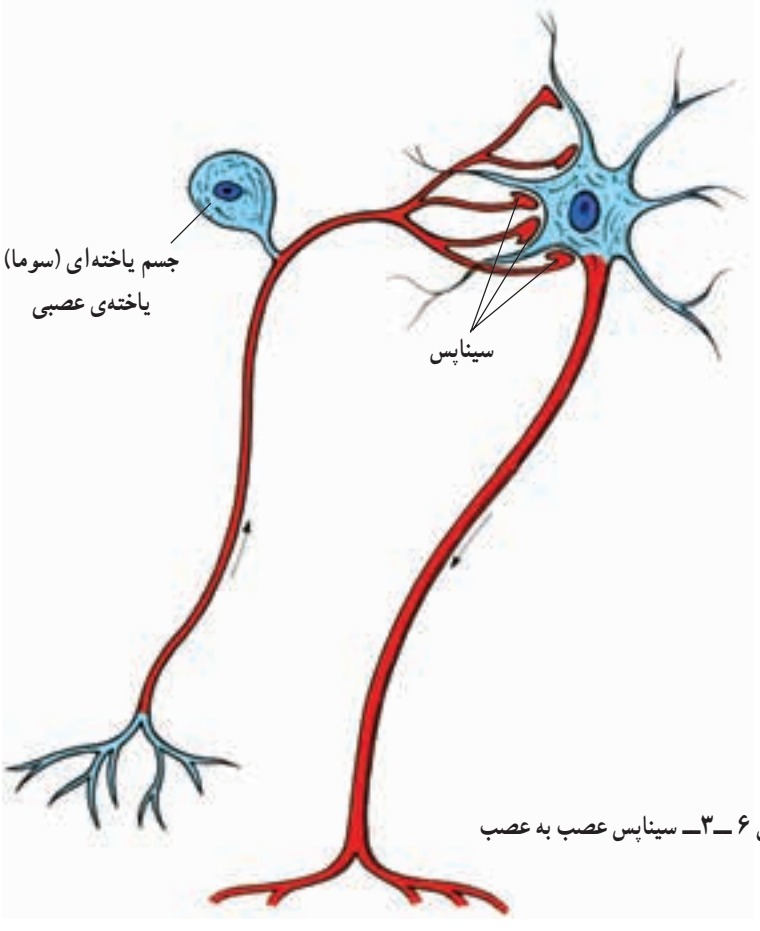
پتانسیل استراحت در یک یاخته‌ی عصبی منهای ۷۰ میلی‌ولت است (هر ولت ۱۰۰۰ میلی‌ولت است) با شروع تحریک، پتانسیل یاخته به سرعت به ۴۰ میلی‌ولت تغییر می‌یابد و پتانسیل یاخته به پتانسیل فعالیت تبدیل می‌شود. پس از آن و با سرعت هرچه تمام‌متر پتانسیل یاخته به منهای ۷۰ میلی‌ولت برمی‌گردد. تمامی این روند کم‌تر از یک هزارم ثانیه طول می‌کشد.

برای مثال، هنگامی که تار عصبی حرکتی متصل به عضله، تحریک می‌شود تحریک به غشای تار عضلانی می‌رسد و سبب تحریک تار عضلانی می‌شود. در نتیجه عضله منقبض می‌شود.



سیناپس: محل اتصال آکسون یک نرون با جسم یاخته‌ای نرون دیگر را «سیناپس» می‌گویند.

تحریک به‌وسیله‌ی دندریت‌ها دریافت می‌شود و از آکسون عبور می‌کند و به انتهای آکسون می‌رسد. اگر یاخته‌ی عصبی با یاخته‌ی دیگری تشکیل سیناپس داده باشد تحریک به آن یاخته منتقل می‌گردد.



شکل ۶ ــ۳ــ سیناپس عصب به عصب

همانطور که در شکل۶ ــ۳ ملاحظه می‌کنید، انتهای آکسون دارای چین‌خوردگی‌هایی است که پر از ماده‌ی انتقال‌دهنده است. تعدادی میتوکندری نیز در آن دیده می‌شود که انرژی لازم را برای تخلیه‌ی ماده‌ی انتقال‌دهنده از کیسه‌ها تأمین می‌کنند. موادانتقال‌دهنده، موادی هستند که بین فضای سیناپسی نفوذ کرده، غشای یاخته‌ی بعدی را تحریک می‌کند. این مواد مانند استیل‌کولین، دوپامین، آدرنالین و گابا هستند. بین جسم یاخته‌ی نرون بعدی و آکسون فاصله‌ای وجود دارد که آن‌را «فضای سیناپسی» می‌نامند. هرگاه تحریک به پایان برسد ماده‌ی دیگری ترشح می‌شود و ماده‌ی انتقال‌دهنده را بی‌اثر می‌کند. برای مثال، استیل‌کولین استراز، استیل‌کولین را بی‌اثر می‌کند، در نتیجه تحریک پایان می‌یابد.

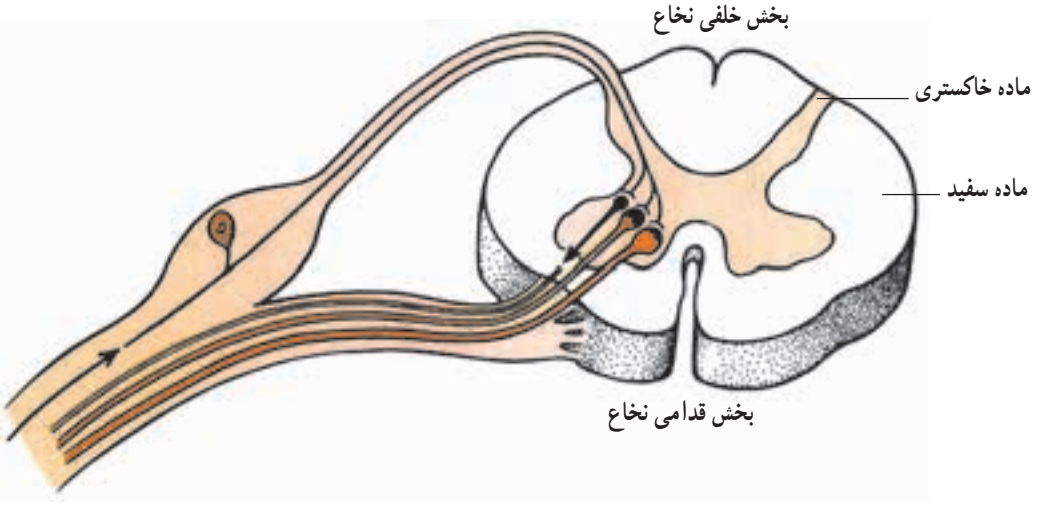
حال که با ساختار نرون، سیناپس و پتانسیل فعالیت آشنا شدید، به تقسیم‌بندی دستگاه عصبی می‌پردازیم. دستگاه عصبی به دو بخش مرکزی و محیطی تقسیم می‌شود. دستگاه عصبی مرکزی[1] شامل : نخاع، بصل‌النّخاع، پل مغزی، مخچه، مغز میانی و نیمکره‌های مخ است. دستگاه عصبی محیطی، شامل اعصابی‌ست که ارتباط بخش مرکزی با سایر قسمت‌های بدن را برقرار می‌کند.

مننژ (پرده‌های خارجی دستگاه عصبی مرکزی)

مغز و نخاع، به‌وسیله‌ی پرده‌هایی به‌نام مننژ به دو روش شیمیایی و مکانیکی حفاظت می‌شوند. در نوع شیمیایی پرده‌ها یک سدّ شیمیایی در اطراف بافت عصبی می‌سازند و در نوع مکانیکی شدّت ضربه بر استخوان سر و ستون مهره‌ها را کاهش می‌دهند.

دستگاه عصبی مرکزی

نخاع (مغز تیره) : از اولین مهره گردن شروع و تا سطح دومین مهره‌ی کمری ادامه دارد. دارای دو بخش سفید و خاکستری است. آکسون‌های بخش سفید، قسمت‌های مختلف نخاع و نیز نخاع را به مغز ارتباط می‌دهند. سفیدی آن به علت وجود میلین در آکسون‌هاست. بخش سفید از دسته تارهای عصبی تشکیل شده است. این تارها امواج عصبی را به مغز یا به طرف اندام‌ها می‌برند و یا از اندام‌ها به سوی مغز می‌فرستند، که به راه‌های بالارو و پایین رو تقسیم می‌شوند. راه‌های بالارو و پایین رو نخاع پیام‌های حسّی را به مغز و پیام‌های حرکتی را به طرف عضلات بدن می‌برند (شکل ۷ــ۳).



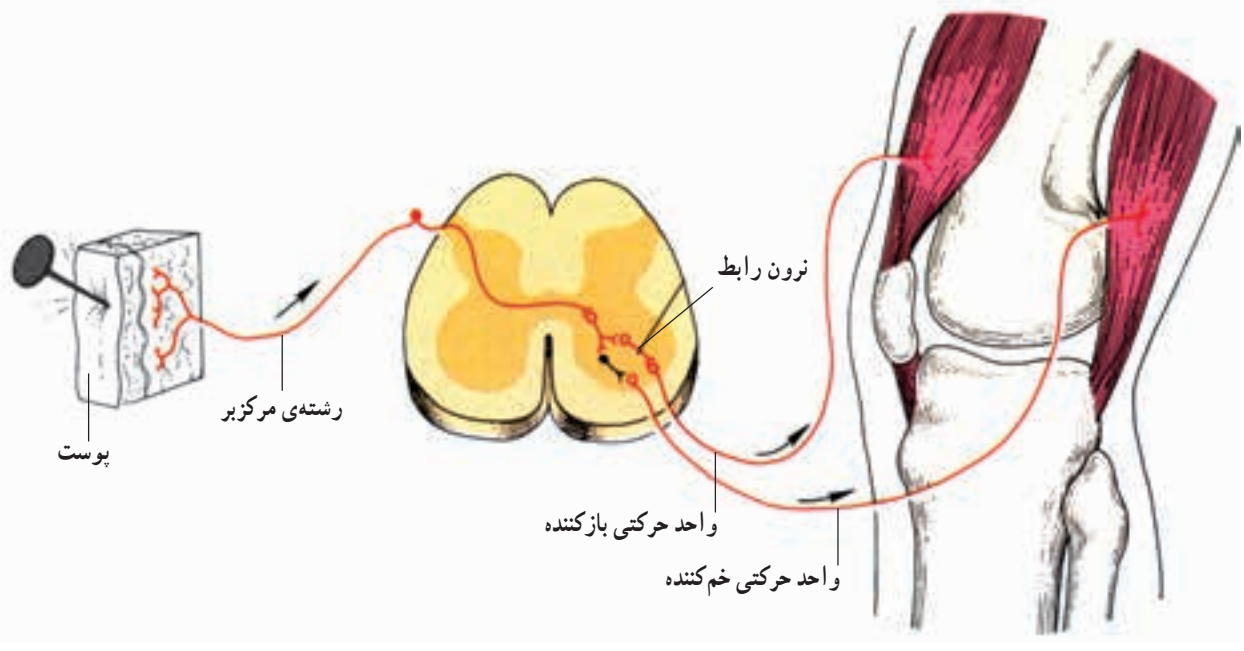
شکل ۷ــ۳ــ مقطع نخاع

۱ــ (CNS) Centeral Nervous System

دسته تارهایی که امواج عصبی را به نخاع می‌آورند، قرینه هستند و از ریشه‌های خلفی نخاع وارد می‌شوند. برعکس تارهایی که پیام‌های عصبی را از نخاع خارج می‌کنند از ریشه‌ی قدامی نخاع بیرون می‌آیند. ریشه‌ی قدامی و خلفی در نهایت به هم می‌رسند و یک عصب نخاعی را می‌سازند که هم تار «آوران» وهم «وابران» دارند. در انسان سی و یک جفت عصب نخاعی وجود دارد که از گردن تا کمر قرار گرفته‌اند و پس از خروج از نخاع به انشعاباتی تقسیم می‌شوند. انتهای نخاع به صورت یک دسته تار عصبی، که «دم اسب» نامیده می‌شود، بیرون آمده است. قطع تارهای عصبی سبب بی‌حسی و فلج اندامی می‌شود که تار عصبی مربوط به آن است. به همین دلیل، نخاع در ستون مهره‌ها جای گرفته تا از ضربه‌های محیطی در امان بماند.

اعمال نخاع: نخاع دو وظیفه‌ی اصلی زیر را بر عهده دارد :

۱ــ کنترل بازتاب‌ها: بازتاب‌ها، یکی از مهم‌ترین اعمال نخاع است. هرگاه یک سوزن تیز به انگشت دست شما بخورد بی‌اختیار دست را به عقب می‌کشید. این یک بازتاب است که شما را از خطر دور می‌سازد. نوعی دیگر از بازتاب، زمانی‌ست که شما به پزشک مراجعه می‌کنید و او با یک چکش ضربه‌ای به‌زیر کشکک شما می‌زند و پای شما به‌طور غیرارادی به بالا پرتاب می‌شود. این‌ها بازتاب‌هایی‌ست که نخاع آن‌ها را کنترل می‌کند و اغلب انسان را از خطر آگاه می‌سازد و شما تصمیم می‌گیرید که بدن را از آسیب دور کنید (شکل ۸ ــ۳).



شکل ۸ ــ۳ــ کنترل بازتاب‌های نخاع

۲ــ انتقال اطلاعات: بسیاری از اطلاعات توسط اعصاب نخاعی از مغز به نخاع می‌رسد و یا از نخاع به مغز ارسال می‌شود. بنابراین، تبادل اطلاعات یکی دیگر از اعمال نخاع است.

بخش‌های دیگر دستگاه عصبی درون جمجمه قرار دارد. بصل‌النخاع، پل مغزی و مغز میانی در امتداد نخاع قرار گرفته است. آن‌ها را «ساقه‌ی مغز» می‌خوانند.

بصل‌النخاع: این دستگاه عصبی علاوه بر نقش ارتباطی بین مغز و نخاع، اعمال خود کار و غیرارادی مهمی را کنترل می‌کند. از جمله گردش خون (تعداد ضربان قلب)، تنفس (مثل سرفه و عطسه و دم و بازدم) و اعمال دستگاه گوارش (بلع، تهوع و استفراغ).

پل مغزی: در بالای بصل‌النخاع قرار گرفته است و شامل راه‌های بالارونده و پایین‌رونده می‌شود و سبب ارتباط بین مغز و مراکز پایین‌تر می‌گردد.

مغز میانی: در بالای پل مغزی قرار گرفته است و ریشه‌های عصب محرک چشم، جسم سیاه، که بعضی اعمال حرکتی را برعهده دارد، در آن قرار دارد.

هیپوتالاموس: ناحیه‌ی دیگری‌است که اعمالی مانند تنظیم ترشح هورمون‌ها، تنظیم گرمای بدن، تنظیم آب بدن و گرسنگی و سیری را برعهده دارد.

مخچه: بخشی از دستگاه عصبی است که در پسِ سرقرارگرفته است و شامل دو نیم‌کره است که با توده‌ای به‌نام ورمیس[1] (کرمینه) به هم مرتبط می‌شوند. مخچه در حفظ تعادل بدن و هماهنگی حرکات، نقش مهمی دارد. مخچه دارای دو بخش سفید و خاکستری است. بخش خاکستری مخچه در بیرون و بخش سفید آن، در درون مخچه قرار دارد.

نیم‌کره‌های مخ: در امتداد ساقه‌ی مغز قرار گرفته‌اند و با یک شیار عمیق از هم جدا می‌شوند. دارای دو بخش خاکستری و سفید است. در سر تا سر مخ شیارهای عمیق و کم عمق وجود دارد. شیارهای عمیق نیم‌کره‌ها را به چند بخش (لوب) تقسیم می‌کنند.

در لوب پیشانی یک بخش به نام قشر حرکتی وجود دارد که حرکات بدن به‌وسیله‌ی آن صورت می‌گیرد. شکل **۹ــ۳** محل کنترل حرکات بدن و مناطق حسی را نشان می‌دهد.

شکل ۹ــ۳ــ محل کنترل حرکات بدن و مناطق حسی

دستگاه عصبی خودکار

بعضی از اعمال بدن به صورت غیرارادی یا خودکار است. دستگاه عصبی خودکار شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است. این دستگاه کنترل عصبی دستگاه گردش خون قلب و عروق، تنفس، گوارش (روده‌ها، معده، کیسه‌ی صفرا، لوزالمعده، غدد بزاقی) غدد عرقی و اشکی و بخش مرکزی غدد فوق کلیه را بر عهده دارد. اثر اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک برعکس یکدیگرند. برای مثال، تحریک اعصاب سمپاتیک سبب تند شدن ضربانِ قلب و تحریک اعصاب پاراسمپاتیک باعثِ کُند شدن آن می‌شود.

۱ــ Vermis

خودآزمایی

۱ــ نرون‌ها را از نظر عمل تقسیم‌بندی کنید و شرح دهید.
۲ــ پتانسیل استراحت و عمل را توضیح دهید.
۳ــ سیناپس چیست؟ توضیح دهید و مواد انتقال‌دهنده را شرح دهید.
۴ــ عمل مننژها چیست؟ توضیح دهید.
۵ــ اعمال نخاع را شرح دهید.
۶ ــ عمل بصل‌النّخاع چیست؟
۷ــ اعمال مخچه و هیپوتالاموس را شرح دهید.
۸ــ عمل نیمکره‌های مخ را توضیح دهید.
۹ــ عمل دستگاه عصبی خودکار را شرح دهید.

فصل چهارم

فیزیولوژی غده‌های درون‌ریز و هورمون‌ها

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

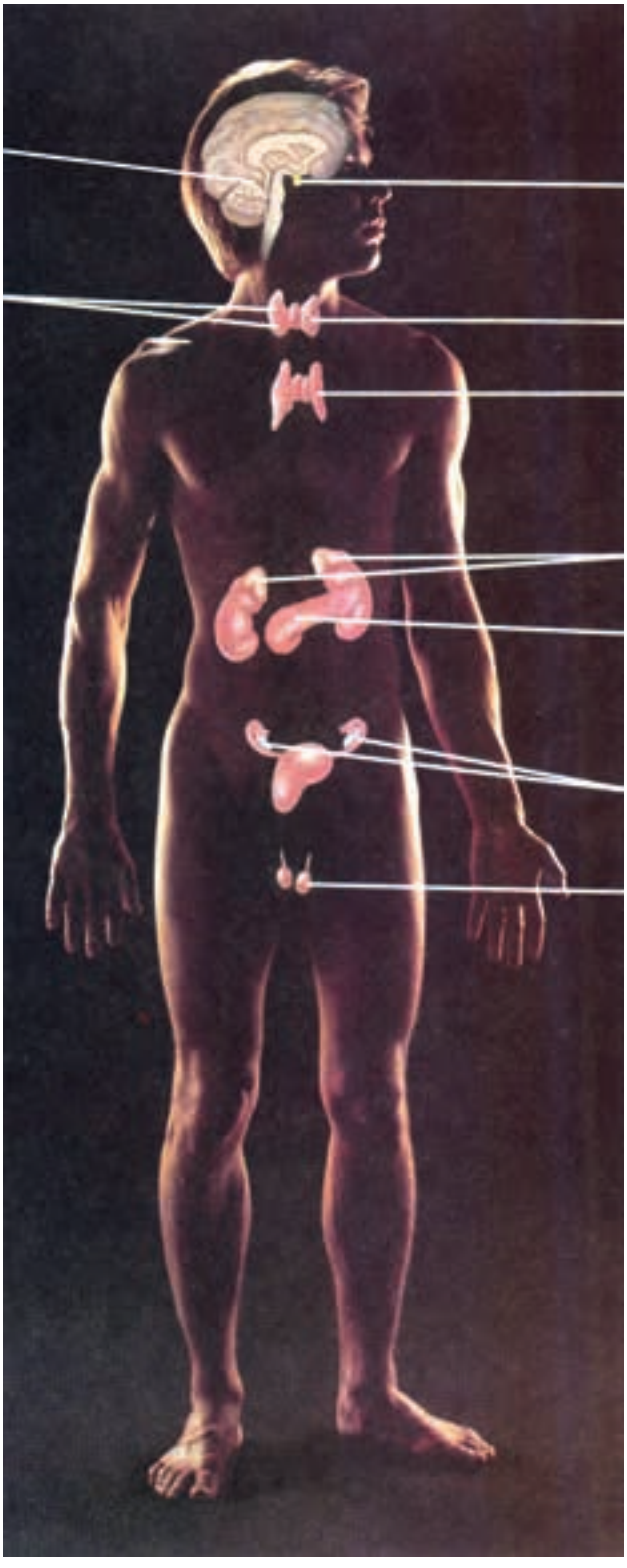
۱ــ غدد درون‌ریز را تعریف کند.
۲ــ ساختمان هورمون‌ها را شرح دهد.
۳ــ چگونگی عمل هورمون‌ها را توضیح دهد.
۴ــ نقش هورمون‌ها را شرح دهد.
۵ ــ کنترل ترشح هورمون‌ها را توضیح دهد.
۶ ــ اعمال هورمون‌های هیپوفیز را شرح دهد.
۷ــ اعمال هورمون‌های غده‌ی صنوبری را توضیح دهد.
۸ــ اعمال هورمون‌های غده‌ی تیروئید را شرح دهد.
۹ــ اعمال هورمون‌های غده‌ی پاراتیروئید را توضیح دهد.
۱۰ــ اعمال هورمون‌های بخش قشری و مرکزی غده‌ی فوق کلیه را شرح دهد.
۱۱ــ اعمال هورمون‌های غده‌ی لوزالمعده را شرح دهد.
۱۲ــ هورمون‌ها و اعمال غدد جنسی را توضیح دهد.
۱۳ــ نقش غده‌ی تیموس را بیان کند.

غدد درون‌ریز

در بدن انسان، غده‌هایی وجود دارند که ترشحات خود را به درون خون می‌ریزند. این غده‌ها مجرای ترشّحی ندارند، از این‌رو، به آن‌ها «غده‌های درون‌ریز» می‌گویند و ترشّحات آن را هورمون می‌نامند. در مقابل، بعضی از غدّه‌ها هستند که ترشّحات خود را از راه مجراهای موجود می‌ریزند، مثل غده‌های بزاقی که به آن‌ها «غده‌های برون‌ریز» می‌گویند.

غده‌های درون‌ریز بدن عبارت‌اند از : هیپوفیز، تیروئید، پاراتیروئید، لوزالمعده، فوق کلیه، تیموس، تخمدان‌ها و بیضه‌ها. شکل ۱ــ۴ محل قرار گرفتن غدّه‌ها را مشخص کرده است.

ساختمان هورمون‌ها: هورمون‌ها از نظر شیمیایی سه نوع‌اند : یا از پروتئین ساخته شده‌اند که مجموعه‌ی اسیدهای آمینه هستند و یا استروئیدی هستند که در ساختمان آن‌ها چربی به‌کار رفته است و یا پلی‌پپتیدی‌اند که حداقل از ۳ تا ۱۹۸ اسید آمینه ساخته شده‌اند.



شکل ۱ــ۴ــ محل قرار گرفتن غدد درون‌ریز بدن انسان

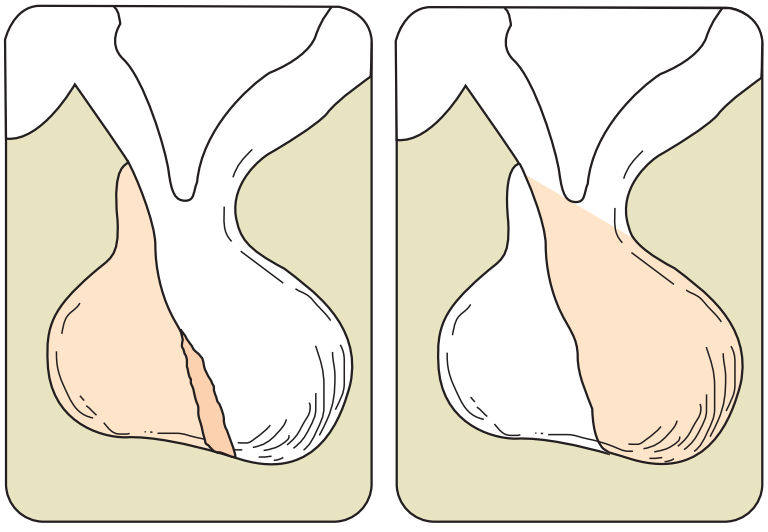
چگونگی عمل هورمون‌ها: هورمون‌ها دارای دو نوع عمل موضعی و عمومی هستند. برخی از هورمون‌ها پس از وارد شدن به خون بر بیش‌تر یاخته‌ها و بافت‌های بدن اثر می‌گذارند. دراین صورت، عمل آن عمومی است و برخی دیگر، فقط روی یک اندام ویژه اثر می‌گذارد که عمل آن موضعی است. هورمون‌ها به مقدار کم ترشح می‌شوند و از طریق خون خود را به بافت هدف می‌رسانند. منظور از بافت هدف، بافتی است که دارای گیرنده‌های آن هورمون است. بنابراین، ممکن است مثلاً گیرنده‌های یک هورمون فقط در عضله موجود باشد، با این توضیح که در این‌جا عضله را «بافت هدف» می‌نامیم.

نقش هورمون‌ها: هورمون‌ها پس از ریخته شدن در خون و رسیدن به بافت هدف، به گیرنده‌ی خود متصل می‌شوند و این اتصال به‌طورکلّی سبب می‌شود اعمال زیر تحقق یابد : ۱ــ سوخت و ساز بدن (متابولیسم و فعالیت آنزیم‌ها)، ۲ــ تنظیم تولید مثل ۳ــ رشد بدن ۴ــ حفظ تعادل داخلی بدن ۵ ــ ترشح بعضی از غده‌ها.

کنترل ترشح هورمون‌ها: هورمون‌ها به مقدار کم اعمال بسیار مهمی را در بدن به عهده دارند. مقدار هورمون‌ها باید در حدّ طبیعی باشد و افزایش یا کاهش مقدار آن سبب اختلال در اعمال بدن می‌شود. از این‌رو، باید به نحوی مقدار آن تنظیم شود. معمولاً زمانی که هورمونی ترشح شود و مقدار آن به حد مناسب برسد، به‌عنوان یک محرک بازدارنده، روی ترشح غده اثر می‌گذارد. در حقیقت، هورمون‌ها خودْ تنظیم‌اند. گاهی ترشح بعضی هورمون‌ها بر غده‌ی دیگر اثر می‌گذارد و ترشح آن‌را تنظیم می‌کند و گاه پیام‌های عصبی سبب تنظیم ترشّح آن غده می‌شود. در ترشح هورمون‌ها هیپوتالاموس نقش مهمی بازی می‌کند. بعضی از هورمون‌ها در هیپوتالاموس ساخته می‌شود و پس از ورود به خون بر غدّه‌های درون‌ریز اثر می‌گذارد و ترشح آن‌ها را تنظیم می‌کند.

غده‌ی هیپوفیز

این غده‌ی بسیارکوچک در قاعده‌ی مغز قرار دارد و به‌وسیله‌ی ساقه هیپوفیز با هیپوتالاموس در ارتباط است و به بخش‌های پیشین، پسین و میانی تقسیم می‌شود و مهم‌ترین غده‌ی بدن است. بخش میانی در اعمال بدن انسان نقشی ندارد. شکل ۲ــ۴ غده‌ی هیپوفیز را نشان می‌دهد.



قدامی (پیشین) خلفی (پسین)

شکل ۲ــ۴ــ غده‌ی هیپوفیز

هورمون‌های بخش پیشین

این هورمون‌ها عبارت‌اند از : هورمون رشد، پرولاکتین، محرک تیروئید و محرک فولیکولی ــ هورمون لوتئینی و محرک‌بخش قشری غده‌ی فوق کلیه.

۱ــ هورمون رشد یا سوماتوتروپین[1]: این هورمون از یک پروتئین کوچک ساخته می‌شود و سبب تحریک رشد بدن می‌گردد. این اثرات تقریباً روی تمام بافت‌های بدن اعمال می‌شود. به‌ویژه روی استخوان و عضلات. عمل هورمون رشد در اثر موادی است به‌نام سوماتومدین[2] که در کبد ساخته می‌شود. میزان ترشح هورمون در شرایط مختلف تفاوت می‌کند. در خواب، ترشح هورمون بیش از بیداری است و هر چه خواب عمیق‌تر باشد شدّت ترشح بیش‌تر می‌شود. گرسنگی و کاهش قندخون و نیز فعالیت ورزشی سبب افزایش هورمون رشد می‌گردد.

اعمال اصلی هورمون رشد در بدن افزایش پروتئین‌سازی در یاخته‌ها، افزایش جذب کلسیم و بازجذب فسفر در لوله‌های کلیوی است. هورمون رشد سبب تجزیه‌ی چربی می‌شود. کم‌بود این هورمون در کودکان، سبب کاهش رشد و کوتولگی و ترشح بیش از حد آن، پیش از سن بلوغ، باعث غول‌پیکری می‌شود. اگر ترشح زیاد، پس از بلوغ صورت گیرد سبب رشد عرضی بیش از حدّ استخوان‌های دست‌ها و صورت و سر می‌شود که به آن «آکرومگالی» می‌گویند.

هورمون رشد در هنگام ورزش افزایش می‌یابد و سبب تجزیه‌ی چربی‌ها و قندها می‌شود و انرژی لازم برای فعالیت را مهیا می‌کند.

۲ــ هورمون پرولاکتین [3] ***(لاکتوژن)***: این هورمون از نظر شیمیایی و عملی شبیه هورمون رشد است. عمل پرولاکتین ساختن شیر و ترشح آن از پستان‌هاست. مقدار این هورمون در زنان بیش از مردان است و در دوران بارداری افزایش می‌یابد. مقدار ترشح پرولاکتین در شب بیش از روز است. موج عصبی ناشی از تحریکی که با مکیدن نوزاد ایجاد می‌شود سبب افزایش پرولاکتین می‌شود.

۳ــ هورمون محرک تیروئید (تیروتروپین[4]***)***: این هورمون بر یاخته‌های تیروئید اثر می‌کند و سبب رها شدن هورمون‌های تیروئیدی می‌شود. جذب یُد و ساخته شدن هورمون‌های تیروئید تحت تأثیر این هورمون است. مقدار ترشح این هورمون، بستگی به‌میزان هورمون تیروکسین در خون دارد. هرگاه تیروکسین افزایش یابد، هورمون محرک تیروئید کاهش می‌یابد. سرما نیز سبب تحریک ترشح این هورمون می‌شود.

هنگام اسکی یا کوه‌نوردی در هوای سرد، هورمون محرک تیروئید و درنتیجه، هورمون تیروکسین افزایش می‌یابد و سبب بالا بردن دمای بدن و خون‌رسانی بیش‌تر به بدن می‌شود.

۴ــ هورمون اف‌اس‌هاش (FSH) یا محرک فولیکولی و لوتئینی LH (گونادوتروپین[5]***)***: دو هورمون محرک غدد جنسی، یعنی (LH)و(FSH) دو هورمون دیگری هستند که از بخش پیشین غده‌ی هیپوفیز ترشح می‌شوند و یاخته‌های هدف آن غدد جنسی‌اند. هورمون (LH) در مردان سبب تحریک یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها و ترشّح تستوسترون می‌شود و هورمون

۱ــ Somatotropin
۲ــ Somatomedin
۳ــ Prolactin
۴ــ Thyroid Stimulating hormone (Thyrotropin)
۵ــ Gonadotropin

(FSH) دوره‌ی اسپرماتوزوئیدسازی را کامل می‌کند. در زنان هورمون‌های گونادوتروپین سبب بلوغ جنسی و بروز دوره‌های ماهانه می‌شود. هورمون محرک فولیکولی سبب رشد فولیکول‌های تخمدان می‌شود و به تخمک‌گذاری کمک می‌کند.

۵ــ هورمون محرک بخش قشری غده‌ی فوق کلیه: این هورمون، سبب تحریک و رها شدن هورمون‌های بخش قشری غده‌ی فوق کلیه می‌شود. اگر این هورمون افزایش یابد، بیماری کوشینگ را درپی دارد که در آن سیستم ایمنی بدن دچار ضعف می‌شود. میزان این هورمون در صبح به حداکثر و در انتهای روز به حداقل می‌رسد.

هورمون‌های بخش پسین هیپوفیز

این بخش، دو هورمون ترشح می‌کند :

۱ــ هورمون ضدادراری یا وازوپروسین[۱]

۲ــ هورمون اکسی توسین[۲].

۱ــ هورمون ضدادراری: این هورمون توسط هیپوتالاموس ساخته و در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شود و سبب بالا بردن حجم خون و فشارخون می‌گردد. هنگامی که آب بدن کم می‌شود، این هورمون افزایش می‌یابد و سبب ورود آب به خون و بازجذب آب در لوله‌های ادراری می‌شود و از دفع آن از بدن جلوگیری می‌کند. وقتی آب بدن تأمین شد ترشح آن متوقف می‌گردد. میزان این هورمون در صبح زود بیش‌تر و در بعداز ظهر کم‌تر است.

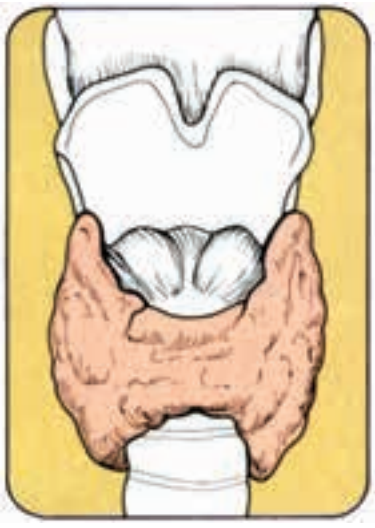
هنگام تمرینات ورزشی، ترشّح هورمون ضد ادراری افزایش می‌یابد و سبب بازجذب آب از لوله‌های ادراری می‌شود. بنابراین، آب وارد خون می‌شود و بر حجم خون می‌افزاید. این پدیده به هنگام تمرین ورزشی سبب افزایش حجم ضربه‌ای قلب و خون‌رسانی بیش‌تر، می‌شود.

۲ــ هورمون اکسی‌توسین: در نرون‌های هیپوتالاموس ساخته و در هیپوفیز ذخیره می‌شود. عمل آن، اثر بر ماهیچه‌های صاف پستان و عضلات دیواره‌ی رحم است و سبب ترشح شیر می‌شود و هنگام زایمان نیز سبب خروج نوزاد از رحم می‌گردد.

غده‌ی صنوبری (پینه آل[۳]): این غده‌ی کوچک، که در سطح خلفی مغز در زیر نیم‌کره‌های مخ و بالای مخچه قرار دارد، «اپی‌فیز» نیز نامیده می‌شود. در مهره‌داران خونسرد آن‌را «چشم سوم» می‌گویند. عمل مهم این غده بر غدد جنسی و بخش قشری غده‌ی فوق کلیه است. ترشحات آن سبب به‌تأخیر انداختن بلوغ می‌شود، همچنین سبب افزایش هورمون آلدوسترون، که از بخش قشری غده فوق کلیه ترشح می‌شود، می‌گردد.

غده‌ی تیروئید

این غده در جلوی حنجره قرار گرفته (شکل ۳ــ۴) و نسبتاً درشت است و حدود ۲۰ گرم وزن دارد و از دو بخش چپ و راست تشکیل شده است. این غده، از تعداد زیادی فولیکول‌های بسته به‌وجود آمده است. تیروئید، سه نوع هورمون



شکل ۳ــ۴ــ نمای قدامی غده‌ی تیروئید

۱ــ Vasopressin ۲ــ Oxytocin ۳ــ Pineal

(T_3 و T_4 وکلسی‌تونین) را می‌سازد و ترشح می‌کند. یاخته‌های فولیکولی تیروئید هورمون‌های تیروکسین[1] وتری یدوتیرونین و یاخته‌های خارج فولیکولی که هورمون کلسی تونین[2] را می‌سازد.

عمل کلسی‌تونین تنظیم کلسیم و فسفر بدن است. این هورمون در کودکان به‌علت شدّت استخوان‌سازی نقش مهمی بازی می‌کند. افزایش کلسیم در خون به سرعت سبب بالا رفتن ترشّح کلسی‌تونین می‌شود و به این ترتیب، میزان ترشّح این هورمون تنظیم می‌گردد.

هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین سبب افزایش سوخت و ساز بدن می‌شوند. یُدی که در بدن مصرف می‌شود بیش‌تر در ساختمان هورمون‌های تیروئید به‌کار می‌رود. بنابراین، کمبود یُد کار غده را مختل می‌کند. افزایش هورمون تیروئید بیش از حد طبیعی، سبب کاهش وزن، احساس گرما و افزایش تعریق، اسهال، خستگی مفرط و لرزش دست‌ها و عصبانیّت می‌شود، که آن را بیماری «پرکاری تیروئید» می‌گویند. در این بیماری کره‌ی چشم به‌طرف جلو می‌آید (اگزوفتالمی) که اگر شدید باشد به کوری منجر می‌شود. کاهش هورمون تیروئید سبب خواب‌آلودگی، افزایش وزن، یبوست، ورم بدن و تنبلی می‌شود.

در سنین رشد افزایش ترشّح هورمون تیروئید سبب ساخته شدن پروتئین‌ها می‌شود و سرعت رشد و نمو بالا می‌رود. بنابراین، دو اثر عمومی و اختصاصی دارد. نوزادان و کودکانی که دچار کاهش تیروکسین هستند از نظر ذهنی و رشد و نمو عمومی بدن دچار مشکل عقب‌ماندگی ذهنی می‌شوند، که به‌آن «بیماری کرتینیسم»[3] می‌گویند.

غدّه‌های پاراتیروئید

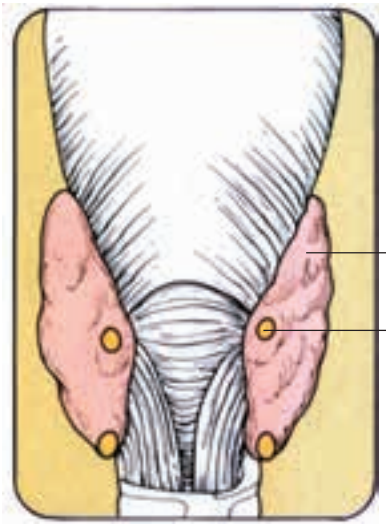
در پشت تیروئید چهار غده‌ی کوچک به‌نام پاراتیروئید قرار دارد (شکل ۴ــ۴) که جمعاً ۱۲۰ میلی‌گرم وزن دارند.

این غده، هورمونی به‌نام پاراتورمون را ترشح می‌کند. نقش آن جذب املاح کلسیم از استخوان و افزایش کلسیم خون است. کاهش این هورمون، سبب کاهش کلسیم خون و درنتیجه، گرفتگی عضلات حنجره و عضلات تنفسی و یا قلبی می‌شود، و منجر به مرگ می‌گردد.

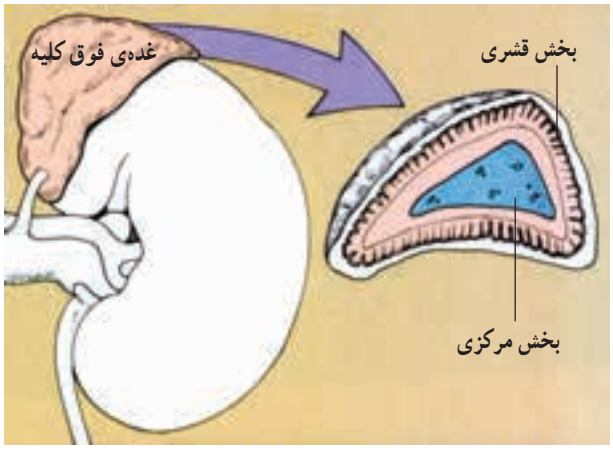
غلظت طبیعی کلسیم در خون حدود ۹/۴ میلی‌گرم درصد میلی‌لیتر خون است. بنابراین، هرگاه کلسیم خون افزایش یابد هورمون کلسی‌تونین سبب کاهش و هرگاه کلسیم کاهش یابد، پاراتورمون سبب افزایش آن می‌شود.

غدّه‌های فوق کلیه

وزن هر غده حدود ۵ گرم است و برروی کلیه‌ها قرار گرفته‌اند. هر غده از دو بخش قشری و مرکزی ساخته شده است (شکل۵ــ۴).



شکل ۴ــ۴ــ غده‌ی تیروئید و پاراتیروئید



شکل ۵ ــ۴ــ غده‌ی فوق کلیه

۱ــ Thyroxine ۲ــ Calcitonin ۳ــ Cretinism

بخش قشری فوق کلیه، هورمون‌هایی به‌نام کورتیکوستروئید را می‌سازد که از استروئید کلسترول ساخته می‌شوند. اما به‌طور کلّی، سه نوع هورمون از قشر ترشح می‌شود :

۱ــ گلوکوکورتیکوئیدها: مهم‌ترین آن‌ها کورتیزول است که سبب افزایش ساخته شدن گلوکز به‌وسیله‌ی کبد و افزایش مقاومت فیزیکی و فکری بدن می‌شود. کورتیزول، مصرف گلوکز در یاخته‌ها را کم می‌کند و سبب افزایش گلوکز خون می‌شود. کمبود ترشّح کورتیزول ممکن است سبب افسردگی شود. کورتیزول، در ترمیم زخم‌ها و التهاب‌ها مؤثّر است.

۲ــ مینرالوکورتیکوئیدها: مهم‌ترین آن‌ها آلدوسترون[1] است که بر نفوذپذیری لوله‌های ادراری اثر می‌گذارد و بازجذب سدیم را افزایش می‌دهد و این پدیده، سبب بازجذب آب نیز می‌شود. درنتیجه حجم خون افزایش می‌یابد. این هورمون، با تأثیر بر غدّه‌های بزاقی و روده، جذب سدیم را در روده‌ها بالا می‌برد و در غده‌های عرق دفع پتاسیم را افزایش می‌دهد. کاهش پتاسیم در بدن ضعف شدید عضلانی و فلج عضلات را درپی دارد.

۳ــ هورمون‌های جنسی بخش قشری: از این بخش، چند هورمون جنسی‌نر یعنی آندروژن‌ها و مقدار کمی استروژن و پروژسترون ترشح می‌شود. این هورمون در جنس‌نر به رشد اندام‌های جنسی در دوران کودکی کمک می‌کند. در زنان مقدار استروژن و پروژسترون کم است، اما اگر یکی از آندروژن‌ها به‌نام تستوسترون در زنان زیاد شود، نشانه‌های ثانویه‌ی جنسی مرد مثل بم شدن صدا و پرمویی دیده می‌شود.

بخش مرکزی غده‌ی فوق کلیه: هورمون‌های این بخش اپی‌نفرین (آدرنالین) و نوراپی‌نفرین (نورآدرنالین) است که هر دو را «کاتکولامین» می‌نامند. ترشح اپی‌نفرین، سبب افزایش ضربان قلب، فشارخون و کاهش قطر رگ‌های عضلات می‌شود و تجزیه گلیکوژن به گلوکز را در کبد افزایش می‌دهد. هم‌چنین، باعث افزایش گلوکز خون در قدرت عضلانی می‌شود و بدن را در مقابله با حوادث آماده می‌کند (هورمون جنگ و گریز).

غده‌ی لوزالمعده (پانکراس)

وزن آن حدود ۸۰ گرم است که در زیر معده قرار گرفته است. این غده هم برون‌ریز است و هم درون‌ریز. بخش برون‌ریز، ترشحات خود را به دوازدهه می‌ریزد. در ساختمان لوزالمعده دو بخش وجود دارد. یکی واحدهای ترشحی (آسینوس‌ها) که شیره‌ی لوزالمعده را می‌سازد و دومی جزایرلانگرهانس[2] که ترشّحات خود را به خون می‌ریزند (شکل ۶ــ۴).

شکل۶ــ۴ــ غده‌ی لوزالمعده

۱ــ Aldosterone ۲ــ Islet of Langerhans

لوزالمعده دو هورمون انسولین و گلوکاگن را ترشّح می‌کند. انسولین، سبب کاهش قندخون و گلوکاگن برعکس، باعث افزایش آن می‌شود. قسمتی از گلوکز، که از طریق روده جذب می‌شود، در کبد به‌صورت گلیکوژن در می‌آید. انسولین گلوکز را به اسیدهای چرب تبدیل می‌کند. پس از صرف غذا انسولین ترشّح می‌شود و درنتیجه گلوکز به درون یاخته‌های عضلانی وارد می‌گردد و یا مورد مصرف عضلات قرار می‌گیرد و یا به‌صورت گلیکوژن ذخیره می‌شود. کم‌بود انسولین سبب بیماری قند یا دیابت می‌شود. گلوکاگن سبب افزایش قندخون می‌شود و این کار را از طریق افزایش تجزیه‌ی گلیکوژن در کبد به عهده دارد. در هنگـام ورزش، قندخون کاهش می‌یابد. درنتیجه، ترشّح گلوکاگن افزوده می‌شود. مـقدار قـندخـون یک گـرم در لیتر است.

هنگام فعالیت عضلانی و ورزش، قندخون کاهش و ترشح گلوکاگن افزایش می‌یابد تا قند خون در حدّ طبیعی حفظ شود.

به این ترتیب، هر دو هورمون در تنظیم قندخون با یکدیگر همکاری می‌کنند.

در افراد دیابتی چون قندخون بالا می‌رود، گلوکز اضافی از ادرار دفع می‌شود و فرد دچار پر ادراری می‌شود. بنابراین، بیمار احساس تشنگی می‌کند و نیاز به آشامیدن آب دارد (پرنوشی).

غده‌های جنسی

بیضه‌ها و تخمدان‌ها دو غده‌ی دیگر هستند که تحت عنوان «غده‌های جنسی» از آن‌ها نام برده می‌شود. تخمدان‌ها در زن و بیضه‌ها در مرد وظیفه‌ی تولیدمثل را بر عهده دارند. (تولید اسپرماتوزوئید در مرد و تولید تخمک در زن) تخمدان‌ها در زنان، هورمون‌های استروژن و پروژسترون و بیضه‌ها در مردان هورمون تستوسترون را ترشّح می‌کند. به یاد داشته باشید که هورمون‌های تستوسترون و استروژن از بخش قشری غده‌ی فوق کلیه نیز ترشّح می‌شوند.

غده‌ی تیموس

غده‌ای است در جلوی نای که نقش ایمنی در دوران کودکی را بر عهده دارد. این غده به تدریج کوچک می‌شود و تأثیری در اعمال بدن ندارد.

به جدول ۱ــ۴ (خلاصه‌ی هورمون‌ها و اعمال آن) برای یادگیری بیش‌تر توجه نمایید.

جدول ۱ــ۴

نام غده	محل قرارگیری	نام هورمون	عمل
هیپوفیز	پایه‌ی مغز		
بخش پیشین		رشد	عمومی : رشد استخوان‌ها و عضلات در دوران رشد
		پرولاکتین	ساختن و ترشح شیر از پستان‌ها
		محرک تیروئید	تأثیر بر یاخته‌های تیروئید
		FSH	کامل کردن اسپرماتوزوئیدسازی در مرد و بلوغ جنسی و دوره‌ی ماهانه و رشد فولیکول‌ها در زن
		LH	تحریک یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها در مرد و بلوغ جنسی در زن
		ACTH	تحریک و رها شدن هورمون‌های بخش قشری فوق کلیه
بخش پسین		ضد ادراری	بازجذب آب و سدیم در لوله‌های ادراری
		اکسی‌توسین	ترشح شیر و خروج نوزاد از رحم
پاراتیروئید	پشت تیروئید	پاراتورمون	جذب کلسیم از استخوان و افزایش کلسیم خون
تیروئید	جلوی حنجره	تیروکسین و تری‌یدوتیرونین	افزایش سوخت و ساز بدن و پروتئین سازی هنگام رشد.
		کلسی‌تونین	تنظیم کلسیم و فسفر و خون
غده‌ی فوق کلیه	روی کلیه‌ها		
بخش قشری		کورتیزول	افزایش ساخته شدن گلوکز و افزایش قندخون.
		آلدسترون	بازجذب سدیم و آب در لوله‌های ادراری.
		تستوسترون	رشد اندام‌های جنسی نر در دوران کودکی.
بخش مرکزی		اپی‌نفرین و نوراپی نفرین	افزایش ضربان قلب و فشار خون و کاهش قطر رگ‌های عضلات
لوزالمعده	زیرمعده	انسولین	کاهش قندخون و تولید گلیکوژن در کبد
		گلوکاگن	افزایش قندخون و تجزیه‌ی گلیکوژن در کبد
بیضه‌ها	قسمت پایینی شکم	تستوسترون	تولید اسپرماتوزوئید در مرد
تخمدان‌ها	قسمت پایینی شکم	استروژن و پروژسترون	تولید تخمک در زن

خودآزمایی

۱ــ اعمال هورمون‌های بخش پیشین و پسین هیپوفیز را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

۲ــ اعمال هورمون‌های غده‌ی تیروئید را شرح دهید.

۳ــ عمل هورمون غده‌ی پاراتیروئید را توضیح دهید.

۴ــ هورمون‌های غده‌ی فوق کلیه در بخش قشری و مرکزی را با توجه به عمل آن شرح دهید.

۵ــ هورمون‌های لوزالمعده و اعمال آن را تعریف کنید.

۶ــ هورمون‌های جنسی بیضه‌ها و تخمدان‌ها را توضیح دهید.

فصل پنجم

فیزیولوژی دستگاه تنفس

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ مسیر هوا را در داخل بدن تا رسیدن به شش‌ها بیان کند.

۲ــ هدف دستگاه تنفس را توضیح دهد.

۳ــ نقش بینی و حنجره، نای، نایژه‌ها و نایژک‌ها را بیان کند.

۴ــ حرکات دستگاه تنفس را به هنگام دم و بازدم توضیح دهد و عضلات تنفسی را بیان کند.

۵ــ تغییرات فشار هنگام دم و بازدم را شرح دهد.

۶ ــ تنظیم تنفس توسط اعصاب و مراکز عصبی مربوط را شرح دهد.

۷ــ حجم‌ها و ظرفیّت‌های شش‌ها و راه اندازه‌گیری آن‌ها را توضیح دهد.

۸ ــ رفلکس‌های دستگاه تنفس را بیان کند.

۹ــ تبادلات حبابچه‌ای و به‌طور کلّی، تبادلات گازهای تنفسی را شرح دهد.

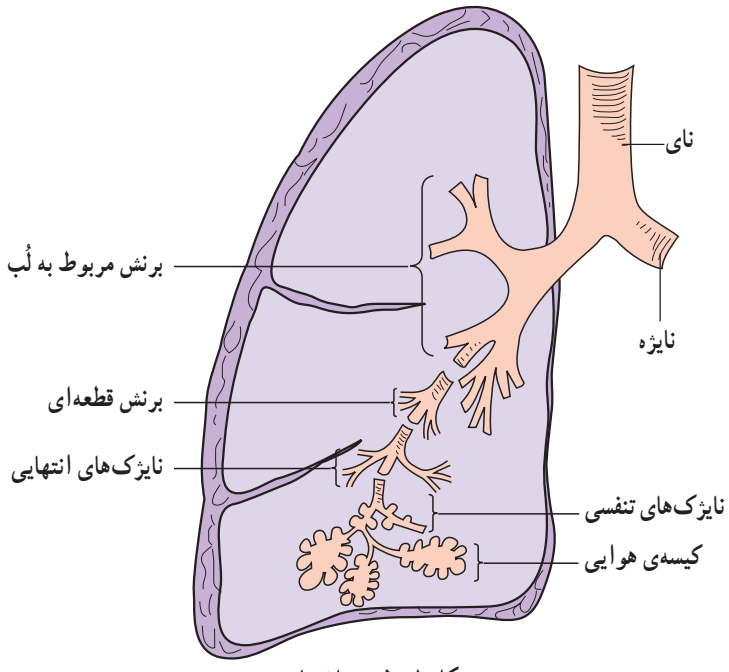
۱۰ــ انتقال گاز اکسیژن (O_2) و دی اکسیدکربن (CO_2) را در خون توضیح دهد.

دستگاه تنفس

از مسیرهای تنفسی و شش‌ها تشکیل شده است که مسیرهای تنفسی به‌ترتیب عبارت‌اند از بینی، حلق، حنجره، نای و نایژک‌ها (برونش‌ها).

این مسیرها، ضمن تصفیه‌ی هوای ورودی، آن را به درون شش‌ها و در نهایت به کیسه‌های هوایی(حبابچه‌ها)، که مهم‌ترین قسمت شش‌ها از نظر تبادل گازهاست،هدایت می‌کند.(شکل ۱ــ۵)

هدف دستگاه تنفس، دریافت اکسیژن از هوا و ارسال آن به سلول‌ها و دریافت دی‌اکسیدکربن



شکل ۱ــ۵ــ ساختمان شش

حاصل از سوخت و ساز مواد غذایی درون سلول‌ها و ارسال آن به بیرون از بدن است. می‌دانیم که برای سوخت و ساز مواد غذایی، نیاز به اکسیژن است و نتیجه‌ی مصرف آن تولید دی‌اکسیدکربن و آب و انرژی است.

نقش بینی و حنجره در تنفس

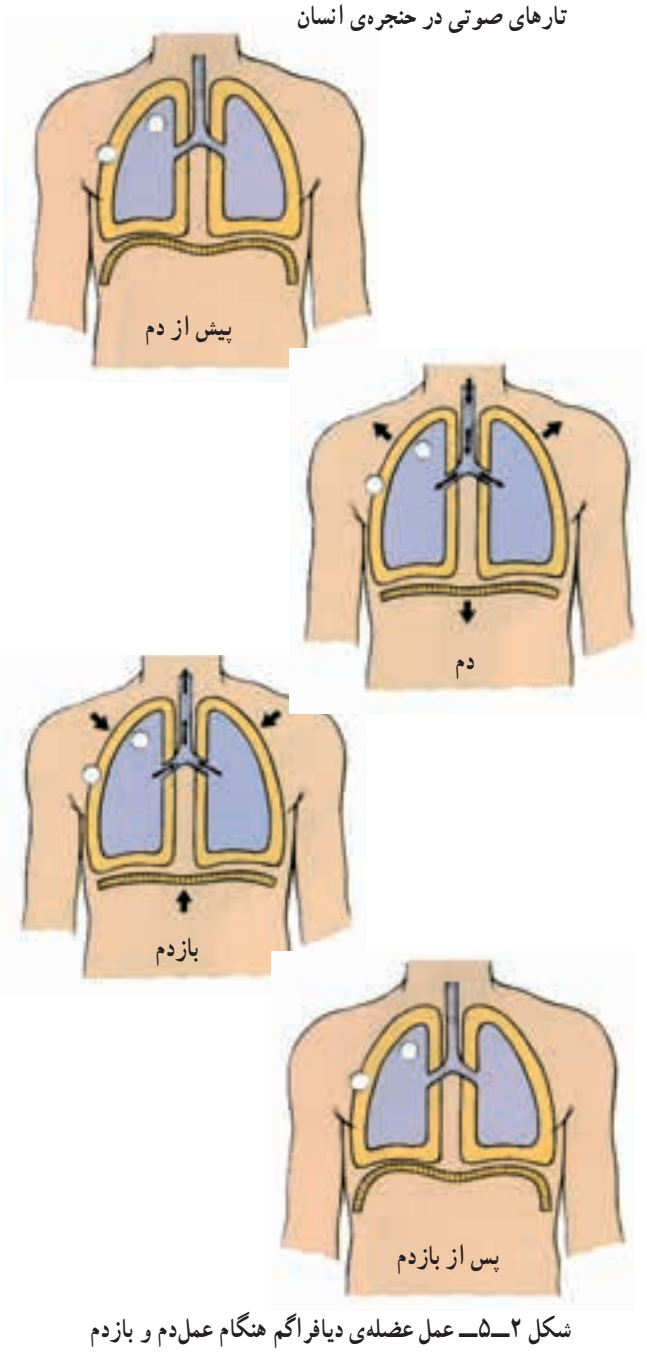
بینی، به سبب دارا بودن مژک و محیط مرطوب، هوای تنفسی را مرطوب و گرم می‌کند و ذرات خارجی را به‌وسیله مژک‌ها می‌گیرد (عمل تصفیه). سپس هوا به حنجره می‌رسد. در حنجره، تارهای صوتی قرار گرفته‌اند که با هوای بازدم، سبب ارتعاش و تولید صدا می‌شوند. هم‌چنین زائده‌ی اپیگلوت، به هنگام عمل بلع، مانع ورود غذا به درون نای می‌شود. هوا پس از حنجره وارد نای و سپس وارد نایژه‌ها و نایژک‌ها می‌شود و در نهایت به کیسه‌های هوایی می‌رسد. بنابراین، انتهایی‌ترین بخش دستگاه تنفس حبابچه‌ها یا کیسه‌های هوایی هستند. در طول مجاری تنفسی، ذرات و باکتری‌ها توسط مژک‌هایی که حرکت رو به بالا دارند، به‌طرف خارج دفع می‌شوند و به حبابچه‌ها راه نمی‌یابند. دور تا دور کیسه‌ی‌هوایی را شبکه‌ی موی‌رگی دربر گرفته که سبب تبادل گازها با خون است.

حرکات دستگاه تنفس

حرکات دستگاه تنفس به دو بخش دم و بازدم تقسیم می‌شود. هنگام دم، شش‌ها منبسط می‌شوند و هوا را به درون خود می‌کشند و هنگام عمل بازدم، شش‌ها جمع می‌شوند و هوای درون را به خارج می‌فرستند.

عضلات شرکت‌کننده در عمل دم و بازدم: عضله‌ی دیافراگم، که در کف قفسه‌ی سینه قرار دارد و شکم و قفسه‌ی سینه را از هم جدا می‌کند، درمواقع عادی به حالت گنبدی شکل قرار گرفته است و هنگام عمل دم، منقبض می‌شود و به‌صورت مسطح درمی‌آید (شکل۲ــ۵). بنابراین، فضای قفسه‌ی سینه گسترش پیدا می‌کند. هم‌چنین انقباض عضلات بین دنده‌ای خارجی و جناغی چنبری پستانی، سبب بالارفتن دنده‌ها و حرکت جناغ به جلو می‌شود، که در حالت تنفس آرام و طبیعی به‌کار

تارهای صوتی در حنجره‌ی انسان



شکل ۲ــ۵ــ عمل عضله‌ی دیافراگم هنگام عمل‌دم و بازدم

گرفته نمی‌شوند. از این طریق نیز شش‌ها فضای بیش‌تری پیدا می‌کنند. بازدم، یک عمل غیرفعال است زیرا عضلات به‌سبب برخورداری از خاصیّت ارتجاعی، به‌حالت اولیه برمی‌گردند و باعث خروج هوا از شش‌ها می‌شوند. در حالت استراحت تنها عضله‌ی دیافراگم باعث عمل دم و بازدم می‌شود.

اما به هنگام فعالیت‌های ورزشی، عضلات بین دنده‌ای خارجی و جناغی چنبری پستانی عمل دم و عضله‌ی شکمی و بین‌دنده‌ای داخلی، عمل بازدم را به‌صورت فعال درمی‌آورند. بنابراین، بازدم زمانی غیرفعال است که فرد در حالت استراحت باشد و یا به اعمال روزمره بپردازد.

چگونگی عمل تنفس

عمل دم[1]: با انقباض دیافراگم و عضلات بین دنـده‌ای خارجی آغاز می‌شود.

این عمل، به‌وسیله‌ی اعصاب فرنیک صورت می‌گیرد. در این هنگام، قفسه‌ی سینه از بالا و پایین و جلو باز می‌شود و بزرگ شدن قفسه‌ی سینه، سبب کاهش فشار در این ناحیه می‌گردد، به نحوی که فشار درون شش‌ها از فشار جو کم‌تر می‌شود و درنتیجه، هوا به‌داخل شش‌ها وارد می‌شود. جریان هوا آن‌قدر به شش‌ها وارد می‌شود تا فشار داخل شش‌ها با فشار خارج برابر گردد. باید توجه نمود که جریان هوا به داخل شش‌ها بستگی به اختلاف فشار جو و داخل حبابچه و مقاومت مجاری هوایی دارد. بیش‌ترین مقاومت در برابر جریان هوا در بینی وجود دارد.

عمل بازدم[2]: در تنفس آرام و در حالت استراحت، عمل بازدم غیرفعال است زیرا برگشت عضلات دم به حالت اولیه و استراحت و بازگشت ارتجاعی شش‌ها سبب بازدم می‌شود. در این زمان، فشار درون ریه‌ها از فشار جو بیش‌تر می‌شود و چون شش‌ها با محیط خارج در ارتباط‌اند، آن‌قدر هوا از ریه‌ها خارج می‌شود تا فشار دوباره با فشار جو برابر گردد و عمل بازدم کامل شود. در بازدم عمیق، به انقباض پرقدرت عضلات تنفسی نیاز است.

در هنگام فعالیت‌های ورزشی، بازدم به‌صورت فعال درمی‌آید. بنابراین، انقباض ماهیچه‌های شکمی و بین دنده‌ای داخلی نیز به این عمل کمک می‌کنند. عمل دم نیز به نوبه‌ی خود فعال می‌شود و علاوه‌بر عضلات بین دنده‌ای خارجی، یک ماهیچه‌ی دیگر کمک می‌کند. این ماهیچه «جناغی چنبری پستانی» نام دارد.

تغییرات فشار هنگام دم و بازدم

۱ــ فشار داخل جنب: منظور از فشار داخل جنب، فشاری است که بین دو لایه‌ی جنب وجود دارد. چون لایه‌ی جنب دو بخش دارد یک لایه به شش‌ها متصل است و لایه‌ی دیگر به روی دنده‌ها چسبیده است. بنابراین، در عمل دم جدار قفسه سینه متّسع و در نتیجه، فاصله‌ی بین دو لایه‌ی جنب بیش‌تر می‌شود و فشار منفی فضای جنب افزایش می‌یابد. این فشار باعث می‌شود شش‌ها، ضمن اتّساع یافتن، به سمت دنده‌ها نزدیک‌تر شوند. در عمل بازدم، عکس حالت فوق اتفاق می‌افتد، یعنی جدار قفسه‌ی سینه به‌سمت شش‌ها حرکت می‌کند. درنتیجه، فشار منفی فضای جنب کم‌تر می‌شود و این مسئله باعث می‌شود شش‌ها کوچک‌تر گردند و هوای داخل آن‌ها به بیرون رانده شود.

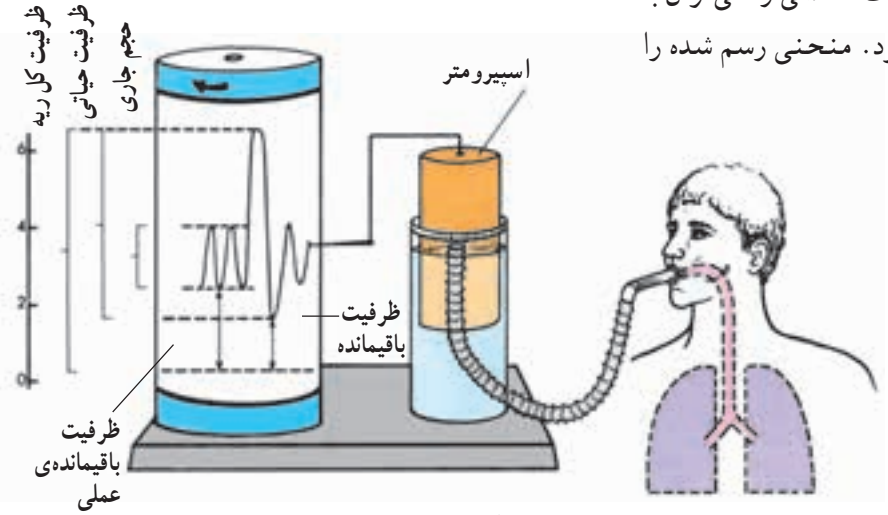
۲ــ فشار داخل شش‌ها: در مجاری هوایی و حبابچه‌های شش‌ها نیز، تغییرات فشار وجود دارد، که آن را تحت عنوان «فشار داخل شش» می‌نامند. هنگامی که داخل شش‌ها فاقد جریان هوا باشد، فشار درون حبابچه‌ها با فشار جو برابر است. هنگام عمل دم، فشار داخل شش‌ها کم می‌شود و هوا به درون شش‌ها جریان پیدا می‌کند تا فشار برابر گردد. آن‌گاه با رفع انقباض عضلات دم فشار داخل شش‌ها از فشار جو بیش‌تر می‌شود و

۱ــ Inspiration ۲ــ Expiration

هوا آن‌قدر به‌خارج جریان پیدا می‌کند تا فشار درون شش‌ها و جو برابر گردد.

حجم‌های شش‌ها

تغییرات حجم ناشی از حرکات تنفسی را می‌توان با دستگاهی به‌نام اسپیرومتر رسم کرد. منحنی رسم شده را «اسپیروگرام» می‌نامند (شکل ۳ــ۵).



شکل ۳ــ۵ــ دستگاه اسپیرومتر و اسپیروگرام

۱ــ حجم جاری: مقدار هوایی است که با یک دم و یا یک بازدم عادی به شش‌ها وارد و یا از آن خارج می‌شود و مقدار آن ۵۰۰ میلی‌لیتر است.

۲ــ حجم باقی‌مانده: مقدار هوایی است که پس از یک بازدم عمیق در شش‌ها باقی‌می‌ماند و مقدار آن ۱۲۰۰ میلی‌لیتر است.

۳ــ ظرفیت حیاتی: مقدار هوایی است که می‌توان آن‌را، پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق، خارج کرد، مقدار آن حدود ۴۷۰۰ میلی‌لیتر است.

۴ــ هوای مرده: مقدار هوایی که در مجاری تنفسی باقی می‌ماند و مقدار آن $\frac{۱}{۳}$ حجم جاری است.

تنظیم عصبی تنفس

مراکز تنفسی: در گذشته تصور می‌کردند که تنها یک مرکز تنفسی در بصل‌النخاع قرار دارد اما امروزه سه مرکز شناخته شده است.

۱ــ مرکز بصل‌النخاع، که حرکات دم و بازدم را به‌طور متوالی برعهده دارد.

۲ــ مرکز آپنوستیک[۱]، که در پل مغزی قرار گرفته است و سبب دم و کنترل عمق تنفس مداوم می‌شود.

۳ــ مرکز پنوموتاکسیک[۲]، که در پل مغزی قرار دارد و سرعت و الگوی تنفس را کنترل می‌کند و باعث می‌شود که مدت دم، کوتاه و سرعت تنفس، افزایش یابد.

هنوز اعمال این دو مرکز کاملاً شناخته نشده است.

تنظیم شیمیایی

هرگاه مقدار اکسیژن و یا دی‌اکسیدکربن و یا یون هیدروژن در خون تغییر یابد، در عمل دستگاه تنفسی نیز تغییراتی صورت می‌گیرد. کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن، سبب افزایش فعالیت دستگاه تنفس می‌شود درنتیجه، دی‌اکسیدکربن خارج

۱ــ Apneustic
۲ــ Penomotaxic

می‌شود و اکسیژن خون افزایش می‌یابد و مقدار آن در خون تنظیم می‌شود. هم‌چنین یون هیدروژن سبب افزایش فعالیت دستگاه تنفس می‌شود. تغییرات اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و یون هیدروژن گیرنده‌هایی را که در سرخ‌رگ کاروتید و قوس آئورت قرار دارند، تحریک می‌کند و تحریکات به مراکز تنفسی ارسال می‌گردد و پاسخ مناسب داده می‌شود. این پاسخ، کاهش یون هیدروژن و دی‌اکسیدکربن را به‌همراه دارد.

تبادلات حبابچه‌ای

انتقال اکسیژن از هوای دم به موی‌رگ‌ها، که دور تا دور هر حبابچه را فراگرفته به سبب اختلاف فشار است. مقدار فشار اکسیژن در هوا و خون را «فشار سهمی[1]» می‌نامند و آن را با پی‌اُ۲ (PO_2)[2] نمایش می‌دهند.

جدول ۱ــ۵ مقایسه‌ی فشار سهمی گازها در حبابچه و هوای دم را، که سبب جابه‌جایی گازها می‌شود، نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۵ــ فشار سهمی O_2 و CO_2 در حبابچه و هوای‌دم

	هوای‌دم	هوای حبابچه
فشار O_2	۱۵۹/۲	۱۰۰
فشار CO_2	۰	۴۰

این جابه‌جایی (تبادل) از طریق انتشار صورت می‌گیرد. در موی‌رگ‌های اطراف کیسه‌های هوایی فشار اکسیژن کم‌تر از فشار آن در کیسه‌های هوایی است. بنابراین، اکسیژن از کیسه‌های هوایی به درون این موی‌رگ‌ها انتشار می‌یابد (جدول ۱ــ۵). از سوی دیگر، فشار دی‌اکسیدکربن در خون موی‌رگ‌ها نسبت به کیسه‌های هوایی بیش‌تر است. در نتیجه دی‌اکسیدکربن به درون کیسه‌های هوایی انتشار می‌یابد و هنگام بازدم خارج می‌شود. در مجاورت یاخته‌ها این حالت فشار گازها برعکس است و اکسیژن به درون یاخته و دی‌اکسیدکربن به خارج آن انتشار می‌یابد (جدول ۲ــ۵).

جدول ۲ــ۵ــ فشار سهمی O_2 و CO_2 در حبابچه، سیاه‌رگ، سرخ‌رگ و بافت.

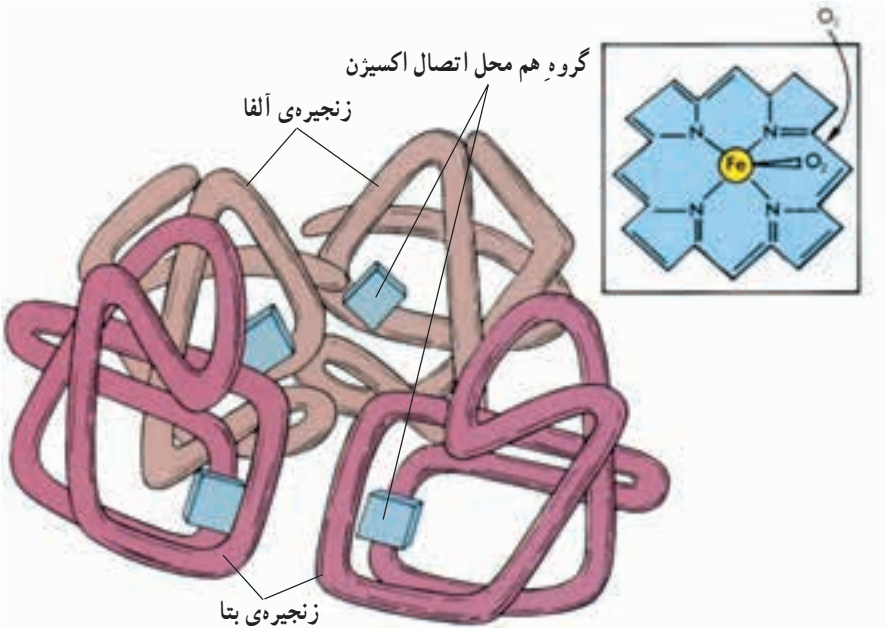
	حبابچه	خون سیاه‌رگی	خون سرخ‌رگی	بافت
فشار O_2	۱۰۰	۳۷	۱۰۰	۴۰
فشار CO_2	۴۰	۴۶	۴۰	۴۶

انتقال گازها در خون

۱ــ اکسیژن: اکسیژن به دو طریق در خون حمل می‌شود. مقدار اندکی به‌صورت محلول در پلاسما (۳٪) و بخش عمده‌ی آن به‌صورت ترکیب با هموگلوبین (۹۷٪) انتقال می‌یابد. هموگلوبین که ماده‌ی اصلی گلبول‌های قرمز است، دارای یک بخش پروتئینی و چهاربخش آهن‌دار است (شکل ۴ــ۵).

۱ــ فشار اعمال شده با یک گاز در مخلوطی از چند گاز برابر با فشاریست که به‌وسیله‌ی آن گاز به تنهایی ایجاد می‌شود.

۲ــ Pressure



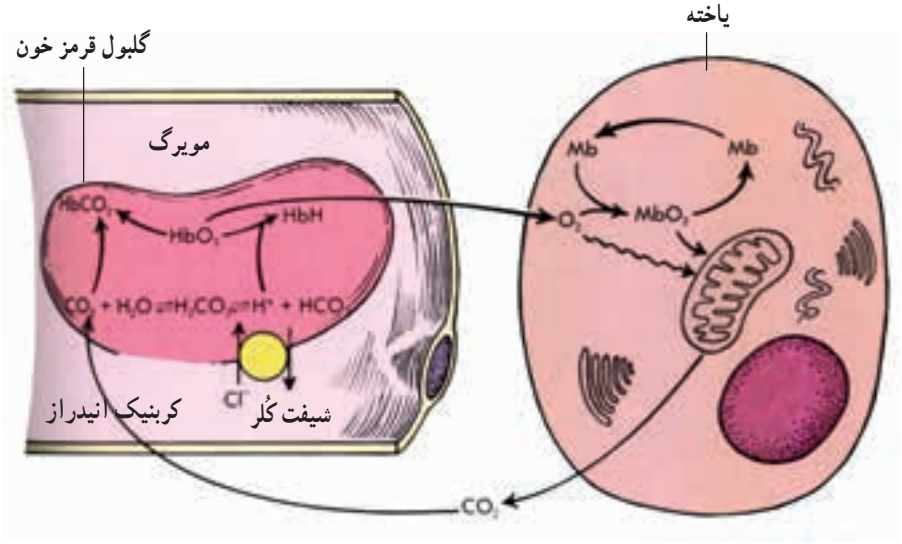
شکل ۴ــ۵ــ ساختمان هموگلوبین

این ماده، با اکسیژن میل ترکیبی زیادی دارد. هر اتم آهن می‌تواند با یک مولکول اکسیژن پیوند برقرار کند. بنابراین، هر مولکول هموگلوبین می‌تواند چهار مولکول اکسیژن را با خود حمل کند. توجه کنید که این پیوند ضعیف است و ترکیب حاصل را «اکسی هموگلوبین» می‌نامند. میزان ترکیب، به فشار اکسیژن بستگی دارد. هرگاه فشار اکسیژن کم شود، مقدار حمل اکسیژن توسط هموگلوبین کاهش پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال، در ارتفاعات چون فشار اکسیژن کم می‌شود و ظرفیت حمل اکسیژن کاهش می‌یابد، دستگاه خون‌ساز بدن، گلبول قرمز بیش‌تری تولید می‌کند.

$$\text{Hb} + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{در مجاورت کیسه هوایی}]{} \text{HbO}_2$$
(هموگلوبین) (اکسی هموگلوبین)

$$\text{HbO}_2 \xrightarrow[\text{در مجاورت بافت}]{} \text{Hb} + \text{O}_2$$

تبادلات بین خون و بافت‌ها: اکسیژن که توسط هموگلوبین در خون انتقال می‌یابد، از طریق موی‌رگ‌ها به بافت‌ها می‌رسد. می‌دانید که در نتیجه‌ی سوخت و ساز مواد غذایی در بافت‌ها، اکسیژن کاهش و دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. چون فشار اکسیژن در سرخ‌رگ‌ها بالاتر و فشار دی‌اکسیدکربن پایین‌تر است، از این رو، از طریق پدیده‌ی انتشار، اکسیژن به بافت‌ها و دی‌اکسیدکربن به مویرگ‌ها وارد می‌شود و درنتیجه‌ی این جابه‌جایی، بافت‌ها، اکسیژن موردنیاز خود را دریافت می‌کنند و دی‌اکسیدکربن را که یکی از مواد زاید حاصل از سوخت و ساز است، از دست می‌دهند. توجه کنید که در این‌جا، پیوند میان اکسیژن و هموگلوبین گسسته شده است و اکسیژن به درون بافت‌ها منتشر می‌شود (شکل ۶ــ۵).



شکل ۶ــ۵ــ تبادلات گازی بین خون و بافت‌ها

۲ــ دی‌اکسیدکربن: این گاز که در اثر سوخت و ساز، در بافت‌های بدن به‌وجود می‌آید، از طریق انتشار وارد خون می‌شود و از سه راه در خون حمل می‌گردد :

۱ــ به‌صورت محلول در پلاسما که مقدار آن جزئی‌ست.

۲ــ به‌صورت ترکیب با هموگلوبین (کربوکسی هموگلوبین) و بخش پروتئینی آن و یا سایر پروتئین‌های پلاسما، که این ترکیب را «ترکیبات کربامینه» می‌نامند.

۳ــ به‌صورت یون بی‌کربنات، که در اثر ترکیب آب با دی‌اکسیدکربن به‌وجود می‌آید و در گلبول قرمز تحت تأثیر آنزیم کربنیک انیدراز قرار می‌گیرد و عامل اسیدی آن (یون H^+) جدا می‌شود و یون بی‌کربنات به‌وجود می‌آید.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons CO_3H_2 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

و از طریق خون حمل شده، به حبابچه‌ها می‌رسد و دی‌اکسیدکربن خود را از دست می‌دهد و از طریق بازدم خارج می‌شود.

برخی از بیماری‌های دستگاه تنفس

۱ــ ذات‌الریه یا سینه پهلو: این بیماری در اثر عفونت شش‌ها به‌وجود می‌آید که ممکن است توسط باکتری‌ها و یا ویروس‌ها تولید شده باشد. در این بیماری، کیسه‌های هوایی متورم می‌شود و چون درون آن از مایعات پر می‌شود، درنتیجه، اکسیژن‌رسانی کم‌تر می‌شود و تبادلات گازی کاهش می‌یابد.

۲ــ برونشیت: این عارضه در اثر تورم نای و یا نایژک‌ها بروز می‌کند و به‌علت عفونت توسط باکتری‌ها و ویروس‌ها و یا در اثر تحریکاتی مانند هوای آلوده و سیگار کشیدن ایجاد می‌شود.

تنفس: اگر تنفس به درستی انجام شود در میزان سلامتی فرد بسیار مؤثر است و دچار خیلی از امراض ریوی نمی‌شود. تنفس به دو شکل صورت می‌گیرد :

۱ــ تنفس شکمی: که صحیح‌ترین نوع تنفس است و به هنگام دم ناحیه شکم بالا و پایین می‌رود، یعنی پرده‌ی دیافراگم هم دخالت می‌کند.

۲ــ تنفس سینه‌ای (صدری): که نوع ناقص تنفس است وبه هنگام دم فقط ناحیه‌ی سینه بالا و پایین می‌رود. این نوع تنفس موجب امراض مختلف ریوی می‌شود.

فعالیت بدنی و تنفس

مناسب‌ترین فعالیت‌های بدنی تقویت دستگاه تنفس، اجرای فعالیت‌های استقامتی است. هم‌چنین فعالیت‌های استقامتی برای تقویت دستگاه گردش خون و قلب بسیار مفید است. به علاوه در این نوع فعالیت‌ها چربی‌های بدن مصرف می‌شود و تناسب اندام با وزن مناسب به‌دست می‌آید.

خودآزمایی

۱ــ نقش بینی را در تنفس، به‌طور خلاصه بیان نمایید.

۲ــ ماهیچه‌های تنفسی را به هنگام عمل دم نام ببرید و عمل آن‌ها را توضیح دهید.

۳ــ چگونه لایه‌ی جنب در عمل تنفس همکاری می‌نماید؟

۴ــ حجم‌ها و ظرفیت‌های شش‌ها با چه دستگاهی اندازه‌گیری می‌شود؟ دو حجم جاری و ظرفیّت حیاتی را تعریف کنید.

۵ــ تنفس چگونه توسط اعصاب کنترل می‌شود؟ مراکز عصبی را نام ببرید.

۶ــ چنانچه مقدار O_2 و CO_2 در خون کاهش و یا افزایش یابد، در عمل تنفس چه تغییری روی می‌دهد و بدن چگونه آن را تنظیم می‌نماید؟

۷ــ فشار سهمی چیست؟ اعداد مربوط به فشار O_2 و CO_2 در حبابچه، سیاه‌رگ، سرخ‌رگ و بافت را شرح دهید.

۸ــ ساختمان هموگلوبین را شرح دهید و نقش آن را در حمل اکسیژن توضیح دهید.

۹ــ راه‌های حمل دی‌اکسیدکربن در خون را نام ببرید.

۱۰ــ علت ذات‌الریه چیست؟

فصل ششم

فیزیولوژی دستگاه گردش خون

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ دستگاه هدایت قلب را توضیح دهد.
۲ــ دوره‌ی قلبی را شرح دهد.
۳ــ موج‌های الکتروکاردیوگرام را رسم کند و توضیح دهد.
۴ــ گردش عمومی و گردش ششی را تعریف کند.
۵ــ عمل گیرنده‌های فشاری و شیمیایی را توضیح دهد.
۶ــ صداهای قلب را شرح دهد.
۷ــ کنترل عصبی ضربان قلب را توضیح دهد.
۸ــ رگ‌های خونی و ساختمان آن را شرح دهد.
۹ــ فشار خون و نبض را توضیح دهد.
۱۰ــ سکته‌ی قلبی و واریس را تعریف کند.

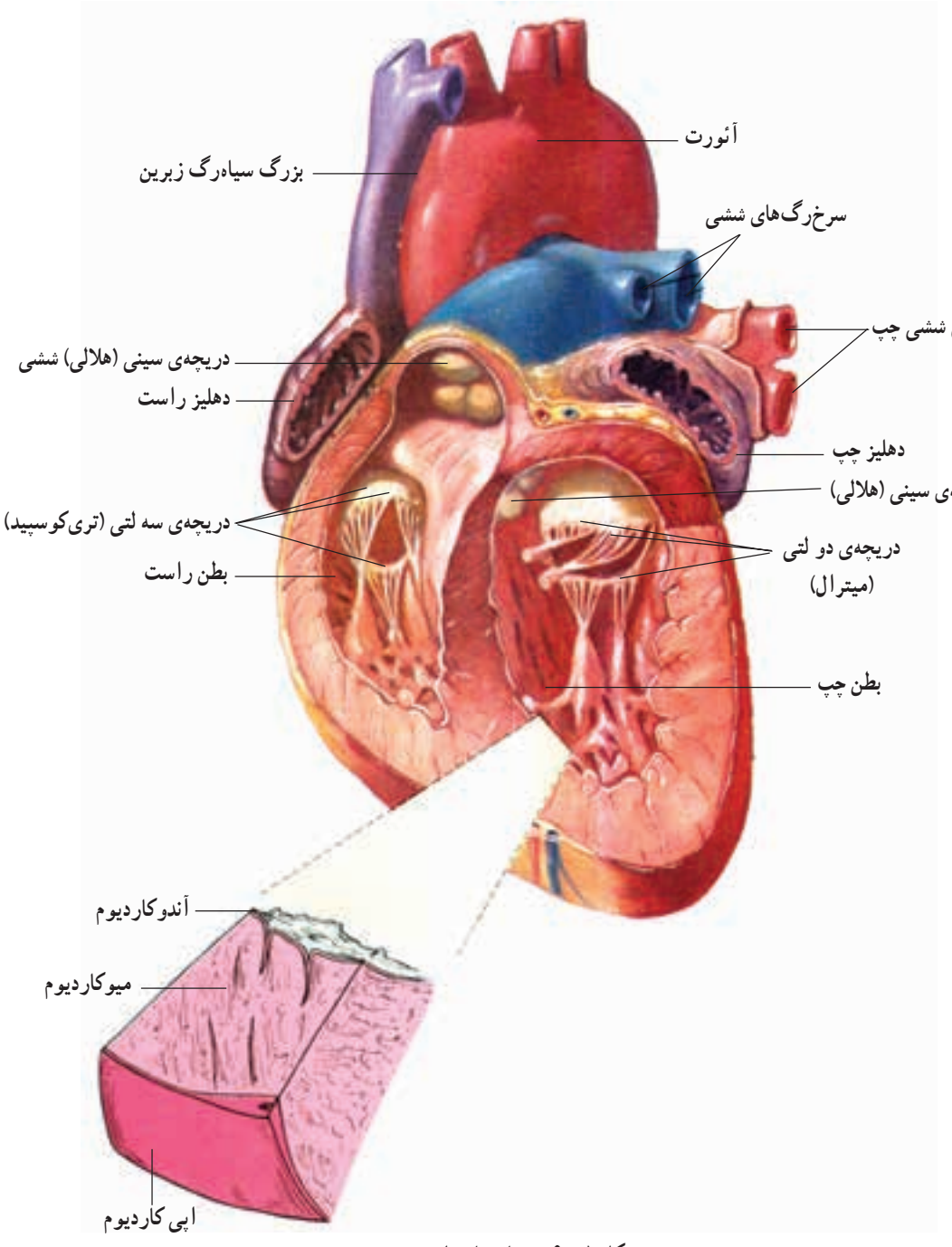
دستگاه گردش خون یا دستگاه قلبی ــ عروقی[۱]، از قلب[۲] و عروق (رگ‌ها) تشکیل شده است. هدف این دستگاه، به کمک دستگاه گوارش و تنفس، ارسال اکسیژن و موادغذایی به یاخته‌های بدن است.

ساختمان قلب

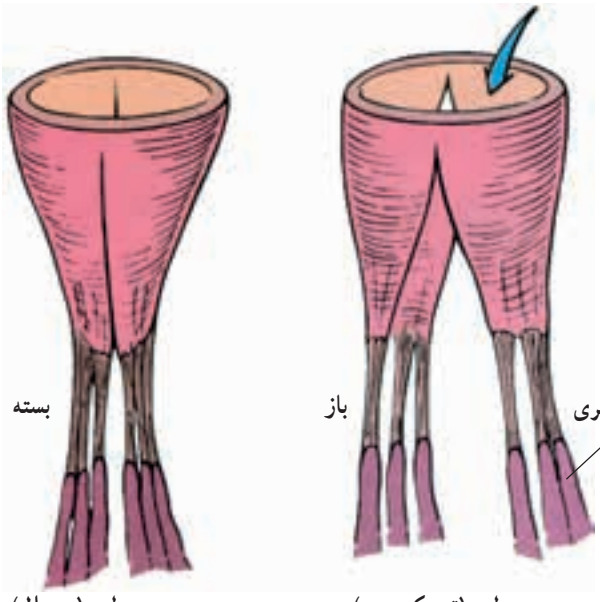
همان‌طور که در آناتومی گفته شده، قلب به دو بخش چپ و راست تقسیم می‌شود و هر دو بخش دارای دو حفره‌ی بالایی و پایینی است. حفره‌های بالایی را «دهلیزها» و حفره‌های پایینی را «بطن‌ها» می‌نامند. در حقیقت دو پمپ جداگانه در دستگاه گردش خون وجود دارد. به همین دلیل، آن‌ها را قلب چپ و راست نامیده‌اند. بین دهلیزها و بطن‌ها، دریچه‌هایی وجود دارد. دریچه‌ی میان دهلیز راست و بطن راست دریچه‌ی سه‌لتی (تری‌کوسپید) و دریچه‌ی میان دهلیز چپ و بطن چپ دریچه‌ی دو لتی (میترال) نامیده می‌شود. قلب چپ و راست، با یک دیواره، کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند. رگ‌هایی که به قلب اتصال دارند شامل دو بزرگ سیاه‌رگ بالایی و پایینی است که به دهلیز راست وارد می‌شوند و سیاه‌رگ‌های ششی که خون خود را به دهلیز چپ می‌ریزند. بنابراین، سیاه‌رگ‌ها خون را به قلب باز می‌گردانند. سرخ‌رگ‌ها، خون را از قلب به نقاط مختلف بدن ارسال می‌نمایند.

۱ــ Cardiovascular System ۲ــ Heart

سرخ‌رگ آئورت خون را از بطن چپ و سرخ‌رگ ششی، آن را از بطن راست بیرون می‌برند. در مدخل این دو سرخ‌رگ دریچه‌هایی به‌نام سینی وجود دارد. شکل ۱ــ۶ و ۲ــ۶ قلب و دریچه‌های سینی و سه لتی و دو لتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ۶ــ ساختمان قلب



شکل ۲ــ ۶ــ دریچه‌های دولتی و سه لتی

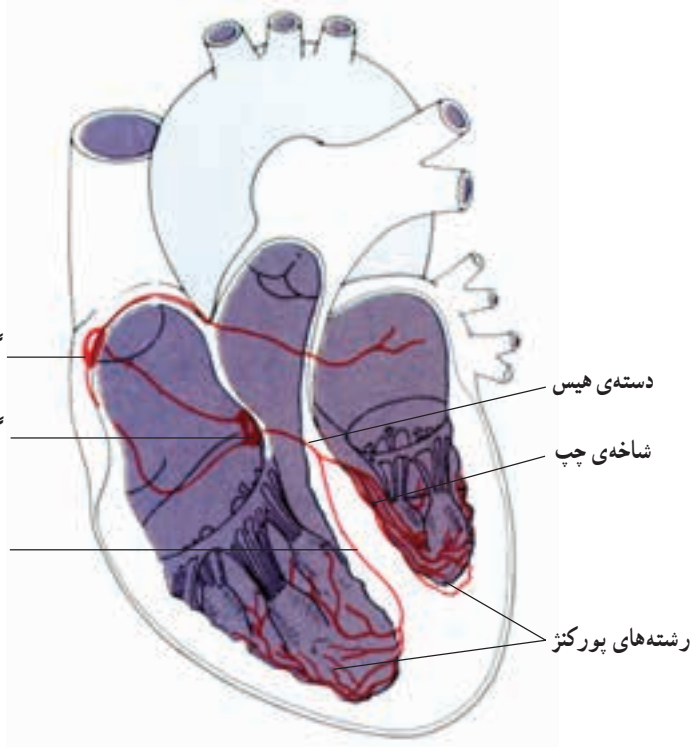
شکل ۳ــ ۶ــ بافت ماهیچه‌ای قلب

بافت ماهیچه‌ای قلب

قلب، ماهیچه‌ای‌ست که به‌صورت غیرارادی منقبض می‌شود و از نظر بافت‌شناسی شبیه ماهیچه‌ی اسکلتی‌ست، با این تفاوت که سلول‌های ماهیچه‌ی اسکلتی ارادی‌ست و شکل منظمی دارند، اما یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب، شکل نامنظم دارند (شکل ۳ــ۶) این یاخته‌ها از نظر الکتریکی با یکدیگر در ارتباط‌اند. این ارتباط، توسط صفحاتی به نام «انترکاله» به‌وجود می‌آید که تارهای ماهیچه‌ای قلب را به یکدیگر پیوند می‌زند. در بافت ماهیچه‌ای قلب میتوکندری فراوان و شبکه‌ی سارکوپلاسمیک وجود دارد تا یون کلسیم را در اختیار قلب قرار دهد. این شبکه در قلب اندک تفاوتی با ماهیچه‌ی اسکلتی دارد.

دستگاه هدایتی قلب

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، حرکت ماهیچه‌های قلب غیرارادی است. قلب دارای دوگره و یک دسته‌ی تخصص یافته عصبی به‌نام دسته‌ی دهلیزی بطنی است که در حقیقت بافت حساس قلب هستند. نخستین گره که در دیواره‌ی پشتی دهلیز راست نزدیک بزرگ سیاه‌رگ بالایی قرار دارد، «گره سینوسی ــ دهلیزی (پیشاهنگ) » نام دارد و ضربان قلب خودبه‌خود در این گره آغاز می‌شود و سبب تولید جریان الکتریکی می‌گردد. این موج الکتریکی سبب انقباض دهلیزها می‌شود. دومین گره که در سمت راست دیواره‌ی دو دهلیز قرار گرفته است «گره دهلیزی ــ بطنی» نام دارد و تحت تأثیر موج الکتریکی گره سینوسی ــ دهلیزی سبب می‌شود جریان الکتریکی به دسته‌ی دهلیزی ــ بطنی که بین دیواره‌ی دوبطن قرار گرفته است وبه دو شاخه‌ی چپ و راست منشعب می‌شود، برسد و موجب انقباض بطن‌ها شود. بنابراین، اعصاب دخالتی در شروع ضربان قلب ندارند. به‌نحوی که اگر قلب را از بدن جدا کنیم و در یک مایع، که دارای تمام مواد موردنیاز برای عمل قلب باشد، قرار دهیم، قلب به ضربان خود ادامه می‌دهد. در شرایط طبیعی تنها مسیر موجود برای عبور موج الکتریکی از گره‌ی دهلیزی ــ بطنی به بطن‌ها، دسته‌ی هیس، انشعابات آن رشته‌های پورکنژ است. شکل ۴ــ ۶ دستگاه هدایتی قلب را نشان می‌دهد.



شکل ۴ــ ۶ــ دستگاه هدایتی قلب

دوره‌ی قلبی

عبارت دوره‌ی قلبی به دو مرحله‌ی عمده یعنی انقباض (سیستول) و انبساط (دیاستول) اطلاق می‌شود و از ابتدای یک ضربان قلب تا ابتدای ضربان بعدی را شامل می‌شود. در حقیقت دوره‌ی قلبی از زمانی شروع می‌شود که در پایان انقباض بطنی،دهلیزها نسبتاً پرخون‌اند و به تدریج، خون و فشار آن‌ها افزایش می‌یابد. به علت فشار زیاد، دریچه‌های دو لتی (میترال) و سه‌لتی (تری‌کوسپید) باز می‌شوند و خون به درون بطن‌ها ریخته

۱ــ Sino - Atrial node
۲ــ Atrio - Ventricular node

می‌شود. وقتی دو سوم بطن‌ها پر از خون شد دهلیزها منقبض می‌گردند و باقی‌مانده‌ی خون به طرف بطن‌ها رانده می‌شود. این مرحله را «دیاستول» می‌گویند.

پس از آن،سیستول بطنی آغاز می‌شود که به علت افزایش فشار بطنی، خون تمایل به بازگشت به طرف دهلیزها دارد. اما با بسته شدن دریچه‌های میترال و تری‌کوسپید، خون وارد سرخ‌رگ آئورت و سرخ‌رگ ششی می‌شود. در این حالت فشار خون سرخ‌رگ‌ها بیش‌تر از درون بطن‌هاست و خون تمایل به بازگشت به طرف بطن‌ها دارد. اما بسته شدن دریچه‌های سینی آئورت و سرخ‌رگ ششی و خاصیت ارتجاعی رگ‌ها مانع برگشت خون می‌شود و آن‌را به جلو می‌راند. از این لحظه مرحله‌ی دیاستول آغاز می‌شود و خون به دهلیزها برمی‌گردد.

الکتروکاردیوگرافی

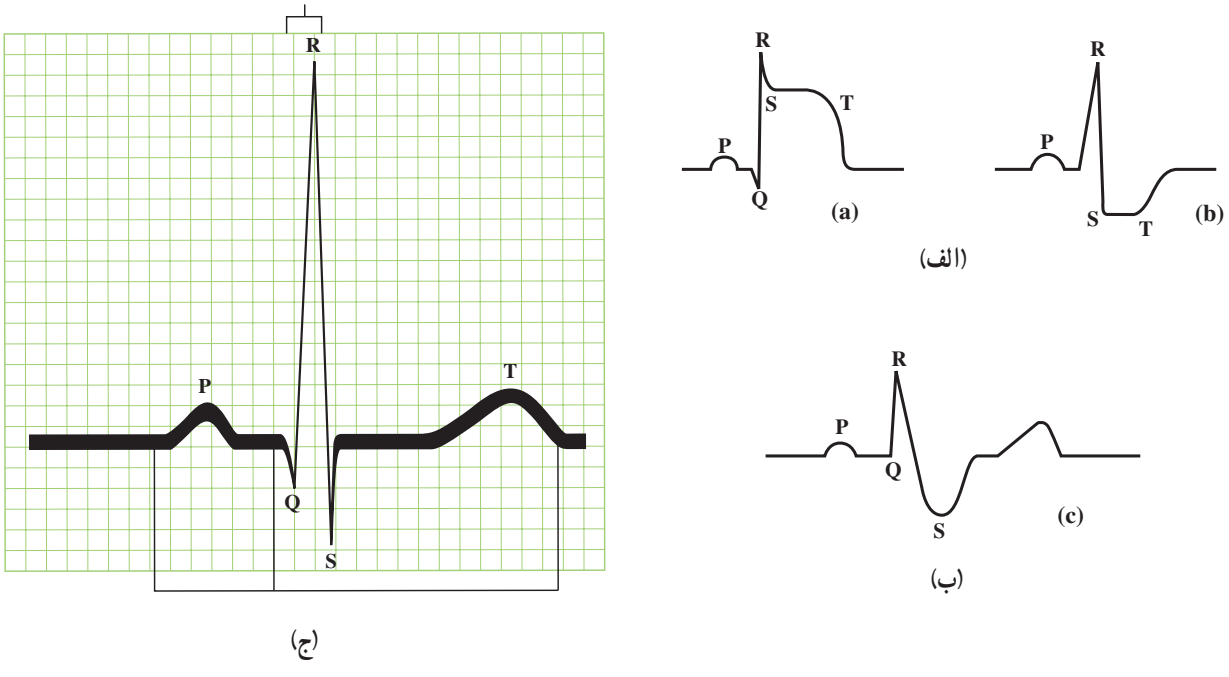
ماهیچه‌ی قلب، دارای فعالیت الکتریکی‌است. این فعالیت‌ها را می‌توان با اتصال الکترودهایی در نواحی خاصی به‌وسیله‌ی دستگاهی به نام الکتروکاردیوگراف ثبت کرد. منحنی‌ای را که رسم می‌شود «الکتروکاردیوگرام» می‌نامند.

پزشکان می‌توانند از روی این منحنی به نحوه‌ی عمل قلب پی‌ببرند. هر منحنی شامل سه موج است. موج P فعالیت الکتریکی دهلیزها، موج QRS فعالیت الکتریکی بطن‌ها و موج T استراحت بطن‌ها را نمایش می‌دهد (شکل ۵ــ۶).

گردش عمومی و گردش ششی خون

در انسان دو نوع گردش خون وجود دارد : گردش عمومی (بزرگ) و گردش ششی (کوچک). گردش عمومی از بطن چپ شروع می‌شود و به دهلیز راست برمی‌گردد.

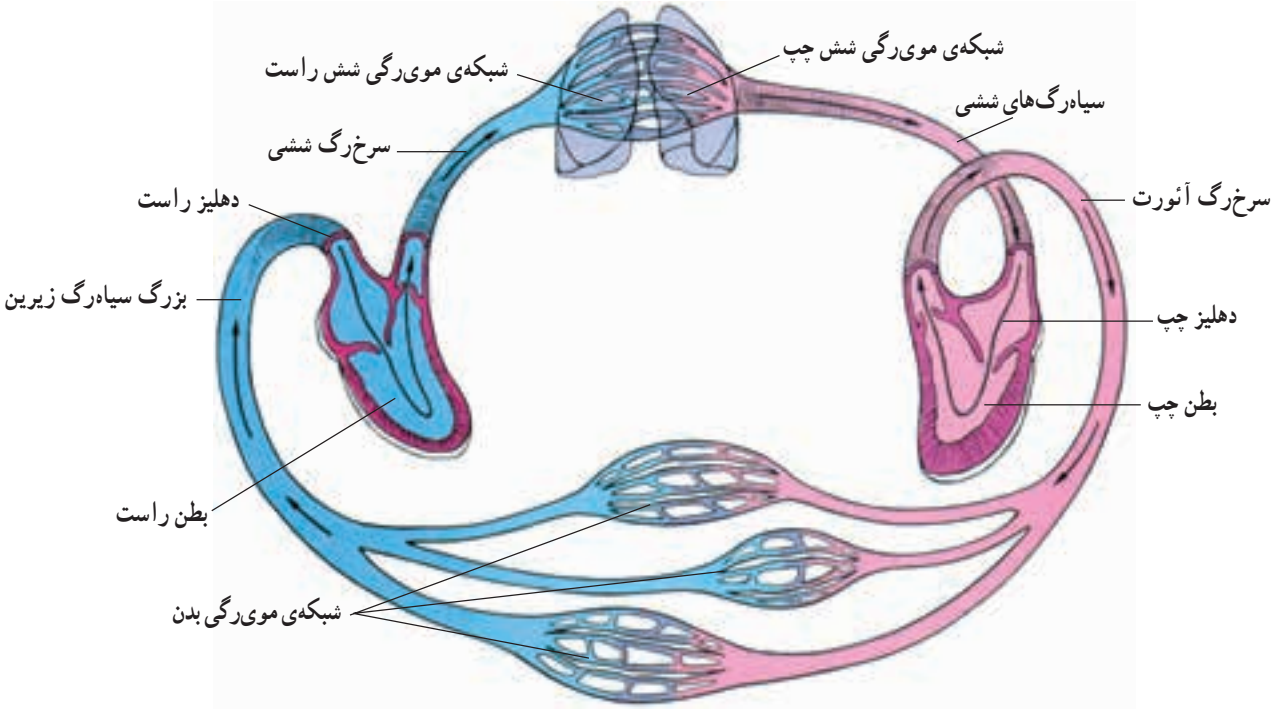
وظیفه و هدف گردش عمومی رساندن اکسیژن به یاخته‌ها توسط سرخ‌رگ‌ها و دریافت دی‌اکسیدکربن از بافت‌ها توسط سیاه‌رگ‌هاست.



شکل ۵ ــ۶ــ منحنی الکتروکاردیوگرام، قسمت‌های الف و ب منحنی‌های غیرطبیعی و قسمت ج منحنی طبیعی ماهیچه قلب را نشان می‌دهد.

گردش ششی از بطن راست شروع می‌شود و به دهلیز چپ برمی‌گردد.

وظیفه و هدف گردش ششی رساندن دی‌اکسیدکربن به شش‌ها و دریافت اکسیژن و رساندن به قلب توسط سیاه‌رگ‌های ششی است.



شکل ۶ــ ۶ــ گردش عمومی و ریوی

کنترل عصبی تعداد ضربان قلب

گفته شد که قلب خودبه‌خود شروع به ضربان می‌کند. اما اعصاب، در تنظیم ضربان قلب مؤثّرند. شاخه‌ای از اعصاب سمپاتیک به گره سینوسی ــ دهلیزی متصل است که سبب افزایش تعداد ضربان قلب و شدّت آن می‌شود. شاخه‌ای از عصب پاراسمپاتیک نیز به گره سینوسی ــ دهلیزی می‌رسد که سبب کاهش تعداد و شدّت ضربان قلب می‌شود. منظور از شدّت ضربان قلب، قدرت هر ضربه است. هرگاه قدرت بیش‌تر شود، خون بیش‌تری نیز پمپ می‌شود. در بصل‌النّخاع، مرکزی وجود دارد که تعداد و شدّت ضربان قلب را تنظیم می‌کند. این مرکز یک بخش تندکننده و یک بخش کُندکننده‌ی ضربان قلب دارد. به‌همین دلیل، بصل‌النخاع یک مرکز حیاتی محسوب می‌شود.

صداهای قلب

هرگاه گوشی پزشکی را در طرف چپ سینه و زیر پستان قرار دهید، دو صدا را می‌شنوید. اولی بلندتر است که به‌علت بسته شدن دریچه‌های میترال و تری‌کوسپید ایجاد می‌شود و دومی کوتاه‌تر است که با بسته شدن دریچه‌های سینی بروز می‌کند. این صداها در تشخیص بعضی از بیماری‌های قلبی به پزشکان کمک می‌کند.

رگ‌های خونی

رگ‌های خونی عبارت‌اند از سرخ‌رگ‌ها، سیاه‌رگ‌ها و موی‌رگ‌ها. سرخ‌رگ‌ها، رگ‌هایی هستند که خون را از قلب بیرون می‌فرستند و سیاه‌رگ‌ها خون را به قلب باز می‌گردانند.

سرخ‌رگ‌ها و سیاه‌رگ‌هایی که از قلب خارج می‌شوند بزرگ‌اند و هرچه از قلب دورتر می‌شوند و به بافت‌ها و یاخته‌ها می‌رسند کوچک‌تر می‌شوند و مویرگ‌ها را به‌وجود می‌آورند. دیواره‌ی رگ‌ها از بافت پیوندی، ماهیچه‌ای و پوششی ساخته شده‌اند و هرچه کوچک‌تر می‌شوند، دیواره‌ی آن‌ها هم نازک‌تر می‌شود. سرخ‌رگ‌ها خاصیّت ارتجاعی دارند. هنگامی که فشار خون زیاد باشد، رگ‌ها گشاد می‌شوند و هنگامی که فشار کاهش پیدا می‌کند، رگ‌ها تنگ می‌شوند. پس، سرخرگ‌ها دچار انقباض و انبساط می‌شوند و خون مثل یک موج در طول رگ حرکت می‌کند. می‌توان این موج را در بعضی قسمت‌ها با قرار دادن انگشت احساس کرد، که «نبض» نام دارد. و چون با هر ضربان قلب یک بار نبض را حس می‌کنیم، می‌توانیم تعداد آن را در دقیقه محاسبه کنیم و از آن در فعالیت‌های ورزشی، به‌عنوان شاخص فعالیت قلب و تعیین شدت تمرین، استفاده می‌شود. بهترین ناحیه برای شمارش نبض سرخ‌رگ سباتی (کاروتید) در ناحیه‌ی گردن و سرخ‌رگ زندزبرین (رادیال) در مچ دست است.

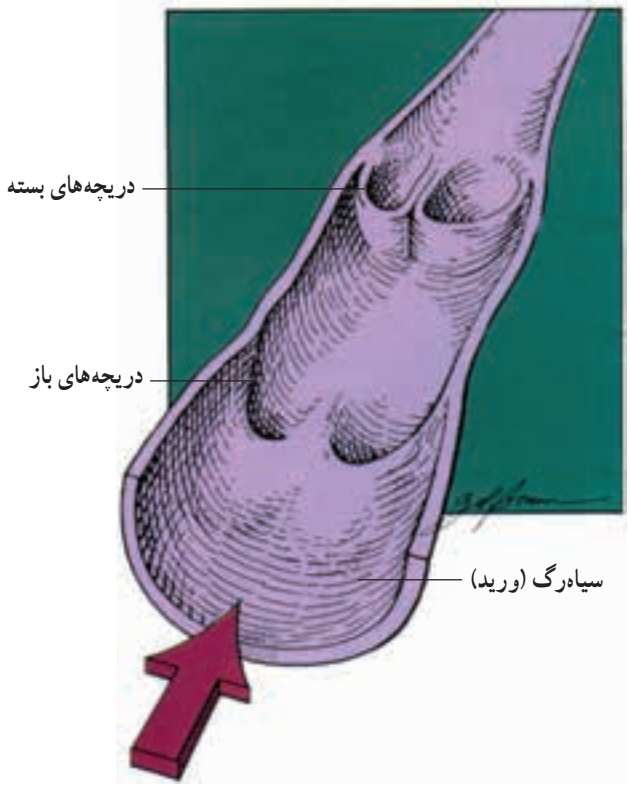
فشار خون در سیاه‌رگ‌ها

چون فشار خون باقی‌مانده از ضربان قلب در سیاه‌رگ‌ها بسیار اندک است، بنابراین، جریان خون نیز در سیاه‌رگ‌ها کم است. پس باید نیروهای دیگری به بازگشت خون به قلب کمک کنند. این نیروها عبارت‌اند از : تلمبه‌ی عضلانی، تلمبه‌ی تنفسی‌و دریچه‌های لانه کبوتری.

۱ــ تلمبه‌ی عضلانی: هنگامی که عضله‌ای منقبض می‌شود، سیاه‌رگ‌های نزدیک خود را می‌فشارد، بنابراین، کمک می‌کند که خون به قلب باز گردد.

۲ــ تلمبه‌ی تنفسی: این تلمبه نیز شبیه تلمبه‌ی عضلانی‌است زیرا در اثر عمل دم و بازدم به علت تغییر فشار قفسه‌ی سینه به سیاه‌رگ‌های ناحیه‌ی تنه فشار وارد می‌آید و سبب بازگشت خون به قلب می‌شود.

۳ــ دریچه‌های لانه‌کبوتری: این دریچه‌ها به شکلی درون سیاه‌رگ‌ها قرار گرفته‌اند که خون تنها می‌تواند به صورت یک‌طرفه به سمت قلب جریان یابد (شکل ۷ــ۶). هرگاه بازگشت وریدی افزایش یابد بازده قلبی نیز بیش‌تر می‌شود.



شکل ۷ــ ۶ ــ عمل دریچه‌های لانه کبوتری

فشار خون

نیرو یا فشاری که از طرف خون به دیواره‌ی رگ‌ها وارد می‌شود «فشار خون» نامیده می‌شود. فشار خون در نواحی نزدیک قلب، بیشتر و به نسبت فاصله گرفتن از قلب کم‌تر می‌شود. فشار خون را می‌توان با فشارسنج پزشکی اندازه‌گیری کرد. فشار خون شامل دو بخش است. هنگام انقباض بطن‌ها فشار را ماکزیمم و هنگام انبساط بطن‌ها فشار را مینیمم می‌نامند که برحسب میلی‌متر جیوه بیان می‌شود. در یک فرد طبیعی، فشار حداکثر(ماکزیمم) ۱۲۰ و حداقل (مینیمم) ۸۰ میلی‌متر جیوه است.

آشنایی با برخی از بیماری‌های قلب و رگ‌ها

فشار خون بالا: هرگاه فشار خون از حدّ طبیعی بیش‌تر باشد، می‌گویند شخص دچار فشارخون بالاست. این بیماری،

بیش‌تر در افراد مسن و به‌علت سخت شدن دیواره‌ی رگ‌ها به‌وجود می‌آید. عوامل دیگری مانند فشارهای روانی نیز در بالارفتن فشار خون مؤثر است.

سکته‌ی قلبی: اگر در دیواره‌ی سرخرگ‌هایی که خون را به عضله قلب می‌رسانند (عروق کرونر) کلسترول جمع و سبب تنگ شدن آن شود، خون‌رسانی به قلب دچار اختلال می‌گردد. چنان‌چه این رگ‌ها مسدود شوند و خون به عضله قلب نرسد، فرد دچار سکته‌ی قلبی می‌شود.

واریس: این عارضه در افرادی که ناچارند مدت زیادی سرپا بایستند، به‌وجود می‌آید. علت آن تخریب دریچه‌های لانه‌کبوتری است که نمی‌توانند کمک کنند تا خون به قلب بازگردد و وقتی خون در سیاه‌رگ جمع گردد، سبب گشادشدن رگ می‌شود و مایع از رگ‌ها خارج می‌گردد و تورم پاها را درپی‌دارد.

فعالیت بدنی و دستگاه گردش خون

فعالیت بدنی و ورزش باعث تغییرات مفید و ارزشمندی بر دستگاه فوق دارد. مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ حجیم شدن قلب، که با بزرگ شدن حفره‌ی بطنی و قطور شدن دیواره‌ی بطن همراه است.

۲ــ کاهش ضربان قلب، که در زمان استراحت مشهود است و در نتیجه‌ی تمرین منظم حاصل می‌شود.

۳ــ افزایش حجم ضربه‌ای، که نسبت به افراد تمرین نکرده به مراتب بیش‌تر است.

۴ــ افزایش مجموع حجم خون و مقدار هموگلوبین.

۵ــ حجیم شدن عضلات اسکلتی و افزایش تعداد موی‌رگ‌های مرتبط با آن‌ها.

خودآزمایی

۱ــ امواج الکتروکاردیوگرام را با رسم شکل در هر قسمت تفسیر کنید.
۲ــ یک دوره‌ی قلبی را به اختصار شرح دهید.
۳ــ هدف گردش عمومی و گردش ششی چیست؟
۴ــ دلیل تولید صداهای قلب را ذکر کنید.
۵ ــ نبض چیست و در کدام نواحی واضح‌تر حس می‌شود؟
۶ــ تعداد ضربان قلب چگونه کنترل می‌شود؟
۷ــ چه عواملی سبب بازگشت خون به قلب می‌شود؟ نام ببرید.
۸ــ فشار خون را تعریف کنید و توضیح دهید چگونه می‌توان آن را اندازه‌گیری کرد؟ علل افزایش آن را نام ببرید.
۹ــ سه مورد از تأثیرات مثبت فعالیت بدنی بر روی دستگاه گردش خون را بنویسید.

فصل هفتم

خون

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ اعمال خون را توضیح دهد.

۲ــ کارهای گلبول‌های قرمز و سفید را شرح دهد.

۳ــ چگونگی انعقاد خون را شرح دهد.

۴ــ تفاوت گروه‌های خونی را توضیح دهد.

۵ــ بیماری‌های خونی را شرح دهد.

خون

خون، بافتی‌است سیّال که در رگ‌ها جریان دارد. این مایع سرخ‌رنگ از دو بخش پلاسما و گلبول‌ها تشکیل شده است. در سلول‌های خون سه قسمت قابل تشخیص است : گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها.

اعمال خون

عمومی‌ترین عمل خون حفظ محیط داخلی بافت‌های بدن و هومئوستاز است، یعنی یک‌نواخت و طبیعی نگاه داشتن محیط داخلی.

همه‌ی فعالیت‌های بدن نیاز به اکسیژن و غذا و دفع مواد زایدی دارد که در اثر سوخت و ساز به‌وجود می‌آید. اعمال خون عبارت‌اند از :

۱ــ انتقال اکسیژن و غذا به بافت‌های بدن و دی‌اکسیدکربن و مواد زاید از بافت‌ها به دستگاه‌های دفعی ؛

۲ــ تنظیم عمومی و موضعی دمای بدن ؛

۳ــ رساندن ترشحات غدد درون‌ریز به بافت‌های هدف ؛

۴ــ حفظ تعادل اسیدی ــ بازی با کمک بی‌کربنات‌ها، فسفات‌ها و هموگلوبین ؛

۵ــ حفظ تعادل آب و املاح و فشار اسمزی بدن.

مقدار خون

حجم کل خون در حدود $\frac{۱}{۱۴}$ وزن بدن است و حجم متوسط آن در یک مرد طبیعی ۵ لیتر و در زن به ۴/۵ لیتر می‌رسد.

ترکیبات خون

خون از پلاسما، گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها تشکیل شده است. علاوه بر آن آب، املاح و یون‌ها، گلوکز، لیپید، پروتئین و هورمون‌ها در خون وجود دارند.

مشخصّات خون

رنگ خونِ سرخ‌رگی، قرمز روشن است، در حالی که خون سیاه‌رگی قرمز تیره است زیرا از اکسیژن اشباع نشده است.

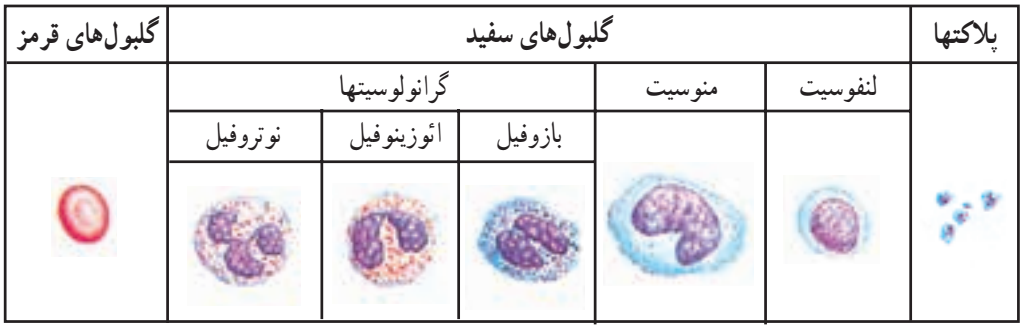
خون، حالت چسبندگی یا ویسکوزیته دارد.

هماتوکریت

نسبت گلبول قرمز به حجم خون را «هماتوکریت» می‌گویند که میزان آن ۴۰ تا ۴۵ درصد است. نزد زنان اندکی کم‌تر از مردان (حدود ۴۲) و نزد مردان حدود ۴۵ درصد است. هماتوکریت در حالات مرضی مثل کم‌خونی و سرطان و دیگر امراض تغییر می‌کند.

گلبول قرمز

گلبول قرمز یا اریتروسیت[1] در قسمت وسط، نازک و در اطراف، ضخیم است (شکل ۱ــ۷) و قطر آن به‌طور متوسّط ۷/۵ میکرون است.



شکل ۱ــ۷ــ انواع سلول‌های خون

گلبول‌های قرمزی که در گردش خون است فاقد هسته‌اند و خاصیّت ارتجاعی دارند و می‌توانند برای عبور از رگ‌ها تغییر شکل دهند و دوباره به شکل اول برگردند. گلبول قرمز دارای هموگلوبین است. و دارای غشایی با قابلیت نفوذ انتخابی است. مثلاً نمک‌های پتاسیم از آن به‌راحتی عبور می‌کنند اما نمک‌های سدیم نمی‌توانند وارد شوند. آب، گلوکز و اوره به‌راحتی وارد گلبول قرمز می‌شوند.

گلبول قرمز توسط مغز استخوان و بافت لنفاوی و طحال ساخته می‌شود. گلبول‌های قدیمی ازبین می‌روند و گلبول‌های قرمز جدید از مغز استخوان ساخته و به خون وارد می‌شوند. برای ساخته شدن گلبول‌های قرمز وجود ویتامین ب ۱۲، اسیدفولیک، آهن، مس و کبالت لازم است. تعداد گلبول‌های قرمز، به‌طور متوسط، ۵/۵ میلیون در هر میلی‌متر مکعب در مردان و ۴/۵ میلیون در هر میلی‌متر مکعب در زنان است. هنگامی که اکسیژن، خوب به بافت‌ها نرسد ماده‌ای به نام اریتروپویتین از کلیه‌ها ترشح می‌شود که مغز استخوان را تحریک می‌کند و سبب ساخته شدن گلبول‌قرمز می‌گردد. از این‌رو، در ارتفاعات که فشار سهمی اکسیژن کم است ساخت گلبول قرمز افزایش می‌یابد. وظیفه‌ی گلبول قرمز حمل اکسیژن از شش‌ها به بافت‌ها و حمل دی‌اکسید کربن از بافت‌ها به شش‌هاست.

همیشه مقداری آهن با مدفوع دفع می‌شود و زنان در دوره‌ی ماهانه مقداری آهن از دست می‌دهند که باید در غذای روزانه آن‌ها گنجانده شود.

عمر گلبول قرمز را حدود چهار ماه برآورد نموده‌اند. گلبول‌ها پس از پایان عمرشان شکسته می‌شوند و اجزای آن‌ها در طحال و کبد و مغز قرمز استخوان تجزیه می‌شوند.

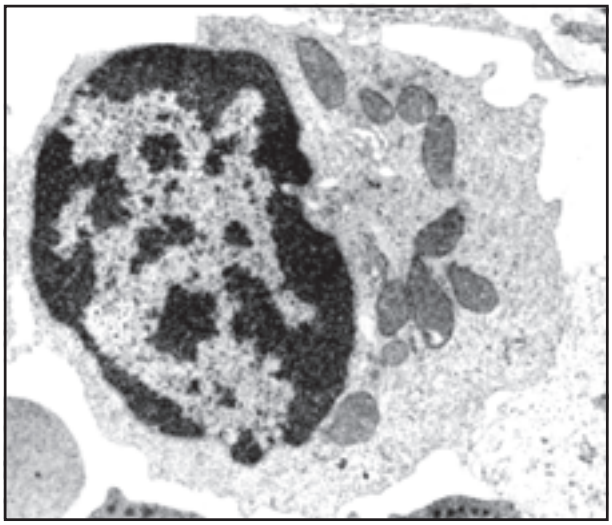
گلبول‌های سفید یا لکوسیت[2]ها

گلبول‌های سفید خون، یاخته‌های هسته دارند که بعضی از آن‌ها دارای دانه‌هایی در سیتوپلاسم‌اند که آن‌ها را «دانه‌دار» می‌نامند. به بعضی که فاقد دانه‌اند، «بدون دانه» گفته می‌شود. گلبول‌های سفید بدون دانه عبارت‌اند از : لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها و گلبول‌های سفید دانه‌دار عبارت‌اند از : نوتروفیل‌ها،

۱ــ Erythrocyte

۲ــ Leukocytes

بازوفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها (شکل ۲ــ۷).



شکل ۲ــ ۷ــ نمایش یک گلبول سفید

گلبول‌های سفید، هم در مغز قرمز استخوان و هم در بافت لنفاوی ساخته می‌شوند. تعداد گلبول‌های سفید در هر میلی‌متر مکعب خون یک شخص طبیعی و سالم بین ۵ تا ۱۰ هزار است. تعداد گلبول سفید، دراثر عفونت افزایش می‌یابد. عمل مهم این گلبول‌ها حفاظت بدن در برابر باکتری‌هاست. اگر موضعی در بدن زخم شود گلبول‌های سفید به آن‌سو هجوم می‌برند و باکتری‌ها را در خود هضم می‌نمایند. این کار را با ایجاد پاهای کاذب از طریق فاگوسیتوز یا بیگانه‌خواری عملی می‌سازد.

عمر گلبول سفید بسیار کوتاه است. در زمانی که باکتری‌ها وجود ندارند به ۲ تا ۳ روز و حداقل به ۱۴ ساعت می‌رسد.

پلاکت‌ها[1]

اجسام دانه‌دار بسیار کوچکی هستند که نامنظم‌اند و منشأ آن‌ها یاخته‌های غول‌پیکری به نام «مگاکاریوسیت» در مغزاستخوان است. تعداد آن‌ها حدود ۱۵۰ تا ۳۰۰ هزار در هر میلی‌متر مکعب خون است.

پلاکت‌ها با تشکیل لخته در جلوگیری از خروج خون رگ پاره شده نقش دارند و عامل مهم انعقاد خون‌اند. پلاکت‌ها عمری حدود ۱۰ روز دارند.

لخته از رشته‌هایی به نام فیبرین تشکیل می‌شود که پروتئین نامحلول است.

پلاسما

حاوی آب (۹۱ تا ۹۲ درصد)، پروتئین‌ها (۶ تا ۸ درصد) کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، نمک‌های غیرآلی مثل کلرورسدیم و پتاسیم و گازهای اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و ازت به مقدار ناچیز است. پلاسما کمی قلیایی‌ست و پی هاش (pH) آن حدود ۷/۴ است. مقداری اوره، اسیداوریک و اسیدلاکتیک در پلاسما وجود دارد.

گروه‌های خونی

بعضی اوقات و به‌ویژه در اعمال جراحی، شخص ممکن است به خون نیاز داشته باشد. اما هر خونی را نمی‌توان به او تزریق کرد. چون احتمال ایجاد لختگی در فرد گیرنده وجود دارد. به عبارت دیگر باید گروه خون‌دهنده و گیرنده متناسب باشد.

در سطح خارجی گلبول‌های قرمز افراد دو نوع آنتی‌ژن از جنس پروتئین وجود دارد، که به نام‌های A و B معروف‌اند. برخی، آنتی‌ژن نوع A، برخی نوع B و برخی هر دو نوع (A و B) و برخی هیچ‌یک را ندارند. این افراد را به ترتیب در گروه‌های خونی A ، B ، AB و O جای می‌دهند. گروه AB را گیرنده همگانی و گروه O را دهنده‌ی همگانی می‌گویند.

پلاسما نیز پروتئین‌هایی به نام آنتی‌کُر دارد. کسانی که آنتی‌ژن A دارند در پلاسمای خونشان آنتی‌کُر B (ضدآنتی‌ژن B) دارند.

دارنده‌ی آنتی‌ژن B، آنتی‌کُر A (ضد آنتی‌ژن A) دارد و آن که آنتی‌ژن AB دارد هیچ کدام از آنتی‌کرها را ندارد. کسی هم که هیچ نوع آنتی‌ژن را ندارد هر دو آنتی‌کُر را داراست (جدول ۱ــ ۷).

۱ــ Platelet

جدول ۱ــ ۷ــ آنتی‌کر و آنتی‌ژن گروه‌های خونی

گروه خون	آنتی‌کر	آنتی‌ژن
A	B	A
B	A	B
AB	_	AB
O	AB	_

عامل Rh: در خون پروتئین دیگری به نام آنتی‌ژن Rh وجود دارد (عامل Rh).

اگر این عامل در بعضی افراد وجود داشته باشد به آن‌ها مثبت و اگر وجود نداشته باشد به آن‌ها منفی می‌گویند. بنابراین، هنگام تزریق خون باید Rh شخص گیرنده مانند Rh شخص‌دهنده باشد، در غیر این صورت خون لخته می‌شود.

برخی از بیماری‌های خونی

۱ــ آنمی یا کم‌خونی: این بیماری به علت کم‌بودن تعداد گلبول‌های قرمز و یا کمبود هموگلوبین به‌وجود می‌آید و چون ظرفیّت حمل اکسیژن کاهش می‌یابد، ممکن است به مغز و دیگر اندام‌ها آسیب برساند. از آن‌جا که آهن در ساختمان هموگلوبین نقش دارد، ممکن است کم‌خونی به علت فقر آهن باشد. بنابراین، رژیم غذایی مناسب و داروهای آهن‌دار، کمک مؤثّری در رفع این مشکل می‌کند.

۲ــ هموفیلی: این بیماری خطرناک به علت نقص انعقاد خون به‌وجود می‌آید و ممکن است فرد در اثر خونریزی شدید جان خود را از دست بدهد. این بیماری وراثتی است. این بیماران ممکن است با ایجاد کوچک‌ترین بریدگی در بدن از بین بروند. به همین دلیل باید علامتی که نشان‌دهنده‌ی این بیماری است برگردنِ آنان آویخته شود.

خودآزمایی

۱ــ نقش خون و اعمال آن را بنویسید.
۲ــ گلبول قرمز، اعمال، منشأ و تعداد آن را توضیح دهید.
۳ــ گلبول سفید، اعمال، منشأ و تعداد آن را شرح دهید.
۴ــ هماتوکریت را تعریف و اعداد مربوط به زنان و مردان را بیان کنید.
۵ــ نقش پلاکت‌ها را بنویسید.
۶ــ گروه‌های خونی را نام ببرید و بنویسید کدام‌یک از آن‌ها می‌تواند به تمام گروه‌ها خون بدهد؟
۷ــ عامل (Rh) را توضیح دهید.
۸ــ آنمی چیست؟ شرح دهید.

فصل هشتم

فیزیولوژی دستگاه گوارش

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ هدف دستگاه گوارش را شرح دهد.
۲ــ گوارش شیمیایی و مکانیکی را توضیح دهد.
۳ــ نقش دهان را در گوارش بیان کند.
۴ــ نقش حلق و مری را در گوارش شرح دهد و عمل بلع را توضیح دهد.
۵ــ گوارش مکانیکی و شیمیایی را در معده تشریح کند.
۶ــ نقش روده‌ی باریک را به عنوان مهم‌ترین قسمت دستگاه گوارش شرح دهد.
۷ــ جذب موادغذایی را توضیح دهد.
۸ــ عمل روده‌ی بزرگ را شرح دهد.
۹ــ برخی از بیماری‌های دستگاه گوارش را بیان کند.

دستگاه گوارش

شامل لوله‌ی گوارش (دهان، حلق، مری، معده، روده‌ی باریک، روده‌ی بزرگ و راست‌روده) و غده‌های آن (بزاقی، مخاطی معده و روده، لوزالمعده و کبد) است.

غذاها به‌صورتی که خورده می‌شوند قابل جذب در بدن نیستند. دستگاه گوارش غذاها را خرد و تجزیه می‌نماید و به مواد قابل جذب تبدیل می‌کند. پس از جذب، غذا به‌وسیله‌ی خون و لنف حمل می‌شود و مورد استفاده‌ی یاخته‌های بدن قرار می‌گیرد.

اعمال دستگاه گوارش

دستگاه گوارش دو عمل اصلی را به عهده دارد :

۱ــ گوارش غذا
۲ــ جذب مواد غذایی. گوارش غذا در دهان، مری، معده و روده‌ی باریک و جذب در روده‌ی باریک عملی می‌شود. هدف گوارش، کوچک‌کردن ذرات موادغذایی و تغییراتی‌ست که بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد. هدف جذب، انتقال ذرات ریزشده موادغذایی از روده‌ی باریک به جریان خون و در نهایت به یاخته‌های بدن است.

گوارش شیمیایی و مکانیکی

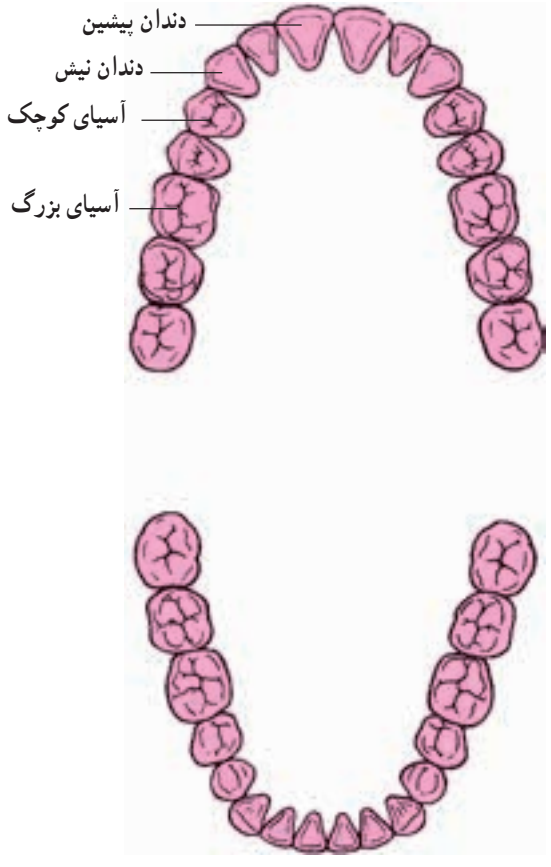
گوارش را به دو مرحله‌ی شیمیایی و مکانیکی تقسیم می‌کنند. گوارش شیمیایی یعنی تغییراتی که به وسیله‌ی آنزیم‌ها بر روی موادغذایی صورت می‌گیرد و منجر به شکسته شدن پیوندهای شیمیایی آن‌ها می‌گردد. گوارش مکانیکی به معنی اعمال فیزیکی‌ای‌ست که دستگاه گوارش برای ریزشدن و یا جابه‌جایی مواد غذایی در مسیر لوله‌ی گوارش اعمال می‌کند.

نقش دهان در گوارش

دهان علاوه بر گوارش، در تشخیص طعم و مزه‌ی غذاها (با زبان و پرزهای چشایی‌ای، که در روی آن قرار گرفته است) نقش دارد.

گوارش مکانیکی در دهان

دندان‌ها در گوارش مکانیکی نقش اساسی دارند. هر دندان دارای دو قسمت تاج و ریشه است که روی آن را مینا می‌پوشاند. دندان‌های انسان سه نوع‌اند : پیشین، نیش و آسیای بزرگ و کوچک (شکل ۱ــ ۸). ساختمان دندان‌ها به گونه‌ای‌ست که می‌توانند هم غذاهای گوشتی و هم گیاهی را خرد کنند. حرکات دهان با حرکت استخوان فک پایین، که متحرّک است، به‌وجود می‌آید و سبب تکه‌کردن و خرد و له‌کردن



شکل ۱ــ۸ــ دندان‌های انسان و طرز قرارگرفتن آن‌ها

مواد غذایی می‌شود.

گوارش شیمیایی در دهان

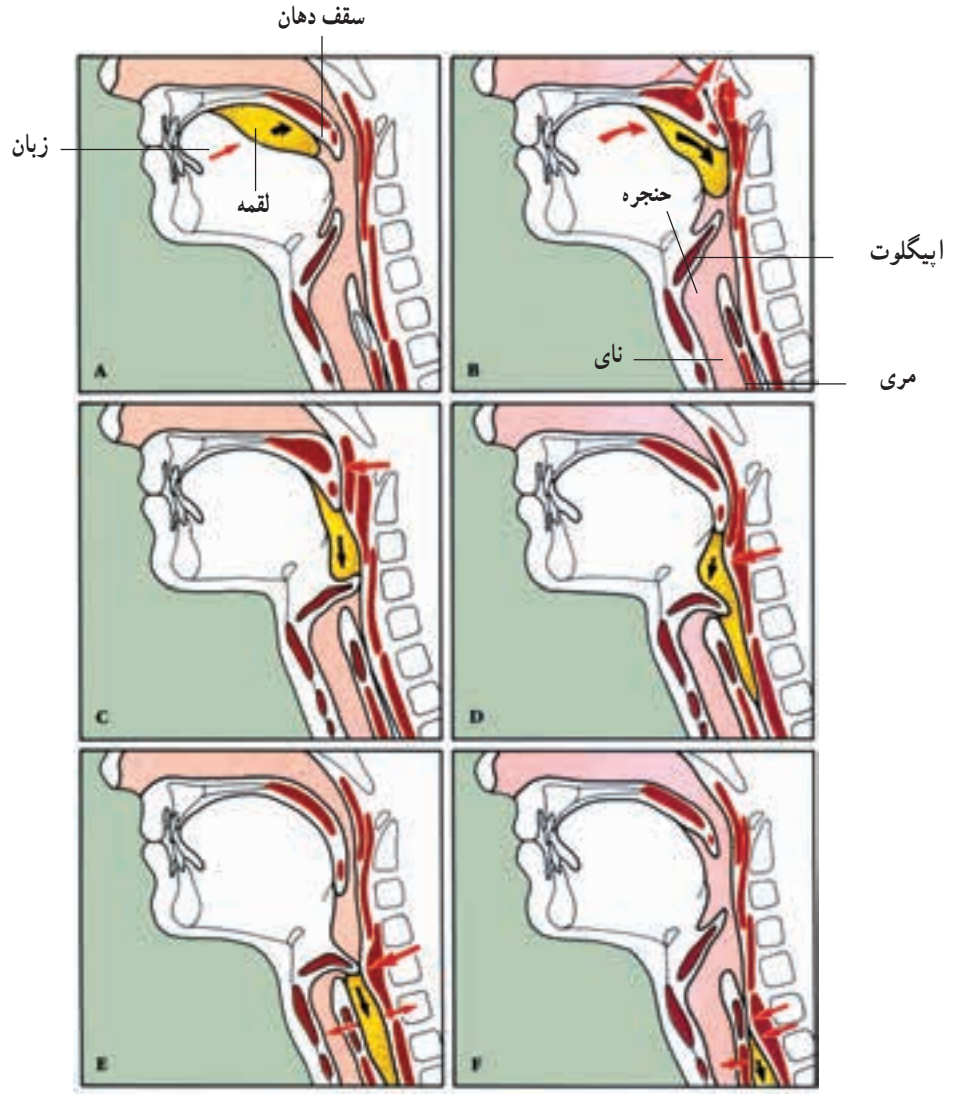
سه جفت غده‌ی بزاقی (زیرزبانی، بناگوشی و تحت فکی) مادّه‌ای به نام بزاق را می‌سازند که ترکیبی شامل آب، آنزیم پتیالین، آنزیم لیزوزیم و موسین‌هاست. لیزوزیم ضدعفونی‌کننده است و موسین‌ها که نوعی پروتئین‌اند، حالت چسبندگی و لزجی دارند و هنگامی که با لقمه‌ی غذا مخلوط شوند، سبب عبور آسان غذا در طول لوله‌ی گوارش می‌شوند. لازم به یادآوری‌ست که لیزوزیم و موسین نقشی در گوارش شیمیایی ندارند. مهم‌ترین مادّه‌ای که در گوارش شیمیایی شرکت دارد، آنزیم پتیالین است که یک نوع آمیلاز[1] است و سبب تجزیه‌ی نشاسته و تبدیل آن به قندهای ساده می‌شود. امّا این مقدار تغییر، چندان قابل توجّه نیست.

حلق و نقش آن

حلق مانند یک چهار راه است که از جلو به دهان، از پایین به مری و نای و از بالا به حفره‌های بینی راه دارد. هنگامی که لقمه‌ی غذایی در دهان خرد و با بزاق آغشته و لزج شد، باید ازطریق مری به قسمت‌های دیگر دستگاه گوارش هدایت شود. از این رو لازم است سه راه دیگر مسدود شود. راه دهان با زبان و راه بینی به‌وسیله‌ی زبان کوچک، و راه نای با زایده‌ی اپی‌گلوت بسته می‌شود و تنها راهی که بازمی‌ماند مری‌ست. به این ترتیب عمل بلع اجرا می‌شود. عمل بلع به‌وسیله‌ی بصل‌النخاع کنترل می‌شود. اگر غذا وارد نای شود، برای خروج آن از نای، فرد سرفه می‌کند که یک عکس‌العمل عصبی و خودکار است. در غیر این‌صورت ممکن است تنفس شخص مختل شود.

شکل ۲ــ۸ مراحل بلع را نمایش می‌دهد.

۱ــ آمیلاز آنزیمی‌ست که مواد نشاسته‌ای را هضم می‌نماید.



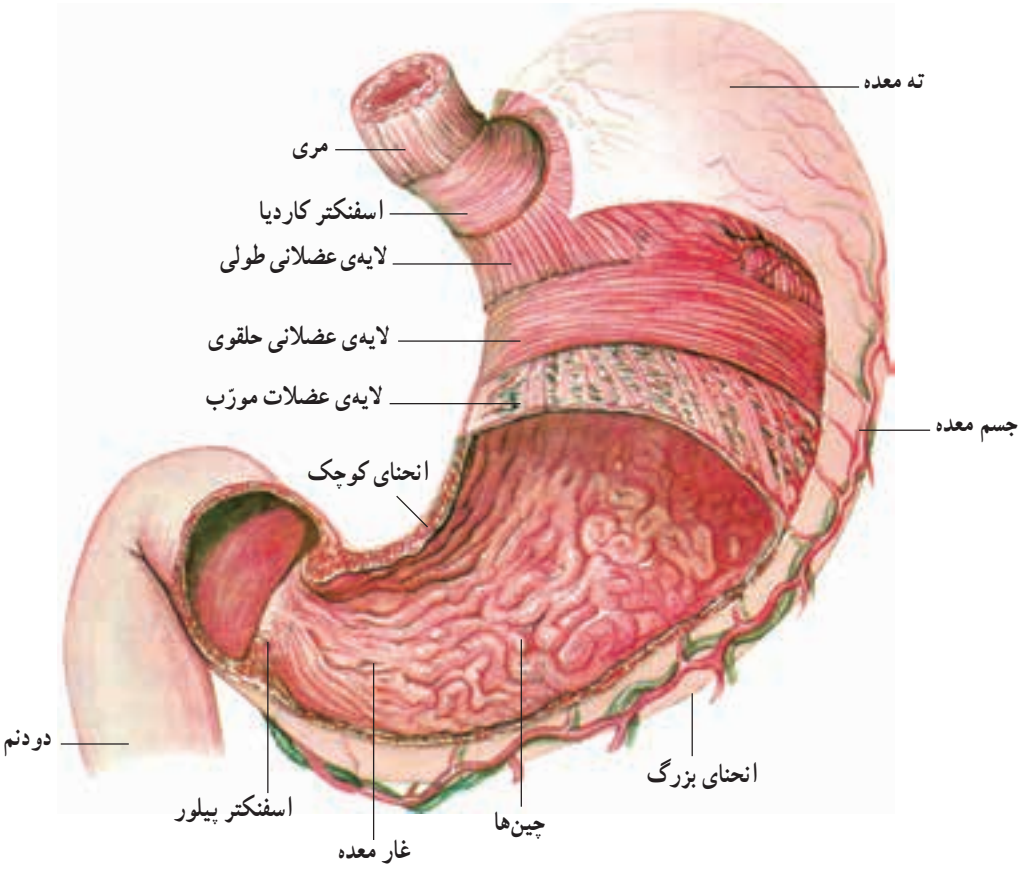
شکل ۲ــ۸ــ مراحل عمل بلع

نقش مری

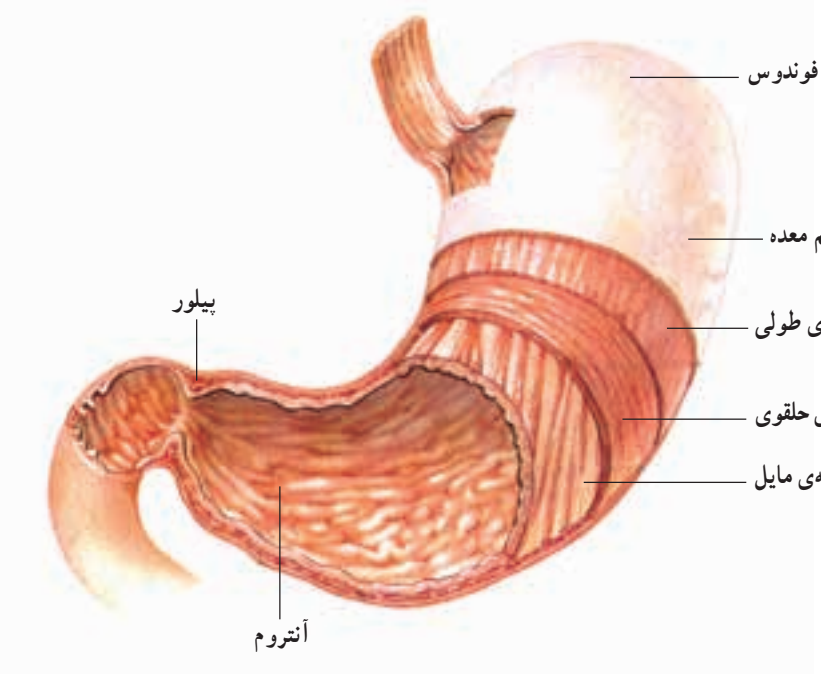
مری موادغذایی را از حلق به معده می‌راند. عمل پیش برنده‌ی مری به‌وسیله‌ی انقباضات دیواره‌ی ماهیچه‌ای مری صورت می‌گیرد. ماهیچه‌های مری دولایه‌اند، یک لایه حلقوی و دیگری طولی. قبل از این که ماهیچه‌های پایینی مری منقبض شوند اسفنکتر بالای مری باز می‌شود تا لقمه غذا عبور کند. وقتی لقمه عبور کرد، این اسفنکتر بسته می‌شود. تنه‌ی مری دارای انقباض دودی یا کرمی شکل است و این عمل از زیر اسفنکتر بالای مری شروع و به صورت متوالی اجرا می‌شود. حرکات دودی مری کندتر از حلق است. حرکات دودی در نهایت سبب رسیدن لقمه‌ی غذا به اسفنکتر تحتانی می‌گردد و با باز شدن آن غذا وارد معده می‌شود. هیچ گوارش شیمیایی‌ای در مری اجرا نمی‌شود.

نقش معده در گوارش

گوارش مکانیکی: حرکات معده وابسته به بافت ماهیچه‌ای معده است، که در سه لایه قرار گرفته‌اند : یک لایه‌ی طولی خارجی، یک لایه‌ی حلقوی میانی و یک لایه‌ی مورّب داخلی (شکل ۳ــ۸).



شکل ۳ــ۸ ــ ساختمان معده



شکل ۴ــ۸ــ قسمت‌های مختلف معده

ناحیه‌ی بالایی معده نسبت به ناحیه‌ی پایینی، فعالیت انقباضی کم‌تری دارد. در محل اتّصال معده به روده‌ی باریک یک اسفنکتر به نام پیلور وجود دارد که از خروج مواد از معده تا زمانی که شیره‌ی معده آماده نشده است جلوگیری می‌کند. پس از ورود غذا به معده، حرکات معده آغاز می‌شود. معده، علاوه بر حرکات دودی شکل، حرکات موضعی نیز دارد. حرکت موضعی در یک نقطه از معده ایجاد می‌شود و بعد به حالت استراحت درمی‌آید. سپس ناحیه‌ی دیگر منقبض می‌شود. هم حرکات دودی و هم حرکات موضعی سبب ترشح شیره‌ی معده از دیواره‌ی آن می‌شود که با غذا مخلوط می‌شود و کمک می‌کند تا آنزیم‌ها بهتر بتوانند روی مواد غذایی اثر بگذارند.

گوارش شیمیایی در معده: در دیواره‌ی معده غدّه‌های ترشحی وجود دارند که سه نوع‌اند و هرکدام مواد خاصی را ترشح می‌کنند. یک دسته از آن‌ها یاخته‌های مترشحه‌ی موکوس هستند که تمام سطح معده را می‌پوشانند. دسته‌ی دیگر غدد اسیدسازند که اسیدکلریدریک را ترشح می‌کنند و بالأخره سومین دسته، غدد پیلوری هستند که برای حفاظت از مخاط پیلور عمدتاً موکوس ترشح می‌کنند و مقدار کمی پپسینوژن و هورمون گاسترین نیز ترشح می‌کنند. از آن‌جا که تنها آنزیم‌ها بر مواد غذایی مؤثرند، پپسین پروتئین‌ها را به اجزای کوچک‌تری تجزیه می‌کند اما پپسینوژن زمانی می‌تواند مؤثّر باشد که اسیدکلریدریک آن را فعّال کند. بنابراین، وجود اسیدکلریدریک برای عمل پپسینوژن ضروری‌ست. علاوه بر این، چند آنزیم دیگر نیز در معده وجود دارد از جمله لیپاز است که چربی‌ها را به اسیدهای چرب و گلیسرول تجزیه می‌کند و به مقدار کم ترشح می‌شود. از این رو چربی‌ها در معده چندان تغییری نمی‌کنند. دیگری آمیلاز است که نقشی فرعی در هضم نشاسته‌ها دارد. آنزیم دیگر رنین است که روی پروتئین شیر (کازئین) اثر می‌گذارد. این آنزیم فقط در معده نوزادان یافت می‌شود که آن را مایه‌ی پنیر نیز می‌نامند. ماده‌ی غذایی در پایان گوارش مکانیکی و شیمیایی در معده به ماده‌ای به نام کیموس تبدیل می‌شود. بنابراین، کیموس همان ماده‌ی غذایی‌ست که با شیره‌ی معده کاملاً مخلوط شده است.

گوارش در روده‌ی باریک

مهم‌ترین قسمت روده‌ی باریک، دوازده است ؛ زیرا کبد و لوزالمعده ترشحات خود را در این ناحیه می‌ریزند.

گوارش مکانیکی در روده‌ی باریک: روده‌ی باریک به علّت وجود عضلات موجود در آن، دارای دو حرکت دودی و موضعی‌ست. حرکت دودی سبب جابه‌جایی و جلو راندن کیموس و حرکات موضعی باعث مخلوط شدن کیموس با آنزیم‌های روده‌ی باریک می‌شود. حرکت موضعی نیز نقطه به نقطه صورت می‌گیرد. هنگامی که کیموس آماده شد، به علت اسیدی بودن آن با باز شدن دریچه‌ی پیلور، مقدار کمی از آن وارد روده‌ی باریک می‌شود. چون محیط روده‌ی باریک قلیایی‌ست تا وقتی کیموس به حالت قلیایی در نیامده است ورود آن از معده به داخل روده‌ی باریک صورت نمی‌گیرد. بنابراین، معده محتویات خود را کم‌کم خارج می‌کند. این تخلیه توسط اعصاب خودکار کنترل می‌شود و کیموس از طریق حرکات روده‌ی باریک با شیره‌ی روده درهم آمیخته می‌شود.

گوارش شیمیایی در روده‌ی باریک: دوازده (دئودنوم)[1] مهم‌ترین قسمت روده‌ی باریک است. روده‌ی باریک آنزیمی ترشح نمی‌کند و تنها غددی در آن وجود دارد که با ترشح مواد قلیایی اثر اسیدی شیره‌ی معده را خنثا و مخاط روده را از آسیب‌پذیری محافظت می‌کند.

لوزالمعده: علاوه بر ترشح مواد قلیایی آنزیم‌هایی را برای تجزیه‌ی مواد غذایی در دوازده می‌ریزد که عبارت‌اند از :

۱ــ تریپسین، که پروتئین‌ها و پلی‌پپتیدها را به اسیدهای آمینه تبدیل می‌کند.

۲ــ آمیلاز، که نشاسته را به دی‌ساکاریدها و تری‌ساکاریدها تبدیل می‌کند.

۳ــ لیپاز، که چربی‌ها را به گلیسرول و اسیدهای چرب مبدل می‌سازد.

۱ــ Duodenum

کبد : ماده‌ای به نام «صفرا» می‌سازد که در کیسه‌ی صفرا ذخیره می‌شود و به دوازدهه می‌ریزد. صفرا سبب ریز و خرد ــ شدن چربی‌ها می‌شود و آن‌ها را آماده می‌سازد تا لیپاز معده بر آن‌ها اثر کند. با توجه به نقش کبد و لوزالمعده در روده‌ی باریک، در پایان گوارش شیمیایی آن‌چه باقی می‌ماند اسیدهای آمینه، گلیسرول و اسیدهای چرب و قندهای ساده هستند که برای جذب آماده شده‌اند.

جذب

هنگامی که غلظت گلیسرول و اسیدهای چرب، قندهای ساده و اسیدهای آمینه در روده‌ی باریک نسبت به خون بیش‌تر شد، مواد وارد خون می‌شوند. پرزهای روده‌ی باریک میزان جذب را بالا می‌برد و مواد از طریق عروق به خون می‌ریزند. سه راه برای جذب وجود دارد : انتشار، انتقال فعّال و اسمز.

قندهای ساده و اسیدهای آمینه با عمل انتشار و انتشار تسهیل‌شده[1]، یون‌ها با انتقال فعال و ویتامین‌ها با انتشار و آب از طریق اسمز، جذب و وارد خون می‌شوند. توجه کنید که آب و ویتامین‌ها نیاز به گوارش ندارند.

روده‌ی بزرگ

روده‌ی بزرگ اندام جذب نیست اما بعضی از مواد در آن جذب می‌شود. این بخش، شامل قولون بالارو، قولون افقی و قولون پایین رو است که در نهایت به راست روده ختم می‌شود. جذب مواد در قولون بالارو صورت می‌گیرد. این مواد شامل املاح، آب و مقداری از ویتامین‌ها هستند که باکتری‌ها آن را ساخته‌اند مانند ویتامین B و K که در روده‌ی بزرگ ساخته می‌شوند و از طریق انتشار به خون می‌ریزند. باقیمانده‌ی مواد، مدفوع را به وجود می‌آورند.

تنظیم هورمونی و عصبی گوارش

اعمال دستگاه گوارش، به وسیله‌ی بعضی از هورمون‌ها و اعصاب کنترل و حرکات و ترشّحات لوله‌ی گوارش توسط اعصاب خودکار تنظیم می‌گردد. مثلاً ترشح اسید معده و یا بزاق در اثر یک واکنش عصبی است. بیش‌تر این مراکز در بصل‌النخاع قرار دارند. هورمون‌ها نیز در کنترل اعمال دستگاه گوارش نقش دارند. این هورمون‌ها در روده‌ی باریک ترشح می‌شوند و به خون می‌ریزند و سپس سبب ترشّح آنزیم‌های لوزالمعده، صفرا و افزایش یا کاهش حرکات لوله‌ی گوارش می‌شوند.

برخی از بیماری‌های دستگاه گوارش

سنگ صفرا: صفرا، دارای نمک‌های معدنی و کلسترول است. هنگامی که غلظت این مواد زیاد شود، رسوب می‌کند و کیسه‌ی صفرا سنگ می‌سازد که ممکن است مجرای صفراوی را مسدود کند. با توجه به این‌که صفرا نقش مهمی در گوارش چربی‌ها دارد، در این صورت، جذب چربی‌ها مختل می‌شود.

زخم معده: هرگاه موسین که سبب محافظت سطح داخلی معده می‌شود کاهش یابد، اسیدکلریدریک معده سبب زخم شدن مخاط معده می‌شود و زخم معده را به وجود می‌آورد.

یبوست و اسهال

یبوست، در اثر کُند شدن حرکات روده‌ی بزرگ بروز می‌کند و مدفوع به سختی دفع می‌شود. خوردن سلولز و موادغذایی حاوی آن مانند سبزیجات به دفع کمک می‌کند. اسهال، برعکس یبوست است. یعنی علت آن افزایش حرکات روده است که ممکن است منشأ عصبی و یا باکتریایی داشته باشد. از آن‌جا که به همراه مدفوع، آب و نمک‌ها نیز دفع می‌شوند، به هنگام بروز اسهال باید به پزشک مراجعه کرد و برای حفظ تعادلِ مایعات در بدن، مایعات بیش‌تری باید مصرف نمود.

غذا و فعالیت

شروع فعالیت، بلافاصله پس از صرف غذا درست نیست.

۱ــ انتشار تسهیل شده عبارت است از عمل انتشار که با واسطه‌ی ماده‌ی حامل اجرا می‌شود، یعنی ماده‌ای که به این روش انتقال می‌یابد بدون کمک پروتئین حامل نمی‌تواند از غشا عبور کند.

حداقل سه ساعت پس از صرف غذا می‌توان فعالیت را شروع کرد. در غیر این صورت چربی موجود در گردش خون باعث ایجاد لخته در خون می‌شود.

لازم به یادآوری است، به طور متوسط باید حدود ۵۵٪ انرژی موردنیاز روزانه یک ورزشکار از کربوهیدرات‌ها و حدود ۳۰٪ از چربی‌ها و حدود ۱۵٪ از پروتئین‌ها به‌دست آید تا برای ترمیم بافت‌های آسیب دیده و یا ساخت سلول‌های جدید مورد استفاده قرار گیرد.

خودآزمایی

۱ــ منظور از گوارش شیمیایی و مکانیکی چیست؟ شرح دهید.
۲ــ تغییرات شیمیایی موادغذایی را در دهان توضیح دهید.
۳ــ بلع چگونه صورت می‌گیرد؟
۴ــ چه موادی از دیواره‌ی معده ترشح می‌شود و اثر آن بر موادغذایی چیست؟
۵ــ راه‌های جذب مواد غذایی در روده‌ی باریک و نوع مواد جذبی را بنویسید.
۶ــ هورمون‌ها و اعصاب چه نقشی در حرکات لوله‌ی گوارش دارند؟
۷ــ علت بیماری زخم معده چیست؟
۸ــ رابطه‌ی بین غذا و فعالیت را توضیح دهید.

فصل نهم

فیزیولوژی دستگاه ادراری

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ هدف دستگاه ادراری را شرح دهد.

۲ــ ساختمان کلیه‌ها و نفرون را توضیح دهد.

۳ــ چگونگی تشکیل ادرار در نفرون را تعریف کند.

۴ــ پدیده‌ی تراوش را شرح دهد.

۵ــ پدیده‌ی بازجذب را توضیح دهد.

۶ــ ترشح را تعریف کند.

۷ــ عمل اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک را در دستگاه ادراری بیان کند.

۸ــ ترکیبات ادرار را توضیح دهد.

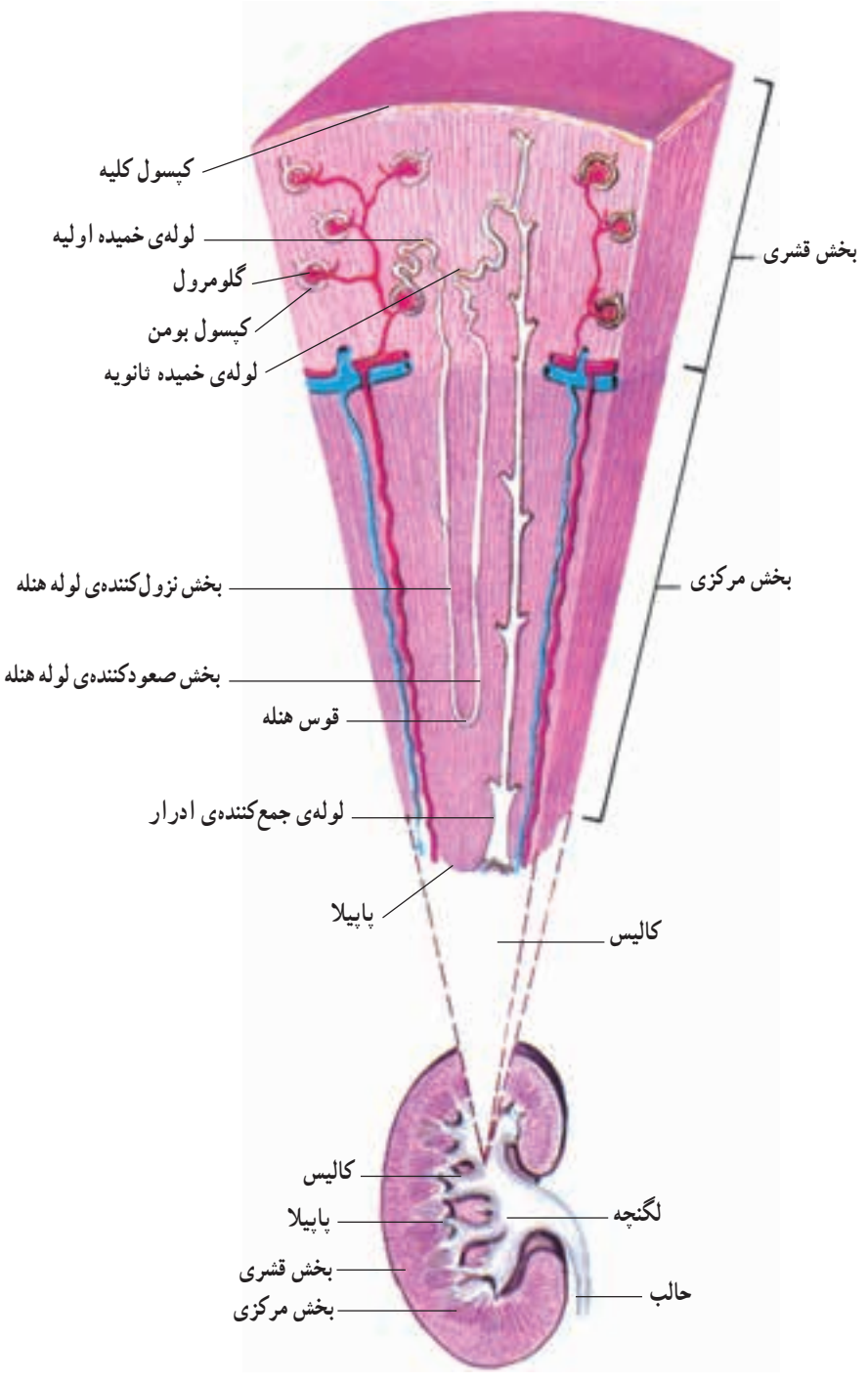
هدف دستگاه ادراری

دستگاه ادراری، مواد زاید و دفعی را از خون می‌گیرد و آب اضافی و مواد دفعی را به خارج می‌راند و سبب تعادل ترکیب شیمیایی خون و حفظ مایعات بدن و تشکیل ادرار می‌شود.

ساختمان کلیه‌ها

انسان دارای دو کلیه است که از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است. بخش مرکزی شامل قسمت‌های هرمی شکل است که قاعده‌ی هرم به طرف قشر کلیه و رأس آن (پاپیلا) به طرف لگنچه است. موی‌رگ‌های سرخ‌رگی و سیاه‌رگی هر یک از هرم‌ها را فراگرفته، بخش قشری بخش مرکزی را نیز دربرگرفته است.

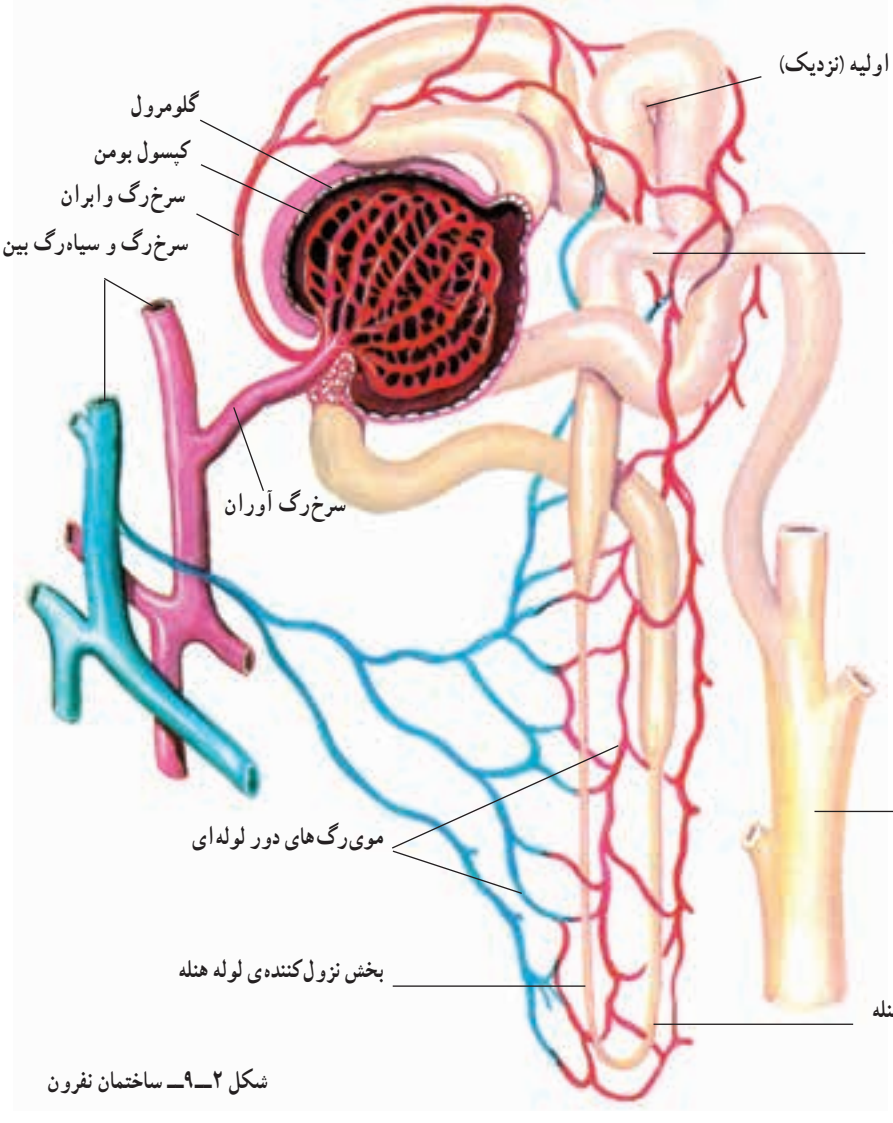
هرم‌ها را هرم‌های «مالپیگی» می‌نامند. کوچک‌ترین واحد ساختمانی کلیه‌ها نفرون است. شکل ۱ــ۹ ساختمان کلیه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ۹ــ ساختمان کلیه‌ها

نفرون

هر نفرون از یک لوله‌ی سربسته و ته باز تشکیل شده است که دیواره‌ی آن را یک لایه یاخته تشکیل می‌دهد. هر نفرون، سری به شکل قیف دارد، که «کپسول بومن» نامیده می‌شود و یک شبکه‌ی موی‌رگی به نام اولین شبکه‌ی موی‌رگی در آن وجود دارد. مجموع کپسول و شبکه را «دانه‌ی مالپیگی» می‌گویند. لوله‌ی نفرون دارای چند پیچ و خم کوتاه است که به بخش ابتدای آن «لوله‌ی نزدیک» می‌گویند و یک لوله‌ی U مانند به نام لوله‌ی هنله بخش دیگر آن است. دنباله‌ی لوله‌ی هنله، لوله‌ی پیچ در پیچی‌ست به نام «لوله‌ی پیچیده‌ی دور» که در نهایت به لوله‌ی جمع کننده‌ی ادرار ختم می‌شود (شکل۲ــ۹). از هر کلیه، لوله‌ای به نام «میزنای»، ادرار را جمع می‌کند و به مثانه می‌برد و پس از پر شدن در مثانه، از راه مجرای خروج ادرار دفع می‌شود. به‌هر یک از کلیه‌ها یک سرخ‌رگ وارد می‌شود که شاخه‌هایی را بین هرم‌ها می‌فرستد و در حد فاصل بخش قشری و مرکزی یک سرخ‌رگ قوسی می‌سازد که از آن رگ‌های شعاعی خارج می‌گردد و به سمت بخش قشری می‌رود، از رگ‌های شعاعی، سرخ‌رگ فرعی دیگری به نام سرخ‌رگ آورنده، به نفرون می‌رود، که در انتهای خود، یک کلاف موی‌رگی می‌سازد. رگی که به کپسول بومن می‌رسد دوباره بیرون می‌آید و دور لوله‌ی دور و نزدیک، شبکه‌ای سیاه‌رگی می‌سازد که به بیرون می‌رود.



شکل ۲ــ۹ــ ساختمان نفرون

ادرار

ادرار نتیجه‌ی سه پدیده است :

۱ــ تراوش

۲ــ بازجذب

۳ــ ترشح.

تراوش (تصفیه)[1]: در کپسول بومن صورت می‌گیرد که دیواره‌ی نفوذپذیر دارد. اغلب مواد ریز و محلول در آب از خون وارد آن می‌شوند و به علت نفوذپذیری دو دیواره‌ی رگ خونی و کپسول بومن چیزی شبیه پلاسمای خون به‌وجود می‌آید.

تراوش، نتیجه‌ی اختلاف فشار خون است. در اولین شبکه‌ی موی‌رگی درون کپسول بومن، فشار هیدرواستاتیک خون حدود ۵۰ تا ۶۰ میلی‌متر جیوه و فشار درون کپسول بومن حدود ۱۸ میلی‌متر جیوه است.

اختلاف این دو فشار (حدود ۳۲) باعث تراوش می‌شود و در نتیجه ملکول‌های ریز و محلول در آب به درون کپسول بومن وارد می‌شوند.

فشار تراوش به فشار خون کلیه‌ها بستگی دارد، هر چه خون سریع‌تر بگردد تراکم مواد کپسول بومن بیش‌تر می‌شود و در نتیجه بر میزان تراوش افزوده می‌شود. عصب سمپاتیک باعث تنگ شدن رگ و در نتیجه کم شدن ادرار می‌شود و عصب پاراسمپاتیک عکس این عمل را اجرا می‌کند.

بازجذب: اگر بازجذب متوقّف شود، ظرف نیم ساعت تمام آب بدن ما خارج می‌شود زیرا مقدار زیادی از مواد تراوش شده بازجذب می‌شوند. آب، بیش از همه و گلوکز به طور کامل بازجذب می‌شود. اسیدهای آمینه نیز بازجذب می‌شوند مگر این که فرد بیمار باشد و آلبومین وارد ادرار شود. بازجذب، نتیجه‌ی دو عامل است : یکی انتقال فعال و دیگر انتشار. موادی که از راه انتقال فعال بازجذب می‌شوند، گلوکز، سدیم، پتاسیم، کلسیم، فسفات و اسیدهای آمینه است. از طریق انتشار بازجذب در شبانه‌روز مقدار زیادی اسیدآمینه که برای ساخت حدود ۳۰ گرم پروتئین لازم است وارد کپسول بومن می‌شود که اگر بازجذب نشود، پروتئین بدن از بین می‌رود. از راه اسمز و انتشار، آب مهم‌ترین ماده‌ای‌ست که بازجذب می‌شود. وقتی بعضی از مواد از طریق انتقال فعّال وارد لوله‌های ادراری می‌شوند آب را به‌سبب نیروی اسمزی به سمت خود می‌کشند. بازجذب آب در لوله‌ی خمیده‌ی اولیه بیش‌تر است. ماده‌ی دیگر اوره است که مقداری از آن از طریق انتشار به خون برمی‌گردد.

ترشح: در این روش، ابتدا موادی از خون گرفته و سپس ترشّح می‌شوند. دوماده از این طریق وارد ادرار می‌گردد، که عکس عمل بازجذب است. یکی یون ئیدروژن (H^+) و دیگری (K^+) است که هر دو با انتقال فعال ترشح می‌شوند. ماده‌ی دیگری که با پدیده‌ی انتشار ترشح می‌شود، یون آمونیم است.

یادآوری: بیش‌ترین سهم در باز جذب و ترشح را قسمت اول نفرون بر عهده دارد و آخرین بخش، کم‌ترین نقش را دارد.

دفع و تخلیه‌ی ادرار

ادرار، قطره قطره به لگنچه می‌ریزد و به میزنای و از آن‌جا به مثانه وارد می‌شود. مثانه کم‌کم پر می‌شود. (دیواره‌ی مثانه قابلیت ارتجاعی دارد) وقتی مثانه پر شود، فشار داخل مثانه به صورت پلکانی بالا می‌رود. تخلیه‌ی ادرار با شل شدن اسفنکتر، که چند سانتی‌متر زیر مثانه قرار دارد، به طور ارادی صورت می‌گیرد. رفلکس تخلیه‌ی ادرار یک رفلکس نخاعی است و در شخص سالم تحت تأثیر قشر مخ قرار می‌گیرد.

نقش کلیه در تنظیم (pH) خون

تنظیم یون ئیدروژن یعنی تنظیم (pH) به‌عهده کلیه‌هاست. اگر H^+ در خون بالا رود، اسیدوز ایجاد می‌شود که باعث مرگ می‌گردد و اگر H^+ پایین رود باعث آلکالوز می‌شود. pH در فرد سالم ۷/۴ است. در تنظیم pH چند راه اهمیّت دارد :

۱ــ وجود بعضی مواد به نام تامپون که pH را در حد طبیعی حفظ می‌نمایند، مثل بی‌کربنات. ۲ــ گرفتن H^+ توسط کلیه‌ها و ایجاد ادرار اسیدی و کاهش اسیدوز. گاهی نیز باید حالت قلیایی از بین برود در نتیجه ادرار قلیایی‌تر و ترشح H^+ کم می‌شود.

۱ــ Filtration فیلتراسیون

نقش اعصاب

اعصاب سمپاتیک، حرکات دستگاه ادراری از جمله حرکات دودی میزنای را کم می‌کند و اعصاب پاراسمپاتیک، آن را افزایش می‌دهد.

ترکیبات ادرار

ترکیبات ادرار شامل آب، کلریدسدیم و سایر املاح، اوره و اسیداوریک و کراتی‌نین است.

برخی بیماری‌های دستگاه ادراری

سنگ کلیه و سنگ مثانه: هرگاه املاح ادراری در لگنچه رسوب نمایند، سنگ کلیه، که ممکن است درشت و یا ریز باشد، ایجاد می‌شود چنان‌چه رسوب در مثانه اتفاق افتد، سنگ مثانه به وجود می‌آید. دفع سنگ معمولاً با درد شدید همراه است. امروزه با روش‌های جدید سنگ‌های درشت را به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌کنند تا به‌راحتی دفع شود.

از کار افتادگی کلیه: گاهی به علت عفونت و التهاب کلیه، ممکن است یک و یا هر دو کلیه از کار بیفتد که سبب قطع ادرار می‌گردد و تجمع آن در خون سبب مرگ می‌شود. در این صورت فرد باید دیالیز شود، که در حقیقت کلیه‌ی مصنوعی است و یا تحت عمل جراحی قرار گیرد و کلیه‌ی فرد دیگری به او پیوند زده شود.

خودآزمایی

۱ــ هدف دستگاه ادراری چیست؟ توضیح دهید.
۲ــ ادرار چگونه تشکیل می‌شود؟ مراحل آن را توضیح دهید.
۳ــ پدیده‌ی، ترشّح را شرح دهید.
۴ــ ترکیبات ادرار را توضیح دهید.
۵ــ عمل اعصاب را در دستگاه ادراری بنویسید.
۶ــ از کار افتادگی کلیه چگونه اتفاق می‌افتد؟
۷ــ دفع و تخلیه ادرار چگونه عملی می‌شود؟
۸ــ سنگ کلیه و سنگ مثانه چگونه به وجود می‌آید؟

منابع

۱ــ باستان، شاپور : بیولوژی سلولی، ۱۳۶۶.

۲ــ بدوی، محمد : فیزیولوژی دستگاه گوارش، ۱۳۷۱.

۳ــ سندگل، حسین : فیزیولوژی انسانی، ۱۳۷۱.

۴ــ شادان، فرخ : اصول فیزیولوژی تنفس، ۱۳۶۹.

۵ــ شادان، فرخ : فیزیولوژی انسان، ۱۳۶۸.

۶ــ عزیزی، فریدون : فیزیولوژی غدد مترشح داخلی، ۱۳۶۶.

۷ــ فیزیولوژی گایتون، ۱۳۶۸.

۸ــ کلیات فیزیولوژی پزشکی، ۱۳۶۹.

9. Seeley , RodR. Anatomy and Physiology , 1989.

10. Schavf , charles. Human Physiology , 1990