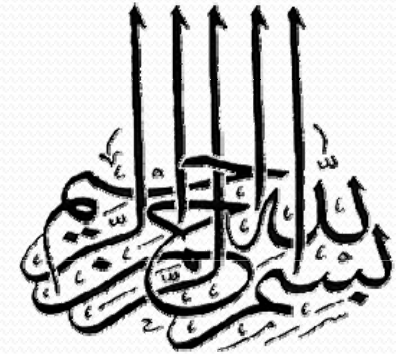


فيزيولوژی انسان

فیزیولوژی انسانی

فهرست عناوین



گفتار ۱ : نحوه ارتباط قلب و عروق در انتقال خون

گفتار ۲ : ساختمان میکروسکوپی عضله قلب

گفتار ۳ : تغذیه خونی قلب

گفتار ۴ : مشخصات عضله قلب

گفتار ۵ : دستگاه هدایت کننده قلب

گفتار ۶ : الکتروکاردیوگرام طبیعی

گفتار ۷ : سیکل قلبی

گفتار ۸ : صداهاى قلب

گفتار ۹ : برونده قلب

گفتار ۱۰ : قانون قلب استارلینگ

گفتار ۱۱ : تنظیم ضربانهای قلب

گفتار ۱۲ : رگهای خونی

گفتار ۱۳ : فشار خون

گفتار ۱۴ : نبض شریانی

گفتار ۱۵ : ساختمان خون

گفتار ۱۶ : گروههای خونی

بخش اول

فيزيولوژي سلول

هدف کلی

● آشنا شدن دانشجو با فیزیولوژی سلول

فهرست عناوین

گفتار ۱
ساختمان سلول و اعمال آن

گفتار ۲
ترکیب پروتوپلاسم

گفتار ۳
توزیع یونها بر غشای سلولی



- کلیات

- تعریف فیزیولوژی

- کالبدشناسی و فیزیولوژی که از اجزای علم زیست‌شناسی است در مورد بدن موجودات زنده بحث می‌کند. در کالبدشناسی ساختمان موجود زنده و دستگاه‌های مختلف آن مطالعه می‌شود و در فیزیولوژی اعمال موجود زنده را بررسی می‌کنند. این دو علم، علی‌رغم ویژگی‌های مربوط به خود، خیلی به هم مربوط‌اند. ساختمان بدن موجود زنده و عمل آن هماهنگ است و از هم قابل تفکیک نیست.

رابطه کالبد شناسی و فیزیولوژی با سایر علوم

کالبد شناسی و فیزیولوژی با سایر رشته‌های علوم ارتباط فراوان دارند، به‌ویژه با علم بافت‌شناسی. فیزیولوژی دانش مستقلی نیست، بلکه بر بسیاری از علوم دیگر اتکای فراوان دارد. داشتن اطلاعاتی از فیزیک برای درک عمل قلب و رگهای خونی و اعمال مکانیکی تنفس ضروری است. داشتن اطلاعاتی از شیمی برای کشف رازهای هضم و جذب و سوخت و ساز الزامی است. به کمک روانپزشکی بهتر می‌توان اعمال قسمت‌های مختلف دستگاه عصبی را درک کرد. پیشرفتهای دانش الکترونیک پیشرفته‌ها و اصلاحاتی را در دستگاههایی که برای اندازه‌گیری و ثبت تغییرات فیزیولوژیک لازم است به‌وجود آورده است. به هر حال، بهره‌گیری از دانستیهای سایر علوم موجب درک بهتر فیزیولوژی بدن شده است.

فیزیولوژی انسانی

موجود زنده، از باکتری گرفته تا انسان که دارای پیچیده‌ترین ساختمان بدنی است، دارای ویژگیهای عملی مخصوص به خود است. تنوع و اختلاف عمل این موجودات دانش فیزیولوژی را به شعب چندی مانند فیزیولوژی سلولی، فیزیولوژی گیاهی، فیزیولوژی انسانی و شعبات بسیار دیگر تقسیم کرده است.

سلول

- واحد زنده اصلی بدن سلول است.
- هر نوع سلول برای انجام کار به خصوصی تخصص پیدا کرده است. مثلاً گویچه‌های سرخ خون مختص انتقال اکسیژن از ریه به بافت‌هاست.
- اگر چه سلول‌های متعدد بدن اختلاف بارزی با یکدیگر دارند، کلیه سلول‌ها از نظر پاره‌ای از مشخصات پایه‌ای مشابه‌اند. مثلاً، اکسیژن در کلیه سلول‌ها با کربوهیدرات، چربی و پروتئین ترکیب می‌شود و انرژی مورد نیاز برای کار سلولی را آزاد می‌کند.
- تقریباً، کلیه سلول‌ها قابلیت تولید مثل دارند و هرگاه پاره‌ای از سلول‌های یکی از انواع بافت‌ها به دلایلی منهدم شوند، سلول‌های باقیمانده تا مرحله‌ای که تعداد سلول‌ها به میزان اولیه برسد بارها و بارها تقسیم می‌شوند.

تعریف بافت، دستگاه و تعادل حیاتی

مجموعه‌ای مشابه از سلول‌های دارای وظیفه مشترک را «بافت» می‌نامند. اجتماعی از بافت‌های معین و همکار با یکدیگر «اندام» معینی را به وجود می‌آورد. و بالاخره از مجموع چند اندام «دستگاه» ویژه‌ای به وجود می‌آید. مانند دستگاه گردش خون، دستگاه تنفس و

همه‌پیکری و عملکرد مشترک دستگاه‌های بدن با یکدیگر سبب کار منظم و سیستماتیک بدن می‌شود که اصطلاحاً آن را «تعادل حیاتی» نامگذاری کرده‌اند. به هم خوردن این تعادل و همه‌پیکری دستگاه‌ها موجب بیماری و در خاتمه مرگ خواهد شد.

گفتار ۱

ساختمان سلول و اعمال آن

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید اجزای ساختمانی سلول را مشخص کنید و ویژگیهای ساختمانی و عمل هر کدام را توضیح دهید.

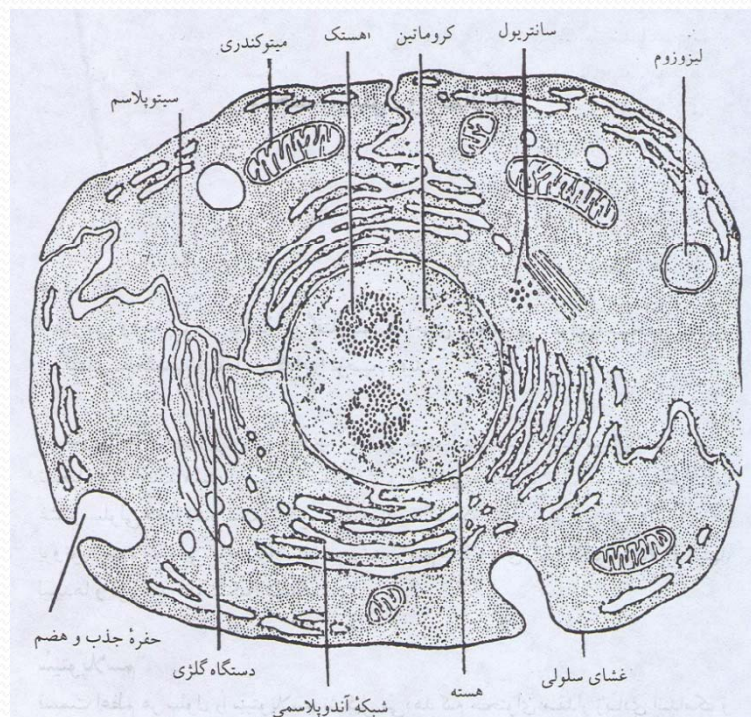
هر سلول از دو بخش اصلی سیتوپلاسم و هسته تشکیل شده است. هسته از سیتوپلاسم با غشای هسته‌ای و سیتوپلاسم از مایعات اطراف با غشای سلولی مجزا شده است (شکل ۱-۱). مواد مختلفی که سلول را تشکیل می‌دهند روی هم پروتوپلاسم نامیده می‌شوند. پروتوپلاسم بیشتر از پنج ماده پایه‌ای، آب، الکترولیتها، پروتئینها، لیپیدها و کربوهیدراتها تشکیل شده است.

سیتوپلاسم

قسمت اعظم هر سلول را سیتوپلاسم تشکیل می‌دهد که محتوای مقدار زیادی اندامک و انکلوزیون است. اندامکها، اجزای زنده سلولها و عبارت‌اند از:

۱. ریبوزومها

ریبوزومها اجزای بسیار ریزی‌اند که در ساختمان آنها پروتئین زیادی دیده می‌شود. سنتز پروتئین در ریبوزومها طبق دستورالعملهایی که از هسته سلول می‌آید صورت می‌گیرد. ریبوزومها ممکن است در سیتوپلاسم آزاد باشند و یا به شبکه درون - پلاسمی بچسبند. ریبوزومهای چسبیده پروتئینهایی را نیز که برای صدور به جاهای دیگرند می‌سازند. ریبوزومهای آزاد پروتئینهایی را می‌سازند که از آنها در همان سلولی که در آن تشکیل شده‌اند استفاده می‌شود. ریبوزومها غالباً به یکدیگر جوش می‌خورند و ساختارهای بزرگتری موسوم به «پلی ریبوزوم» تشکیل می‌دهند.



۲. رتیلولوم آندوپلاسمیک

این بخش از سیتوپلاسم مشابه غشای سلول است و شبکه تور مانند‌ی تشکیل می‌دهد. رتیلولوم آندوپلاسمیک مجموعه‌ای از حفره‌ها و مجراهایی است که فضای سلولی را در نقاط مختلف اشغال می‌کند و قسمت‌های مختلف سلول را به یکدیگر ارتباط می‌دهد و با غشای هسته و محیط خارج سلول نیز ارتباط دارد. این شبکه تور مانند وظیفه انتقال مواد و انتشار تحریک را در داخل سیتوپلاسم عهده‌دار است.

۳. میتوکندری

این اندامک در سیتوپلاسم تمام سلولها وجود دارد، اما تعداد آن در هر سلول بسته به مقدار انرژی موردنیاز آن تغییر می‌کند. میتوکندریها جزو تشکیلات غشایی‌اند و خود از دو غشا تشکیل شده‌اند. چین‌هایی از غشای داخل به صورت قفسه‌هایی به درون میتوکندریها پیش می‌رود. این چین‌ها، که منظره‌ای شبیه آج ته کفش ایجاد می‌کند، تیغه‌های میتوکندری نامیده شده‌اند. میتوکندریها را نیروگاه سلول نیز می‌نامند، زیرا تولید انرژی سلولی به عهده آنهاست.



۴. دستگاه گلژی

این دستگاه از کیسه‌های کوچکی تشکیل شده که مواد ساخته شده در رتیلولوم آندوپلاسمیک به داخل آنها راه یافته و پس از تغییراتی برای برآوردن نیازهای دیگر سلول در آنجا انباشته می‌شود. مواد به این روش از رتیلولوم آندوپلاسمیک به دستگاه گلژی انتقال داده می‌شوند، بدین ترتیب که نخست «وزیکولهای انتقال‌دهنده» کوچک به‌طور مداوم از رتیلولوم آندوپلاسمیک کنده می‌شوند و سپس به سرعت با دستگاه گلژی جوش می‌خورند. دستگاه گلژی در سلولهای ترشحی همیشه بین هسته و سطح سلول یافت می‌شود و بسیار مشخص است.

۵. لیزوزوم

این اندامک کوچکتر از میتوکندری و در سطح سیتوپلاسم پراکنده است. لیزوزومها که دارای بیش از ده آنزیم قوی‌اند یک سیستم گوارشی داخل سلولی ایجاد می‌کنند. این سیستم به سلول اجازه می‌دهد مواد خارج سلولی را که وارد آن می‌شود و نیز مواد داخل سلولی از قبیل میتوکندری خرد شده را هضم کند. هرگاه لیزوزومها از محیط سر بسته خود خارج شوند تمام سلول را از بین خواهند برد. به همین دلیل، آنها را «سیتولیزوزوم» نیز می‌نامند.

۶. سانتریول

این اندامک توده غلیظ و متراکمی از سیتوپلاسم است که به صورت یک جفت جسم کوچک استوانه‌ای شکل از استوانه‌های کوچکتری تشکیل شده است. این اجزا در مجاورت هسته قرار دارند و نسبت به یکدیگر زاویه ۹۰ درجه می‌سازند. سانتریولها در تقسیم سلولی نقش مهمی به عهده دارند.

۷. انکلوژیونها

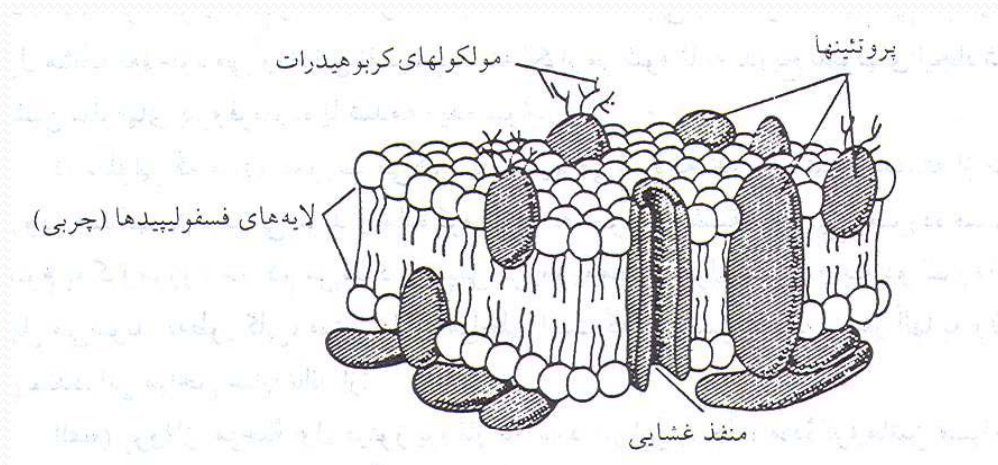
انکلوژیونهای سیتوپلاسمی از اجزای اصلی سلولی نیستند، بلکه در واقع مستأجرهای موقتی‌اند. انکلوژیونها بیشتر شامل غذاهای ذخیره شده از قبیل گلیکوژن در سلولهای کبدی و عضلانی و یا چربی در بافت چربی هستند.

غشای سلول

غشای سلول از سه لایه تشکیل می‌شود که دو تا از آنها تیره‌اند و لایه میانی روشن است. لایه‌های تیره داخلی و خارجی از پروتئینهای کروی شکل تشکیل شده‌اند. این پروتئینها که به پروتئینهای محیطی معروفند فقط به سطح غشا می‌چسبند و در غشا نفوذ نمی‌کنند. این پروتئینهای محیطی تقریباً کاملاً به صورت آنزیم عمل می‌کنند، پروتئینهای دیگری هستند که در تمام ضخامت غشا نفوذ می‌کنند و پروتئینهای سرتاسری نامیده می‌شوند. این دسته پروتئینها کانالهای ساخته شده‌ای (منافذی) ایجاد می‌کنند که از طریق آنها آب و مواد محلول در آب، به ویژه یونها، می‌توانند بین مایع خارج سلولی و داخل سلولی انتشار یابند.

جنس لایه دو طبقه روشن میانی به‌طور کامل از فسفولیپید و کلسترول است. یک بخش از مولکولهای فسفولیپید و کلسترول در آب محلول و متوجه خارج‌اند یعنی آب دوست‌اند یا به آب گرایش دارند. این مولکولها چندان محکم به پروتئینهای محیطی نچسبیده‌اند. بخش دیگری از مولکولها فقط در چربیها محلول‌اند، یعنی آب گریزند.

میان رتیکولوم آندوپلاسمیک و غشای سطحی سلول ارتباط مستقیمی وجود دارد. در حقیقت، رتیکولوم آندوپلاسمیک ادامه غشای سطحی سلول است.



شکل ۳.۱ ساختمان غشای سلول

هسته سلول

بزرگترین و واضحترین جزء سلول که به صورت شفاف قابل رؤیت است هسته است. هسته سلول با غشای نازک هسته‌ای از سیتوپلاسم جدا می‌شود. در داخل هسته یک یا دو جسم کروی و دانه مانند به نام هستک وجود دارد که در داخل شیره هسته (نوکلئوپلاسم) غوطه‌ور است. علاوه بر آن، شبکه تورمانندی از رشته‌های باریک دیده می‌شود که به آن شبکه کروماتین گفته می‌شود. در هنگام تقسیم سلولی، این رشته‌ها از یکدیگر تفکیک می‌شوند و به صورت رشته‌های باریک و بلندی که ابتدا و انتهای آنها مشخص است درمی‌آیند. به این رشته‌ها کروموزوم می‌گویند. کروموزومها به منزله وسیله نقلیه‌ای اند که مشخصات وراثتی را عیناً از سلولی به سلول دیگر منتقل می‌کنند.

در انسان تعداد کروموزومها ۲۳ جفت یا ۴۶ عدد است. این تعداد در تمام سلولهای بدن ثابت است. یک جفت از این کروموزومها را که ناقل صفات مربوط به جنس (زن یا مرد) است کروموزومهای جنسی می‌نامند.

اعمال هسته

هسته مرکز کنترل سلول است. هسته هم کنترل واکنشهای شیمیایی را که در سلول انجام می‌شوند و هم تولیدمثل را به عهده دارند.

تقسیم سلولی

رشد و نمو هر سلول محدود است و بعد از آنکه تا حد معینی رشد کرد تقسیم می‌شود و دو سلول مشابه به وجود می‌آورد. این تقسیم پیوسته تکرار می‌شود تا به تدریج سلولهای ایجاد شده جانشین سلولهای پیروفرسوده یا صدمه دیده شوند.

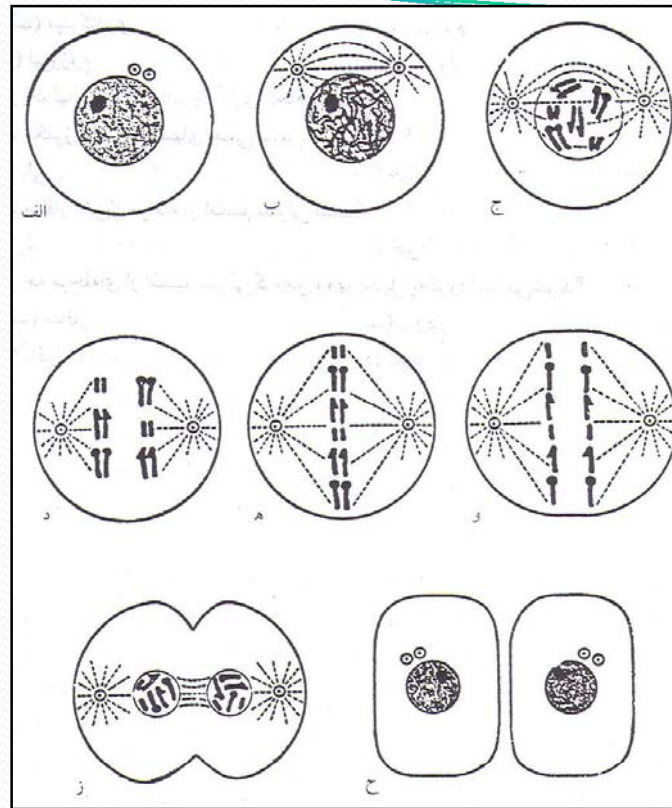
در سلولی که میتوز صورت می‌گیرد یا تقسیم می‌شود به تدریج غشای هسته از بین می‌رود، هستکها ناپدید می‌شوند و ماده کروماتین به صورت رشته‌های پیچ خورده فشرده موسوم به کروموزوم متراکم می‌شود و سپس کروموزومها از طول تقسیم و به دو کروماتید تبدیل می‌شوند. به طور کلی، میتوز دارای مراحل است که تغییرات سلولی در آنها به وقوع می‌پیوندد. این مراحل عبارت‌اند از:

(پروفاز: مرحله اول میتوز پروفاز نام دارد. در این مرحله، ماده کروماتین متراکم می‌شود و کروموزومها را پدید می‌آورد. سپس کروموزومها تبدیل به کروماتید می‌شوند. سانتیریولها در اوایل میتوز تکثیر می‌یابند و دو زوج سانتیریول حاصل شروع به حرکت در دو جهت مخالف می‌کنند. در انتهای مرحله پروفاز هستکها ناپدید می‌گردد و غشای هسته‌ای یا به کلی از بین می‌رود یا تراوا می‌شود، به نحوی که نوکلئوپلاسم از داخل هسته خارج می‌شود. (شکل ۱-۴ ب، ج و د).

الف) متافاز: مرحله دوم تقسیم سلولی متافاز نامیده می‌شود. در این مرحله به تدریج که سانتیولها از یکدیگر جدا می‌شوند و هر یک به یکی از دو قطب سلول می‌روند لوله‌هایی تشکیل می‌دهند که هر یک از آنها به صورت شعاعی خارج می‌شود. به شکل دوک درمی‌آید. کروماتیدها از محل اتصالشان به یکدیگر، یعنی از سانترومرها، به این دوکها می‌چسبند (شکل ۱-۴ - ح).

ج) آنافاز: در این مرحله سانترومرها مجزا می‌شوند و لوله‌های دوک مانند کروماتیدها را، که در استوای دوک متمرکز بودند، به سوی قطبهای مخالف می‌کشند در نتیجه، سلول طویل می‌شود. در انتهای مرحله آنافاز کروماتیدهای منتقل شده به هر قطب مجدداً به یکدیگر متصل می‌شوند و کروموزومها را تشکیل می‌دهند. سپس، سانتیولها مجدداً ظاهر می‌شوند. در این مرحله سلول برای زمان کوتاهی دارای ۹۲ کروموزوم می‌شود (شکل ۱-۴ و).

د) تلوفاز: آخرین مرحله میتوز است. در این مرحله کروموزومها حالت مشخص خود را از دست می‌دهند و به رشته‌های کروماتین مبدل می‌شوند و رشته دوک به کلی از بین می‌رود. سیتوپلاسم سلول در ناحیه وسط فرو رفتگی پیدا می‌کند و بالاخره سلول به دو سلول جدید تقسیم می‌شود و هستکها مجدداً تشکیل می‌شوند و غشای هسته‌ای ظاهر می‌گردد. (شکل ۱-۴ ز و ح).



شکل ۱-۲ الف و ح ، سلول در حال استراحت و بدون میتوز، ب، ج، د، پروفاز، هـ، متافاز، و، آنافاز، ز، تنگ شدن در وسط سلول، ح، تقسیم کامل شده.

گفتار ۲

ترکیب پروتوپلاسم

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید عناصر و اجزای شیمیایی تشکیل دهنده پروتوپلاسم را مشخص کنید و نقش هر یک را در فعالیتهای بدن موجود زنده توضیح دهید.

عناصر تشکیل دهنده پروتوپلاسم عبارت‌اند از:

آب و مواد معدنی (که تحت عنوان مواد غیرآلی طبقه‌بندی شده‌اند و ارزش انرژی‌زایی ندارند) و پروتئینها، لیپیدها و کربوهیدراتها (که به موادآلی معروفند و از اکسیداسیون آنها در حضور اکسیژن انرژی تولید می‌شود).

جدول ۱-۱ ترکیب بدن انسان به‌طور کامل

جدول ۲-۱ ترکیب عنصری بدن انسان

اهمیت اجزای مختلف پروتوپلاسم

آب

آب بیشترین و مهمترین جزء تشکیل دهنده پروتوپلاسم است که غلظت آن در سلولها بین ۶۵ تا ۸۵ درصد تغییر می کند. زندگی بدون آب فقط برای چند روز می تواند ادامه یابد.

آب اجزای مختلف پروتوپلاسم را به حالت محلول نگاه می دارد، واکنشهای شیمیایی که در سلولها حادث می شوند احتیاج به وجود آب دارند. ماهیت سیال آب به مواد معلق اجازه می دهد تا به قسمتهای مختلف سلول جریان و انتشار یابند و از این راه انتقال مواد از یک قسمت به قسمت دیگر سلول را تأمین می کند. بسیاری از مواد در آب یونیزه می شوند، مانند کلرورسدیم که در آب به یونهای دارای بار مثبت و یونهای که دارای بار منفی است، تقسیم می شوند.

این قبیل مواد را الکترولیت می نامند و بسته به یونی که در آب ایجاد می کنند به اسیدها، بازها (مواد قلیایی) و نمکها تقسیم می شوند که هر یک در ماده زنده نقش مهمی دارند.

نمکهای غیرآلی (معدنی)

نمکهای معدنی زیادی در بدن یافت می‌شوند و در سلولها و مایعات بدن (خون، مایع میان بافتی و لنف) وجود دارند. کلروورهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از همه فراوانتر و با اهمیت‌ترند. در حالی که مقدار نمکهای دیگر بسیار کم است. یونهای سدیم و کلر به غلظتهای زیادتر از یونهای دیگر در مایعات خارج سلولی و برعکس در داخل سلولها یونهای پتاسیم و فسفات از سایر یونها فراوانترند.

نمکهای معدنی برای نگهداری کیفیت اسمزی مناسب (حرکت آب از میان غشا) و تعادل اسیدی، بازی، انعقاد خون (که احتیاج به کلسیم دارد)، تشکیل استخوانها (کلسیم و فسفر)، تشکیل ترشح داخلی غده تیروئید (ید)، حمل اکسیژن و دی‌اکسید کربن (آهن در هموگلوبین گویچه‌های سرخ) ضروری‌اند.

پروتئینها

در بیشتر سلولها، فراوانترین ماده بعد از آب پروتئینهاست که به طور طبیعی ۱۰ تا ۲۰ درصد توده سلولی را تشکیل می دهند. از لحاظ تولید انرژی چندان اهمیتی ندارند، ولیکن منشأ آنزیمها و هورمونهای ساخته شده در سلولها هستند. نمو بافتهای جدید و ترمیم بافتهای پیروفرسوده بستگی به وجود پروتئین دارد. کودکان در حال رشد، زنان حامله و شیرده و افراد مسن و بیمارانی که تحت عمل جراحی قرار گرفته اند در رژیم غذایی خود نسبت به یک فرد جوان سالم بالغ به پروتئین بیشتری احتیاج دارند.

لیپیدها

چربیها و مواد خویشاوند آنها را روی هم لیپیدها می نامند. مهمترین لیپیدها در بیشتر سلولها فسفولیپید و کلسترول اند که حدود ۲ درصد توده کل سلولی را تشکیل می دهند. علاوه بر فسفولیپید و کلسترول، برخی سلولها محتوی مقادیر زیادی تری گلیسریدند که چربی خنثی نیز نامیده می شوند. در سلولهای موسوم به «سلولهای چربی» تری گلیسرید تا ۹۵ درصد توده سلولی را تشکیل می دهد و این چربی نمودار انبار اصلی مواد غذایی انرژی دهنده بدن است. بافت چربی موجود در زیر پوست نه فقط منبع ذخیره غذایی است، بلکه همچون عایق از اتلاف حرارت بدن جلوگیری می کند. علاوه بر این، لیپیدها به علت حمل ویتامینهای محلول در چربی از اهمیت ویژه ای برخوردارند.

کربوهیدراتها

کربوهیدراتها به طور کلی عمل ساختمانی بسیار اندکی در سلول دارند، اما در تغذیه سلول نقش مهمی را بازی می کنند. کربوهیدراتها به سهولت اکسیده می شوند و سهل الوصول ترین منبع انرژی اند. گلوکز که قند موجود در خون است برای بدن انسان به همان اندازه اکسیژن ضروری است. هرگاه غلظت قند خون پایین بیاید، انسان دچار تشنج می شود و اگر غلظت آن بسیار کم شود، اغما پیش می آید. اعمال حیاتی بدن چون هدایت پیامهای عصبی، انقباض عضلانی، فعل و انفعالات شیمیایی و صدها عمل دیگر همه احتیاج به انرژی حاصل از موادقندی دارند.

گفتار ۳

توزیع یونها بر غشای سلولی

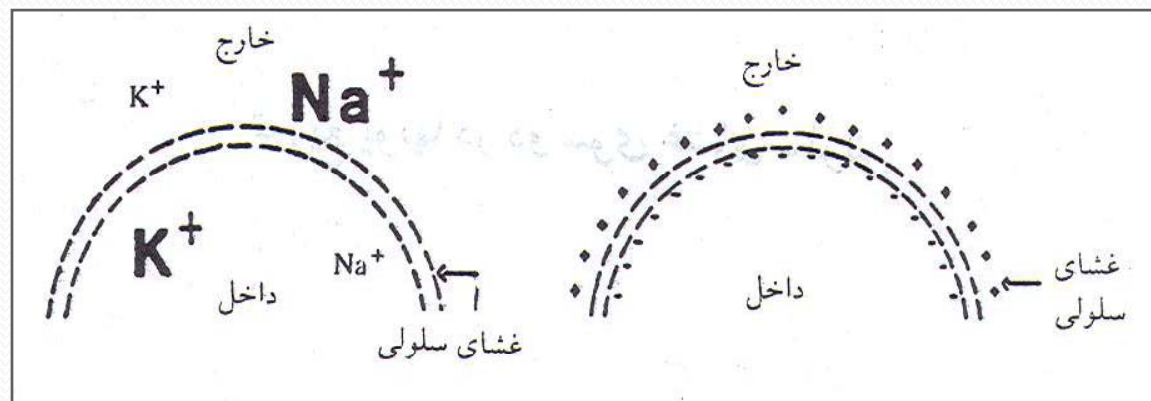
هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید.

۱. علت اختلاف پتانسیل دو سوی غشای سلول را توضیح دهید.
۲. پتانسیل عمل را تعریف کنید.
۳. پدیده اسمز و پدیده انتشار را که دو پدیده انتقال مواد در دو سوی غشای سلولی‌اند با ذکر یک مثال توضیح دهید.

غشای سلولی غشایی نیمه تراواست که بسیار انتخابی عمل می کند. قابلیت نفوذ انتخابی غشای سلولی توزیع یونها را بر کناره های داخلی و خارجی سلول تحریک پذیر زنده تعیین می کند و این توزیع یونها چندین خاصیت به سلول می دهد که مهمترین آنها «تولید پتانسیل عمل» است.

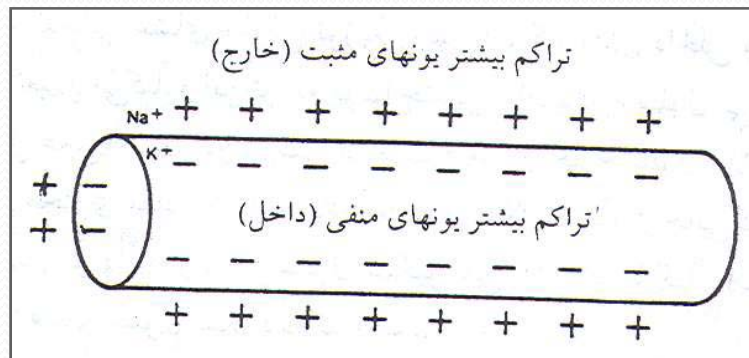
زیادتر بودن یونهای سدیم در خارج غشا نسبت به داخل آن به عدم تعادل شیمیایی می انجامد و چون هر چیزی در طبیعت در جستجوی رسیدن به حال تعادل است، یونهای سدیم به طرف داخل سلول کشیده می شوند و یونهای پتاسیم به طرف خارج آن. اما نفوذپذیری انتخابی غشای سلول، یونها را به هنگامی که سلول در حال استراحت است در همان وضعیتی که در شکل ۵ نشان داده شده است نگاه می دارد.



شکل ۵-۱ توزیع یونها و بار الکتریکی در داخل و خارج غشای سلول در حال استراحت. غلظت زیاد یونهای سدیم در ناحیه خارج غشای سلول و غلظت زیاد یونهای پتاسیم در داخل سلول دیده می شود. خارج یک غشای در حال استراحت حاصل بار مثبت و داخل آن حاصل بار منفی است.

پتانسیل عمل

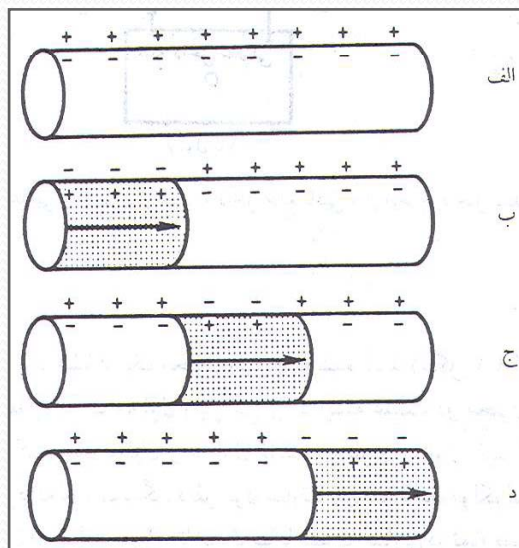
علاوه بر عدم توازن یونها در دو سوی غشای سلول، اختلاف دیگری بین داخل و خارج سلول وجود دارد که همان اختلاف بار الکتریکی است. قسمت خارجی غشا دارای بار مثبت و قسمت داخلی آن دارای بار منفی است (شکل ۶-۱).



- شکل ۶-۱ اختلاف بار الکتریکی در دو سوی غشا را نشان می‌دهد.

هنگامی که این اختلاف پتانسیل در یک سلول در حال استراحت اندازه‌گیری می‌شود، آن را پتانسیل استراحت می‌نامند (شکل ۷-۱ الف).

هنگامی که سلول تحریک‌پذیر تحریک می‌شود، نفوذپذیری آن تغییر می‌یابد تا اجازه دهد یونهای سدیم وارد و یونهای پتاسیم از آن خارج شوند، در نتیجه این عمل، بارهای الکتریکی به‌طور موقتی معکوس می‌شوند. در این زمان خارج غشا نسبت به داخل سلول منفی می‌گردد. فعالیت الکتریکی در ناحیه غشا دپولاریزه می‌شود و تولید پتانسیل عمل می‌کند. (شکل ۷-۱ ب، ج و د).

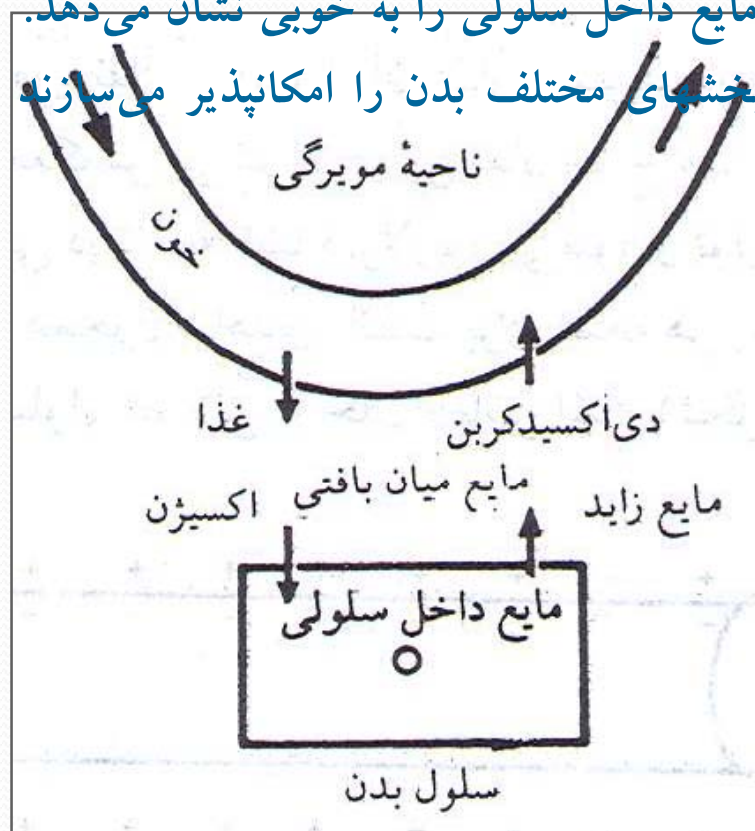


(. غشاست شکل ۷-۱ تغییر یونها در دو سوی غشا که نشان‌دهنده فعالیت (دپولاریزه شدن

انتقال مواد بین دو سوی غشای سلولی

مایع داخل سلولی کاملاً با مایع خارج سلولی تفاوت دارد. مایع خارج سلولی هم شامل مایع موجود در فضاهای بین بافتی و هم شامل پلاسمای خون است که به آزادی از طریق جدار مویرگها با مایع بافتی مخلوط می‌شود. مایع خارج سلولی مواد غذایی و سایر مواد لازم برای عمل سلولی را برای سلولها تأمین می‌کند. اما این مواد برای اینکه برای سلولها قابل استفاده شوند باید از غشا عبور کنند. شکل ۸-۱ نحوه انتقال مواد بین جدار مویرگی، مایع میان بافتی و مایع داخل سلولی را به خوبی نشان می‌دهد.

دو مکانیزم انتقال عمومی تر که حرکت مواد بین بخشهای مختلف بدن را امکانپذیر می‌سازند عبارت‌اند از: انتشار و اسمز.

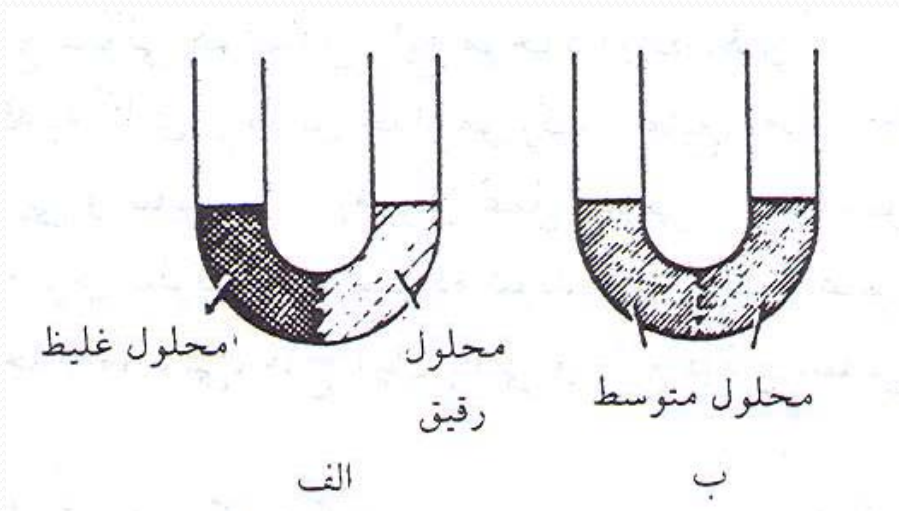


شکل ۸-۱ مواد غذایی و اکسیژن از خون به داخل مایع بافتی و از آنجا به داخل سلولها انتشار می‌یابند.

پدیده انتشار

هرگاه محلول غلیظی با یک غشا از یک محلول رقیق جدا شده باشد (شکل ۹-۱ الف)، ماده حل شده از محلول غلیظ به طرف محلول رقیق می‌رود تا اینکه غلظت محلول دو برابر شود (شکل ۹-۱ ب). این حرکت ماده محلول از محلول غلیظتر به طرف محلول رقیقتر «انتشار یا دیفوزیون» نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، دیفوزیون عبارت از پخش شدن مولکولهای یک گاز یا مایع است. این عمل آن قدر ادامه می‌یابد تا مولکولها با غلظت مساوی در تمام فضای موجود توزیع شوند.

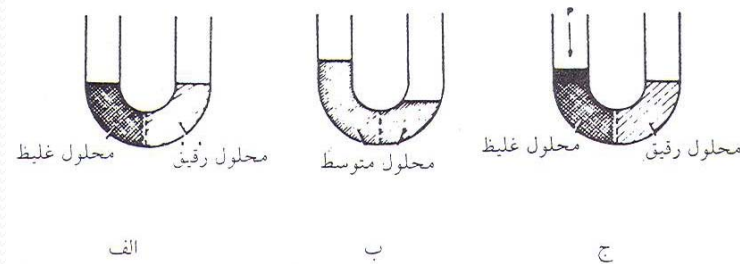
این عامل در نگهداری تعادل مناسب مواد در خون و مایع میان بافتی و سلولها اهمیت دارد.



شکل ۹-۱ انتشار یا دیفوزیون

پدیده اسمز

هرگاه محلول غلیظی از یک محلول رقیقتر با غشایی جدا باشد و این غشا از عبور مولکولهای ماده محلول جلوگیری کند (شکل ۱-۱۰ الف)، آب در جهت معکوس حرکت می‌کند تا غلظت دو محیط برابر شود (شکل ۱-۱۰ ب). این حرکت آب از محلول رقیقتر به طرف محلول غلیظتر را «اسمز» می‌نامند. از این حرکت آب می‌توان با وارد کردن یک فشار مخالف بر روی محلول غلیظتر جلوگیری کرد (شکل ۱-۱۰ ج). فشار لازم برای جلوگیری از مکیدن آب توسط محلول غلیظتر از محلول رقیقتر را «فشار اسمزی» می‌نامند. این فشار برحسب میلیمتر جیوه اندازه‌گیری می‌شود.

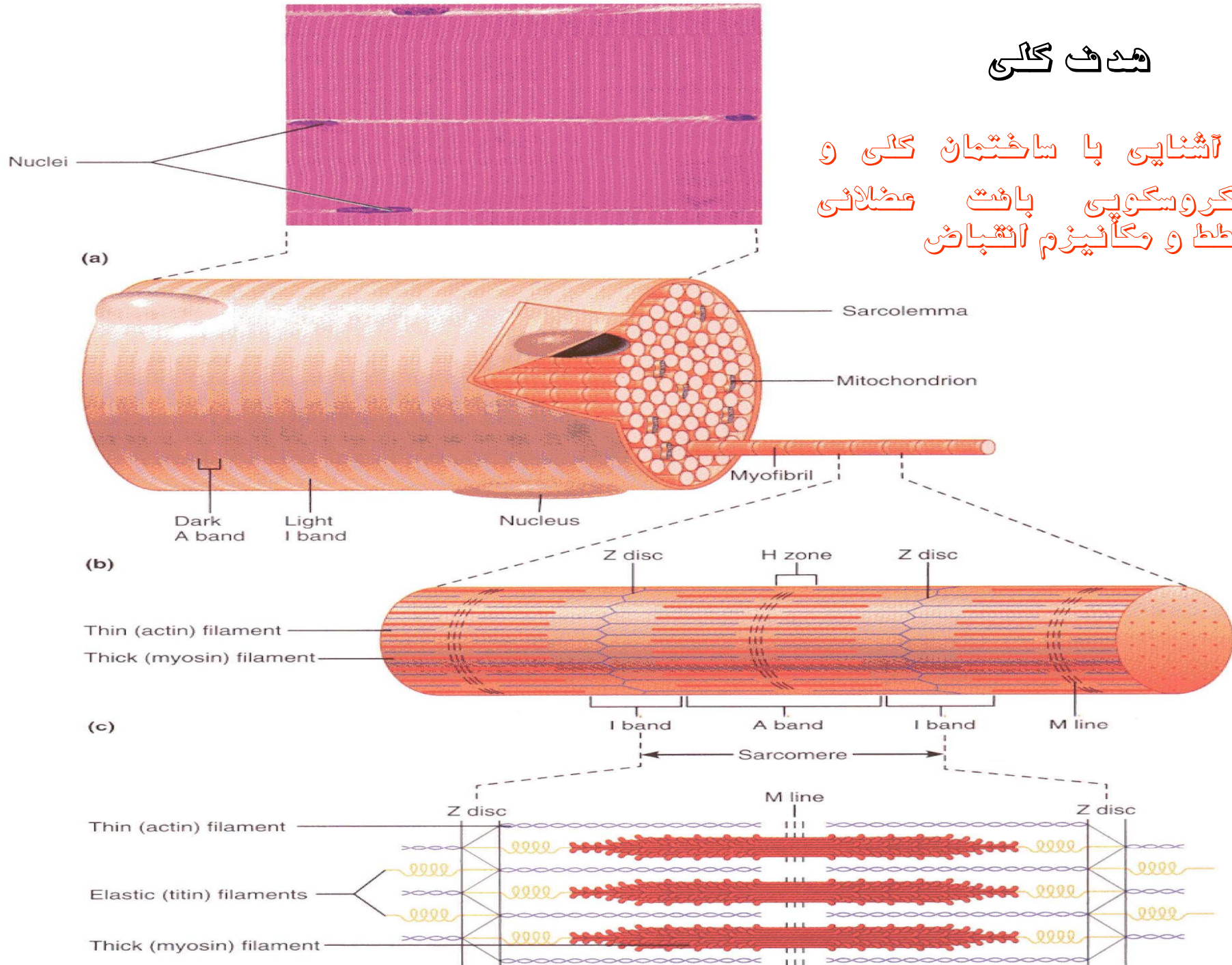


بخش دوم

فیزیولوژی بافت عضلانی

هدف کلی

آشنایی با ساختمان کلی و
میکروسکوپی بافت عضلانی
مخطط و مگانیزم انقباض



فهرست عناوین

گفتار ۱
(شکل و ساختمان عضله اسکلتی)

گفتار ۲
بررسی ساختمان یک تار عضلانی

گفتار ۳
عمل عضلات اسکلتی

گفتار ۴
عصب‌گیری عضلات



عضلات به طور کلی به سه نوع اسکلتی، قلبی و صاف تقسیم می شوند.

- انقباض عضله اسکلتی که به استخوانها چسبیده است باعث حرکت اسکلت می شود.
- عضله قلب به طور ریتمیک منقبض می شود و مانند پمپی برای حرکت دادن خون در دستگاه قلبی عروقی عمل می کند.
- انقباض عضله صاف یا احشایی به حرکت مواد در داخل بدن از قبیل پیش راندن غذا در لوله گوارشی می انجامد.

گفتار ۱

(شکل و ساختمان عضله اسکلتی)

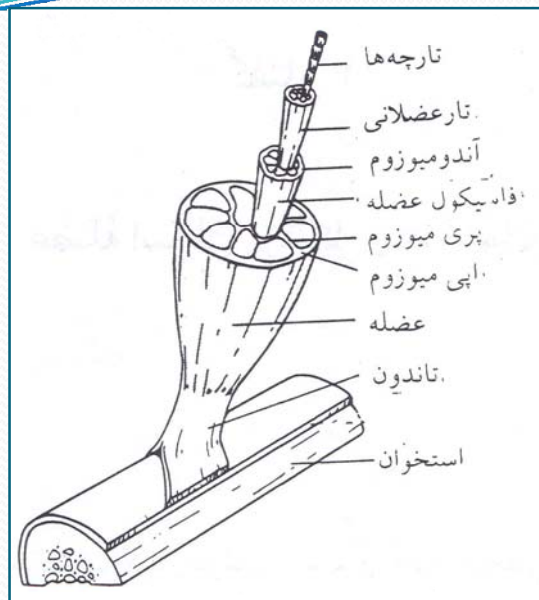
هدف

انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید ساختمان عضله اسکلتی را تشریح کنید.

عضلات اسکلتی ۴۰ درصد وزن بدن را و عضلات صاف و عضله قلب تقریباً ۳ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهند. عضلات اسکلتی از هزاران تار قابل انقباض تشکیل شده که به‌طور موازی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند.

غلافهایی از بافت همبند (پیوندی) تارهای قابل انقباض عضلانی را احاطه کرده‌اند. بخشی از این بافت که یک تار عضلانی را می‌پوشاند به نام «آندومیوزوم» نامیده می‌شود. درست در طرف داخل و چسبیده به این غلاف، غشای نازک دارای خاصیت ارتجاعی تار عضلانی را دربرمی‌گیرد. این غشا «سارکولما» خوانده می‌شود. درون یاخته عضلانی از پروتوپلاسم ویژه‌ای به نام سارکوپلاسم اشغال شده است. یاخته‌های عضلانی (تارها) نیز در کنار هم قرار گرفته‌اند تا دسته تار عضلانی یا «فاسیکول» را به‌وجود آورند. این دسته تارها شامل تعداد نابرابری تار عضلانی‌اند که بافت همبند مشخصی به نام «پری میوزوم» آنها را به هم پیوند می‌دهد.

با مطالعه یک عضله کامل (یا دسته تارهای عضلانی)، پی خواهیم برد که بافت همبند دیگری به نام «اپی میوزوم» در طرف خارج آن را پوشانده است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ قسمت‌های تشکیل دهنده عضله اسکلتی

ادامهٔ بافت‌های همبند به موازات تارهای عضلانی در انتهای عضله به شکل محکم و فشرده‌ای به یکدیگر می‌چسبند که تشکیل «تاندون» را می‌دهند. تاندونها به لایهٔ خارجی استخوان به طرز محکمی متصل می‌شوند و همچون رابط بین عضلات مخطط و استخوانها انجام وظیفه می‌کنند. بدین ترتیب، تارهای عضلانی هیچ تماس مستقیمی با استخوانها ندارند. بنابراین، کششهای بسیار شدید عضلات را اتصالات تاندونی مربوط به آنها متحمل و دفع می‌کنند. (شکل ۱-۲). عضلات دارای عروق خونی فراوانی اند که به همراه بافت همبند به درون عضلات رخنه می‌کنند و به موازات تارهای عضلانی آرایش می‌یابند. با توجه به گسترش عروق خونی، عضلات، اکسیژن را از طریق خون سرخرگی دریافت می‌کنند و از طریق خون سیاهرگی مواد حاصل از سوخت و ساز مواد غذایی چون دی‌اکسید کربن را دفع می‌کنند.

گفتار ۲

بررسی ساختمان یک تار عضلانی

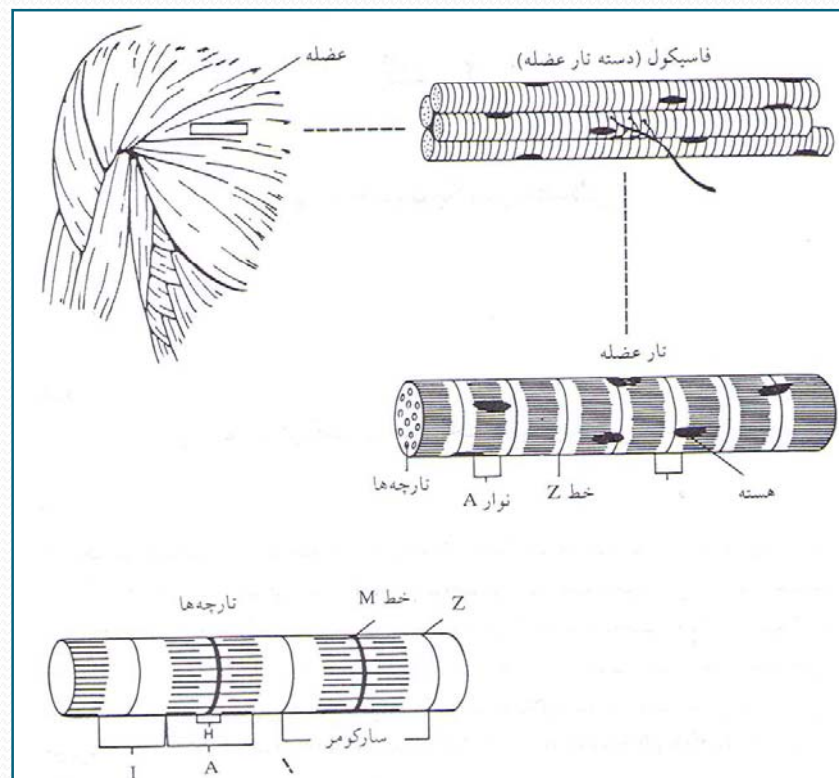
هدف:

شرح ساختمان میکروسکوپی تار عضلانی اسکلتی

اگر یک تار عضلانی را در زیر میکروسکوپ نورانی بگذاریم، به علت وجود مناطق تیره و روشنی که متناوباً به موازات یکدیگر قرار گرفته‌اند، عضله اسکلتی بعضاً به نام عضله مخطط یا راه راه خوانده می‌شود. در ساخت یک تار عضلانی، سارکوپلاسم در درون سارکولما (غشای تار عضلانی) جای گرفته است. صدها الیاف نخ مانند پروتئینی به نام «تارچه‌های عضله» در این مایع لزج و قرمز پراکنده‌اند. واحدهای منقبض شونده در داخل همین تارچه‌ها جای دارند (شکل ۲-۲).

تارچه‌های عضله نیز چون تار عضله از مناطق روشن و تیره‌ای تشکیل شده‌اند. مناطق روشن به نام نوار I و مناطق تیره به نام نوار A معروفند. در وسط هر یک از نوارهای I خط تیره دیگری وجود دارد که به آن غشای Z گفته می‌شود. قسمتی از تارچه که بین دو خط Z قرار دارد، سارکومر نامیده می‌شود و ناحیه وسط هر نوار A، که دارای تراکم کمتری است، منطقه H خوانده می‌شود. نوارهای I و A از دو رشته پروتئینی جداگانه ساخته شده‌اند. رشته‌های باریکتر I از جنس آکتین و رشته‌های ضخیمتر A از جنس میوزین‌اند.

غشای Z به سارکولما چسبندگی دارد. همین باعث استحکام عمومی ساخت و احتمالاً حفظ الیاف آکتین در ردیفهای منظم می‌شود. همچنین غشای Z ممکن است نقش مهمی نیز در دریافت و ارسال تحریکات عصبی از سارکولما به تارچه‌ها داشته باشد.



شکل ۲-۲ ساختمان میکروسکوپی تار عضلانی

گفتار ۳

عمل عضلات اسکلتی

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید

۱. تغییرات ساختمانی، الکتریکی، شیمیایی و مکانیکی تار عضلانی را به هنگام عمل عضلانی توضیح دهید.

۲. پدیده تکان عضلانی، قانون همه یا هیچ و پدیده جمع انقباضات را توضیح دهید.

۳. روابط بین طول تار و تانسیون، طول تار عضلانی و سرعت، و رابطه میان نیروی وارد به تار عضلانی و سرعت انقباض آن را به هنگام عمل عضلانی توضیح دهید.

عمل عضله اسکلتی، انقباض است که نتیجه آن حرکت است. برای درک انقباض عضلانی لازم است از تغییرات مختلفی که با آن همراهاند اطلاعات لازم را به دست آوریم.

تغییرات ساختمانی

تغییرات الکتریکی

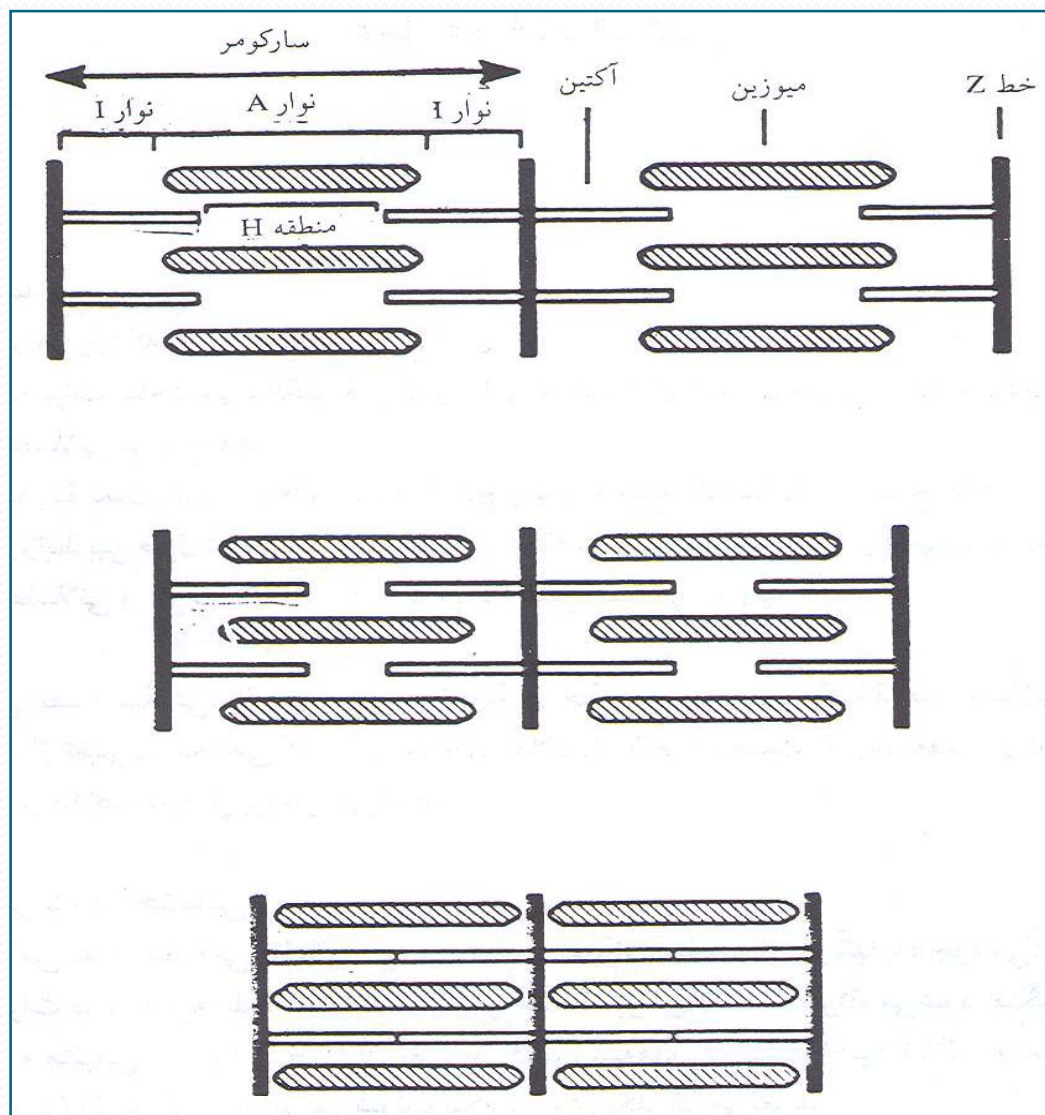
تغییرات شیمیایی

تغییرات مکانیکی

تغییرات ساختمانی

هنگامی که عضله منقبض می‌شود یا طول آن تغییر می‌کند، رشته‌های پروتئینی آکتین (نازک) و میوزین (ضخیم) آن سارکومر کوتاه نمی‌شوند. بلکه بر روی یکدیگر می‌لغزند. رشته‌های آکتین به داخل فضاها بین رشته‌های میوزین می‌لغزند و خط Z را که به آن چسبیده‌اند همراه با خود می‌کشند.

شدت انقباض را درجه در هم فرو رفتگی تعیین می‌کند. هنگامی که انتهای رشته‌های نازک در وسط سارکومر به یکدیگر می‌رسند، عضله به‌طور کامل و به حداکثر منقبض شده است. در این اوضاع منطقه H کاملاً ناپدید می‌گردد (شکل ۲-۳).



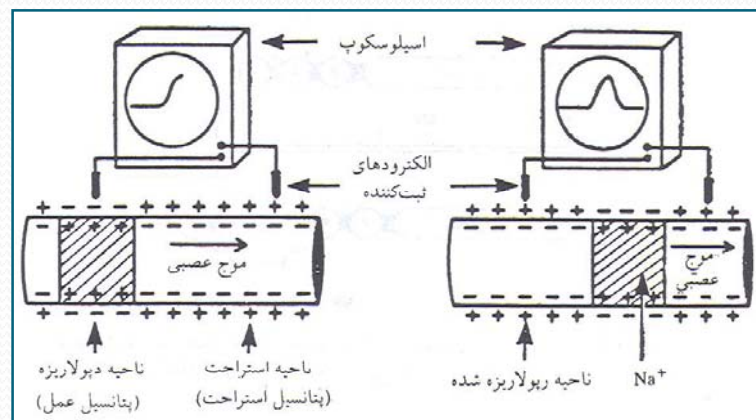
شکل ۲-۳ در هم فرو رفتن فیلامانهای آکتین و میوزین در سه مرحله پشت سر هم انقباض

تغییرات الکتریکی

همراه با انقباض تارهای عضله اسکلتی، حوادث الکتریکی ایجاد می‌شود. در سلول غیرفعال پتانسیل غشا «پتانسیل استراحت» نامیده می‌شود. هنگامی که یکی از تارهای عضله تحریک می‌شود، قابلیت نفوذ غشای سلول عضلانی تغییر می‌یابد. تغییرات پتانسیل در هنگام فعالیت تار عضلانی «پتانسیل عمل» تولید می‌کند.

پتانسیل عمل دارای دو قسمت است.

- قسمت اول «پتانسیل نوک» است که در زمان «دپولاریزاسیون»، هنگامی که پتانسیل معکوس می‌شود، ایجاد می‌گردد
- قسمت دوم در هنگام «رپولاریزاسیون» حادث می‌شود. پتانسیل نوک به این ترتیب تولید می‌شود که، متعاقب افزایش در قابلیت نفوذ غشا به یونهای سدیم، این یونها به سرعت به طرف داخل سلول عضلانی حرکت می‌کنند و با خود مقدار کافی یونهای مثبت برای ایجاد یک پتانسیل مثبت در داخل سلول و در نتیجه تجمع بارهای منفی در خارج غشای سلول به همراه می‌آورند. (شکل ۲-۴).



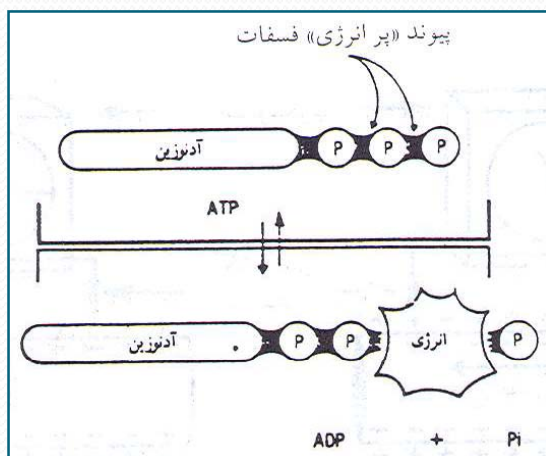
شکل ۲-۴ ثبت منحنی پتانسیل عمل با قرار دادن الکترودهای مناسب بر روی یک رشته عصبی نشان دادن تغییرات فعالیت الکتریکی آن بر روی یک اسیلوسکوپ را امکانپذیر می‌سازد. رفتن منحنی به طرف بالا نمودار منفی بودن است که در قسمتی از تار که دپولاریزه می‌شود، حادث می‌گردد.

فعالیت الکتریکی انقباض عضلانی، که با دستگاهی موسوم به اوسیلوسکوپ ثبت می‌شود، الکترومیوگرافی نامیده می‌شود. الکترومیوگرافی را با قرار دادن الکترودهای سوزنی در داخل عضله انجام می‌دهند. در حالت طبیعی، عضلات در حال استراحت فعالیت الکتریکی نشان نمی‌دهند. هنگامی که عصب عضله آن را تحریک می‌کند، تعدادی از واحدهای به‌طور ناهمزمان دپلاریزه می‌شوند و انقباض عضله حادث می‌شود.

تغییرات شیمیایی

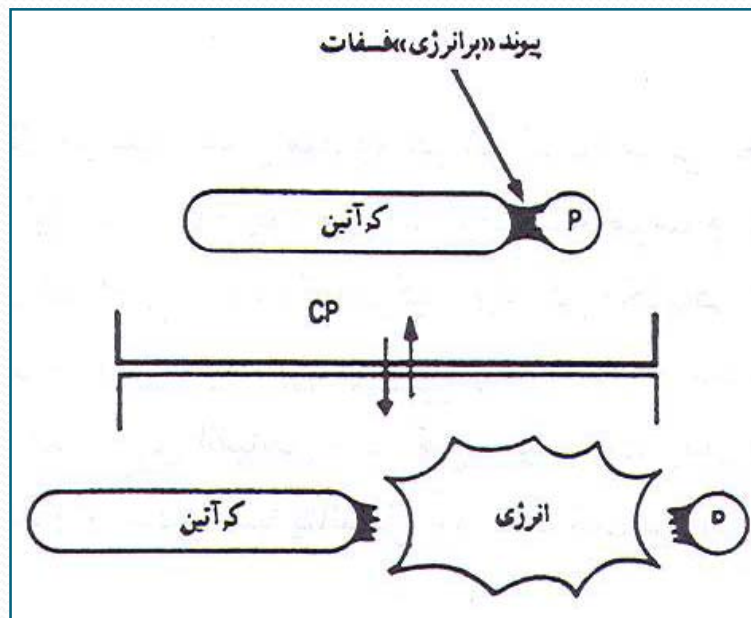
انقباض عضلانی نیاز به انرژی دارد. عضله را «ماشین تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی مکانیکی» نامیده‌اند. در عضله، انرژی از واکنشهای شیمیایی که با پتانسیل عمل آغاز می‌شود به‌دست می‌آید.

وجود پتانسیل عمل سبب تجزیه آدنوزین تری فسفات یا **ATP** می‌شود. **ATP** دارای اتصالات فسفاتی پر انرژی است که در سلول عضلانی ذخیره می‌شود. با شکسته شدن این اتصالات، مقدار زیادی انرژی تولید می‌شود (شکل ۵-۲). انرژی آزاد شده از **ATP** نیروهایی بین رشته‌های آکتین و میوزین تار عضلانی ایجاد می‌کند که سبب می‌شود آنها به روشی که در تغییرات ساختمانی توصیف شد به طرف یکدیگر کشیده شوند.




شکل ۵-۲ طرح ساده‌ای از **ATP** همراه با سه گروه فسفات پر انرژی آن. این دیاگرام شکسته شدن **ATP** را به **ADP** و فسفات آزاد **Pi** نشان می‌دهد.

علاوه بر ATP، کراتین فسفات (CP) ماده شیمیایی مهم دیگری است که بخشی از انرژی ذخیره را تأمین می‌کند. در واقع، هنگامی که مقادیر بیش از حد ATP در سلول وجود دارد، انرژی اضافی آن برای تولید CP به کار می‌رود و به این ترتیب یک مقدار بیشتری از ذخیره انرژی تشکیل می‌دهد. هنگامی که ذخیره ATP در انقباض عضلانی به مصرف می‌رسد، CP به سرعت و به سهولت تجزیه شده و انرژی حاصل از آن برای سنتز مجدد ATP از ADP به کار می‌رود (شکل ۶-۲). به این ترتیب، می‌توان گفت که غلظت ATP در ازای مصرف CP در یک حد ثابت نگهداری می‌شود.



شکل ۶-۲ طرح ساده از CP همراه با یک پیوند فسفات پر انرژی آن. این طرح شکسته شدن CP را به کراتین ((C و فسفات آزاد ((Pi و آزاد شدن انرژی را نشان می‌دهد.



در هر واکنش شیمیایی، که با آزاد شدن انرژی همراه است، معمولاً مقداری حرارت تولید می‌شود. بنابراین، به هنگام انقباض عضلانی مقدار زیادی حرارت تولید می‌شود که فقط بخش کمی از انرژی آزاد شده به کار تبدیل می‌شود. به هنگام انقباض عضلانی دو مرحله مهم تولید حرارت وجود دارند که عبارت‌اند از:

۱. حرارت اولیه که به هنگام عمل انقباض واقعی آزاد می‌شود.
۲. حرارت ثانویه که پس از اینکه انقباض و انبساط خاتمه یافتند، تولید می‌گردد.

حرارت اولیه ترکیبی از سه مرحله جداگانه انقباض است. این مراحل حرارتی موسوم به حرارت فعال شدن، حرارت کوتاه شدن و حرارت منبسط شدن هستند. حرارت فعال شدن، چه عضله کوتاه شود و چه کوتاه نشود، تولید می‌گردد و ناشی از تجزیه ATP و PC است. حرارت کوتاه شدن فقط هنگامی که طول عضله تغییر می‌کند (انقباض ایزوتونیک) ایجاد می‌گردد و هنگامی که فقط تانسیون عضله بالا می‌رود (انقباض ایزومتریک) وجود ندارد. حرارت شل شدن یا انبساط ناشی از یک روند شیمیایی نیست، بلکه هنگامی که عضله منقبض شده شل می‌شود آزاد می‌گردد.

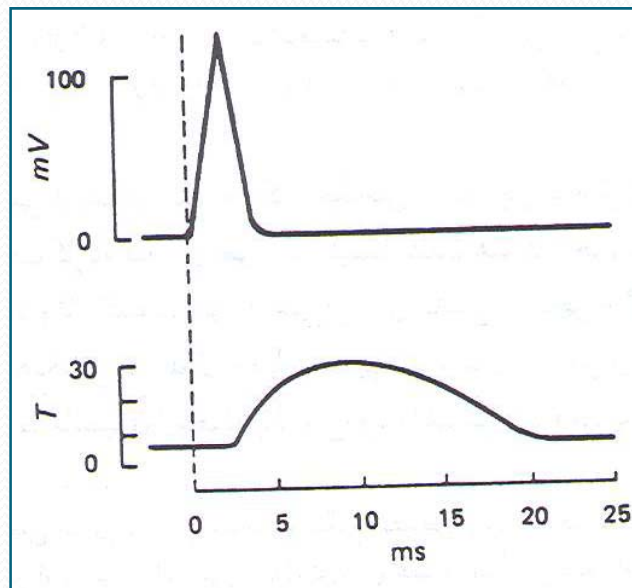
به هنگام تجمع مجدد انرژی در عضله، بر اثر روند دوباره‌سازی ATP در سلول عضلانی، حرارت ثانویه ایجاد می‌شود.

تغییرات مکانیکی

تغییرات مکانیکی در یک تار عضلانی متعاقب سایر تغییرات پدید می‌آید. بارزترین این تغییرات ایجاد انقباض در عضله و تولید حرکت و یا تانسیون است. برای شناخت کلیه تغییرات و یا حوادث الکتریکی می‌بایست با پدیده‌های زیادی آشنا شد و بهترین محل برای شروع عبارت از یک «تکان ساده عضلانی» است.

تکان عضلانی

در هر تار عضلانی، به دنبال پتانسیل عمل منفرد، انقباض کوتاه مدتی ایجاد می شود که به دنبال آن مرحله رفع انقباض یا شل شدن به وجود می آید. این پاسخ موسوم به تکان عضلانی است. هنگامی که محرک واحدی عضله ای را تحریک می کند، واکنش مکانیکی تقریباً ۱۱۰۰۰ ثانیه پس از دپلاریزاسیون غشا نشان داده می شود. این موضوع را ثبت پاسخ مکانیکی و پتانسیل عمل به طور همزمان نشان می دهد. سپس انقباض مکانیکی برای مدت زمان متغیری پس از تکمیل پتانسیل عمل ادامه می یابد (در شکل ۷-۲ پتانسیل عمل و تکان بر روی یک اشل زمانی نشان داده شده است).



شکل ۷-۲ نمایش پتانسیل عمل و تکان بر روی اشل زمانی واحد

شکل ۸-۲ زمانهای نسبی تکانهای ساده انواع عضلات اسکلتی. عضله راست داخلی چشم عضله ای سفید است که پاسخ بسیار سریع دارد. عضله نعلی عضله ای قرمز و پاسخ آن آهسته است. عضله گاستروکنمیوس در بین این دو حد قرار دارد.

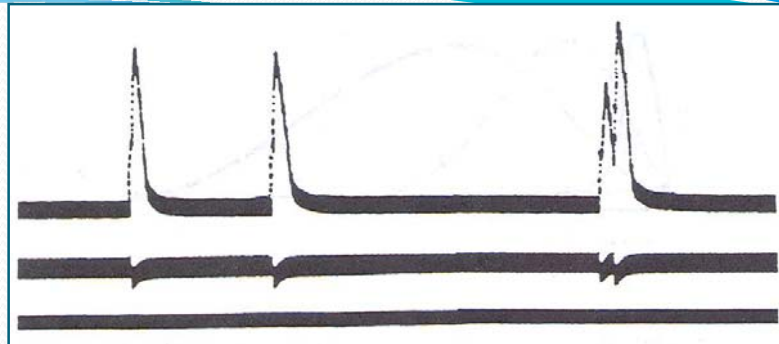
مدت تکان با نوع عضله اسکلتی تغییر می‌کند. عضله‌ای مانند عضله راست داخلی چشم که با حرکات سریع و تند پاسخ می‌دهد دارای تکان با مدت حدود ۵/۷ میلی سکند (هزارم ثانیه) است، در حالی که تکان عضله نعلی که در ایستادن و راه رفتن به کار می‌رود حدود ۱۰۰ میلی سکند (۱/۱۰ ثانیه) طول می‌کشد. مدت انقباض عضله دو قلو در حدود ۳۰ میلی سکند است (شکل ۲-۸).

قانون همه یا هیچ

پاسخ تارهای عضلانی در برابر یک محرک یا به صورت حداکثر است و یا اصلاً به وجود نمی‌آید. این صفت بارز به قانون همه یا هیچ موسوم است. محرکی که دارای شدت آستانه تحریک باشد، سبب خواهد شد که تار عضلانی تا حداکثر امکان منقبض شود.

جمع انقباضات

افزایش انقباض تار عضله که بر اثر دو محرک حداکثر با توالی سریع ایجاد می‌شود، جمع انقباضات نامیده می‌شود. این موقعی حادث می‌شود که قبل از آنکه غشا متعاقب تحریک اول رپلاریزه شود، تحریک دوم به غشا می‌رسد. هرگاه زمان کافی بین محرک اول و دوم برای بازگشت تحریک‌پذیری وجود نداشته باشد، دو انقباض با یکدیگر جمع می‌شود. جمع انقباضات در شکل ۲-۹ نشان داده شده است. باید توجه داشت که هنگامی که غشا دپلاریزه می‌شود، محرک ثانوی بی‌اثر است. این فاصله را مرحله تحریک‌ناپذیری مطلق می‌نامند. جمع انقباضات در این مرحله میسر نیست.



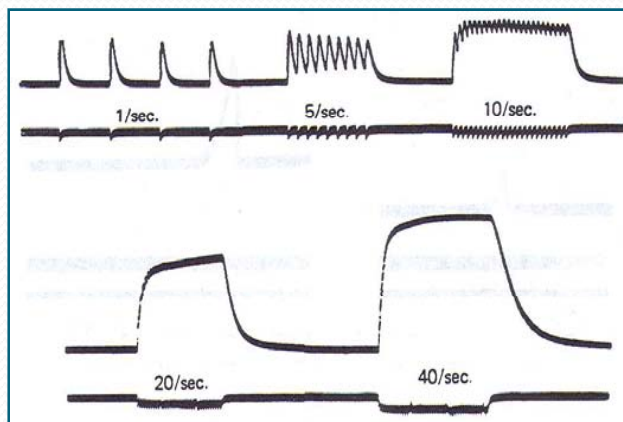
شکل ۲-۹ جمع انقباضات در یک عضله اسکلتی. دو تکان ساده در طرف چپ نشان داده شده‌اند، همان تحریک با توالی سریعتری برای دو تکان بعدی به کار رفته و جمع انقباضات را نشان می‌دهد.

ولی زمانی که غشا در حال رپلاریزاسیون است و تحریک ناپذیری نسبی است، تحریکی قویتر از حد طبیعی لازم مجدداً غشا را دپلاریزه می‌کند. بدین ترتیب، جمع انقباضات میسر می‌شود و این نشان می‌دهد که تار عضلانی به‌طور کامل از دپلاریزاسیون ایجاد شده بر اثر محرک اول آزاد نشده است. تانسیون تولید شده در جریان تحریک مکرر به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از تانسیون تولید شده در جریان یک تکان عضلانی ساده است.

با تحریکات مکرر سریع، فعال شدن مکانیسم انقباض به‌طور مکرر قبل از تولید هر گونه شل شدنی به‌وجود می‌آید و پاسخهای انفرادی به یکدیگر می‌پیوندند و به صورت یک انقباض مداوم درمی‌آیند. این نوع واکنش موسوم به «کزاز یا تتانوس» (انقباضات تتانیک) است. هرگاه هیچ‌گونه شل شدنی بین تحریکات وجود نداشته باشد، آن را «تتانوس ناقص» می‌نامند و هرگاه مراحل شل شدن ناقص بین محرکها وجود داشته باشد، آن را «تتانوس ناقص» می‌خوانند (شکل ۲-۱).

رابطه طول و تانسیون

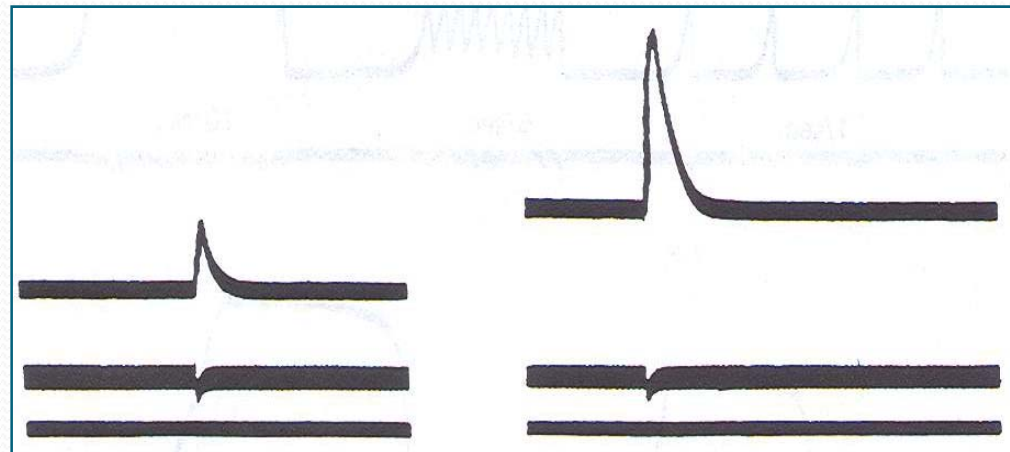
تانسیون عضله به طول عضله بستگی دارد و با آن تغییر می کند. هرگاه تار عضله ای که کاملاً از بدن جدا شده به حالت طبیعی باشد، دارای طول ابتدایی کوتاه موسوم به «طول تعادل» است. با چنین طولی تار عضله هنگام انقباض تانسیون زیادی تولید نخواهد کرد. اما به تدریج که عضله کشیده می شود، مقدار تانسیونی که می تواند بر اثر انقباض تولید کند به طور مشخص افزایش می یابد تا به یک مرز حداکثر می رسد و از آن به بعد مقدار تانسیون تولید شده شروع به کاهش می کند.



شکل ۲-۱۰ تولید تتانوس در انقباض عضله گاستروکنمیوس قورباغه. محرکهایی که به تعداد یک در ثانیه وارد می شود تکانهای مجزایی تولید می کند انقباضات تتانیک ناکامل هنگامی که محرکها به تعداد پنج و ده و بیست در ثانیه وارد می شوند حادث می شود. تتانوس کامل هنگامی حادث می شود که محرکها به تعداد ۴۰ در ثانیه وارد می شوند و دامنه انقباض نیز به طور مشخص از دامنه تکان ساده بیشتر است .

رابطه بین طول و سرعت

سرعت انقباض عضلانی در طول استراحت به حداکثر می‌رسد و اگر عضله از این طول استراحت کوتاه‌تر و یا درازتر شود، سرعت انقباض کاهش می‌یابد. بنابراین طول استراحت از دو جهت برای عضله اهمیت دارد. یعنی هنگام انقباض با این طول اولاً حداکثر تانسیون تولید می‌شود و ثانیاً حداکثر سرعت به دست می‌آید. همچنین آشکار می‌شود که طول عضلات در بدن که اتصالات آنها را تعیین می‌کند برای عمل آن به بهترین وجه مناسب است.



شکل ۱۱.۲ (چپ) یک عضله گاستروکنمیوس قورباغه که کشیده نشده هنگام تحریک مقدار کمی تانسیون تولید می‌کند، (راست) هنگامی که عضله کشیده می‌شود تانسیون تولید شده بسیار بیشتر است .

رابطه بین نیرو و سرعت

سرعت انقباض هر عضله با وزنه‌ای که به هنگام انقباض بلند می‌کند رابطه دارد. هر عضله اسکلتی با بار صفر (یعنی زمانی که هیچ نیرویی با انقباض مخالفت نمی‌کند) بسیار سریع منقبض خواهد شد، اما به تدریج که باری در برابر انقباض اعمال می‌گردد، سرعت کوتاه شدن کاهش خواهد یافت. به تدریج که وزن بار افزایش می‌یابد، سرعت انقباض نیز به کاهش ادامه می‌دهد تا بالاخره میزان بار برابر نیرویی شود که عضله می‌تواند تولید کند. در این حالت سرعت کوتاه شدن برابر با صفر خواهد شد. در این لحظه است که حداکثر تانسیون تولید شده و انقباض از نوع ایزومتریک می‌شود.

گفتار ۴

عصب‌گیری عضلات

هدف

انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید

۱. «واحد حرکتی» را تعریف کنید.

۲. ساختمان «صفحه محرکه» را مشخص کنید.

۳. چگونگی انتقال پیام عصبی به عضله و انجام اعمال عصبی ناشی از تحریکات عصبی را توضیح دهید.

اعصاب کنترل‌کننده عضله معینی شامل هر دو نوع تار عصب حرکتی و حسی است. اعصاب حسی مسئول انتقال تحریکات از عضلات به طرف دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) هستند، در حالی که اعصاب حرکتی که با تحریک آنها عضله منقبض می‌شود از دستگاه عصبی مرکزی سرچشمه می‌گیرند. انتهای هر عصب حرکتی (آکسون) در یک تار عضله اتصال عصبی عضلانی یا صفحه محرکه خوانده می‌شود. تقریباً، ۶۰ درصد اعصابی که به عضله وارد می‌شوند اعصاب حرکتی و ۴۰ درصد بقیه را اعصاب حسی تشکیل می‌دهند.

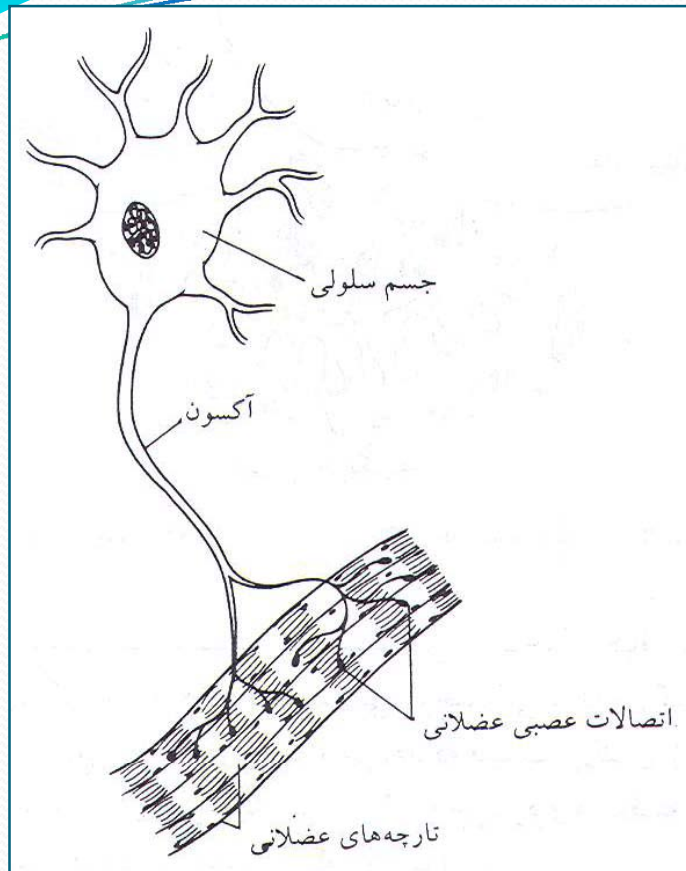
واحد حرکتی

تعداد رشته‌های عصب حرکتی بسیار کمتر از تعداد تارهای عضلانی موجود در بدن است. میلیون‌ها تار عضلانی مخطط در دستگاه عضلات وجود دارد، اما تنها در حدود ۴۲۰،۰۰۰ عصب حرکتی وظیفه انتقال پیامها از دستگاه عصبی مرکزی به تارهای عضلانی را انجام می‌دهند. با توجه به اینکه تارهای عضلانی بدون اعصاب حرکتی قادر به تولید انقباض نیستند، الزاماً عصبهای حرکتی انشعابات مکرری در داخل عضله به وجود می‌آورند. بدین ترتیب، هر عصب حرکتی منفرد و تارهای عضلانی مربوط به آن را، یک «واحد حرکتی» می‌گویند.

به عبارت دیگر، تارهای عضلانی که از تار عصب حرکتی عصب‌گیری می‌کنند یک واحد حرکتی نامیده می‌شوند. در واقع به هر تار عضلانی یک انتهای آکسون وارد می‌شود .

در عضلات بزرگ، از قبیل عضلات پشت یا عضلات پا، یک واحد حرکتی ممکن است بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ تار عضلانی را تحت پوشش داشته باشد. در حالی که در عضلات کوچک که کارهای حساس، ظریف و با دقت را انجام می‌دهند، فقط ۱۰ تا ۱۵ تار عضلانی در هر واحد حرکتی یافت می‌شود.

واحد حرکتی اساس حرکت ارادی را تشکیل می‌دهد. هر عضله محتوی چندین هزار واحد حرکتی است، اما حرکات ارادی براساس واحدهای حرکتی انجام می‌شوند، نه براساس تمام عضله.

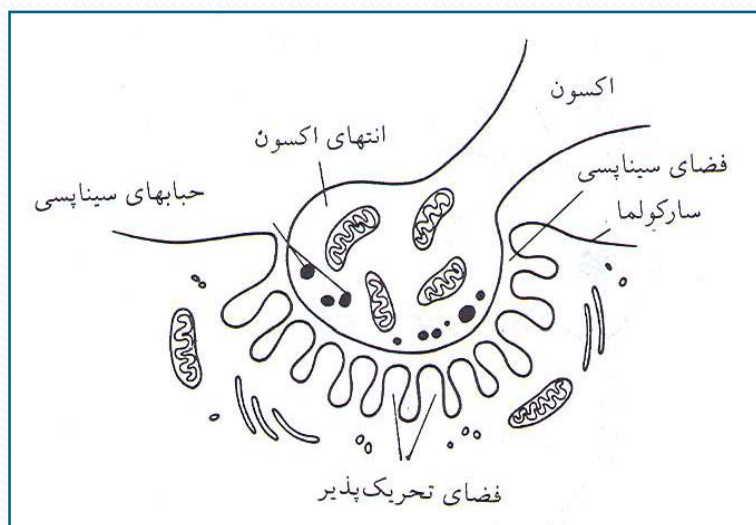


شکل ۲-۱۲ واحد حرکتی

اتصال عصبی عضلانی

اتصال عصب به عصب دیگر را سیناپس می‌نامند و اتصال عصب به عضله سیناپس ویژه‌ای را به نام «اتصال عصبی عضلانی» یا «اتصال عضلانی عصبی» و یا «صفحه محرکه» به وجود می‌آورد. جریان دقیق سازوکار اتصال عصبی عضلانی بدین ترتیب است:

آکسونی که به تار عضلانی عصب می‌دهد، به تدریج که به مقصد خود نزدیک می‌شود، غلاف میلین خود را از دست می‌دهد و به تعدادی «پایکهای انتهایی» تقسیم می‌شود. پایکهای انتهایی حاوی تعداد زیادی وزیکولهای کوچک روشن‌اند که محتوی «استیل کولین»، یعنی ماده شیمیایی میانجی در این سیناپس‌هاست. در صفحه محرکه ارتباط مستقیمی بین آکسون و عضله وجود ندارد. لذا هنگامی که یک موج عصبی (تحریک) به صفحه محرکه می‌رسد، استیل کولین از وزیکولها آزاد و از فضای بین انتهای عصب و غشای تار عضلانی (موسوم به شکاف سیناپسی) عبور می‌کند و به تحریک در رشته عضلانی و انقباض می‌انجامد (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۳ اتصال عصبی عضلانی (انتقال تحریک از عصب به عضله) را نشان می‌دهد .

باید توجه داشت که غشای تار عضلانی در ناحیه شکاف سیناپسی دارای چین خوردگیهایی است که به درون شکاف سیناپسی برجستگی پیدا می کنند. کارکرد این چین خوردگی افزایش سطح آن است، زیرا اجازه می دهد که قسمت بزرگتری از غشا تحت تأثیر استیل کولین قرار گیرد. در نتیجه این تأثیر غشا دپولاریزه می شود و در عضله پتانسیل عمل به وجود می آورد. سپس انقباض تار عضلانی ظاهر می شود.

پس از آنکه یک موج عصبی استیل کولین را آزاد می کند، ممانعت از انقباض طولانی عضله به کمک آنزیمی انجام می گیرد که به سرعت استیل کولین را خراب می کند.

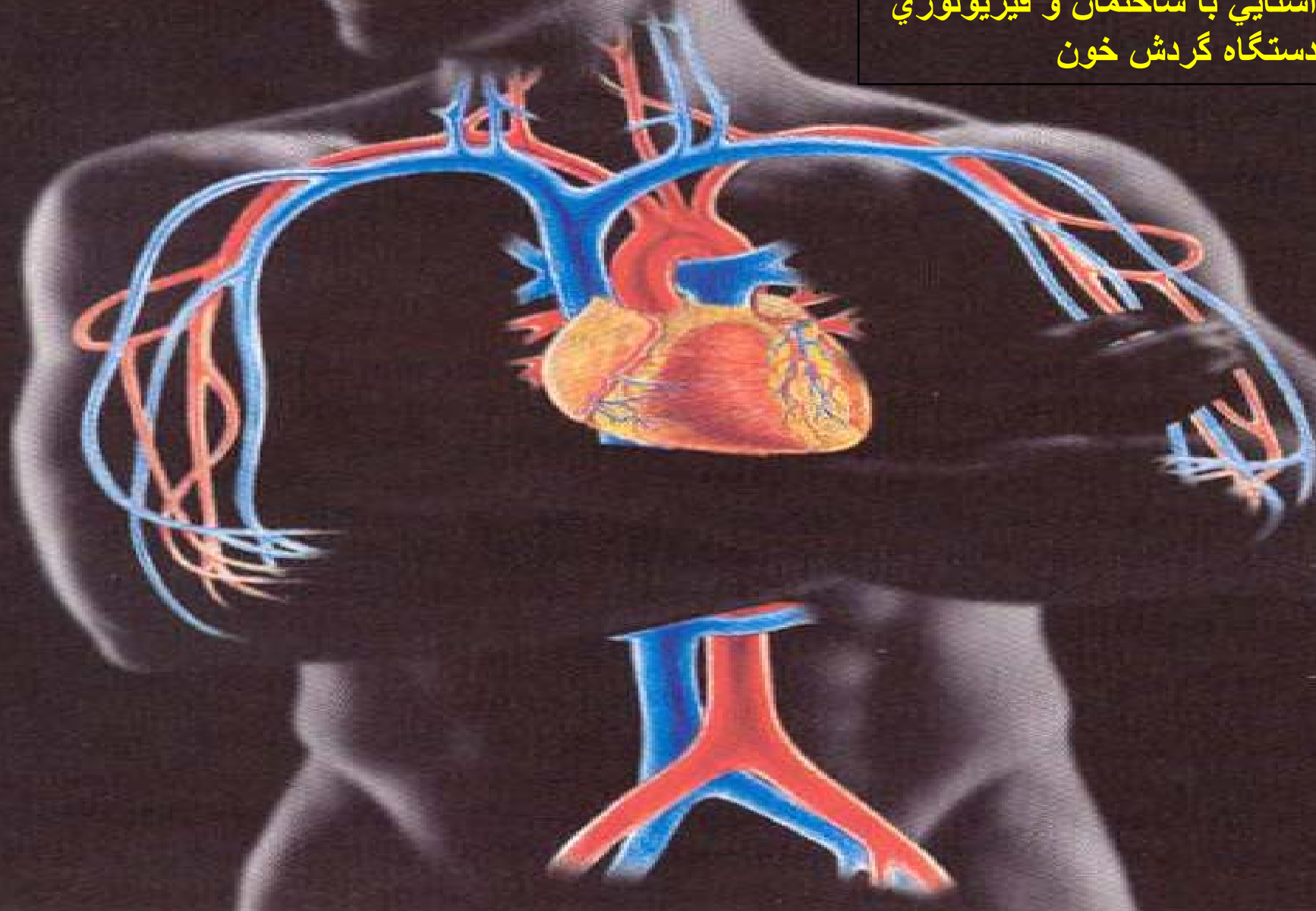
این آنزیم که «کولین استراز» نام دارد، به سرعت، استیل کولین را تجزیه و آن را غیرفعال می سازد. کولین - استراز به مقدار فراوان در ناحیه صفحه محرکه یافت می شود.

بخش سوم

فیزیولوژی دستگاه گردش خون

هدف كلي:

آشنائي با ساختمان و فيزيولوژي
دستگاه گردش خون



گفتار ۱

نحوه ارتباط قلب و عروق در انتقال خون

هدف

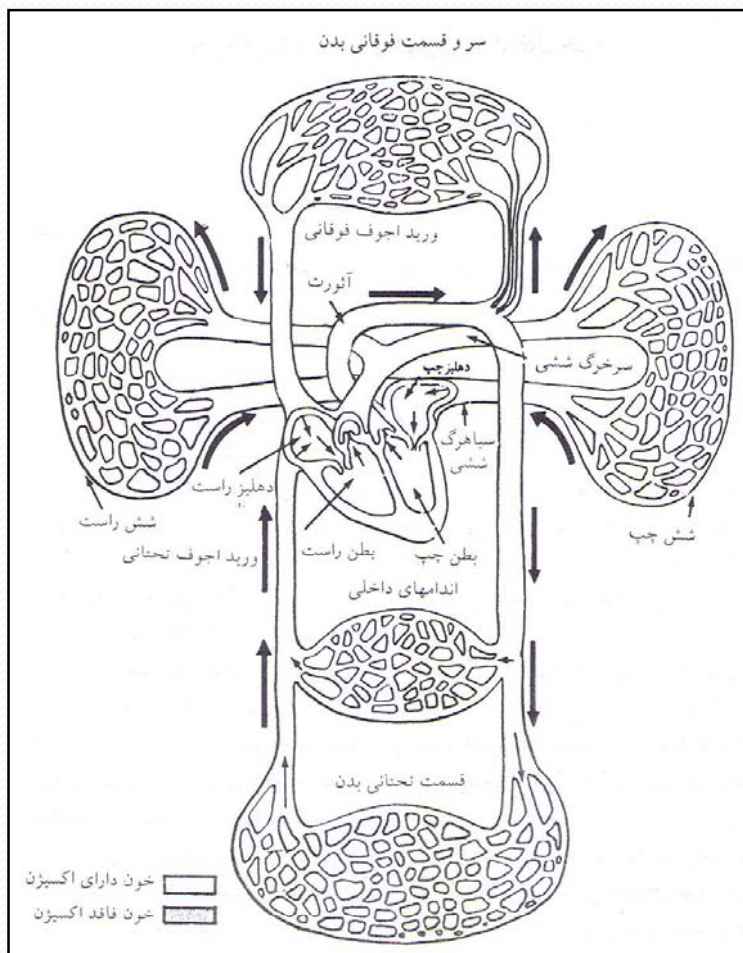
انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید جریان کلی گردش خون و نقش قلب را در آن توضیح دهید.

سیستم قلبی - عروقی شامل عضله قلب و عروق است. قلب اندامی است که عمل تلمبه زدن یا پمپاژ یا به جلو راندن خون را به عهده دارد و گردش خون را اداره می‌کند. عروق خونی شامل سرخرگها و سیاهرگها است.

سرخرگها از قلب منشأ می‌گیرند و به انشعابات متعددی تقسیم می‌شوند که در کلیه بافتهای بدن منتشر می‌شود و شبکه مویرگی را تشکیل می‌دهد. در این شبکه، تبادل مواد غذایی و گازی و زاید صورت می‌گیرد. انشعابات شبکه مویرگی مجدداً به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگهای کوچک را تشکیل می‌دهند. از الحاق این سیاهرگها، سیاهرگهای بزرگ به وجود می‌آیند که خون بازگشتی از سراسر بدن را به قلب باز می‌گردانند.

قلب دارای چهار حفره است که دو تا از آنها خون را دریافت می کنند (دهلیزها) و دوتای
. دهلیز راست خون دیگر خون را به بیرون می رانند (بطنها) و وزن آنها کمتر از ۵۰۰ گرم است
را از بدن و دهلیز چپ خون را از ریه ها دریافت می کنند. بطن راست خونی را که به ریه ها
(و بطن چپ خونی را که به بدن می رود به بیرون می رود از خود خارج می کند (گردش ریوی
(. می راند (گردش بزرگ

. ، از خونی که به دهلیز راست باز می گردد شروع می کنیم برای شفافتر نشان دادن این توالی
، خون وریدی را از طریق وریدهای اجوف فوقانی و تحتانی (سیاهرگهای بزرگ دهلیز راست
(دریافت و آن را از طریق دریچه سه لتی (دریچه قلبی بین دهلیز راست و بطن بالایی و پایینی
(به درون بطن راست هدایت می کند. راست



انقباض بطن راست سبب می شود که خون از طریق سرخرگ ششی به ریه ها پمپاژ شود. در ریه ها خون درون مویرگهای ریوی جریان می یابد و دی اکسید کربن (CO_2) خود را از دست می دهد و اکسیژن (O_2) را جذب می کند. خون دارای اکسیژن از راه سیاهرگهای ششی وارد دهلیز چپ می شود و سپس از راه دریچه میترا (دریچه قلبی بین دهلیز چپ و بطن چپ) به درون بطن چپ جریان می یابد.

شکل ۱-۳ طرح ساده ای از قلب، گردش خون ریوی و گردش عمومی

با انقباض بطن چپ، خون به داخل سرخرگ آئورت جریان می‌یابد و از شبکهٔ سیستمی شریانی به سطح مویرگهای بافتهای مختلف می‌رسد. در اینجا، بافتهای بدن اکسیژن خون را دریافت می‌کنند و دی‌اکسیدکربن حاصل از سوخت و ساز مواد غذایی درون سلولها به خون تحویل داده می‌شود. پس از عبور خون از مویرگها، جریان خون از طریق سیاهرگها که اندازهٔ آنها به تدریج افزوده می‌شود ادامه می‌یابد و سرانجام دو سیاهرگ بزرگ خون را به دهلیز راست می‌رسانند.

بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود، سرخرگها حامل خون روشن‌اند که رنگ قرمز روشن دارد و اغلب به نام خون سرخرگی خوانده می‌شود. در حالی که خون سیاهرگی از لحاظ رنگ بسیار تیره‌تر و دارای مقدار ناچیزی اکسیژن است.

گفتار ۲

ساختمان میکروسکوپی عضله قلب

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید

- عضله قلب را با عضله‌های اسکلتی مقایسه کنید و نقش «صفحات آنترکاله» و «میتوکندری» را در عضله قلب توضیح دهید.

تارچه‌های قلب بسیار شبیه تارچه‌های عضلات اسکلتی‌اند. بدین ترتیب که این تارچه‌ها دارای سارکومرهایی‌اند که خطوط Z آنها را محدود می‌کند و محتوی نوارهای A از جنس پروتئین ضخیم میوزین و نوارهای I از جنس پروتئینهای نازک آکتین‌اند. اختلاف بارزی که در ساختمان قلب نسبت به عضلات اسکلتی وجود دارد یکی وجود «صفحات آنترکاله» و دیگری تعداد زیاد میتوکندری در تارهای عضله قلب است.

گفتار ۳

تغذیه خونی قلب

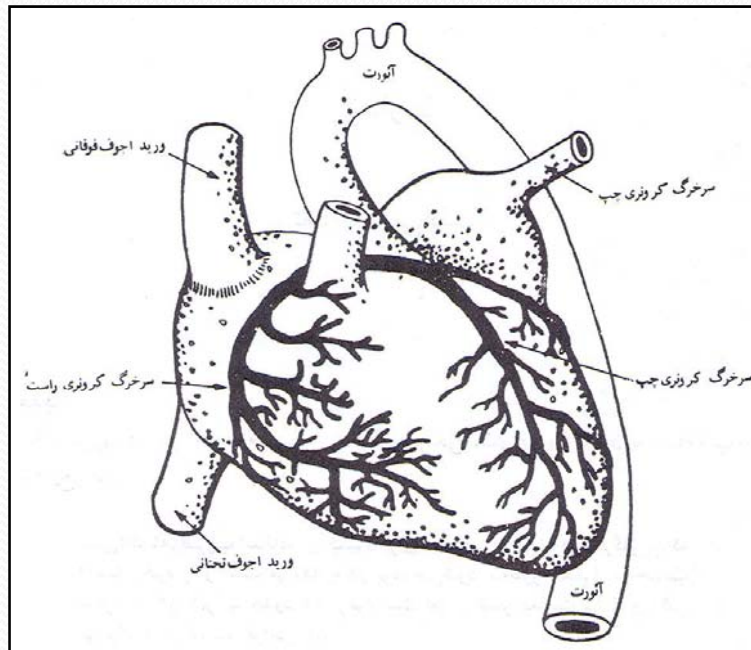
هدف

- انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید چگونگی انتقال غذا و اکسیژن به عضله قلب را توضیح دهید.

تغذیه قلب با استفاده از خونی که در حفره‌های آن جریان دارد صورت نمی‌گیرد، بلکه با سیستم گردش «کرونی» تغذیه می‌شود.

سرخرگ کرونری سمت چپ خون لازم برای تغذیه دهلیز و بطن چپ را فراهم می‌کند و سرخرگ سمت راست این وظیفه را در مورد دهلیز و بطن راست به عهده دارد. در دسترس بودن خون و اکسیژن کافی برای عضله قلب به قدری اهمیت دارد که کمترین نقصان در آن موجب درد سینه (موسوم به آنژین صدری) می‌شود.

عضله قلب، به علت احتیاج به مواد غذایی، نسبت به سایر بافت‌های بدن سهم بسیار بیشتری از خون را دریافت می‌کند. قابل توجه است که اگر ضریب استفاده مفید از اکسیژن چیزی حدود ۲۶ درصد برای کل بدن باشد برای عضله قلب این رقم حدود ۷۵ درصد است.



شکل ۲-۳ نمای ساده دستگاه گردش خون کرونری .

گفتار ۴

مشخصات عضله قلب

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:

۱. قابلیت انقباض ریتمیک را توضیح دهید.

۲. مرحله تحریک پذیری را توضیح دهید.

۳. قانون همه یا هیچ قلب را توضیح دهید.

عضله قلب دارای ویژگیهایی است که آن را از سایر بافتها متمایز می‌کند. این ویژگیها عبارت‌اند از:

۱. قابلیت انقباض ریتمیک

عضله قلب دارای این قابلیت ذاتی است که، بدون هیچ‌گونه تحریک عصبی، امواج تحریکی را خود به خود و منظم (ریتمیک) تولید کند. بدین ترتیب، عضله قلب با عضله اسکلتی که به هنگام قطع عصب مربوط به آن کاملاً فلج می‌شود تفاوت دارد. برای اینکه انقباضات ریتمیک انجام شود، عضله قلبی باید از نظر یونهای مخصوص با غلظتهای مناسب تأمین باشد. این یونها از راه خون تأمین می‌شوند و عبارت‌اند از: سدیم، پتاسیم و کلسیم.

هرگاه غلظت سدیم کم باشد، انقباض سریع و ضعیف می‌شود. هرگاه غلظت پتاسیم بسیار زیاد شود، سلولهای عضلانی تحریک‌پذیری خود را به علت دیپولاریزاسیون از دست می‌دهند و عضله قلب به علت شل شدن از زدن باز می‌ایستد (توقف قلبی).

هرگاه غلظت یونهای کلسیم افزایش یابد، قدرت انقباض نیز زیاد می‌شود و کاهش کلسیم سبب کاهش قدرت انقباض می‌شود.

۲. مرحله تحریک ناپذیری

عضله قلبی، مانند بافت‌های تحریک‌پذیر در جریان پتانسیل عمل، به تحریک ثانوی دیگری صرف‌نظر از شدت یا ماهیت محرک جواب نمی‌دهد. این زمان تحریک‌ناپذیری در عضله قلب بسیار طولانی‌تر از عضله مخطط است و در تمام طول سیستول قلبی ادامه دارد. به دلیل طولانی بودن این مرحله، جمع انقباضات در عضله قلب امکان‌پذیر نیست و این نظام حفاظتی عالی برای قلب است، زیرا اگر قلب دچار یک انقباض مداوم گردد دیگر نمی‌تواند مانند پمپ کار کند.

۳. قانون همه یا هیچ

عضله قلب هنگام تحریک شدن مانند سلول واحدی عمل می‌کند. یعنی یا تمام عضله قلب در پاسخ به یک تحریک، با حداکثر قدرت در آن زمان، به تحریک جواب می‌دهد و یا اصلاً جوابی تولید نمی‌کند. بنابراین، می‌گوییم که عضله قلب از قانون همه یا هیچ پیروی می‌کند. در عضلات مخطط، رشته‌های انفرادی عضله از این قانون پیروی می‌کنند، اما توده کامل هر عضله اسکلتی از این قانون تبعیت نمی‌کند.

گفتار ۵

دستگاه هدایت کننده قلب

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید: پنج مرحله تولید و انتشار موج انقباض در عضله را توضیح دهید.

یادآور شدیم که قابلیت انقباض ریتمیک یکی از ویژگیهای عضله قلب است که بر اثر آن عضله قلب می‌تواند انقباض خود به خودی با نظم خاص تولید کند. این خاصیت محدود به قسمت خاصی در عضله قلب نیست و تمام بخشها می‌توانند موج انقباض تولید کنند. ولی ناحیه‌ای که در آن این خاصیت بیشتر از همه تکامل یافته «گره سینوسی دهلیزی» است و به همین دلیل این گره را «تولیدکننده ضربان» می‌نامند. نحوه تولید و انتشار موج انقباض در عضله به شرح ذیل است.

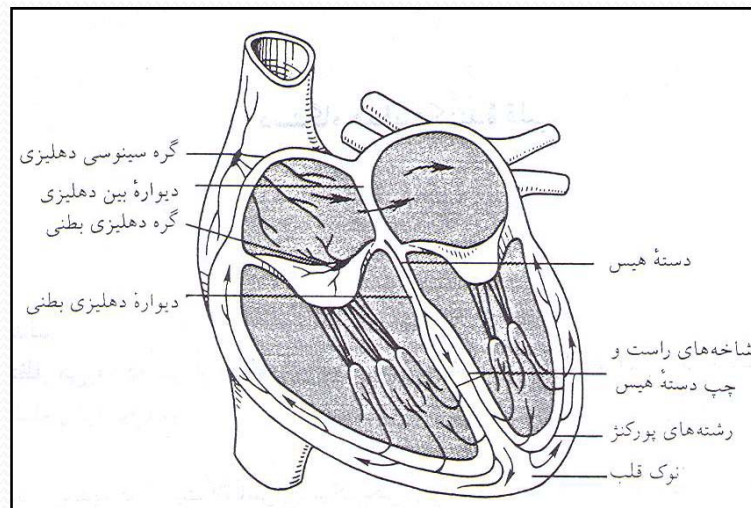
۱. موج انقباض قلب در گره سینوسی دهلیزی، که معمولاً گره S.A خوانده می‌شود، تولید می‌شود. این گره در جدار خلفی دهلیز راست واقع شده است.

۲. موج انقباض توسط «مسیرهای بین گرهی» از گره سینوسی دهلیزی به گره دهلیزی بطنی یا گره A.V هدایت می‌شود. این موج قبل از رسیدن به گره A.V در سرتاسر رشته‌های عضله دهلیزی منتشر می‌شود و متعاقب آن دهلیزها و ادار به انقباض می‌شوند.

۳. گره A.V در طرف راست جدار بین دو دهلیز به طرف عقب دریچه سه‌لتی قرار گرفته و موج انقباض هنگام عبور از آن دچار تأخیر می‌شود. این تأخیر سبب می‌شود تا دهلیزها تخلیه محتویات خود را به درون بطنها تکمیل کنند.

۴. دسته دهلیزی بطنی موسوم به دسته هیس (His)) امکان هدایت موج تحریک از دهلیزها به بطنها را میسر می‌سازد.

۵. موج تحریک نهایتاً از طریق دسته‌های راست و چپ (که از دسته هیس منشعب شده‌اند) پس از مسافت کوتاهی به رشته‌های هدایت‌کننده یا رشته‌های پورکنژ منتهی می‌شود و بدین ترتیب بطنها را وادار به انقباض می‌کند (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳ نحوه تولید و هدایت موج انقباض قلب را نشان می‌دهد .

گفتار ۶

الکتروکاردیوگرام طبیعی

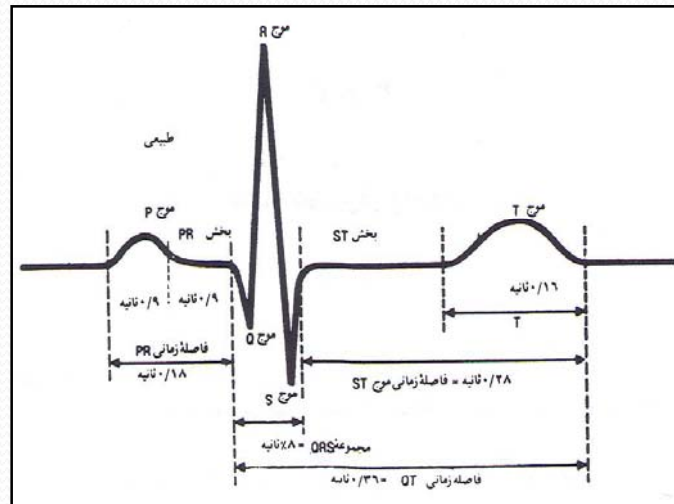
هدف

- انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:
 - اجزای الکتروکاردیوگرام را مشخص کنید.

انتشار ضربان قلب که از گره سینوسی دهلیزی به دهلیزها و سپس به گره دهلیزی بطنی و دسته هیس و سرانجام به بطنها می‌رسد، همراه با تغییرات الکتریکی است. این جریانهای الکتریکی به داخل بافتهای اطراف قلب گسترش می‌یابند و قسمت کمی از این جریانات تا سطح پوست می‌رسند. با قرار دادن الکترودهایی در سطح بدن و در مقابل و اطراف قلب، می‌توان به ثبت منحنی تغییرات الکتریکی عضله قلب که «الکتروکاردیوگرام» یا به اختصار ECG یا EKG نامیده می‌شود اقدام کرد (شکل ۳-۴).

الکتروکاردیوگرام طبیعی از یک موج P، کمپلکس QRS و موج T تشکیل شده است. موج P در نتیجه انتشار دپلاریزاسیون (غیرقطبی شدن) از درون دهلیزها شروع می‌شود (حالت دپلاریزاسیون حدود ۱۸/۰ تا ۲/۰ ثانیه طول می‌کشد) که سبب افزایش فشار در دهلیز به هنگام انقباض آن می‌شود. پس از موج P، مجموعه QRS روی نوار ظاهر می‌شود که نمایانگر دپلاریزاسیون بطنها (و در نتیجه بالا رفتن فشار بطنی) و همچنین رپلاریزاسیون دهلیزهاست. بخش ST و موج T نشاندهنده رپلاریزاسیون بطنهاست که در آن تارهای عضلانی شروع به استراحت می‌کنند.

در الکتروکاردیوگرام موضوع مهم زمان بین شروع انقباض دهلیزها و شروع انقباض بطنهاست که فاصله PR نامیده می‌شود، اگرچه عملاً از ابتدای موج P تا ابتدای موج Q اندازه‌گیری می‌شود. این فاصله نمودار زمان لازم برای انتقال موج تحریک از گره سینوسی - دهلیزی به عضله بطن است و دربارهٔ دستگاه هدایت کننده قلب اطلاعات مهمی به دست می‌دهد.



شکل ۳-۴ الکتروکاردیوگرام (ECG) در حالت طبیعی

گفتار ۷

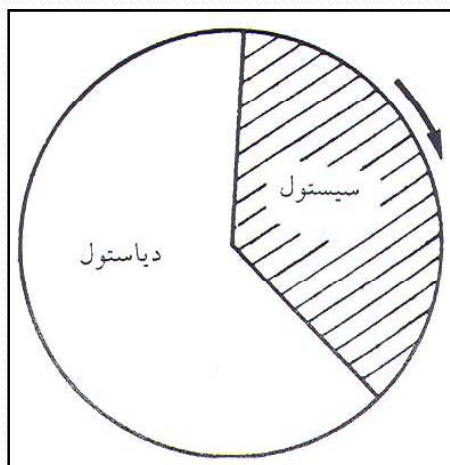
سیکل قلبی

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید «سیکل قلبی» را تعریف کنید و دو مرحله سیستول را توضیح دهید.

هر سیکل قلبی شامل همه تغییر فشارها، تغییر حجمها و اعمال دریچه‌هاست که در هر مرحله کامل انقباض و انبساط قلب رخ می‌دهد.

انقباض دهلیز و بطن را سیستول و انبساط آنها را دیاستول می‌نامند. در حال استراحت، سیستول بطنی ۳/۰ ثانیه و دیاستول بطنی کمی بیشتر یعنی ۵/۰ ثانیه طول می‌کشد. (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵ دوره قلبی. سیستول ۳/۰ ثانیه و دیاستول ۵/۰ ثانیه و یک دوره کامل قلبی روی هم ۸/۰ ثانیه طول می‌کشد.

هر سیستمی دیاستولی به دنبال دارد و پس از هر دیاستول مجدداً سیستم دیگری ظاهر می‌شود. این توالی به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پس سیکل (دوره) قلبی به حوادثی اطلاق می‌شود که از ابتدای یک ضربان قلب تا ابتدای ضربان قلب بعدی حادث می‌گردد و در حدود ۸/۰ ثانیه طول می‌کشد.

عضله قلب، برخلاف عضله اسکلتی، دارای مراحل استراحت طولانی نیست و باید فعالیت خود را در سراسر دوران زندگی ادامه دهد. تنها مرحله استراحت قلبی مرحله دیاستول آن است. هنگامی که تواتر قلبی به دنبال فعالیت عضلانی یا هیجان افزایش می‌یابد، دوره قلبی در زمان کوتاهیتری انجام می‌گیرد. کاهش زمان دوره قلبی بیشتر به قیمت کوتاه شدن مرحله دیاستول تمام می‌شود، یعنی دوره استراحت قلبی کاهش می‌یابد. هرگاه تواتر قلبی به‌طور مداوم تند باشد، زمان کل موجود برای دیاستول قلب کاهش می‌یابد.

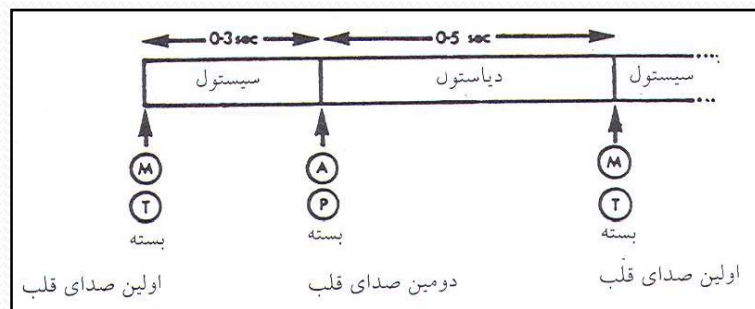
گفتار ۸

صداهای قلب

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید علت صداهای قلبی و مدت زمان هر یک را مشخص کنید.

دو صدا در حال طبیعی در هر دوره قلبی از طریق گوشی پزشکی یا استتوسکوپ شنیده می‌شود که ناشی از بسته شدن دریچه‌های موجود در قلب است. صدای اول بم و اندکی طولانی و شبیه تلفظ کلمه «پوم» است. این صدا به علت بسته شدن دریچه‌های میترا و سه‌لته است و شروع سیستول بطنی را مشخص می‌کند. صدای دوم کوتاه‌تر و مانند صدای تلفظ ملایم کلمه «تاک» می‌باشد.



شکل ۶-۳ صداهای قلبی: با شروع سیستول، دریچه میترا (M) و تریکوسپید (T) بسته می‌شوند. این بسته شدن، صدای اول قلب را ایجاد می‌کند. در پایان سیستول، دریچه‌های آئورت (A) و ریوی (P) بسته می‌شوند. این بسته شدن، صدای دوم قلب را تولید می‌کند. سیستول بین صدای اول و صدای دوم قلب، و دیاستول بین صدای دوم قلب و صدای اول ضربان بعدی قلب صورت می‌گیرد.

این صدا به دنبال بسته شدن دریچه‌های آئورتی و ریوی شنیده می‌شود و نشانهٔ پایان سیستول و شروع دیاستول است (شکل ۶-۳). مدت صدای اول حدود ۱۵/۰ ثانیه و مدت صدای دوم حدود ۱۲/۰ ثانیه است.

در جریان دورهٔ قلبی، صداهای قلب دارای ریتم اختصاصی زیر است:

پوم - تاک - سکوت - پوم - سکوت (۱ - ۲ - سکوت - ۱ - ۲ - سکوت).

صداهای قلبی اجازه می‌دهند تا بتوان زمان وقایع دوره قلبی را تعیین کرد. هر عملی که در فاصله بین صدای اول و دوم حادث می‌شود مربوط به زمان سیستول است. هر عملی که در فاصلهٔ بین صدای دوم قلب و صدای اول ضربان بعدی حادث شود مربوط به دیاستول است.

هرگاه ضربان قلب تندتر و در نتیجه زمان دیاستول کوتاهتر گردد، ریتم مشخص قلب یعنی پوم - تاک - سکوت از بین می‌رود و جای خود را به ریتمی می‌دهد که در آن صداهای قلب به فواصل منظم شنیده می‌شوند و یک ریتم دام - دام - دام به وجود می‌آورند. در چنین مواقعی هنگام گوش دادن به قلب نمی‌توان مشخص کرد که کدام صدای اول و کدام صداهای دوم است.

گفتار ۹

برونده قلب

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید «برونده قلب» را تعریف کنید و چگونگی محاسبه را توضیح دهید.

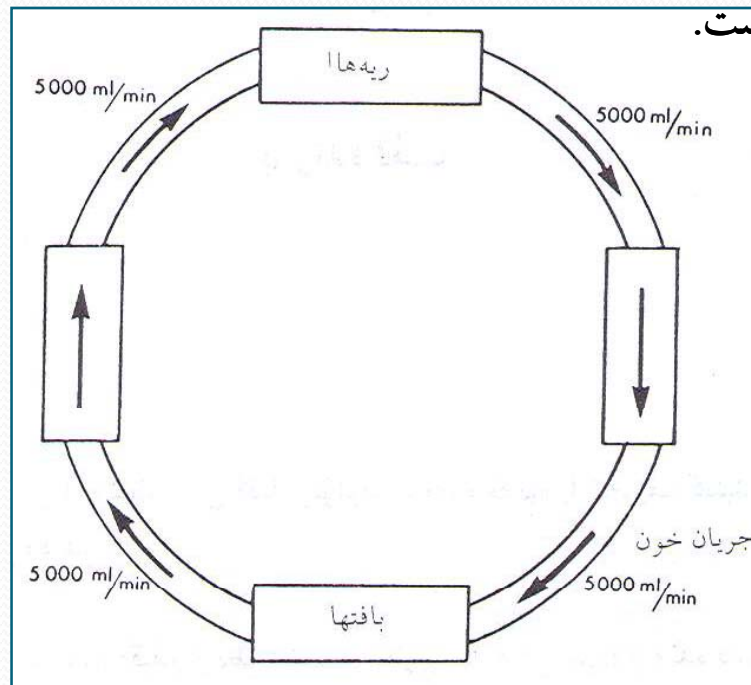
به مقدار خونی که در یک دقیقه از بطن چپ به خارج تلمبه می‌شود، برونده قلب می‌گویند و معمولاً برحسب لیتر در دقیقه یا میلی‌لیتر در دقیقه محاسبه می‌شود. برونده قلب به حاصلضرب دو عامل بستگی دارد. تواتر قلبی و حجم ضربه‌ای. این برونده را می‌توان به صورت معادله زیر نشان داد:

$$((H.R) \text{ تواتر قلبی} * (S.V) \text{ حجم ضربه‌ای} = (C.O) \text{ برونده قلب}$$

مثلاً، اگر تعداد ضربان قلب ۷۲ بار در دقیقه و حجم ضربه‌ای برابر ۷۰ میلی‌لیتر باشد. در آن صورت برونده قلب، طبق معادله بالا، برابر ۵۰۶۰ میلی‌لیتر در دقیقه یا حدود ۵ لیتر در دقیقه خواهد بود (۷۲*۷۰). رقم به دست آمده برونده قلبی در حالت طبیعی و در حال استراحت است و چون خون در یک دستگاه بسته جابه‌جا می‌شود، مقدار ۵ لیتر تنها میزان خونی نیست که از بطن چپ خارج می‌شود، بلکه همچنین مقدار خونی است که از طریق وریدها به قلب راست می‌رسد و از آنجا به ریه‌ها و سپس از راه وریدهای ریوی مجدداً به قلب چپ باز می‌گردد (شکل ۳-۷).

به هنگام فعالیت، تواتر ضربان قلبی و حجم ضربه‌ای هر دو افزایش می‌یابند. بنابراین، برونده قلبی بیشتر از هنگام استراحت می‌شود. مثلاً، به هنگام فعالیت شدید بدنی، تواتر قلبی ممکن است به ۲۰۰ ضربان در دقیقه برسد و حجم ضربه‌ای متجاوز از ۱۵۰ میلی‌لیتر گردد. لذا در چنین شرایطی برونده قلبی برابر ۳۰ لیتر در دقیقه خواهد شد.

برونده قلبی ۳۰ لیتر در دقیقه به هنگام فعالیت در مقایسه با ۵ لیتر خون در حال استراحت، به معنی آن است که همین خون در هر دقیقه ۶ بار به‌طور کامل دستگاه قلبی - عروقی را دور می‌زند و زمان هر دور گردش خون به‌طور متوسط فقط ۱۰ ثانیه است.



شکل ۳-۷ میزان جریان خون در سراسر دستگاه گردش خون یکسان است. خونی که از ریه‌ها در هر دقیقه عبور می‌کند برابر با مقدار خونی است که در هر دقیقه هر یک از بطنها به خارج می‌راند. بنابراین، برونده قلبی برابر است با میزان جریان خون ریه .

گفتار ۱۰

قانون قلب استارلینگ

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید «قانون قلب استارلینگ» را تعریف کنید.

عضله قلب دارای خاصیت مهمی است که اولین بار فردی به نام «استارلینگ» آن را نشان داد و به همین دلیل به نام «قانون استارلینگ» معروف است. براساس این خاصیت، هرگاه مقدار زیادتری خون در مرحله دیاستول (پر شدن قلب) به آن برسد. این خون بطنها را متسع خواهد کرد و در نتیجه، در سیستول بعدی، بطنها انقباض نیرومندی تولید و حجم بیشتری از خون را تخلیه می‌کنند. بنابراین، مقدار خونی که بطنها تخلیه می‌کنند، معمولاً، به مقدار خونی بستگی دارد که دریافت می‌دارند.

گفتار ۱۱

تنظیم ضربانهای قلب

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید

- علل عضلانی و عصبی ضربانهای قلب و جریانهای بازدارنده و تندکننده قلب را توضیح دهید.

تحریکی که موجب انقباض منظم عضله قلب می‌شود از درون خود عضله قلب منشأ می‌گیرد که مرکز آن در دهلیز راست با عنوان گره سینوسی دهلیزی (S.A) شناخته شده است.

دستگاه عصبی خودکار، نقش اصلی را در تنظیم ضربان قلب به عهده دارد. تحریک اعصاب پاراسمپاتیک سبب آزاد شدن استیل کولین (ACH) از انتهای آنها می‌شود. استیل کولین موجب کند شدن تحریکات در گره S.A و همچنین کندی هدایت جریان از درون گره A.V و کند شدن تحریک بطنها می‌شود. چنین تحریکاتی را «جریانهای بازدارنده قلب» می‌خوانند که نتیجه آنها کند شدن ضربانهای قلب است.

تحریک اعصاب سمپاتیک موجب آزاد شدن نوراپی نفرین از انتهای آنها می‌شود. نوراپی نفرین باعث سریعتر شدن کارگره S.A و سرعت هدایت جریان می‌شود. چنین تحریکاتی را که به سریعتر و قویتر شدن ضربانهای قلب می‌انجامند «تندکننده کار قلب» می‌نامند.

گفتار ۱۲

رگهای خونی

هدف

انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید مسیر انتقال خون را در رگهای خونی توضیح دهید.

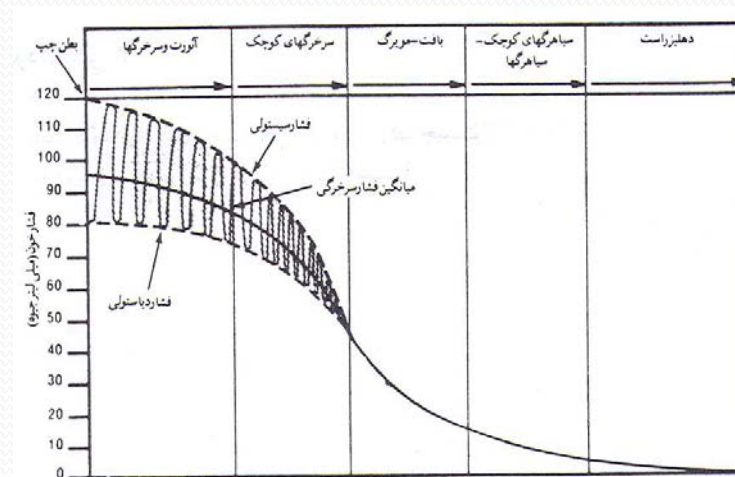
قلب خون را از میان رگهای بدن با میزانهای متغیر، بسته به احتیاجات بدن، به جلو می‌راند. تعداد ضربان قلب براساس تغییرات فعالیت بدن تغییر می‌کند تا فشار خون مناسبی برای آن نوع فعالیت برقرار و حفظ گردد. بنابراین، شما می‌توانید رگهای شریانی از آئورت تا شبکه‌های مویرگی را در نظر بیاورید که به تدریج دارای بافت ارتجاعی کمتر و کمتری می‌شود و بافت عضلانی آنها تغییر می‌یابد و بالاخره در سرخرگچه‌های انتهایی فقط دارای یک ردیف یاخته عضلانی صاف است که قطر رگ را کنترل می‌کند. پس از این قسمت مویرگها ظاهر می‌شود که تنها از یک ردیف سلول پوششی تشکیل شده و عمل تبادل مواد در آنها رخ می‌دهد. وریدها دوباره دارای یاخته‌های عضلانی صاف و مقداری بافت ارتجاعی می‌شوند و به تدریج که به نزدیک قلب می‌رسند بزرگتر می‌گردند. جدار وریدها با ازدیاد تدریجی یاخته‌های عضلانی صاف که به صورت طولی و حلقوی در آنها ظاهر می‌شوند ضخیمتر می‌شوند، ولی ضخامت آنها هیچ‌گاه به اندازه ضخامت شریانها نمی‌رسد.

گفتار ۱۳ فشار خون

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید «فشار خون» را تعریف کنید و مکانیسم ایجاد آن را در رگها توضیح دهید.

منظور از فشار خون نیرویی است که خون به جدار رگهای خونی وارد می‌کند. فشار خون برحسب میلیمتر جیوه بیان می‌شود. فشار خون از آنورت تا وریدهای اجوف کاهش می‌یابد و این برای جریان مداوم خون ضروری است، زیرا جریان یافتن خون در رگها به واسطه اختلاف فشار است.



شکل ۸-۳ چگونگی توزیع خون از نقطه‌ای با فشار بالا به نقطه‌ای با فشار پایین در بدن را ترسیم می‌کند.

همان‌طور که در شکل ۸-۳ دیده شد، فشار خون در داخل آئورت حداکثر ۱۲۰ میلیمتر جیوه و حداقل ۸۰ میلیمتر جیوه است و فشار متوسط آن حدود ۱۰۰ میلیمتر جیوه است. خون از شریانها به سوی آرتریولها (سرخرگهای کوچک) و سپس از مویرگها به طرف وریدها جریان می‌یابد، زیرا یک سقوط پیش رونده در فشار خون وجود دارد و خون از ناحیه با فشار زیاد به طرف ناحیه با فشار کم جریان می‌یابد. سقوط فشار خون در طول شریانها اندک است، اما وقتی خون از آرتریولها می‌گذرد، فشار آن به‌طور بارزی سقوط می‌کند. فشار خون، پس از عبور از مویرگها و وریدها، به تدریج که به سوی قلب باز می‌گردد، به صفر میلیمتر جیوه کاهش می‌یابد. سقوط بارز فشار خون در آرتریولها به علت آن است که آرتریولها در برابر جریان خون مقاومت ایجاد می‌کنند.

با یک مثال، شاید درک این بحث آسانتر شود. هرگاه تعداد زیادی از مردم سعی کنند که سریعاً از تالاری که فقط در کوچکی دارد خارج شوند، فشار عظیمی در تالار ایجاد می‌شود، اما به مجردی که یک نفر از محل مقاومت (یعنی در) عبور کرد، فشاری که در تالار بر او وارد می‌شد از بین می‌رود. بنابراین، قبل از مقاومت فشار زیاد و بعد از مقاومت فشار اندک است.

گفتار ۱۴

نبض شریانی

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید «نبض شریانی» و چگونگی شمارش آن را توضیح دهید.

نبض شریانی یک موج اتساع و بازگشت است که با هر سیستول بطن چپ در طول دستگاه شریانی به جریان می‌افتد.

موج نبض به تدریج که در طول دستگاه شریانی پیش می‌رود ضعیفتر می‌گردد و در مویرگها کاملاً ناپدید می‌شود. موج نبض به‌طور سریع با سرعت ۶ تا ۹ متر در ثانیه سیر می‌کند. موج اتساع ناشی از رانده شدن خون قبل از خروج از آئورت را می‌توان در جدار شریانهایی که به سطح بدن نزدیکترند احساس کرد. مانند شریان زند زبرین، شریان ران و شریان کاروتید در گردن. هرگاه بخواهید تعداد نبض را بشمارید، نوک انگشتان خود را بر روی شریان قرار دهید و آن را کمی فشار دهید تا امواج اتساع را حس کنید.

هیچ‌گاه انگشت شست خود را برای گرفتن نبض شخص دیگری مورد استفاده قرار ندهید، زیرا شست خود نبض دارد و ممکن است آن را با نبض شخص دیگر اشتباه کنید.

گفتار ۱۵

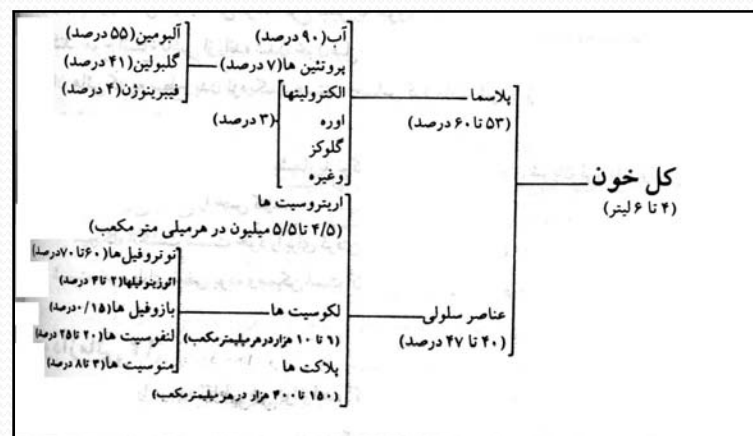
ساختمان خون

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:

۱. ساختمان خون را توضیح دهید.
۲. اعمال و وظایف خون را مشخص کنید.

خون تنها بافت مایع بدن است که مقدار آن در زنان ۴ تا ۵ لیتر و در مردان ۵ تا ۶ لیتر است. به‌طور کلی، حجم خون ۷ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد. خون از قسمتهای مختلفی تشکیل شده که در زیر ترسیم شده است.



مشخصات خون

رنگ خون کامل (شامل پلاسما و عناصر سلولی) در صورتی که شریانی (اکسیژن دار) باشد قرمز روشن است. خون وریدی قرمز تیره است، زیرا از اکسیژن اشباع نیست. خون کدر است یعنی از پشت آن چیزی قابل دیدن نیست. در توصیف کامل خون به دو عامل دیگر نیز باید توجه داشت یکی ویسکوزیته (چسبندگی) و دیگری وزن مخصوص آن است.

منظور از ویسکوزیته خون مقاومت آن در برابر جاری شدن است. خون غلیظ و چسبنده است و در حال عادی با اشکال جریان می یابد. ویسکوزیته خون کامل در حدود ۳ تا ۴ برابر آب است. بخشی از این ویسکوزیته ناشی از گویچه ها و بخشی دیگر ناشی از پروتئینهای پلاسما است.

منظور از وزن مخصوص مقایسه خون نسبت به وزن آب است. همان طور که می دانیم وزن مخصوص آب ۱/۰۰۰ است، در حالی که وزن مخصوص خون کامل بین ۱/۰۵۵ و ۱/۰۶۵ با میانگین ۱/۰۶۰ است. این بدان معنی است که به طور متوسط هر صد میلی لیتر خون کامل ۱۰۶ گرم وزن دارد.

هماتوکریت

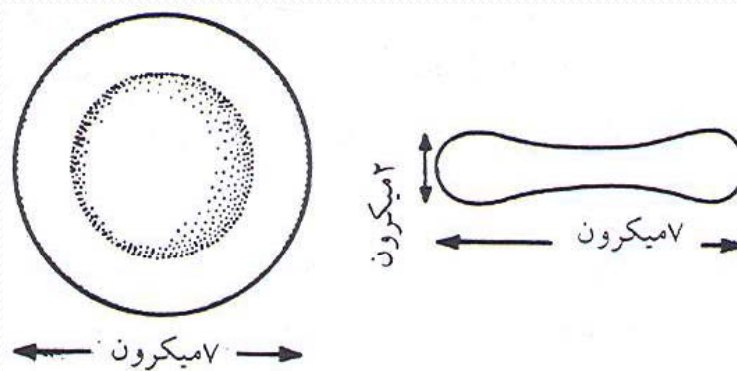
هماتوکریت خون نشاندهنده درصدی از خون است که سلولهای خونی آن را تشکیل می‌دهند. به عبارت دیگر، هماتوکریت عبارت از نسبت درصد گویچه‌ها در خون است. مثلاً، وقتی می‌گوییم شخصی دارای هماتوکریت ۴۵ است، یعنی اینکه ۴۵ درصد حجم خون کامل مربوط به سلولهاست و ۵۵ درصد باقیمانده را پلاسما تشکیل می‌دهد. مقدار هماتوکریت در مردان بین ۴۰ تا ۴۵ و در زنان بین ۳۸ تا ۴۷ درصد است.

سلولهای خون

سلولهای خون عبارت‌اند از: اریتروسیتها یا گلبولهای قرمز، لکوسیتها یا گلبولهای سفید و پلاکتها.

۱. اریتروسیتها

اریتروسیتها بیشترین سلولهای خونی را تشکیل می‌دهند. تعداد آنها به‌طور متوسط $5/4$ و $5/5$ میلیون در هر میلیمتر مکعب خون به ترتیب در زنان و مردان است. گویچه‌های سرخ در مغز استخوان ساخته شده و حدود ۱۰۰ روز عمر می‌کنند و این بدان معنی است که گویچه‌های سرخ جدید باید به‌طور مداوم جانشین گویچه‌های پیر و فرسوده که می‌میرند، شوند. گویچه‌های سرخ خون به شکل دیسکهای مقعرالطرفینی است به قطر ۷ تا ۸ میکرون و ضخامت ۲ میکرون (هر میکرون برابر یک هزارم میلیمتر است) (شکل ۳-۹). در حدود ۱۳ وزن هر گویچه قرمز از هموگلوبین تشکیل شده که نقش مهمی در انتقال اکسیژن و دی‌اکسیدکربن بازی می‌کند. هموگلوبین از یک «گلوبین» و چهار مولکول «هم» تشکیل شده است. هر مولکول «هم» قابلیت ترکیب با اکسیژن و دی‌اکسیدکربن دارد. از این رو، گویچه‌های قرمز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را در بدن جابه‌جا می‌کنند.



شکل ۳-۹ گویچه‌های سرخ به شکل صفحات مقعرالطرفین به قطر ۷ میکرون و ضخامت ۲ میکرون است. (یک میکرون برابر با یک هزارم میلیمتر و یک میلیونیم سانتیمتر است).

۲. لکوسیتها

گویچه‌های سفید سیستم دفاعی بدن را تشکیل می‌دهند. تعداد آنها در خون ۸۰۰۰ در هر میلیمتر مکعب خون در یک شخص سالم و طبیعی است.

گویچه‌های سفید خون سلولهای هسته‌داری‌اند که بعضی از آنها محتوی دانه‌هایی در سیتوپلاسم است. این دسته را لکوسیت‌های دانه‌دار می‌نامند. و بعضی دیگر در سیتوپلاسم دانه ندارند و به آنها لکوسیت‌های بدون دانه می‌گویند. شناسایی انواع گلبولهای سفید در جدول ۱-۳ خلاصه شده است.

جدول ۱-۳. انواع، مرکز تولید و عمل گلبولهای سفید

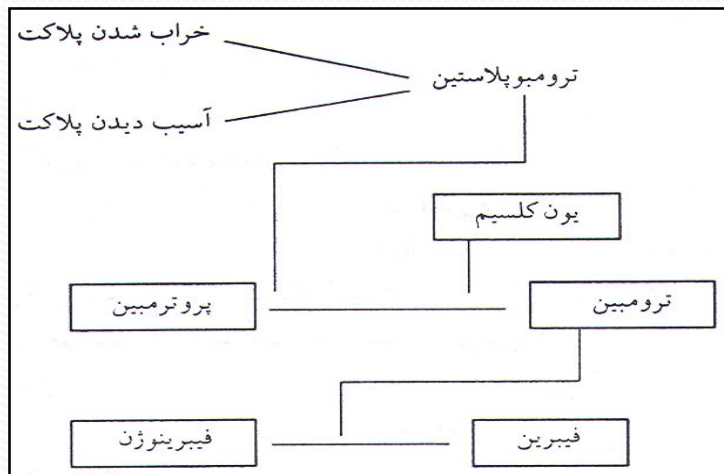
انواع	تعداد متوسط در هر میلیمتر مکعب خون	درصد تشکیل دهنده گلبولهای سفید	مرکز تولید	عمل
نوتروفیل دانه‌دار	۵۴۰۰	۵۶ درصد	مغزاستخوان	فاگوسیتوز
ائوزینوفیل (دانه دار)	۲۷۵	۴ درصد	مغزاستخوان	فاگوسیتوز - تولید آنتی کور
بازوفیل (دانه دار)	۳۵	۱ درصد	مغزاستخوان	آزاد کردن هیپارین، هیستامین و سروتین
لنفوسیت (بدون دانه)	۲۷۵۰	۲۵ درصد	بافت لنفاوی	فاگوسیتوز
منوسیت (بدون دانه)	۵۴۰	۵ درصد	بافت لنفاوی	فاگوسیتوز

پلاکتها

پلاکتها قطعاتی از سلولهای غولپیکر موسوم به «مگاکاریوسیت» اند که در مغز استخوان قرمز تشکیل می‌شوند. تعداد پلاکتها، به‌طور متوسط، ۲۵۰,۰۰۰ در هر میلیمتر مکعب است. پلاکتها نقش مهمی در جلوگیری از خروج خون از رگهای پاره شده بازی می‌کنند. هنگامی که آسیبی به جدار رگها وارد می‌شود، پلاکتها به سطح داخل رگ می‌چسبند و سوراخها را می‌بندند و بافتهای آسیب دیده را می‌پوشانند. سپس پلاکتهای دیگر را به سوی خود جذب می‌کنند و بالاخره توده بزرگی تشکیل می‌دهند که برای بستن دهانه رگهای کوچک کافی است.

انعقاد خون

انعقاد خون تغییری است که در پلاسمای خون به وجود می آید. گویچه های سرخ و سفید هیچ سهمی در تشکیل لخته خون ندارند و فقط در لخته تشکیل شده به دام می افتند. اولین مرحله انعقاد خون هنگامی حادث می شود که پلاکتها خراب شوند و بافتها آسیب بینند. هر یک از این دو امر موجب تشکیل ماده ای موسوم به «ترومبوپلاستین» یا ترومبوکیناز می شود. ترومبوپلاستین پس از تشکیل شدن ماده ای موسوم به پروترومبین را، که در پلاسما وجود دارد به ترومبین تبدیل می کند. این تغییر فقط در صورتی انجام می گیرد که یون کلسیم در خون وجود داشته باشد. ترومبین، پس از تشکیل شدن، در ماده دیگری در پلاسما به نام فیبرینوژن تأثیر و آن را به فیبرین تبدیل می کند. با تشکیل فیبرین، لخته خون به وجود می آید (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰ هنگامی که ترومبوپلاستین بر اثر خراب شدن پلاکتها یا آسیب بافتها تشکیل می شود، خون لخته می گردد.

لخته، در ابتدا، نرم و ژله مانند است، ولی بعد از زمان کوتاهی فشرده می شود و مایعی به رنگ زردکاهی از خود خارج می کند که سرم نامیده می شود. اگر از انعقاد خود جلوگیری شود خون به دو قسمت پلاسما و گویچه ها تقسیم می شود و اگر خون منعقد شود به دو قسمت لخته و سرم تقسیم می گردد. سرم و پلاسما بسیار شبیه اند و تنها اختلافی که با یکدیگر دارند این است که سرم فاکتورهای انعقادی پروترومبین و فیبرینوژن را که در پلاسما وجود دارند از دست داده - است.

اعمال و وظایف خون

۱. انتقال اکسیژن و دی اکسید کربن بین اندامهای تنفسی و بافتهای بدن.
۲. انتقال مواد غذایی جذب شده از روده به کبد و سایر اندامهای بدن.
۳. انتقال مواد دفعی حاصل از متابولیسم مواد نیتروژن دار به کلیه ها.
۴. تنظیم pH (میزان اسیدیته) مایعات بدن.
۵. توزیع و تنظیم گرما در بافتها.
۶. انتقال هورمونها.
۷. دفاع بدن در مقابل مواد و حوادث زنده میکروسکوپی.
۸. جلوگیری از اتلاف خون در خونریزی از طریق

گفتار ۱۶

گروههای خونی

هدف


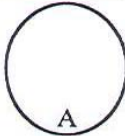
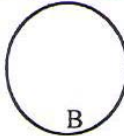
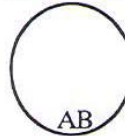
انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید چهار گروه خونی را با دو نوع RH مثبت و منفی مشخص کنید و علت به وجود آمدن هر یک را توضیح دهید.

هنگامی که انتقال خون از یک شخص به شخص دیگری انجام می‌شود، در صورتی که خون شخص دهنده با خون شخص گیرنده متجانس نباشد، موجب آگلوتیناسیون فوری یا تأخیری و همولیز (به هم چسبیدن) گویچه‌های سرخ می‌شود. باید توجه داشت که خون اشخاص مختلف معمولاً دارای صفات آنتی ژنی و ایمنی متفاوتی است و، در صورت بی‌توجهی به ویژگیهای گروههای خونی، آنتی‌کورهای موجود در پلاسمای یک خون با آنتی‌ژنهای موجود در گلبولهای قرمز خون دیگر وارد واکنش می‌شود. لااقل ۳۰ آنتی‌ژن شایع، که هر کدام از آنها ممکن است موجب واکنشهای آنتی‌ژن آنتی‌کور شوند، در گلبولهای قرمز انسان و به خصوص در غشای گلبول یافت شده‌اند. دو گروه خاص از آنتی‌ژنها بیشتر از سایر آنتی‌ژنها احتمال دارد موجب واکنش در انتقال خون شوند. این گروهها عبارت‌اند از: سیستم آنتی‌ژنهای A و B و سیستم RH

گروههای خونی

گویچه‌های سرخ خون بر روی غشای خارجی خود ممکن است دارای ماده‌ای گلووسیدی به نام «آنتی‌ژن یا ماده قابل آگلوتیناسیون» باشند. آنتی‌ژنها به دو دسته **A** و **B** تقسیم می‌شود. برحسب اینکه آنتی‌ژن **A** یا **B** و یا هر دو **AB**)) یا هیچ کدام بر روی غشای خارجی گویچه‌های سرخ وجود داشته یا نداشته باشند، خون انسان را می‌توان به چهار گروه تقسیم‌بندی کرد. این گروه‌ها به نام **A**، **B**، **AB** و **O** (نامگذاری بین‌المللی) خوانده می‌شوند.

تقریباً نصف جمعیت جهان (۴۲ درصد) دارای آنتی ژن A بر روی یکی از گویچه‌های سرخ خون بدن خودند که این اشخاص را دارای گروه خونی A می‌شناسند. نسبت درصد کمتری از مردم (۹ درصد) بر روی گویچه‌های سرخ خود دارای آنتی ژن B اند، که به گروه خونی B تعلق دارند. حدود ۳ درصد مردم بر روی گویچه‌های سرخ دارای آنتی ژنهای A و B اند که دارای گروه خونی AB می‌شوند. بقیه مردم (۴۶ درصد) بر روی گویچه‌های سرخ خود آنتی ژنهای A و B ندارند که گروه خونی آنها O خوانده می‌شود (شکل ۱۱-۳).

سلولها			
			
46%	42%	9%	3%
پلازما			
ANTI-A ANTI-B	ANTI-B	ANTI-A	—

شکل ۱۱-۳ گروه‌های خونی

در سال اول زندگی، در پلاسمای اشخاصی که به گروه A تعلق دارند، ماده‌ای ظاهر می‌شود که تمام گویچه‌های محتوی آنتی‌ژن B را خراب می‌کند. دقیقاً روشن نیست که این موضوع چگونه صورت می‌گیرد، ولی امکان دارد بعضی از باکتری‌هایی که وارد لوله گوارشی می‌شوند بر روی غشای خارجی خود ماده‌ای مشابه آنتی‌ژن B داشته باشند و آنتی‌کور ضد B، که واکنش بدن در برابر این آنتی‌ژن باشد، تولید کند.

افراد گروه A در پلاسمای خود آنتی‌کور ضد B، افراد گروه B در پلاسمای خود آنتی‌کور ضد A و افراد گروه O آنتی‌کورهای A و B در پلاسمای خود تولید می‌کنند. فقط گروه AB هستند که در پلاسمای خود هیچ یک از این آنتی‌کورها را تولید نمی‌کنند.

گروه (RH Rhesus)

تا سال ۱۹۴۰ سیستم ABO تنها سیستم مهم شناخته شده گروه‌بندی خون بود. در این سال «لندشتاینر» (که در سال ۱۹۰۰ گروه‌های ABO را کشف کرده بود) ماده مهم دیگری به نام D را نیز کشف کرد. این دسته‌بندی جدید از آن رو RH نامگذاری شده که اولین بار در خون میمون Rhesus پیدا شد.

اشخاصی که بر روی گویچه‌های سرخ خود آنتی‌ژن D دارند RH مثبت خوانده می‌شوند. و ۸۵ درصد مردم در این دسته قرار می‌گیرند. ۱۵ درصد بقیه بر روی گویچه‌های سرخ ماده D ندارند، بنابراین، دارای RH منفی‌اند.

در پلاسمای اشخاص RH مثبت و RH منفی، هیچ کدام، آنتی کور ضد D به طور طبیعی وجود ندارد و آنتی کور ضد D فقط در اشخاص RH منفی در صورتی به وجود می آید که به آنها خون RH مثبت داده باشند. پس از یک بار انتقال خون RH مثبت، آنتی کور ضد D در تمام طول زندگی شخص باقی خواهد ماند و این شخص دیگر نخواهد توانست خون RH مثبت دریافت کند و باید در صورت احتیاج فقط از خون هم گروه خود (RH منفی) دریافت کند. این موضوع فقط در مورد اشخاص RH منفی صدق می کند. اشخاص RH مثبت در پلاسمای خود آنتی کور ضد D ندارند و نیز نمی توانند این آنتی کور را تولید کنند. بنابراین، می توانند هم از خون RH منفی و هم از خون RH مثبت استفاده کنند .



بخش چهارم

فیزیولوژی دستگاه تنفس

هدف كلي

- آشنائي دانشجو با ساختمان فيزيولوژي دستگاه تنفسي

فهرست عناوین

تنفس

گفتار ۱

تنفس داخلی، تنفس خارجی و تنفس سلولی

گفتار ۲

چگونگی تنفس

گفتار ۳

حجمها و ظرفیتهای ریوی

گفتار ۴

تهویه ریوی

گفتار ۵

تنظیم تنفس

گفتار ۶

تبادل گازها

گفتار ۷

گفتار ۱

تنفس

هدف

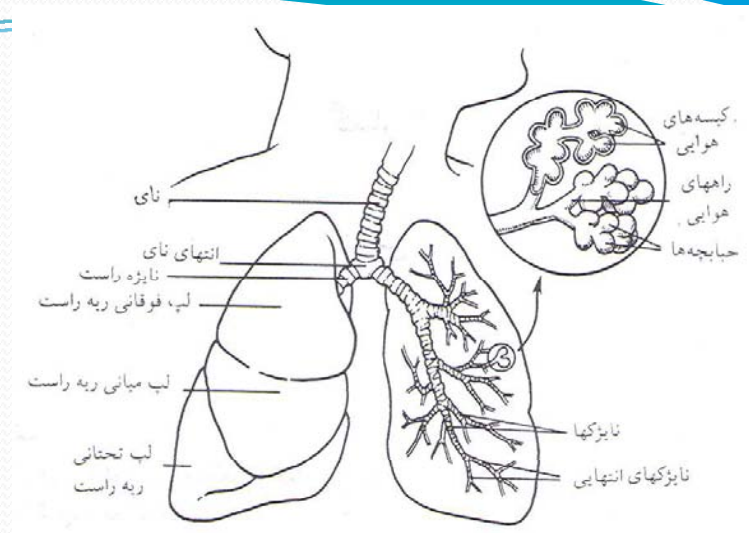
انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:

۱. «تنفس» را تعریف کنید.
۲. مسیر انتقال اکسیژن را از خارج بدن به داخل بدن مشخص کنید.

تنفس یعنی انتقال اکسیژن (O_2) از هوا به بافت‌های بدن و انتقال دی‌اکسیدکربن (CO_2) از بافت‌های بدن به هوای بیرون.

اکسیژن با مجموعه‌های سلولی بدن تماس مستقیم ندارد، بنابراین شبکه‌ای پرشاخه از لوله‌ها هوا را به بدن وارد می‌کند و دی‌اکسیدکربن زاید را به بیرون می‌فرستد. این لوله‌ها که هوا را تا اندام‌های اصلی دستگاه تنفسی یعنی ریه‌ها (کیسه‌های هوایی) به‌طور رفت و برگشت هدایت می‌کنند «مجاری تنفسی» نامیده می‌شوند.

تنفس از راه بینی بر تنفس از راه دهان ارجحیت دارد، زیرا مجاری بینی برای این هدف طراحی شده‌اند. هوایی که به درون بینی کشیده می‌شود از روی سطوحی که از دیوارهٔ بینی و شاخک‌های بینی ساخته شده است عبور می‌کند. این سطوح هوای تنفسی را گرم و مرطوب می‌کند.



شکل ۴-۱ دستگاه تنفس

شکل ۴-۱ نای را نشان می‌دهد که بعد از حنجره (محفظه صوت) قرار گرفته و در پایین گردن به دو نایژه اصلی تقسیم می‌شود که هر کدام به یکی از ریه‌ها منتهی می‌گردند. درون هر ریه، نایژه‌ها به دفعات به شاخه‌های کوچکتر یا نایژکها انشعاب می‌یابند تا به صورت نایژکهای انتهایی در می‌آیند. هر نایژک انتهایی به دو نایژک تنفسی سپس به شاخه‌های کوچکتر تقسیم می‌شود و مجاری کیسه‌های هوایی را تشکیل می‌دهد. نایژکها به ساختمانهای کیسه مانند به نام «حبابچه» منتهی می‌شوند. تبادل اکسیژن و دی‌اکسید کربن عملاً بین هوای درون حبابچه‌ها و خونی که در مویرگهای مجاور آنها جریان دارد به‌وقوع می‌پیوندد. سایر اجزایی که ذکر شد فقط نقش راه عبور هوا را دارند و تبادل گاز در آنها صورت نمی‌گیرد.

گفتار ۲

داخلی، تنفس خارجی و تنفس سلولی

هدف

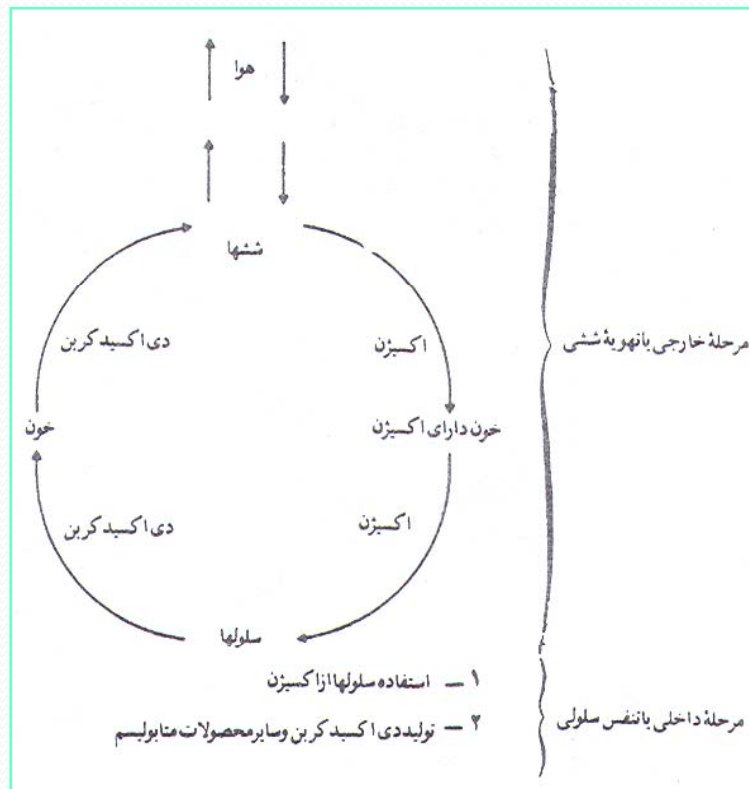
انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید «تنفس خارجی» و «تنفس سلولی» را تعریف کنید.

مراد از تنفس همه فرایندهایی است که در تبادل گازها بین بدن و محیط خارج نقش دارند. این فرایند، به لحاظ ویژگی عمل، به سه مرحله تقسیم می‌شود:

«تنفس خارجی»

«تنفس داخلی»

«تنفس سلولی»



شکل ۲-۴ طرح ساده مراحل تنفسی داخلی و خارجی.



«تنفس خارجی» ← یعنی روندی که در آن گازها بین خون و هوا تغییر می‌کنند (انتقال اکسیژن از حبابچه‌ها به خون و انتقال دی‌اکسیدکربن از خون به حبابچه‌ها)

«تنفس داخلی» فرایندی که موجب تغییر گازها بین خون و سلولها می‌شود، نام دارد (انتقال اکسیژن از خون به سلولها و دریافت دی‌اکسیدکربن از سلولها توسط خون) ←

«تنفس سلولی» روندی است که در آن سلولها از اکسیژن برای سوخت و ساز استفاده می‌کنند. حاصل این فرایند تولید گاز زایدی چون دی‌اکسیدکربن نیز هست.



گفتار ۳

چگونگی تنفس

هدف

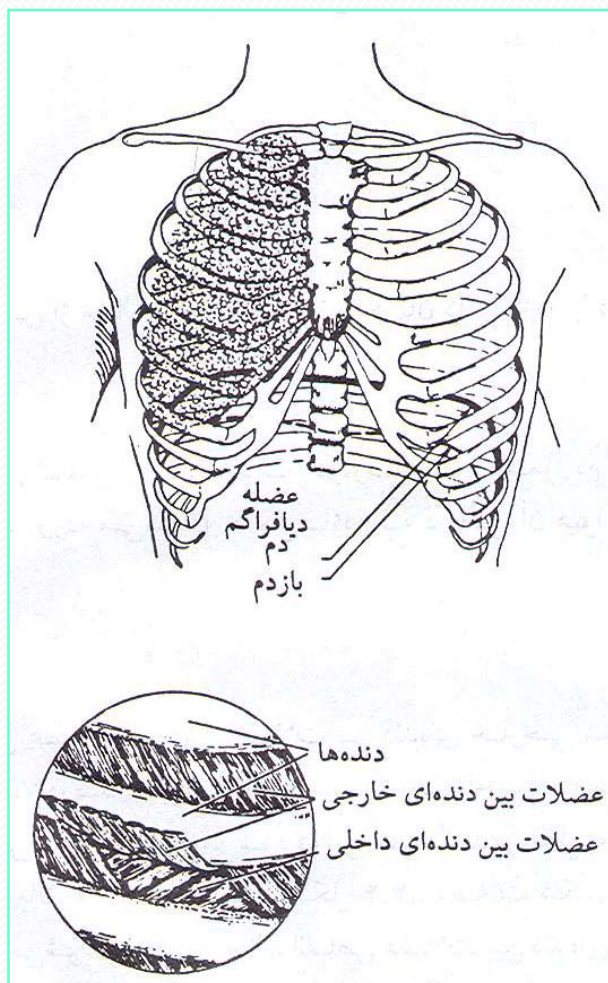
انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید جریان دم و بازدم را در فرایند تنفس توضیح دهید.

دو حرکت اصلی در تنفس وجود دارد که عبارت است از عمل دم که در جریان آن هوا به داخل ریه‌ها آورده می‌شود و عمل بازدم که در طی آن هوا از ریه‌ها بیرون رانده می‌شود.

عمل دم

عمل دم با انقباض عضله دیافراگم و عضلات بین دنده‌ای خارجی شروع می‌شود. حرکت دیافراگم مسئول ۷۵ درصد تغییرات ایجاد شده در حجم داخل قفسه سینه در جریان دم آرام عادی است. انقباض دیافراگم سبب می‌شود که این عضله به طرف پایین حرکت کند و قفسه سینه را از بالا به پایین بزرگ کند. عضلات شکمی به تدریج که دیافراگم پایین می‌آید شل می‌شوند. در همین حال، انقباض عضلات بین دنده‌ای، دنده‌ها را بالا می‌کشد. این عمل قفسه سینه را از طرفین و نیز از جلو به عقب بزرگ می‌کند. همراه با اتساع قفسه سینه بر حجم ریه‌ها نیز افزوده می‌گردد. هرگاه سریعاً بر حجم گازی افزوده شود، پراکندگی مولکولهای موجود در گاز بیشتر و، در نتیجه، از فشار آنها کاسته می‌شود. پس، هنگام دم فشار درون ریوی به کمتر از فشار جو تنزل می‌یابد و هوا به داخل ریه‌ها رانده می‌شود. با پر شدن ریه‌ها از هوا، فشار درون ریوی افزایش می‌یابد و هنگامی که دوباره با فشار جو برابر شد (در پایان دم)، جریان هوا به داخل ریه‌ها متوقف می‌گردد.

عمل بازدم



عمل بازدم بیشتر عملی غیرفعال است که در شرایط معمولی استراحت، به علت رفع انقباض از عضلات دمی (دیاфраگم و عضلات بین دنده‌ای خارجی) و بازگشت آنها و ریه‌ها به حالت اول، صورت می‌گیرد. به هر حال، ما دارای عضلات بازدمی نیز هستیم، ولی از این عضلات فقط در فعالیتهای بسیار شدید عضلانی یا برای انجام یک بازدم شدید و قوی مثل باد کردن یک بادکنک یا توپ فوتبال استفاده می‌کنیم. به تدریج که از عضلات دمی رفع انقباض می‌شود، حجم قفسه سینه کاهش می‌یابد. فشردگی حجم قفسه سینه باعث افزایش فشار درون ریوی می‌شود، به‌طوری که مقدار آن بیشتر از فشار جو می‌شود و هوا از ریه‌ها به خارج جریان می‌یابد. در پایان بازدم، فشار درون ریوی دوباره با فشار جو برابر می‌شود و جریان هوا از ریه‌ها به خارج توقف می‌یابد.

گفتار ۴

حجمها و ظرفیتهای ریوی

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید چهار نوع حجم و پنج نوع ظرفیت ریوی را توضیح دهید.

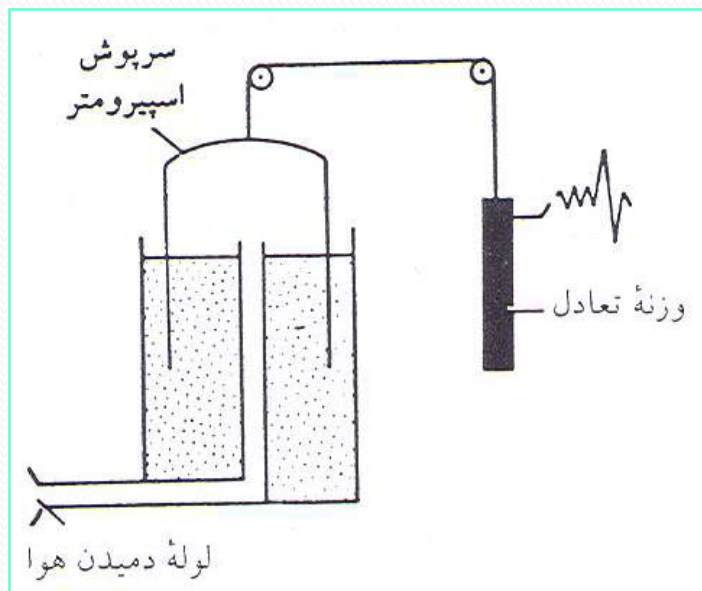
برای تعیین دقیق حجمهای ریه در جریان تنفس، از «اسپیرومتر» استفاده می‌شود. منحنی به‌دست آمده به هنگام نفس کشیدن در اسپیرومتر «اسپیروگرام» نامیده می‌شود.

اسپیرومتر دستگاهی است که شخص آزمایش شونده از راه لوله‌ای به درون سرپوش آن که بر محفظه‌ای آب شناور است، تنفس می‌کند. این محفظه آب سبب می‌شود که هوا در زیر سرپوش اسپیرومتر محبوس بماند. وقتی شخص یک دم انجام می‌دهد، سرپوش اسپیرومتر پایین می‌آید و وقتی شخص بازدم انجام می‌دهد، سرپوش بالا می‌رود.

حرکات سرپوش با استفاده از قلم ثابتی که به وزن تعادل

متصل شده بر روی کاغذ مدرجی که بر حسب میلی‌لیتر

مدرج شده ثبت می‌گردد (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴ اسپیرومتر. شخص از راه دهانه‌ای بند نفس می‌کشد و سرپوش اسپیرومتر را بالا و پایین می‌برد. با استفاده از قلم ثابتی که به وزن تعادل متصل شده می‌توان منحنی تنفس شخص را رسم کرد. تغییرات حجم سرپوش اسپیرومتر برابر با تغییرات حجم ریه‌ها است.

حجمهای ریوی

حجمهای ریوی را چهار حجم مختلف تنفسی به شرح زیر تشکیل می دهند:

حجم جاری

حجم هوایی که با حرکت تنفسی (دم یا بازدم) به داخل یا خارج ریه ها جریان می یابد حجم جاری نامیده می شود و تقریباً ۵۰۰ میلی لیتر (نیم لیتر) است.

حجم ذخیره دمی

حجم هوایی که، به دنبال یک دم عادی، با یک دم عمیق می توان به ریه ها وارد کرد به حجم ذخیره دمی موسوم است و مقدار آن معمولاً برابر ۳۰۰۰ میلی لیتر است.

حجم ذخیره بازدمی

ذخیره بازدمی مقدار هوایی است که می توان بعد از پایان یک دم عادی با یک بازدم عمیق از ریه ها خارج کرد و مقدار آن به طور طبیعی در حدود ۱۱۰۰ میلی لیتر است.

حجم باقیمانده

حجم باقیمانده، حجم هوایی است که متعاقب یک بازدم حداکثر عمیق در ریه ها باقی می ماند. این حجم در یک مرد جوان، به طور متوسط، حدود ۱۲۰۰ میلی لیتر است. لازم به ذکر است که حجم باقیمانده مستقیماً توسط اسپرومتر قابل اندازه گیری نیست.

ریه دارای ظرفیتهای متفاوت به شرح زیر است:

ظرفیت دمی

این ظرفیت مرکب از دو حجم جاری و حجم ذخیره دمی است. این ظرفیت نمودار حداکثر مقدار هوایی است که شخص می تواند از سطح استراحت بازدمی با یک دم عمیق وارد ریه ها کند و آنها را تا حداکثر ممکن متسع سازد. مقدار آن در حدود ۳۵۰۰ میلی لیتر است.

ظرفیت باقیمانده عملی

پس از یک بازدم عادی، حداکثر هوایی که در ریه ها باقی می ماند و معادل مجموع حجم ذخیره بازدمی و حجم باقیمانده است، ظرفیت باقیمانده عملی خوانده می شود و مقدار آن ۲۳۰۰ میلی لیتر است.

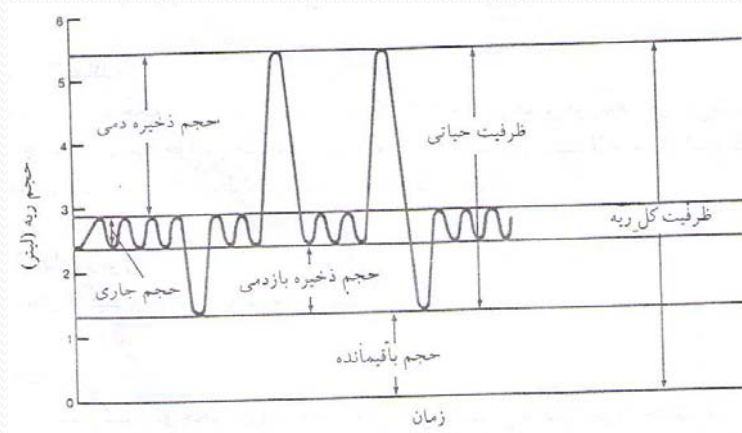
ظرفیت حیاتی

به مقدار هوایی که شخص می تواند بعد از یک دم بسیار عمیق با یک بازدم کاملاً عمیق از ریه های خود خارج کند، ظرفیت حیاتی می گویند. این ظرفیت از سه حجم جاری، حجم ذخیره - دمی و حجم ذخیره بازدمی تشکیل می شود. مقدار این ظرفیت معادل ۶۶۰۰ میلی لیتر است.

ظرفیت کل ریه

به حداکثر هوایی گفته می‌شود که بعد از یک بازدم کاملاً عمیق در ریه‌ها وجود دارد. ظرفیت کل ریه تشکیل شده از چهار حجم جاری، حجم ذخیره دمی، حجم ذخیره بازدمی و حجم باقیمانده است و مقدار آن بین ۵ تا ۶ لیتر در افراد متفاوت است.

❖ باید توجه داشت که تمام حجمها و ظرفیتهای ریه در زنان ۲۰ تا ۲۵ درصد کمتر از مردان است و مقدار هر یک از آنها در افراد درشت اندام و ورزشکاران بیشتر است. حجمها و ظرفیتهای ریه در شکل ۴-۵ نشان داده شده است.



شکل ۴-۵ حجمها و ظرفیتهای ریه

هنگام تهویه ریوی همه هوای تازه‌ای که در دقیقه وارد بدن می‌شود به حبایچه‌ها که در آنها تبادل گازها با خون صورت می‌گیرد نمی‌رسد و مقداری از آن در مجاری عبور هوا چون بینی، دهان، حلق، حنجره، نای، نایژه‌ها و حتی نایژکها باقی می‌ماند. این مقدار از هوا از نظر رساندن اکسیژن به خون بدون فایده است. بنابراین، هوایی که در این مناطق باقی می‌ماند، هوای «فضای مرده» خوانده می‌شود. تعیین مقدار هوای فضای مرده در انسان، به‌ویژه در هنگام فعالیت‌های شدید، به علت مشکلات روش‌شناختی کاری بس مشکل است. بنابراین، محققان برآورد کرده‌اند که مقدار هوای فضای مرده ۱۵۰ میلی‌لیتر برای مردان و ۱۱۰ میلی‌لیتر در زنان جوان است. این ارقام با افزایش سن مختصری افزایش می‌یابد.

با توجه به نکات فوق، تهویه حبایچه‌ای به سه عامل بستگی دارد:

۱. عمق تنفس (حجم جاری)،
 ۲. سرعت تنفس (تعداد تنفس در یک دقیقه)
 ۳. مقدار هوای فضای مرده.
- . تهویه حبایچه‌ای برابر حاصلضرب حجم جاری در تعداد حرکات تنفسی در یک دقیقه منهای هوای فضای مرده است. به بیان دیگر:

$$\text{تعداد تنفس در دقیقه} \times ((\text{حجم فضای مرده}) - (\text{حجم جاری})) = \text{تهویه حبایچه‌ای}$$

جالب توجه است که در مقایسه با افزوده شدن به تعداد حرکات تنفسی، چنانچه عمق تنفس بیشتر شود، تهویه حبابچه‌ای افزایش بیشتری می‌یابد. برای مثال، اگر حجم هوای تنفسی ۵۰۰ میلی‌لیتر و تعداد تنفس در دقیقه ۵۰ بار در دقیقه و حجم فضای مرده ۱۵۰ میلی‌لیتر باشد، مقدار تهویه ریوی و تهویه حبابچه‌ای به شرح ذیل خواهد بود:

$$\text{تهویه ریوی} = 500 * 50 = 1 \text{ m.25000}$$

$$\text{تهویه حبابچه‌ای} = (500 - 150) * 50 = 1 \text{ m.17500}$$

حال اگر حجم جاری به ۵/۱۵۶۲ میلی‌لیتر افزایش یابد و تعداد دفعات تنفس ۱۶ بار در دقیقه و فضای مرده معادل ۱۵۰ میلی‌لیتر باشد، تهویه حبابچه‌ای برابر با ۲۲۶۰۰ میلی‌لیتر می‌شود، در حالی که تهویه ریوی همچنان ۲۵۰۰۰ میلی‌لیتر ثابت باقی خواهد ماند. مثال بالا به روشنی این معنی را می‌رساند که تهویه ریوی به تنهایی نشاندهنده کارایی سیستم تنفسی نخواهد بود. به علاوه، این نکته نیز تأکید می‌شود که بهترین طریق افزایش تهویه حبابچه‌ای افزودن به عمق تنفس (حجم جاری) و نه تعداد آن است.

گفتار ۶

تنظیم تنفس

هدف

انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید دو روش کنترل عصبی و شیمیایی تنفس را توضیح دهید.

یک مرکز تنفسی فعالیت عضلات تنفسی را با یکدیگر مربوط می‌سازد. این مرکز تنفسی که در پیاژ مغز تیره قرار گرفته از دو گروه نورونهای دمی و بازدمی تشکیل شده که از نظر تشریحی مجزایند، اما از نظر عملی با هم ارتباط دارند.

مرکز تنفسی ممکن است تحت تأثیر امواج عصبی بخشهای مختلف دستگاه عصبی و امواج عصبی صادر شده از هر نقطه بدن و همچنین ترکیب شیمیایی خونی که از آن می‌گذرد قرار گیرد. به این ترتیب، می‌توان گفت که تنفس را هم عوامل عصبی کنترل می‌کنند و هم عوامل شیمیایی.

کنترل شیمیایی تنفس را می‌توان پایه‌ای اصلی در نظر گرفت، زیرا شخص را مجبور می‌سازد که با وجود کوششی که برای کنترل تنفس به‌طور ارادی می‌کند، به تنفس ادامه دهد و این عامل حتی هنگامی که کنترل عصبی مثلاً هنگام خواب به حداقل می‌رسد تنفس را ادامه می‌دهد.

در اینجا کنترل عصبی و کنترل شیمیایی تنفس را بررسی می‌کنیم.

کنترل عصبی

تا چندی پیش تصور می کردند که تنها مرکز تنفس در سیستم عصبی پیاز مغز تیره است که مسئول ارسال ریتمیک امواج عصبی از راه اعصاب حرکتی به عضلات تنفسی است. ولی امروزه معلوم شده است که مراکز مهم دیگری نیز که با مرکز تنفسی پیاز مغز تیره مربوط اند برای تنفس طبیعی ضروری اند. سه مرکز عصبی وجود دارند که برای همگام کردن انقباض و انبساط عضلات تنفسی با یکدیگر همکاری می کنند. این سه مرکز عبارت اند از:

مرکز پیاز مغز تیره

حرکات دم و بازدم را به طور منظم و با توالی مناسب کنترل می کند.

مرکز آپنوستیک

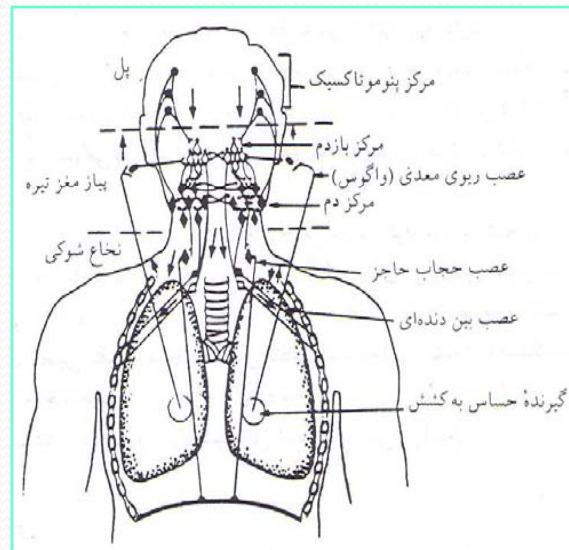
این مرکز در پل مغزی قرار دارد و در صورتی که تحت تأثیر سایر مراکز قرار نگیرد، سبب اسپاسم دمی مداوم می گردد. در حال طبیعی تأثیر تحریکی این مرکز را امواج عصبی صادر شده از مرکز پنوموتاکسیک متوقف می کنند و امواج عصبی مرکز در نتیجه باز شدن ریه ها متوقف می گردد.

مرکز پنوموتاکسیک

این مرکز قادر است در فعالیت دم از طریق مرکز آپنوستیک و یا مستقیماً با تأثیر بر روی مرکز دم در پیاز مغز تیره وقفه ایجاد کند. این مرکز نیز در پل مغزی قرار دارد. (مراکز یاد شده در شکل ۶-۴ نشان داده شده اند).

تنظیم تنفس از طریق بازتاب‌های هرینگ-بروئر

اگر قفسه سینه به حال خود رها شود، در حالت دم باقی می‌ماند. در انتهای بافت ریوی سلسله‌ای از اعصاب مخصوص (اعصاب واگ) وجود دارد که با کشش و باز شدن ریه‌ها تحریک می‌شود. اعصاب واگ مسئول ارسال جریانهای عصبی (تحریکات) دریافت شده توسط «گیرنده‌های حساس به کشش» به مرکز پیاز مغز تیره است که باعث جلوگیری از عمل دم و شروع عمل بازدم می‌شود. با این عمل بازدارنده، مرکز دم دیگر پیامهای عصبی به عضلات تنفسی نمی‌فرستد و در نتیجه ریه‌ها می‌توانند در حالت غیرفعال تخلیه شوند.



پس از خالی شدن ریه‌ها از هوا، فعالیت گیرنده‌های حساس به کشش فروکش می‌کند و تأثیر بازدارنده مرکز بازدم کاهش پیدا می‌کند. به فاصله کوتاهی پس از آن جریانهای عصبی از مرکز دم مجدداً شروع می‌شود و سیکل یاد شده از سر گرفته می‌شود. این عمل انعکاسی برای جلوگیری از ورود بیش از حد هوا به درون ریه‌ها

به نام «بازتاب هرینگ-بروئر» شناخته شده است (شکل ۶-۴).

شکل ۶.۴ طرح ساده مکانیزم بازتاب عصبی ویژه کنترل تنفس.

کنترل شیمیایی

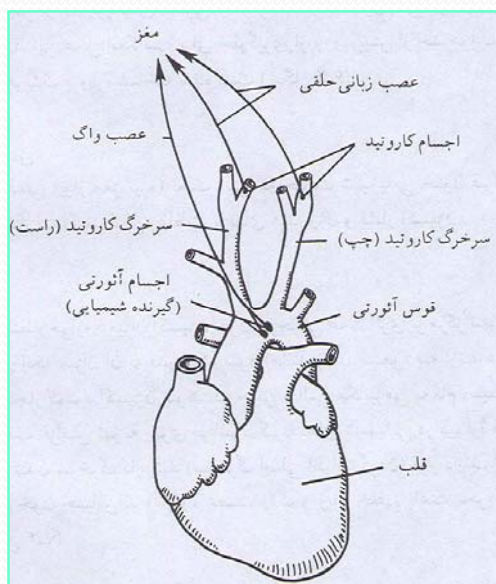
مرکز عصبی تنفسی (پیاژ مغز تیره) تحت تأثیر سه حالت شیمیایی خون قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از: فشار دی‌اکسید کربن، غلظت یونهای هیدروژن و فشار اکسیژن.

اکسیژن

برخلاف آنچه انتظار می‌رود میزان اکسیژن خون سرخرگی عملاً اثری بر مرکز تنفسی در پیاژ مغز تیره ندارد، مگر آنکه میزان آن به قدری کم شود (مانند زمان صعود به ارتفاعات) که تمام سلولهای بدن دچار کمبود اکسیژن شوند. در چنین حالتی مکانیزمی به نام «سیستم گیرنده‌های شیمیایی» موجب افزایش تهویه ریوی می‌شود. گیرنده‌های شیمیایی در دیواره قوس آئورتی و محل دوشاخه شدن سرخرگ کاروتید (سرخرگ اصلی اطراف گردن) قرار دارند. این گیرنده‌ها به کمبود اکسیژن خون حساس‌اند و از راه عصب واگ و زبان حلقی باعث تحریک مرکز تنفس می‌شوند (شکل ۴-۷).

دی‌اکسیدکربن و یونهای هیدروژن

نیرومندترین عامل شناخته شده مؤثر در مرکز تنفسی پیاز مغز تیره افزایش مختصر فشار دی‌اکسیدکربن در خون سرخرگی است. هنگامی که میزان دی‌اکسیدکربن در خون زیاد است، گیرنده‌های شیمیایی مرکزی در نزدیکی مرکز تنفسی پیاز مغز تیره تحریک می‌شوند و تعداد و عمق حرکات تنفسی فزونی می‌یابد. در نتیجه، افزایش بارزی در تهویه حادث می‌شود. گمان می‌رود که این امر ناشی از اثر مستقیم دی‌اکسیدکربن در این گیرنده‌ها نیست، بلکه مقدار زیاد دی‌اکسیدکربن در خون سرخرگی افزایشی در غلظت یون هیدروژن (H^+) و مایع مغزی نخاعی تولید می‌کند و این تغییر H_p است که مسئول عمل تحریکی دی‌اکسیدکربن است. این موضوع کاملاً آشکار شده که هرگاه میزان دی‌اکسیدکربن خون سرخرگی زیاد شود یا هرگاه H_p خون سرخرگی کاهش یابد، افزایشی در تهویه حاصل می‌شود. این افزایش تهویه سبب می‌شود که دی‌اکسیدکربن به خارج دفع شود تا میزان آن سقوط کند و غلظت اسید خون کاهش یابد.



شکل ۷-۴ نمای از سیستم حساس به گیرنده شیمیایی

گفتار ۷

تبادل گازها

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید چگونگی انتقال اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را در دستگاه تنفسی و در بافت‌های بدن توضیح دهید.

تبادل گازها بین حبابچه‌ها و خون و همچنین بین خون و سلول‌های بافتها تماماً به نیروی فیزیکی انتشار (حرکت مولکول‌های گاز از ناحیه‌ای با فشار بیشتر به ناحیه‌ای با فشار کمتر) انجام می‌پذیرد. گازها فقط به علت اختلاف فشار از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت می‌کنند. بنابراین، اکسیژن هنگامی از حبابچه‌ها به درون خون انتقال می‌یابد که مقدار فشار آن در خون کمتر از حبابچه‌ها باشد. علاوه بر این، دی‌اکسیدکربن در صورتی از خون به حبابچه‌ها منتقل می‌شود که فشار آن در حبابچه کمتر از خون باشد. جریانهای مشابه موارد یاد شده در مورد خون و بافتها نیز برقرار است. برای مثال، به علت متابولیسم سلولها، اکسیژن خون مورد استفاده سلولها قرار می‌گیرد و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود. در نتیجه، هنگامی که خون از مجاورت سلولهای بافت عبور می‌کند، اکسیژن از خون به درون بافتها و دی‌اکسیدکربن از قسمتهای مختلف بدن به خون منتقل می‌شود.

فشار سهمی اکسیژن و دی اکسید کربن

برای درک چگونگی جذب و دفع اکسیژن و دی اکسید کربن توسط خون در بدن، آشنایی با یکی از قوانین حاکم بر گازها تحت عنوان «قانون فشار سهمی دالتون» ضروری است. این قانون اصل زیر را مطرح می کند:

«فشاری که یک گاز در مخلوطی از چند گاز وارد می کند، برابر با فشاری است که همان مقدار گاز به تنهایی ایجاد می کند».

فشار سهمی، که با حرف P نشان داده می شود، برحسب میلیمتر جیوه اندازه گیری می شود. با توجه به اینکه کل گازهای تشکیل دهنده هوای اتمسفر (هوای جوی یا هوای دمی) معادل ۷۶۰ میلیمتر جیوه فشار اعمال می کند. بنابراین، فشار سهمی هر یک از گازهای موجود در هوای اتمسفر با توجه به نسبت درصد آن گاز تعیین می شود. فشار سهمی گازها در هوای اتمسفر در جدول ۴-۱ نشان داده شده است.

جدول ۴-۱ فشار سهمی گازها در هوای اتمسفر

نوع گاز	درصد	فشار سهمی (میلیمتر جیوه)
اکسیژن	۲۱ درصد	۱۶۰ میلیمتر جیوه = (PO ₂)
دی اکسید کربن	ناچیز	(PCO ₂) = ۰/۳٪
نیتروژن	۷۹ درصد	(PN ₂) = ۶۰۰

هوا، پس از اینکه وارد حبابچه‌ها شد، مقدار درصد هر یک از گازهای آن تغییراتی خواهد کرد. در ضمن هوای حبابچه‌ای به‌طور کامل از بخار آب اشباع می‌شود. بنابراین، سهم آن در فشار کل ۷۶۰ میلیمتر جیوه، برابر با ۴۷ میلیمتر جیوه است. بدین ترتیب ۷۱۳ میلیمتر جیوه باقیمانده ناشی از وجود سایر گازها یعنی اکسیژن، دی‌اکسید کربن و ازت خواهد بود. هر یک از این گازها متناسب با نسبت درصد غلظت خود در مخلوط گازی هوای حبابچه‌ای، سهمی در فشار کل دارد که در جدول ۴-۲ ملاحظه می‌شود.

ها جدول ۴-۲ فشار سهمی گازها در حبابچه

نوع گاز	درصد	فشار سهمی (میلیمتر جیوه)
اکسیژن	۱۴ درصد	۱۰۰
دی اکسید کربن	۶ درصد	۴۰
ازت	۸۰ درصد	۵۷۳
بخار آب ۱	–	۴۷

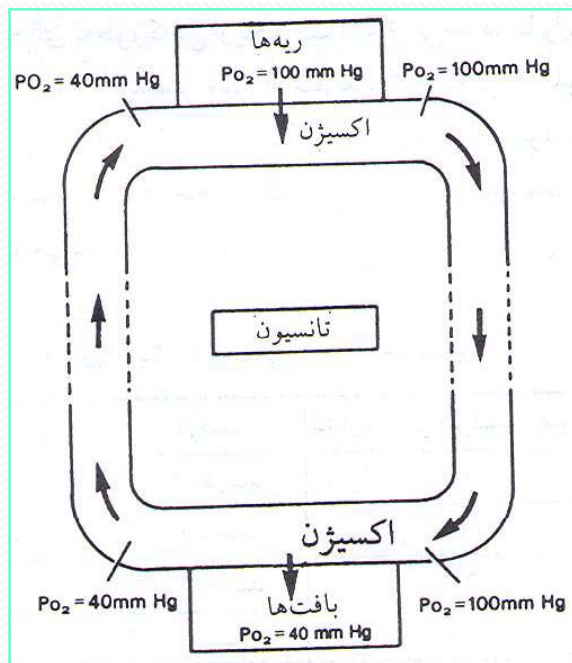
۱. بخار آب که در داخل ریه‌ها کاملاً به حال اشباع قرار دارد فشاری برابر با ۴۷ میلیمتر جیوه ایجاد می‌کند. این یکی از خاصیت‌های فیزیکی آب است که فقط بستگی به درجه حرارت دارد و مستقل از وجود سایر گازها است. فشار ایجاد شده توسط آب (فشار بخار آب) با بالا رفتن درجه حرارت افزایش می‌یابد و در حرارت ۱۰۰ درجه سانتیگراد فشار آن به ۷۶۰ میلیمتر جیوه می‌رسد.

اکنون که با فشار سهمی اکسیژن و دی اکسید کربن آشنا شدیم، چگونگی تبادل آنها را در بدن مورد بررسی قرار می دهیم.

انتقال اکسیژن

خون هنگام عبور از ریه ها اکسیژن جذب می کند، زیرا فشار اکسیژن در ریه ها بیشتر از فشار اکسیژن خونی است که به ریه ها می رسد.

به تدریج که خون از میان مویرگ بافتی جریان می یابد با مایع بافتی که دارای فشار اکسیژن بسیار کمتری است، مجاور می شود. فشار اکسیژن مایع بافتی به طور متوسط حدود ۴۰ میلیمتر جیوه است. علت پایین بودن فشار اکسیژن در مایع بافتی آن است که اکسیژن به طور مداوم به وسیله روند متابولیسم به مصرف می رسد.



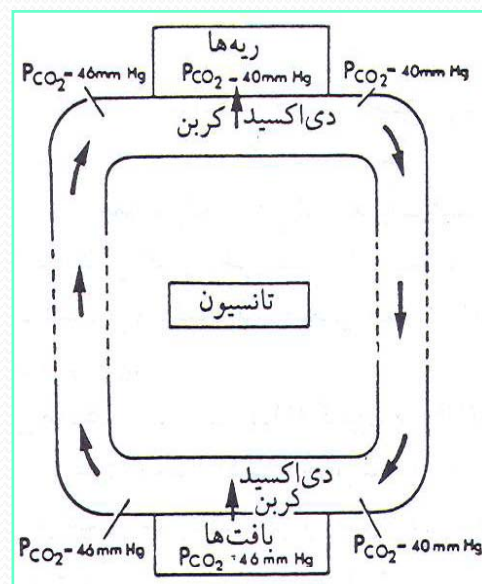
شکل ۴-۱ تغییرات فشار در جریان حمل اکسیژن

به تدریج که خون در مویرگ جریان می‌یابد، فشار اکسیژن آن از ۱۰۰ میلیمتر جیوه به ۹۰، ۸۰، ۷۰، ۶۰، ۵۰ و سرانجام ۴۰ میلیمتر جیوه کاهش می‌یابد، یعنی با فشار اکسیژن مایع بافتی اطراف آن برابر می‌شود. در این حال، دیگر اکسیژنی از مویرگ خارج نمی‌شود و در باقیمانده مسیر مویرگ هیچ گونه تبدیلات گازی انجام نمی‌گیرد.

خون با فشار اکسیژن ۴۰ میلیمتر جیوه از راه وریدها به طرف راست قلب باز می‌گردد و پس از عبور از طرف راست قلب از راه شریانهای ریوی به ریه می‌رسد. در این هنگام، فشار اکسیژن خون ۴۰ میلیمتر جیوه است. خون در ریه در مجاورت هوای حبابچه‌ای با فشار اکسیژن ۱۰۰ میلیمتر جیوه قرار می‌گیرد. فشار اکسیژن در مویرگ ریوی از ۴۰ میلیمتر جیوه به ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و سرانجام ۱۰۰ میلیمتر جیوه افزایش می‌یابد، یعنی به حال تعادل با هوای حبابچه‌ای در می‌آید و، با این فشار، ریه‌ها را از راه وریدهای ریوی ترک می‌کند.

انتقال دی‌اکسیدکربن

فشار دی‌اکسیدکربن در ریه ۴۰ میلیمتر جیوه است. فشار دی‌اکسیدکربن در بافتها ۴۶ میلیمتر جیوه است و به تدریج که خون از میان مویرگهای بافتی جریان می‌یابد فشار دی‌اکسیدکربن در خون تا ۴۶ میلیمتر جیوه بالا می‌رود. خون، مویرگهای بافتی را ترک می‌کند و از راه وریدها به طرف راست قلب و سپس از راه شریان ریوی با فشار دی‌اکسیدکربن ۴۶ میلیمتر جیوه به ریه‌ها می‌رسد (شکل ۹-۴).



شکل ۹-۴ تغییرات فشار در جریان حمل انیدریدکربنیک.

به تدریج که خون از میان مویرگهای ریوی عبور می‌کند، دی‌اکسید کربن از خون به داخل حبابچه‌های ریوی انتشار می‌یابد. زیرا فشار دی‌اکسید کربن در خون زیادتر از ریه‌ها است. بدین ترتیب، فشار دی‌اکسید کربن از ۴۶ به ۴۵، ۴۴، ۴۳، ۴۲، ۴۱ و سرانجام به ۴۰ میلیمتر جیوه می‌رسد. در این حال فشار دی‌اکسید کربن در خون به حال تعادل با هوای حبابچه‌ای در می‌آید و فشار دی‌اکسید کربن دیگر کاهش نمی‌یابد.

خون با فشار دی‌اکسید کربن ۴۰ میلیمتر جیوه ریه‌ها را از راه وریدهای ریوی به سوی طرف چپ قلب ترک می‌کند و سپس وارد شریانها می‌شود. این خون با همان فشار به مویرگهای بافتی می‌رسد و، به تدریج که دی‌اکسید کربن از مایع بافتی وارد خون می‌شود، فشار دی‌اکسید کربن آن از ۴۰ میلیمتر جیوه به ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵ و سرانجام به ۴۶ میلیمتر جیوه می‌رسد. بدین ترتیب، دوره گردش دی‌اکسید کربن کامل می‌شود و دی‌اکسید کربن با فشار ۴۶ میلیمتر جیوه بافتها را ترک می‌کند.

چگونگی حمل اکسیژن و دی اکسید کربن در خون

اکسیژن به دو طریق در خون حمل می شود:

۱. به صورت محلول در پلاسمای خون

۲. به حالت ترکیب شیمیایی با هموگلوبین موجود در گویچه های قرمز.

اکسیژنی که پلازما آن را حمل می کند در هیچ گونه تغییرات شیمیایی شرکت

نمی کند و مقدار آن فقط در حدود ۳ درصد کل اکسیژن خون است ۹۷ درصد باقیمانده

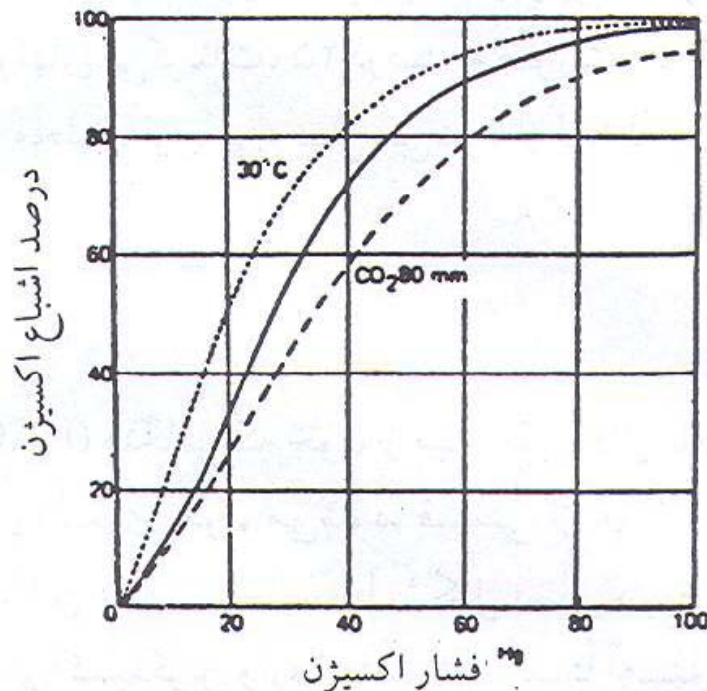
وارد گویچه های سرخ می شود و یک ترکیب شیمیایی و برگشت پذیر با بخش «هم

(Heme)» از هموگلوبین به نام «اکسی هموگلوبین» به وجود می آورد.



اکسی هموگلوبین (ObH₂) + اکسیژن (O₂) + هموگلوبین (Hb)

بدین ترتیب، روشن می‌شود که مقدار اکسیژن حمل شده در خون عمدتاً بستگی به خاصیت هموگلوبین برای ترکیب با اکسیژن دارد. هر گرم هموگلوبین ظرفیت دارد که با ۳۴/۱ میلی‌لیتر اکسیژن ترکیب شود و چون خون افراد معمولی در حالت استراحت و در سطح دریا تقریباً محتوی ۱۵ گرم هموگلوبین در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر خون است، در چنین شرایطی یک فرد معمولی حدود ۲۰ میلی‌لیتر اکسیژن در ۱۰۰ میلی‌لیتر خون (۳۴/۱ × ۱۵) حمل می‌کند که آن را «ظرفیت اکسیژنی خون» می‌نامند.



شکل ۴-۱۰ منحنی تجزیه اکسیژن. توجه کنید، هنگامی که انیدرید کربنیک زیاد می‌شود، منحنی طبیعی به طرف راست تغییر محل می‌دهد و، بنابراین، برای هر فشار سهمی اکسیژن، هموگلوبین اکسیژن کمتری به خود می‌گیرد. همچنین توجه کنید که کاهش درجه حرارت سبب تغییر محل منحنی به طرف چپ می‌شود، به طوری که برای هر فشار اکسیژن هموگلوبین اکسیژن بیشتری جذب می‌کند.

۱. ترکیب اکسیژن با هموگلوبین تحت تأثیر فشار سهمی اکسیژن (OP_2) است. یعنی هرچه فشار اکسیژن زیادتر باشد، میزان اشباع هموگلوبین از اکسیژن بیشتر خواهد بود. نیز هنگامی که فشار اکسیژن مثلاً در خون وریدی پایین است، اکسیژن کمتری به هموگلوبین می‌چسبد. در چنین محیطی هموگلوبین اکسیژن خود را آزاد می‌کند. هموگلوبینی که اکسیژن خود را از دست داده هموگلوبین احیا شده نام دارد.

۲. فشار زیاد دی‌اکسیدکربن سبب تغییر منحنی تجزیه اکسیژن به طرف راست می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که اگر خون به طرف اسیدی شدن تمایل پیدا کند، قابلیت ترکیب هموگلوبین با اکسیژن عملاً کاهش می‌یابد.

۳. درجه حرارت عامل دیگری است که بر تغییرات تجزیه اکسیژن از هموگلوبین اثر می‌گذارد. به تدریج که درجه حرارت بالا می‌رود، اکسیژن کمتری با هموگلوبین ترکیب می‌شود و برعکس هنگامی که درجه حرارت پایین می‌آید، منحنی تجزیه اکسیژن به طرف چپ تغییر محل می‌دهد (شکل ۴-۱۰). این موضوع نشان می‌دهد که در درجه حرارت پایین مقدار اکسیژن بیشتری نسبت به حالت طبیعی با هموگلوبین ترکیب می‌شود.

حمل دی اکسید کربن

بیشترین مقدار دی اکسید کربن به صورت ترکیب شیمیایی همراه با خون حمل می شود (۶۸ درصد به صورت یونهای بی کربنات، ۲۵ درصد به صورت «کربامینوهموگلوبین» و ۷ درصد باقیمانده که به صورت محلول فیزیکی حمل می شود از لحاظ سازوکار انتقال اهمیت زیادی ندارد).

یونهای بی کربنات

یونهای بی کربنات (HCO_3^-) هنگامی که خون از میان مویرگهای بافتی عبور می کند و به تدریج که دی اکسید کربن وارد پلاسمای خون می شود، قسمتی از آن با آب ترکیب می شود و اسید کربنیک تشکیل می دهد. این عمل در مقایسه با تشکیل بسیار سریع اسید کربنیک در گویچه های سرخ که بیشترین مقدار دی اکسید کربن وارد آنها می شود نسبتاً آهسته است. به بیان دیگر، تشکیل اسید کربنیک در درجه اول درون گویچه های سرخ خون به وقوع می پیوندد. سرعت زیاد واکنش در گویچه های سرخ ناشی از وجود آنزیمی موسوم به «کربنیک انیدراز» است. اسید کربنیک با همان سرعتی که تشکیل شده، بلافاصله، به یک یون هیدروژن (H^+) و یک یون بی کربنات (HOC_3^-) تجزیه می شود.



همان‌طور که فلشها در این واکنشها نشان می‌دهند، هنگامی که دی‌اکسیدکربن وارد خون مویرگی می‌شود، در جهت راست و هنگامی که خون را ترک می‌کند و وارد حبابچه‌ها می‌شود در جهت چپ حرکت می‌کند.

جالب توجه است که اگرچه یونهای بی‌کربنات بیشتر در گویچه‌های سرخ خون تشکیل می‌شوند، پلاسما آنها را حمل می‌کند. هنگامی که یونهای بی‌کربنات در گویچه‌های سرخ افزایش یافت، مقدار اضافی آن به درون پلاسما راه می‌یابد و یک مقدار اضافی یون هیدروژن در گویچه‌های سرخ به جای می‌ماند. در نتیجه، بر اثر وجود تعداد زیاد یونهای هیدروژن مثبت در داخل گویچه‌های سرخ عدم تعادل الکتریکی ایجاد می‌شود و برای برقراری مجدد یک حالت تعادل، یونهای کلر منفی به داخل گویچه سرخ حرکت می‌کنند. حرکت یونهای کلر از پلاسما به داخل گویچه‌های سرخ عدم تعادل ناشی از یونهای هیدروژن را خنثی می‌کند این تبادل یونها «جابه‌جایی کلر» نامیده شده است.

کربامینوهموگلوبین

حدود ۲۵ درصد از دی‌اکسیدکربن، پس از ورود به خون، به صورت یک ترکیب شیمیایی با هموگلوبینی به نام کربامینوهموگلوبین حمل می‌شود. بدین ترتیب، در داخل گویچه سرخ، اکسید دوکربن به جزء پروتئین (گلوبین) مولکول هموگلوبین و نه به جزء هم، که مربوط به اکسیژن است، متصل می‌شود.

این نکته مؤید آن است که هموگلوبین قادر است همزمان با اکسیژن و دی‌اکسیدکربن به صورت شیمیایی ترکیب شود و آنها را با خود حمل کند. با این حال، هموگلوبین آزاد که اکنون مقدار آن کمتر شده است می‌تواند با دی‌اکسیدکربن ترکیب شود و کربامینوهموگلوبین تشکیل دهد. سرعت این واکنش بیشتر از تشکیل اکسی هموگلوبین است.

بخش پنجم

فیزیولوژی دستگاه غدد درون ریز



هدف کلی :

آشنایی با اعمال هورمونهای غدد مترشحه درون ریز بدن

فهرست عناوین

گفتار ۱


انواع هورمونها

گفتار ۲

تنظیم ترشح هورمونها

گفتار ۳

هورمونها و آثار آن بر بدن



هر یک از سلولهای بدن وظیفه خاصی به عهده دارند. برای ایجاد هماهنگی در این تغییرات داخلی بدن و حرکات خارجی یک رابطه‌ای بین سلولها وجود دارد. غدد مترشحه داخلی و سیستم عصبی وظیفه این ارتباط و یکنواختی را به عهده دارند. به عبارت دیگر، فعالیتهای اندامهای مختلف بدن با دو سیستم تنظیم می‌شود:

۱. سیستم عصبی

۲. سیستم هورمونی یا غدد درون‌ریز (غدد آندوکرین)

غدد درون‌ریز مولدی شیمیایی آزاد می‌کنند که هورمون نامیده می‌شود. هورمونهایی که غدد آنها را می‌سازند به داخل مایع خارج سلولی اطراف خود می‌ریزند و پس از عبور از دیواره مویرگها از راه خون حمل می‌شوند.

بنابراین، هورمون ماده‌ای شیمیایی است که دارای مشخصات زیر است:

واژه هورمون از واژه یونانی **Hormao** به معنی تحریک کردن گرفته شده است.

۱. در سلولهای زنده تولید می‌شود.
۲. اثر خود را حتی در مقادیر بسیار جزئی اعمال می‌کند.
۳. به داخل خون ترشح شده و توسط سیستم گردش خون حمل می‌شود.
۴. تأثیر خود را بر روی اندامهای (سلولهای) هدف می‌گذارد که ممکن است حتی به فاصله دوری از سلولهای سازنده آنها قرار داشته باشند.
۵. و بالاخره یک تنظیم‌کننده فیزیولوژیکی هستند .

❖ باید توجه داشت که بعضی از اندامها، تحت تأثیر همزمان سیستم عصبی و سیستم هورمونی قرار دارند. به عنوان مثال، قلب تحت کنترل امواج عصبی که از راه اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک به آن می‌رسند و همچنین تحت تأثیر هورمونهای اپی نفرین و نوراپی نفرین که توسط قسمت مرکزی غده فوق کلیوی آزاد می‌شوند قرار دارد .

گفتار ۱

انواع هورمونها

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید تفاوت دو نوع هورمون را مشخص کنید.

هورمونها براساس منشأ آنها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. هورمونهای ساخته شده از اسیدهای آمینه. این هورمونها در چربیها غیرفعال‌اند. به همین دلیل، نمی‌توانند از غشای سلولی عبور کنند و فقط بر مولکولهای گیرنده در سطح سلول تأثیر می‌گذارند. مانند هورمون انسولین که آن را لوزالمعده ترشح می‌کند.

۲. هورمونهای با منشأ استروئیدی: استروئیدها از نوع چربیهای ساده‌اند. لذا هورمونهای با منشأ استروئیدی در چربی محلول‌اند و می‌توانند از غشای سلولی عبور کنند و در مولکولهای گیرنده در هسته سلول تأثیر گذارند. نظر به اینکه هورمونهای استروئیدی پس از ساخته شدن ذخیره نمی‌گردند، برای ثابت بودن غلظت هورمون باید به‌طور دائمی ساخته شوند. نمونه این نوع هورمونها، هورمونهای جنسی (اندروژنها و استروژنها) است.

گفتار ۲

تنظیم ترشح هورمونها

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید مراحل سازوکار «بازخورد منفی» را که سیستم داخلی تنظیم ترشح هورمونهاست مشخص کنید.

سرعت ترشح کلیه هورمونها را یک سیستم تنظیم داخلی به عهده دارد. در قسمت اعظم موارد، این تنظیم از طریق سازوکار «بازخورد منفی» به شرح زیر عمل می‌شود:

۱. غده درون‌ریز دارای تمایلی طبیعی برای ترشح بیش از حد هورمون خود است.
۲. به علت این تمایل، اثر تنظیم‌کننده خود را بر روی اندام هدف دائماً افزایش می‌دهد.
۳. اندام هدف به سهم خود عمل خود را انجام می‌دهد.
۴. اما هرگاه عمل اندام هدف بیش از حد باشد، معمولاً یکی از نتایج این عمل به‌طور معکوس در غده درون‌ریز اثر منفی به جای می‌گذارد و سرعت ترشح آن را کاهش می‌دهد. خلاصه، ترشح هورمون سبب تغییر غلظت خونی ماده‌ای می‌شود که خود این ماده تنظیم ترشح هورمون مربوط را تنظیم می‌کند. (جدول ۵-۳).

گفتار ۳

هورمون‌ها و آثار آن بر بدن

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید هر یک از هورمون‌های غدد و اثر آنها را بر بدن مشخص کنید.

هورمون‌های غدد هیپوفیز و هیپوتالاموس

غده هیپوفیز در قاعده جمجمه، در گودی بالای استخوان پروانه‌ای، که به نام زین ترکی معروف است، جای دارد و مرکز تنظیم بسیاری از غدد ترشح‌کننده داخلی است. این غده دارای دو بخش قدامی (آدنو هیپوفیز) و خلفی (نورو هیپوفیز) است که به واسطه یک قطعه باریک به نام بخش میانی به هم مربوط اند. عملکرد هیپوفیز و هیپوتالاموس بر روی هم عملکرد یک واحد به شمار می‌آید. هورمون اکسی توسین و هورمون آنتی دیورتیک عملاً در هیپوتالاموس تولید می‌شوند. بافتها از هورمون‌های غده هیپوفیز تأثیر می‌پذیرند. آثار هر یک از هورمون‌های این غده در جدول ۵-۱ خلاصه شده است.

جدول ۱-۵ هورمونهای هیپوفیزی، بافت هدف و آثار آن

هورمونهای غده هیپوفیز	بافت هدف	تأثیرات
سوماتوتروپین (CTH)	عضلات اسکلتی، بافتهای نرم	تسریع در شد بدن- تحریک اسیدهای آمینه برای ورود به داخل سلول و سنتز پروتئینها- تجزیه کربوهیدرات و چربی
تیروتروپین (TSH)	غده تیروئید	رشد و توسعه هورمون تیروئید- افزایش ید- سنتز و آزادسازی هورمونهای تیروئید
ACTH	قشر فوق کلیوی	رشد و توسعه قشر فوق کلیوی- تحریک ترشح گلوکز کورتیکوئیدها (جدول ۶-۱)
پرولاکتین	غدد پستانی	رشد غدد پستانی- ایجاد تحریک در پستانها جهت تولید شیر
FSH	تخمدانها و بیضه ها	زنان: رشد فولیکولهای تخمدانی مردان: تولید اسپرماتوزوئید
LH	تخمدانها و بیضه ها	زنان: تحریک در شد سلولهای فولیکول- اوولاسیون- رشد جسم زرد- تحریک جسم زرد برای ترشح استروپن و پروژسترون مردان: تحریک سلولهای بینابینی برای تولید تستوسترون
وازوپرووسین (ADH)	توبولهای (لوله های کوچک) کلیوی (لوله های دیستال کلیوی)	تسهیل در جذب مجدد آب در انتهای توبولهای کلیوی (مسئول کنترل و نگهداری آب بدن)
اکسی توسین	رحم و غدد پستانی	ایجاد تحریک به منظور انقباض عضلات رحم- تولید و ترشح شیر در پستانها (انقباض عضله رحم و ترشح شیر در پستانها)

به منظور درک بیشتر تأثیرات هر یک از هورمونهای غده هیپوفیز، توضیحات زیر ضروری است:

۱. اثر اساسی هورمون رشد در سنتز پروتئینهاست. از این رو، هورمون رشد در دوران کودکی رشد استخوانها و بافت عضلانی را تحریک می کند و اندازه و مشخصات جثه شخص را تعیین می کند. ترشح بیش از حد این هورمون منجر به رشد بیش از اندازه (غول پیکری) و کاهش ترشح آن منجر به عقب افتادن رشد (کوتولگی) می شود.

۲. هورمون تیروتروپین در غده تیروئید تأثیر می کند و باعث تحریک آزاد شدن هورمون تیروئید، یعنی تیروکسین می شود.

۳. هورمون تحریک کننده قشر فوق کلیوی رشد و فعالیت ترشحی قشر فوق کلیوی را کنترل می کند.

۴. پرولاکتین یا هورمون مولد شیر با برقراری جریان شیر در غدد پستانی که استروژن و پروژسترون قبلاً آن را آماده کرده اند ارتباط دارد.

۵. هورمون لوتئینی (HL) نقش مهمی در تخمک گذاری بازی می کند و نیز موجب ترشح هورمونهای جنسی زنانه از تخمدانها و تستوسترون از بیضه ها می شود.

۶. هورمون HSF با همکاری هورمون لوتئینی در مراحل نهایی رشد فولیکولها و تخمک گذاری و احتمالاً ترشح استروژن عمل می کند.

۷. طرز عمل وازوپرسین، که هورمون ضدادراری نیز نامیده می‌شود، این است که هرگاه آب بدن کم باشد، ترشح آن زیاد می‌شود و جذب مجدد آب توسط توبولهای کلیوی را افزایش می‌دهد و ادرار کمتری تولید می‌کند. هرگاه آب بدن زیاد باشد، در این حال غلظت HDA کم می‌شود و جذب مجدد آب توسط توبولها کاهش می‌یابد. در نتیجه، ادرار بیشتری دفع می‌شود.

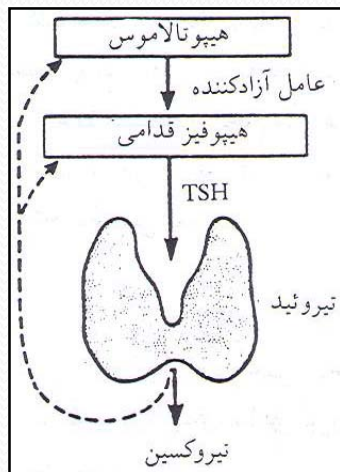
۸. هورمون اکسی‌توسین دو عمل مشخص انجام می‌دهد که عبارت‌اند از: الف) رحم زن حامله را منقبض می‌کند و بدین ترتیب یکی از عواملی است که در شروع تولد نوزاد دخالت دارد، ب) ترشح شیر در پستانها را تحریک می‌کند.

هورمونهای غده تیروئید

غده تیروئید در قسمت میانی جلوی گردن درست در جلو حنجره قرار دارد. این غده دو نوع هورمون ترشح می‌کند. یکی هورمونهای تیروئیدی شامل تیروکسین (T4) و تری‌یدوتیرونین (T3) و دیگری هورمون کلسی‌تونین است.

وظایف هورمونهای تیروئیدی

۱. هورمونهای تیروئیدی متابولیسم را تشدید می‌کنند. این هورمونها بر روی تمام سلولهای بدن عمل می‌کنند و سرعت مصرف غذا و تبدیل آن به گرما و انرژی را افزایش می‌دهند.
۲. هورمونهای تیروئیدی در رشد و نمو و تکامل اسکلت بدن و سلسله اعصاب، پس از تولد، اثر مهمی دارند. کمبود این هورمونها در دوران نوزادی موجب متوقف شدن نمو طولی، رشد دندانها و رشد مغزی می‌شود.
۳. هورمونهای تیروئیدی کلیه مراحل تولید و متابولیسم چربیها را تشدید می‌کنند. معمولاً اثر این هورمونها در مرحله نهایی از بین بردن چربیها، بیشتر از مرحله تولید چربیهاست. بنابراین، موجب کم شدن ذخیره چربی می‌شوند.
۴. هورمونهای تیروئیدی سبب افزایش تعداد ضربان قلب و قدرت ضربان قلب می‌گردند.
۵. هورمونهای تیروئیدی، علاوه بر سنتز بعضی از پروتئینها، موجب تسریع در جذب گلوکز نیز می‌شوند.



شکل ۱-۵ غده تیروئید را هورمون محرک تیروئیدی (HST) غده هیپوفیز قدامی کنترل می‌کند. آزاد شدن هورمون محرک تیروئیدی نیز در کنترل عامل آزادکننده HST از هیپوتالاموس است. تیروکسین آزاد شدن هورمون محرک تیروئیدی و عامل آزادکننده هورمون محرک تیروئیدی را وقفه می‌دهد.

هورمونهای غده پاراتیروئید

غده پاراتیروئید، مرکب از چهار غده ۳۰ تا ۴۰ میلیگرمی، در پشت غده تیروئید قرار گرفته است.

«پاراتورمون»، تنها هورمون غده پاراتیروئید، پلی پتیدی است

. عمل پاراتورمون عبارت است از:

۱. ایجاد تحریک به منظور آزاد شدن کلسیم از استخوانها به داخل خون.
۲. اثر در توبولهای کلیه برای کاهش جذب کلسیم که اثر نهایی آن کاهش کلسیم در ادرار است.
۳. افزایش سنتز «دی هیدروکسی کوله کالسيفرول» که موجب افزایش جذب کلسیم از دیواره روده‌ای می‌شود.

هورمونهای غدد فوق کلیوی

غدد فوق کلیوی در بافت چربی انتهای فوقانی کلیه‌ها قرار گرفته‌اند. هر یک از این غدد دارای یک بخش قشری و یک ناحیه مرکزی است (شکل ۵-۲). قشر فوق کلیوی قسمت اصلی غده‌ها را تشکیل می‌دهد.

وظایف هر یک از هورمونهای استروئیدی که از ناحیه قشری غدد فوق کلیوی ترشح می‌شوند در زیر آمده است.

گلوکوکورتیکوئیدها

مهمترین هورمون این گروه «کورتیزول» است که آثار زیر را دارد:

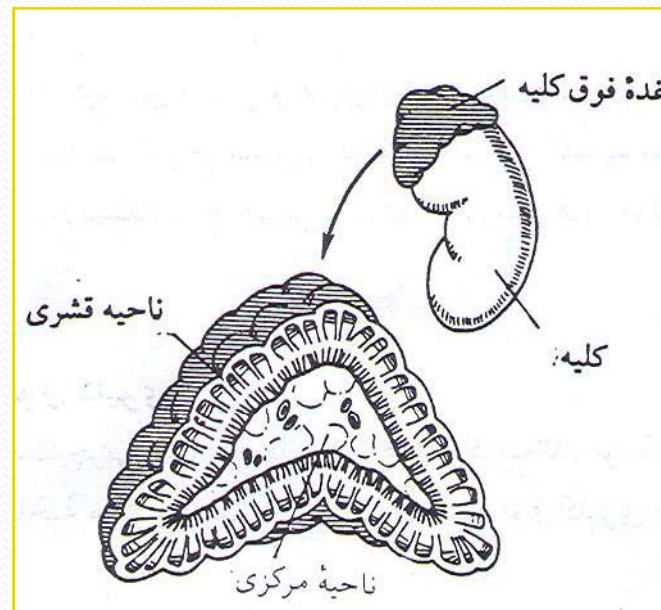
۱. تنظیم متابولیسم کربوهیدرات و چربی (تحریک سنتز گلوکز در غیاب کربوهیدرات «گلوکونئوژنر»، افزایش گلوکز خون و ذخیره گلیکوژن کبد، تسریع در تجزیه پروتئینها).
۲. مقدار زیاد آن پاسخهای التهاب‌آور را متوقف می‌کند (مکانیزم آن عبارت است از: جلوگیری از انقباض مویرگهای خونی، کاهش خیز یا ادم، کاهش انتقال تعداد گویچه‌های سفید خون به نواحی ملتهب)
۳. بالا بردن مکانیزم انقباض عروق به علت عمل اعصاب خودمختار (در این حالت به نگهداری فشار خون کمک می‌کند).
۴. کمک به بدن برای مقابله با فشارها

مینرالو کورتیکوئیدها

مهمترین هورمون این گروه «آلدوسترون» است. به عبارت دیگر، آثار مینرالو کورتیکوئیدها به آلدوسترون مربوط است و مهمترین اثر آلدوسترون بر کلیه‌هاست و با تنظیم غلظت الکترولیت‌های مایع خارج سلولی (کاتیونها)، به‌ویژه سدیم و پتاسیم، ارتباط دارد.

قشر فوق کلیه برای زنده ماندن ضروری است و انسان در صورتی می‌تواند احتیاجات زندگی روزمره را برآورده کند که هورمون‌های قشر فوق کلیوی به مقادیر طبیعی تولید شوند.

هورمون‌های آمینی، از بخش مرکزی غدد فوق کلیوی ترشح می‌شود. این هورمون‌ها عبارت‌اند از: اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین.



شکل ۵-۲ غده فوق کلیوی و ناحیه قشری و مرکزی آن

هورمونهای پانکراس (لوزالمعده)

لوزالمعده هر فرد بالغ حدود ۵۰ تا ۷۵ گرم وزن دارد. جزء درون ریز این غده شامل دسته‌های سلولی متمایز از یکدیگر است که به نام جزایر لانگرهانس» خوانده می‌شوند. نیم تا یک و نیم میلیون جزایر لانگرهانس در وزنی معادل یک گرم جای دارند. یاخته‌های جزیره‌ای حاوی تعداد زیادی گرانول‌اند که محل ذخیره هورمونهای درون یاخته‌ای است.

هورمونهای هر دسته از سلولها عبارت‌اند از:

۱. انسولین

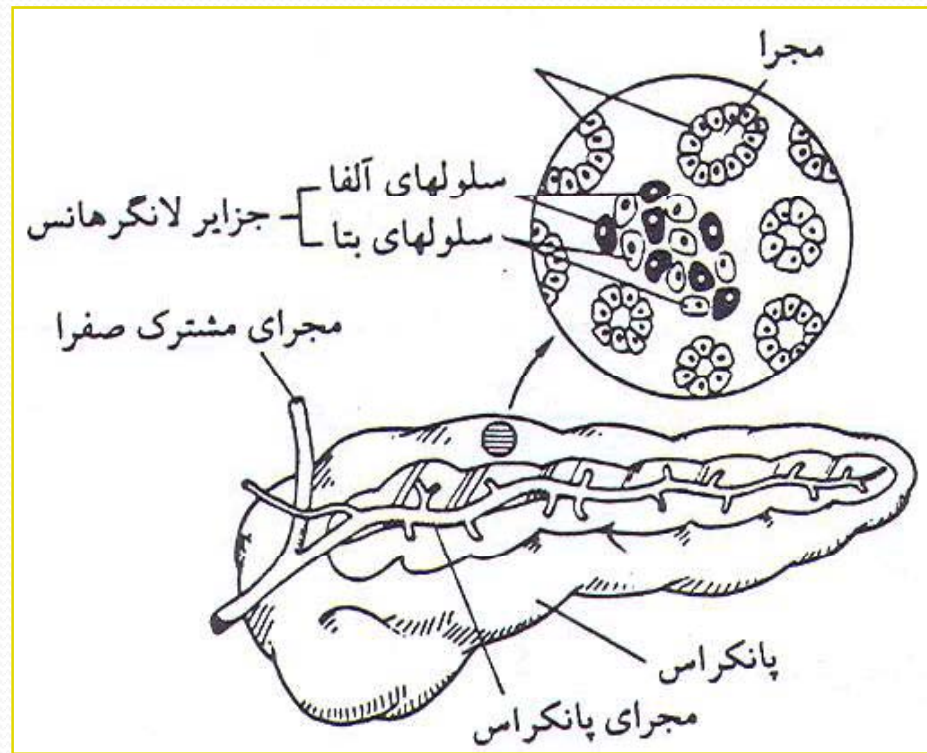
۲. گلوکاگن

آثار فیزیولوژیک انسولین و گلوکاگن

شناخته‌ترین اثر انسولین کاهش گلوکز است. پایین آمدن گلوکز خون نتیجه افزایش برداشت گلوکز از خون، تسهیل ورود گلوکز به سلولها و کاهش ورود گلوکز از ذخایر کبدی به داخل خون است. انسولین دارای آثار دیگری نیز هست، از جمله برای ورود گلوکز به بیشتر سلولها، وجود انسولین ضروری است. انسولین تجزیه پروتئینها را کاهش می‌دهد. انسولین موجب کاهش تجزیه چربیها و افزایش سنتز اسیدهای آزاد چرب می‌شود.

جدول ۳-۵ جزایر لانگرهانس

نوراپی نفرین	اپی نفرین
بالا بردن فشار خون از طریق انقباض عروق خونی کل بدن	بالا بردن فشار خون از طریق افزایش برونده قلبی و انقباض عروق خونی محیطی
شبیه به اپی نفرین، ولی خفیفتر	افزایش سرعت تنفس و اتساع مجاری تنفسی
شبیه به اپی نفرین، ولی خفیفتر	افزایش قدرت انقباض عضلانی
شبیه به اپی نفرین، ولی خفیفتر	افزایش تجزیه گلوکز از گلیکوژن به منظور بالا بردن مقدار گلوکز خون
شبیه به اپی نفرین، ولی خفیفتر	افزایش تبدیل چربیها به اسیدهای چرب و، در نتیجه، افزایش اسیدهای چرب در خون
بدون اثر	تسریع در آزاد کردن ACTH , TSH از آدنوهیپوفیز



گلوکاگن آثاری کاملاً متضاد با انسولین دارد که مهمترین آنها افزایش غلظت گلوکز خون است. این کار از طریق آزاد شدن گلوکز از کبد به داخل خون انجام می شود.

علاوه بر این، گلوکاگن تجزیه چربیها را افزایش می دهد، به این ترتیب، عضلات مقدار بیشتری از اسیدهای آزاد چرب را برای تأمین انرژی مصرف می کنند و گلوکز بیشتری در اختیار یاخته های مغز قرار می گیرد.

هورمونهای غدد تناسلی

سلولهایی که هورمونهای تناسلی را تولید می کنند در جنس ماده (در تخمدانها) و در جنس نر (در بیضه ها) قرار دارند. تخمدانها دو هورمون، یعنی استروژن و پروژسترون، تولید می کنند. این دو هورمون هر دو از استروئیدهایند. بیضه ها تنها هورمون تستوسترون را تولید می کنند. مکانیزم عمل هر یک از این هورمونها در زیر شرح داده شده.

استروژن

تکامل و رشد اندامهای جنسی زنانه، پستانها و دیگر مشخصات جنسی ثانویه را تحریک می کند. علاوه بر این، استروژن موجب رسوب چربی در بافتهای زیرجلدی و پستانها شده و سبب نرمی و صافی پوست می شود و عروق خونی پوست را افزایش می دهند.

پروژسترون

به هورمون مساعدکننده لقاح (تخمک گذاری) معروف است، یعنی بدن را برای آبستنی آماده می کند. همچنین به پیشبرد تکامل و رشد دستگاه ترشحی پستانها کمک می کند ولی ترشح شیر را سبب نمی شود. ترشح شیر بستگی به وجود پرولاکتین دارد.

تستوسترون

به هنگام بلوغ در گردش خون ظاهر شده و باعث تکامل صفات ثانوی جنسی مردانه می شود.

هورمون غده اپی فیز (صنوبری)

این غده با ساختمان مخروطی شکل خود روی مغزیانی قرار دارد و مهمترین جایگاه ذخیره «ملاتونین» در انسان است. تاکنون نقش ملاتونین در بدن به درستی شناخته نشده است، ولی مشاهدات بالینی نشان می دهد که ملاتونین اثر ضد «گوناودوتروپینی» دارد، یعنی باعث می شود که انرژی نوری به انرژی شیمیایی که در کنترل غدد تناسلی مؤثر است منتقل شود.

هورمون غده تیموس

این غده در قسمتهای بالای قفسه سینه و در حوالی دو شاخه شدن نای قرار دارد. ترشح هورمون غده تیموس موجب تحریک فعالیت لنفوسیتها می شود و بدین ترتیب نقش مهمی در ایمنی بدن انسان به عهده دارد.

جدول ۳-۵ مهمترین غدد درون ریز و هورمونهای مربوط به آنها

هورمونها	غده
۱- هورمون رشد (CH) ۲- هورمون تحریک کننده تیروئید (TSH) ۳- هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک (ACTH) ۴- پرولاکتین ۵- هورمون تحریک کننده فولیکول (FSH) ۶- هورمون لوتئینی (LH)	هیپوفیز
۱- هورمون آنتی دیورتیک (ADH) ۲- اکسی توسین	نوروهیپوفیز (هیپوفیز خلفی)
۱- تیروکسین (T4) ۲- تیروئید تیرونین (T3) ۳- کلسی تونین	تیروئید
۱- هورمون پاراتیروئید (PTH)	پاراتیروئید
۱- کورتیزول ۲- کورتیکوسترون ۳- آلدوسترون ۴- دزوکسی کورتیکوسترون گلوکوکورتیکوئیدها مینرالوکورتیکوئیدها	غدد آدرنال (فوق کلیوی)
۱- اپی نفرین ۲- نوراپی نفرین	قشر فوق کلیوی مرکز فوق کلیوی
۱- انسولین	پانکراس
۱- تستوسترون (بک آندروژن)	بیضه ها
۱- استرادیول (یک استروژن) ۲- پروژسترون	تخمدانها

بخش ششم

هدف کلی

- آشنایی با عملکرد دستگاه گوارش

فهرست عناوین

گفتار ۱: دهان و عمل آن در گوارش

گفتار ۲: معده و فعالیت آن

گفتار ۳: گوارش شیمیایی در روده

گفتار ۴: روده بزرگ

پیشگفتار

غذایی که ما می‌خوریم پس از تغییرات در سطح سلولی به صورت واکنشهای شیمیایی در ساختن آنزیمها، تقسیم سلولی، رشد، ترمیم و تولید حرارت به کار گرفته می‌شود. مواد غذایی پس از تغییرات شیمیایی و مکانیکی از طریق دیواره روده‌ها جذب خون می‌شوند. خون مواد غذایی جذب شده را به سلولها انتقال می‌دهد.

روندهای تجزیه مکانیکی و شیمیایی مواد غذایی عبارت‌اند از: دریافت غذا، جویدن، بلع، حرکات دودی، جذب و دفع

دریافت غذا، یعنی وارد کردن غذا به دستگاه گوارش از طریق لبها و دهان (مکانیکی).

جویدن، یعنی حرکات جویدن برای خرد کردن مواد غذایی بزرگ و مخلوط کردن آن با بزاق (جویدن عملی مکانیکی و فعالیت بزاق عملی شیمیایی است).

بلع، قورت دادن غذا (فروبردن غذا مکانیکی).

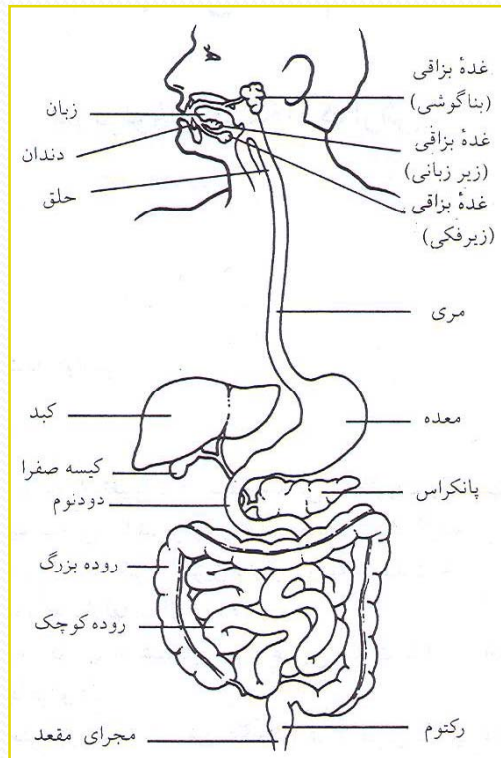
حرکات دودی، یعنی انقباضات موجی منظم که منجر به حرکات غذا در لوله گوارش می‌شود (مکانیکی). جذب، یعنی عبور مولکولهای کوچک غذا از میان دیواره روده کوچک، ورود آنها به دستگاههای گردش خون و لنفاتیکی و جذب آنها به سلولها (مکانیکی و شیمیایی).

دفع، یعنی دفع عناصر زاید مواد غذایی که مدفوع خوانده می‌شود (مکانیکی).

قسمتهای مختلف دستگاه گوارش

بخشهای مختلف دستگاه گوارش در شکل ۱-۶ دیده می شود. به طور کلی، می توان دستگاه گوارش را به دو قسمت مجاری لوله گوارشی و اندامهای

ضمیمه تقسیم کرد. طول مجاری گوارشی در حدود ۹ متر است که از دهان شروع می شود و تا مقعد ادامه می یابد.



بخشهای مختلف مجاری گوارشی عبارت اند از: حفره دهان، حلق، مری، معده، روده کوچک و روده بزرگ. اندامهای ضمیمه متشکل از دندانها، زبان، غدد بزاقی، کبد، کیسه صفرا و لوزالمعده اند.

وظایف دستگاه گوارش

به طور کلی، کار دستگاه گوارش دریافت غذا، ایجاد تغییرات در آن و آماده کردن غذا برای جذب است و اندامهای ضمیمه این دستگاه عمل گوارشی را تسهیل می کنند.

شکل ۱-۶ اندامهای مختلف دستگاه گوارش و بخشهای ضمیمه را نشان می دهد.

گفتار ۱

دهان و عمل آن در گوارش

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:

۱. فعالیت دهان را در عمل گوارش غذا مشخص کنید.
۲. تأثیر بزاق را در عمل گوارش غذا مشخص کنید.
۳. سه مرحله عمل بلع را مشخص کنید.

دهان حفره بیضی شکلی است که از یک طرف به لبها و از طرف دیگر به حلق ختم می‌شود. دهان از قسمت فوقانی به فک بالا، سقف دهان و در قسمت پایین به فک تحتانی و زبان محدود است. در حفره‌های استخوانهای فکهای بالا و پایین دندانها قرار دارند. سقف دهان از دو قسمت سخت در جلو و نرم در عقب تشکیل شده است. قسمت نرم سقف دهان به طرف حلق مانند پرده‌ای است که در وسط آن زائده‌ای مشخص به نام زبان کوچک آویزان است.

زبان در دهان در قسمت جلو آزاد و در قسمت عقب به استخوان لامی متصل است. حرکات آن به کمک این استخوان انجام می‌شود. غدد ضمیمه دهان عبارت‌اند از: سه جفت غده بناگوشی، تحت‌فکی و زیرزبانی که ترشح آنها بزاق را تشکیل می‌دهد.

فعالیت دهان

حفرة دهان گیرنده غذا به شمار می آید که عمل هضم (گوارش) را از طریق جویدن با دندانها شروع می کند، در عمل بلعیدن دخالت دارد و در بیان انسان به کار می رود.

جویدن نخستین روند مکانیکی است که غذا هنگام ورود به دستگاه گوارش تحت تأثیر آن قرار می گیرد. دندانها برای مقاصد مخصوص طرح شده است. دندانهای قدامی برای پاره کردن و دندانهای خلفی برای آسیا کردن غذا طرح شده اند.

نیروی عضلانی که برای این منظور به کار می رود بسیار زیاد است. مثلاً دندانهای پیش ممکن است نیرویی برابر با ۳۴ کیلوگرم ایجاد کنند و دندانهای آسیا می توانند یک نیروی خردکننده به میزان ۴۲ تا ۱۰۰ کیلوگرم تولید کنند.

جویدن غذا دو نتیجه دارد. اول آنکه عمل بلع را با خرد کردن قطعات غذا به تکه‌های کوچکتر و در عین حال مرطوب کردن و لیز کردن غذا با بزاق تسهیل می‌کند و دوم آنکه عمل بلع به شروع سلسله‌ای از رفلکس (بازتاب) می‌انجامد که در مراحل بعدی گوارش اهمیت دارد.

غدد بزاقی

ترشح بزاق به عهده سه جفت غده بزاقی است که مجرای ترشح‌کننده آنها به داخل دهان باز می‌شود. موقعیت و ترشحات هر یک از این غدد در جدول ۱-۶ و شکل ۲-۶ تشریح و نشان داده شده است.

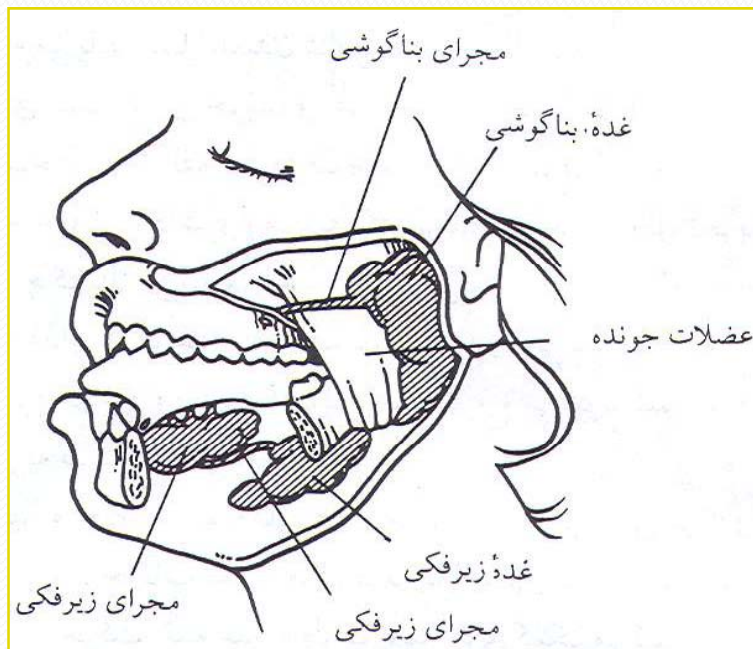
جدول ۱-۶ غدد بزاقی و ترشحات آنها

غده	موقعیت	مجرا	نوع ترشح
بناگوشی	جلو و پایین لاله گوش زیر پوست روی عضلات جونده	مجرای بناگوشی (استنسون)	مایع آبکی حاوی نمکها و آنزیم پتیلین (آمیلاز)
زیرفکی	در طرفین خط وسط در زیر استخوان فک پایین	مجری زیرفکی (وارتون)	مایع آبکی سروزی حاوی مقداری موکوس
زیر زبانی	جلوی فک پایینی ، زیر زبان	چند مجرای کوچک (مجاری ریونوس)	لعاب لزج و چسبناک حاوی نمکها و موسین

ترکیب بزاق و اعمال آن

بزاق در جواب به فکر کردن، چشیدن یا بوئیدن غذا ترشح می‌شود. تولید بزاق تحت کنترل بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک دستگاه عصبی خودمختار قرار دارد.

بزاق مایعی آبکی است که روزانه ۱ تا ۵/۱ لیتر ترشح می‌شود. بزاق حاوی سدیم، پتاسیم، کلر، بی‌کربنات، موسین و آنزیم آمیلاز (پتیلین) است.



شکل ۶-۲ غدد بزاقی و مجاری آنها را نشان می‌دهد.

اعمال بزاق عبارت‌اند از:

موسین بزاق، که یک نوع گلیکوپروتئین است،

۱. غذا را لیز و لغزنده و در نتیجه عمل بلع را آسانتر می‌کند.

۲. آنزیم آمیلاز بزاقی نشاسته‌ها را تا حد مالتوز تجزیه می‌کند و بدین ترتیب شروع هضم کربوهیدرات‌ها را میسر می‌سازد.

۳. برای مولکول‌هایی که جوانه‌های چشایی را تحریک می‌کنند مانند حلال عمل می‌کند، یعنی غذاها ابتدا باید حل شوند تا طعم آنها معلوم گردد (بزاق جوانه‌های چشایی را قادر می‌سازد تا به مواد شیرین، شور، ترش و تلخ مزه جواب دهد).

۴. غدد بزاقی یک عمل ترشح خارجی دارند، به این معنی که داروها و ویروس‌ها و بعضی فلزات (سرب) را ترشح می‌کنند.

۵. با تسهیل حرکات لبها و زبان به تکلم کمک می کنند.

۶. بزاق یک عمل پاک کننده دارد، یعنی دهان و دندانها را تمیز نگاه می دارد.

۷. ترشح بزاق هنگامی که بافتهای بدن آب خود را از دست می دهند کاهش می یابد و خشکی مخاط دهان احساس تشنگی به وجود می آورد. بنابراین، با آگاه کردن ما از این مطلب که مایعات بدن باید جبران شوند، همچون مکانیزم حفاظت عمل می کنند.


۸. مواد موجود در بزاق به حفظ **Hp** دهان کمک می کند. در این **Hp** بزاق از کلسیم اشباع است. بنابراین، دندانها کلسیم خود را در مایعات دهان از دست نمی دهند و این از پوسیدگی دندانها جلوگیری می کند.

بلع

در عمل بلع غذا از دهان به طرف معده رانده می‌شود، یعنی لقمه غذا در راه رسیدن به معده از حلق و مری عبور می‌کند. عمل بلع به‌طور ارادی شروع می‌شود، ولی به طریق غیرارادی یا رفلکسی خاتمه می‌یابد. عمل بلعیدن شامل سه مرحله است.

مرحله اول ارادی است. غذای جویده و آغشته به بزاق (لقمه غذا) با زبان بالا می‌آید و، با فشار زبان بر سقف سخت دهان، لقمه به طرف حلق رانده می‌شود.

دومین مرحله از آنجا شروع می‌شود که گیرنده‌های حسی حلق تحریک می‌گردند. در این مرحله، زبان کوچک بالا می‌آید و حفره بینی را می‌بندد. استخوان لامی و حنجره بالا می‌آید و جلو ورود مواد غذایی و مایعات به طرف نای را مسدود می‌کنند و دهانه مری و (انتهای فوقانی مری) باز می‌شود. در این وضعیت انقباض حلق شروع می‌شود. لقمه غذا به کمک عضلات تنگ‌کننده حلق به طرف مری رانده می‌شود.



در سومین مرحله بلع، لقمه‌های غذا و مایعات وارد مری می‌شوند و با حرکات دودی به معده انتقال می‌یابند. حرکات دودی مری ضعیف است و بنابراین نیروی جاذبه یک نیروی اضافی است که به حرکت لقمه غذا به طرف پایین مری کمک می‌کند.

مرحله دوم و سوم بلع غیرارادی است.

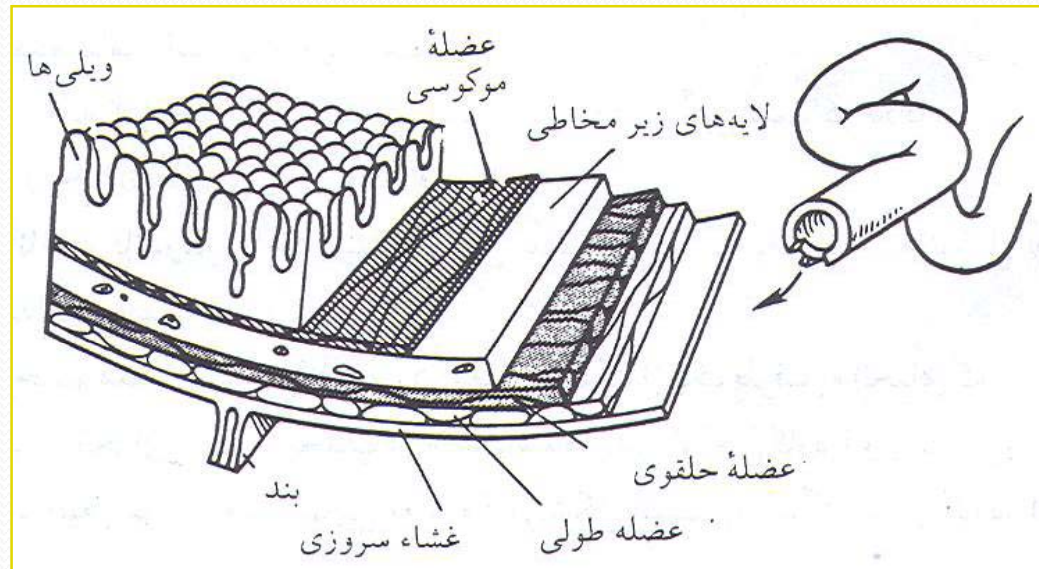
ساختمان چهار لایه اصلی مجرای (لوله) گوارش

به طور کلی ساختمان جدار لوله گوارشی از یک طرح کلی پیروی می کند. به عبارت دیگر، در برش عرضی لوله گوارش، خواه معده و خواه قسمتهای مختلف روده، از داخل به خارج متشکل از چهار لایه است که شکل ساختمانی و وظایف هر یک از آنها در جدول ۲-۶ و شکل ۳-۶ ملاحظه می شود.

جدول ۲-۶ ساختمان و وظایف لایه های اصلی لوله گوارشی

پوشش	ساختمان	عمل
لایه مخاطی	بافت پوششی ستونی ساده با سلولهای گوبلت	ترشح و جذب
لایه زیرمخاطی	بافت پیوندی محتوی عروق خونی فراوان، دارای تارهای عصبی خودمختار	جذب آب و مواد غذایی به طرف مویرگها
لایه عضلانی	شامل لایه های عضلانی صاف حلقوی و طولی شرکت در ساختمان اسفنگترها و دریچه ها	انقباضات مقطع (قطعه ای) و حرکات دودی
غشای سروز	بافت پیوندی هاله ای و صفاق شکمی احشایی	اتصال و حمایت نمودن (محافظت کردن)

شکل ۳-۶ ساختمان دیواره لوله گوارش



گفتار ۲

معه و فعالیت آن

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:

۱. اعمال معده را در عمل گوارشی غذا مشخص کنید.
۲. اجزای شیرۀ معدی و تأثیر هر یک را در جریان گوارش غذا مشخص کنید.
۳. سه مرحله ترشح معده را مشخص کنید.

معه کیسه‌ای عضلانی و به منزله مخزن (محل ذخیره) مواد غذایی است. حجم معده با مقدار غذا و مایعات بلعیده شده تغییر می‌کند.

معه خالی کوچک و معمولاً شل است و هنگامی که پر می‌شود، حجم آن افزایش می‌یابد. معده شامل قسمتهای زیر است.

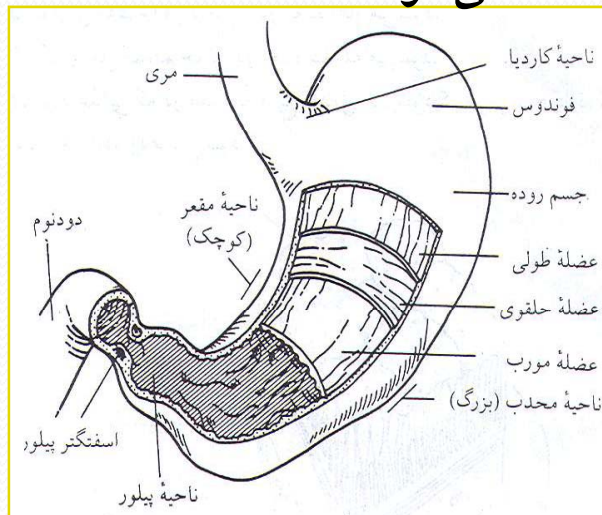
۱. ناحیه کاردیا: بالاترین قسمت معده و منطقه تنگی است که بلافاصله زیر اسفنگتر مری معده (محل اتصال مری به معده) قرار دارد.

۲. ناحیه فاندوس: ناحیه گنبدی شکل سمت چپ معده است که شکل آن در افراد مختلف متفاوت است.

۳. جسم معده: بخش مرکزی بزرگ معده است که از یک طرف به انحنای کمتر (مقعر) و از طرف دیگر به انحنای بیشتر (محدب) محدود شده و بین نواحی کاردیا و پیلور قرار دارد.

۴. ناحیه پیلور: ناحیه انتهایی معده و قیفی شکل است و اسفنگتر پیلوریک در آن قرار دارد (شکل ۶-۴).

ساختمان لایه‌ای معده همچون ساختمان لوله گوارش از چهار لایه تشکیل شده است. در لایه عضلات، علاوه بر عضلات صاف حلقوی و طولی، عضلات صاف مایل (مورب) نیز یافت می‌شوند که بیشتر در ناحیه فاندوس (ناحیه گنبدی شکل معده) دیده می‌شوند. انقباضات عضلات معده از ناحیه کاردیا شروع و به ناحیه پیلور ختم می‌شوند. هنگامی که غذا در معده باشد، امواج انقباض حدود ۲ بار در دقیقه حادث می‌شوند.



شکل ۶-۴ قسمت‌های مختلف معده

معده همچون انبار غذا عمل می‌کند. بنابراین، می‌توان در هر وعده مقدار زیادی غذا صرف کرد. هر چند دقیقه یک‌بار مقدار کمی از این غذای انبار شده از راه اسفنگتر پیلور وارد دوازدهه (ابتدای روده باریک) می‌شود. تا اینکه معده کاملاً از غذا خالی شود. این عمل ۲ تا ۴ ساعت طول می‌کشد و در جریان آن مواد غذایی به‌طور مداوم برای هضم و جذب در دسترس روده باریک قرار می‌گیرد. زمان تخلیه معده با نوع غذای خورده شده تغییر می‌کند.

آب سریعتر از سایر محتویات معده را ترک می‌کند و پس از آن به ترتیب کربوهیدراتها، پروتئینها و بالاخره چربی قرار دارند که بسیار آهسته از معده خارج می‌شود..

به‌طور کلی، عمل معده را به شرح زیر می‌توان خلاصه کرد:

۱. معده غذا را دریافت می‌کند و برای مدت کوتاهی به منزلهٔ مخزن آن درمی‌آید.
۲. تمام غذاها به صورت مایع در می‌آیند و با اسید کلریدریک معده آغشته می‌شوند تا برای گوارش روده‌ای آماده شوند.
۳. پروتئینها در معده به پپتون تبدیل می‌شوند.
۴. شیر دلمه می‌شود و کازئین آن آزاد می‌شود.
۵. گوارش (هضم) مواد چربی در معده آغاز می‌شود.
۶. یک عامل ضدکم خونی در معده ساخته می‌شود.
۷. مواد غذایی که در معده به مایع تبدیل می‌شود کیموس نام دارد. کیموس پس از تشکیل شدن وارد دوازدهه می‌شود.



شکل ۵-۶ ساختمان لایه‌ای معده

شیره معدی

شیره معدی از سلولهای اصلی، جداری و مخاطی لایه داخلی جدار معده تولید و ترشح می شود. پپسین یک آنزیم تجزیه کننده پروتئینی است که به شکل پیشاهنگ غیرفعال پپسینوژن ذخیره می شود. پپسینوژن غیرفعال بر اثر اسید کلریدریک با مقادیر کم به پپسین فعال تبدیل می شود. اسید کلریدریک تجزیه پپسینوژن را آغاز می کند، اما پس از آنکه از این طریق مقدار کمی پپسین آزاد می شود، خود پپسین عمل تجزیه را ادامه می دهد پپسین در پروتئینها اثر می گذارد و آنها را تا حد پپتونها تجزیه می کند.

جدول ۶-۳ ترکیبات شیره معدی و اعمال آنها.

ترکیب	محل ذخیره (ترشح)	فعالیت
پپسینوژن	سلولهای اصلی	شکل غیرفعال پپسین
پپسین	با حضور اسید کلریدریک از تغییر شکل پپسینوژن به وجود می آید	آنزیم تجزیه کننده پروتئین
اسید هیدروکلریک (HCL)	سلولهای جداری	اسید قوی برای نابود کردن عوامل بیماری زا (ضد عفونی کردن محیط معده) تبدیل پپسینوژن به پپسین
موکوس	سلولهای مخاطی و گوبلت	ایجاد محیطی لزج، چسبناک و قلیایی در معده، محافظت از جدار داخلی لوله گوارش (معده)
فاکتور داخلی	سلولهای جداری	کمک به جذب ویتامین B12

موکوس در پاسخ به تحریکات شیمیایی و مکانیکی مخاط معده ترشح می شود و به جدار معدی می چسبد و همچون محافظ عمل می کند. یعنی مانع آن می شود که اسید کلریدریک و پپسین مخاط را هضم کنند. شیره معده دارای یک عامل داخلی است که در ساختمان عوامل سازنده خون مؤثر است. وجود این عامل برای جذب ویتامین B₁₂ که خود از عناصر مهم در خون سازی (بلوغ گویچه های سرخ) بدن است ضروری است و فقدان آن موجب کم خونی مفرط می شود.

یک نوع لیپاژ در شیره معدی وجود دارد که در هضم چربیها مؤثر است، اما در محیط اسیدی معدی اثر زیادی ندارد. گوارش غذای چرب از معده شروع می شود و بعداً لیپاژ لوزالمعده آن را تکمیل می کند.

مراحل ترشح معدی

فعالیت ترشحاتی در معده را می‌توان به سه مرحله تقسیم کرد:

۱. مرحله مخفی: در این مرحله و در پاسخ به تحریکات دیداری، بویایی، چشایی و فکر کردن درباره غذا و، با ارسال تحریکات عصبی پاراسمپاتیک، مقدار ۵ تا ۱۵ میلی‌لیتر شیرۀ معده ترشح می‌شود. این تحریک قبل از آنکه هرگونه غذایی وارد معده شود حادث می‌گردد و از این رو مرحله مخفی نامیده می‌شود.

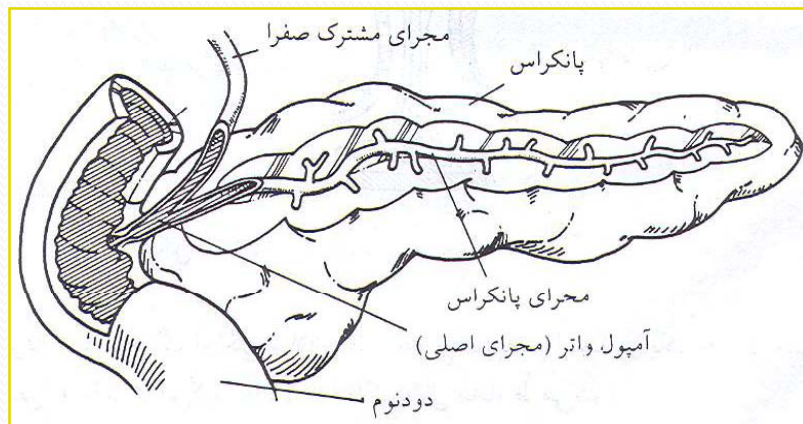
۲. مرحله معدی: غذایی که باعث انقباض لایۀ مخاطی معده می‌شود، به‌علاوۀ تجزیۀ پروتئینها، سبب رها شدن مادۀ محرکی به نام «گاسترین» می‌شود که این عامل باعث ترشح ۶۰ تا ۷۵ میلی‌لیتر شیرۀ معدی می‌شود.

۳. مرحله روده‌ای: پس از اینکه کیموس دوازدهه (اثنی‌عشر) وارد روده اثنی‌عشر شد، باعث تحریک و آزادی «گاسترین روده‌ای» می‌شود. این عامل به تولید اضافی مقدار کمی از شیرۀ معدی می‌انجامد.

روده کوچک

روده کوچک براساس وظیفه و ساختمان بافتی به سه قسمت دوازدهه (دودنوم) ژوژنوم و ایلئوم تقسیم می‌شود. دودنوم به شکل حرف C است و اندازه آن به ۲۵ سانتیمتر می‌رسد. دودنوم از اسفنکتر پیلوریک معده تا خمیدگی ناحیه دودنوم ژوژنوم ادامه می‌یابد. سر غده لوزالمعده در ناحیه فرورفته دودنوم واقع می‌شود. این ناحیه از روده باریک دریافت‌کننده ترشحات صفرا از طریق «مجرای مشترک صفرا» از کبد و کیسه صفرا و ترشحات پانکراس از طریق «مجرای پانکراس» است (شکل ۶۶). غده‌های ترشحی دودنومی (غدد برونر) بی‌شماری در لایه زیر مخاطی دودنوم یافت می‌شوند.

ژوژنوم از دوازدهه تا ایلئوم ادامه دارد. ساختمان ژوژنوم از چینهای عمیقی در لایه مخاطی و زیرمخاطی روده تشکیل شده که «چینهای پرده‌ای شکل» خوانده می‌شوند این چین خوردگیها سبب می‌شوند که سطح ترشحی مخاط روده و نیز سطح جذب مواد در روده باریک بسیار وسیع باشد.



شکل ۶۶ نحوه هدایت ترشحات صفرا و لوزالمعده به روده کوچک

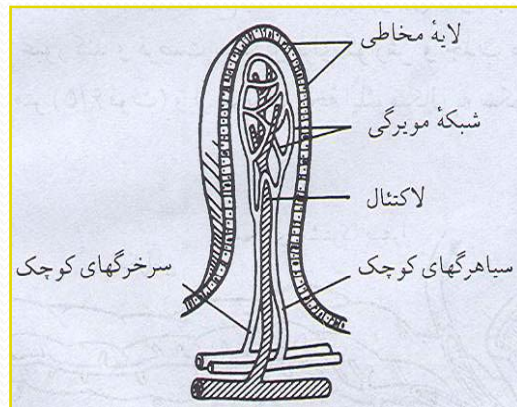
بررسی ویژگی ساختمان روده کوچک

ساختمان روده کوچک از طرح کلی ساختمانی لوله گوارش تبعیت می کند، ولی برجسته ترین ویژگی ساختمان روده مربوط به لایه مخاطی است. این چینها نیز از برآمدگی (پرز)های انگشت ماندی به نام «ویلی» پوشیده شده اند (شکل ۶-۷). هر ویلی از یک شبکه مویرگی، عضله صاف و یک رگ لنفاوی مخصوص، به نام «لاکتال» تشکیل شده است. جذب از طریق ورود مواد غذایی به رگهای کوچک ویلی به نام «میکروویلی» به انجام می رسد. در پایه های ویلی، غده های روده ای (یا کریپتهای لیبرکون) وجود دارند که آنزیمهای گوارشی را ترشح می کنند.

حرکات روده کوچک

انقباضات عضلات طولی و حلقوی روده سه نوع حرکت مجزا دارند.

۱. حرکات قطعه‌ای منظم بین ۱۲ تا ۱۶ بار در دقیقه در مناطقی که کیموس وجود دارد انجام می‌شود. این حرکات سبب مخلوط شدن کیموس با شیرۀ گوارشی روده می‌شود و تماس آن را با ویلی برقرار می‌کند و از این راه عمل جذب را تسهیل می‌کند.



شکل ۶-۷ نمایی از یک ویلی و نحوه جذب در آنها

۲. حرکات ناهماهنگ آونگی شلاق مانند امواج انقباض ابتدا در یک جهت حرکت می‌کند و سپس به عقب برمی‌گردد و بالاخره با کیموس مخلوط می‌شود.

۳. حرکات دودی بین ۱۵ تا ۱۸ بار در دقیقه است و موجب خروج کیموس از روده کوچک می‌شود.

گفتار ۳

گوارش شیمیایی در روده

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید:

۱. دو عمل گوارش شیمیایی و جذب را که اعمال گوارشی روده کوچک‌اند مشخص کنید.
۲. تأثیر مواد شیمیایی موجود در شیرۀ لوزالمعده، صفرا و شیرۀ روده را در مواد غذایی روده کوچک مشخص کنید.
۳. راههای جذب مواد هضم شده از روده کوچک مشخص کنید.

گوارش شیمیایی در روده

روده کوچک اعمال گوارشی متنوعی را انجام می‌دهد. در مواد غذایی موجود در کیموس که معده را ترک می‌کند باید قبل از عمل جذب تغییرات بیشتری صورت گیرد. پپسین پروتئین معده را به‌طور نسبی تجزیه می‌کند. در این حالت هضم نفاسته ناکامل است و هضم چربیها عملاً آغاز نشده است.

در روده کوچک، غذاها تحت تأثیر آنزیمهای شیرۀ لوزالمعده و شیرۀ روده قرار می‌گیرند. علاوه بر آن، لیپیدها صفرا را به حالت امولسیون (تقسیم و شکستن چربیها به ذرات بسیار ریز) درمی‌آورد تا با سهولت بیشتری هضم و جذب شوند.

سه منبع شیره‌های گوارشی که به داخل روده کوچک تخلیه می‌شوند تا این اعمال گوارشی را به انجام برسانند عبارت‌اند از:

لوزالمعده (شیرۀ لوزالمعده)، کبد و کیسه صفرا (صفرا) و پوشش روده (شیرۀ روده).

شیره لوزالمعده

لوزالمعده دو نوع شیره ترشح می‌کند. یکی شیره آبدار و دیگری شیره آنزیم‌دار. شیره آبدار از نظر حجمی بین ۲هه تا ۸هه میلی‌لیتر در روز ترشح می‌شود. این شیره دارای مقدار زیادی بی‌کربنات است که برای خنثی کردن اسید معدی هنگام ورود به دوازدهه به کار می‌رود. شیره آنزیمی محتوی آنزیمهای اصلی برای هضم مناسب چربیها و کربوهیدراتها است. این آنزیمها عبارت‌اند از:

۱. آمیلاز: این آنزیم به مراتب قویتر از آمیلاز بزاق است و عمل آن تجزیه نشاسته و گلیکوژن به مالتوز است.
۲. لیپاز: این آنزیم چربیها را در حضور املاح صفراوی هیدرولیز می‌کند. محصولات نهایی این آنزیم، اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول است.
۳. تریپسین: آنزیم تجزیه‌کننده پروتئینهاست. این آنزیم در لوزالمعده به صورت تریپسینوژن است که پس از ورود به روده تحت تأثیر آنزیم دیگری به نام آنتروکیناز تبدیل به تریپسین می‌شود. تریپسین به مراتب قویتر از پپسین معده است و پروتئینها و پپتونها را به گروه پلی‌پپتیدها تبدیل می‌کند.

صفرا

صفرا، که شامل املاح صفراوی است، در کبد تولید می‌شود. سلولهای کبدی در روز به تدریج در حدود ۸ میلی‌لیتر صفرا ترشح می‌کنند. کیسه صفرا اندامی است که صفرای ترشح شده از کبد را ذخیره می‌کند. صفرا تحت تأثیر هورمون محرک کیسه صفرا به نام «کوله سیستوکینین» از کیسه صفرا به درون مجرای مشترک صفرا وارد می‌شود.

نقش صفرا در هضم عبارت است از: امولسیون طبیعی چربیها (بدین ترتیب به قرار دادن چربیها در معرض اثر لیپاز کمک می‌کند)، جذب اسیدهای چرب، کلسترول و برخی ویتامینها.

شیره روده

آماده شدن نهایی غذا برای عمل جذب را آنزیمهای موجود در ترشحات روده‌ای به انجام می‌رسانند. هضم و تجزیه پروتئینها باید کامل شود و تجزیه نشاسته که ناکامل است باید تکمیل گردد و هضم چربیها که تازه شروع شده باید ادامه یابد. شیره روده از آب، الکترولیتها و مواد آلی به صورت تعداد زیادی آنزیم تشکیل شده است.

شیره روده محتوی آنزیمهای زیر است:

۱. پپتیداز، پروتئینها را به اسید آمینه تبدیل می‌کند.
۲. سوکراز (مالتوز و لاکتاز)، دی ساکاریدها را تبدیل به مونوساکاریدها می‌کند.
۳. لیپاز، باعث تجزیه چربیها به اسیدهای چرب و گلیسرول می‌شود.
۴. آمیلاز، نشاسته و گلیکوژن را مبدل به دی ساکاریدها می‌کند.
۵. نوکلئاز، اسیدهای نوکلئیک را به نوکلئوتیدها تبدیل می‌کند.
۶. آنتروکیناز، تریپسین را که از پانکراس ترشح می‌شود فعال می‌کند.

عمل جذبی روده کوچک

هدف نهایی عمل گوارش آماده کردن مواد خورده شده برای عمل جذب است. محصولات گوارشی فقط در صورتی می‌توانند منظور خود را که همان تأمین مواد غذایی برای سلولهای بدن باشد به انجام برسانند که بتوانند جذب شوند و با خون به بافتها برسند. معده مقادیر کمی آب و گلوکز جذب می‌کند. مخاط معده برای عمل جذب تکامل پیدا نکرده‌اند. عمل جذب بیشتر در روده کوچک انجام می‌شود. پوشش مخاطی روده کوچک برای عمل جذب طراحی شده است.

حرکت مواد جذب شده به داخل جریان خون از راه مویرگهای خونی و لنفاتیکیها به انجام می‌رسد. برای این منظور وجود یک جریان خون زیاد در روده اهمیت دارد و تخمین زده شده که در حدود سی درصد بازده قلب از روده عبور می‌کند (شکل ۵۴). موادی که به داخل جریان خون جذب می‌شوند عبارت‌اند از آب، یونهای معدنی، مونوساکاریدها و اسیدهای آمینه. در حالی که رگهای لنفاوی تری‌گلیسریدها، پروتئینها و کلسترول را جذب می‌کنند.


گفتار ۴

روده بزرگ

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید فعالیتهای روده بزرگ را مشخص کنید و فعالیت حرکتی آن را توضیح دهید.

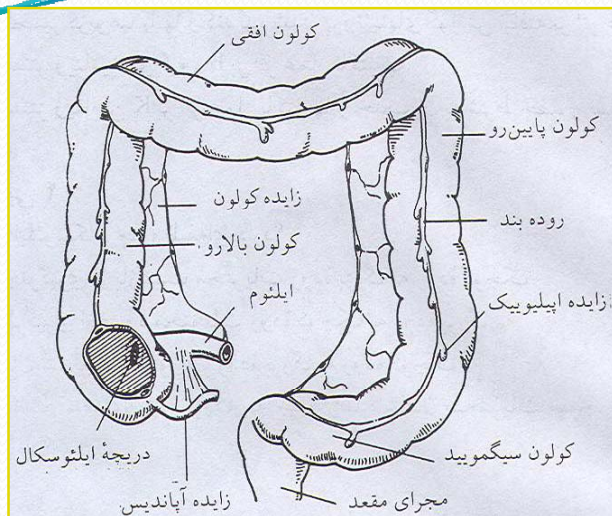
روده بزرگ، در امتداد روده کوچک، از دریچه ایلئوسکال تا مقعد گسترش یافته است و طول تقریبی آن در حدود ۱۵ سانتیمتر می‌رسد. روده بزرگ از روده کور، کولون، رکتوم و مجرای مقعد تشکیل شده است (شکل ۶-۸). روده کور، که در سمت راست شکم قرار گرفته، به طرف بالا امتداد می‌یابد و کولون صعودی (بالارو) را تشکیل می‌دهد. روده کور در ناحیه پشت کبد خمیدگی پیدا می‌کند و کولون افقی را در حد بالای ناف به وجود می‌آورد. آنگاه در سمت چپ شکم از ناحیه بالای طحال مجدداً خم می‌شود و به طرف پایین برمی‌گردد و کولون نزولی (پایین‌رو) را تشکیل می‌دهد و کولون نزولی، ناحیه پهلوی چپ شکم را اشغال می‌کند و در محل حفره لگن دارای خمیدگی S مانند است.



جدار روده بزرگ مانند روده کوچک متشکل از چهار لایه است، با این تفاوت که لایه مخاطی و لایه زیر مخاطی آن چین و چروک ندارد ولی در سراسر طول آنها کیسه‌هایی کوچک (غارها) وجود دارند. لایه مخاطی روده بزرگ حاوی مقدار زیادی غدد لنفاوی، غدد مترشحه و سلولهای گوبلت‌اند که عمل ترشحات آنها برای لیز کردن و تسهیل عبور مدفوع است.

علاوه بر این، برای محافظت مخاط کولون تحریکات شیمیایی و مکانیکی به کار می‌رود.

شکل ۶-۱ ساختمان روده بزرگ



حرکات کولون

فعالیت حرکتی روده بزرگ را می توان به دو دسته تقسیم کرد: اول حرکاتی که برای تسهیل جذب انجام می شوند و دوم حرکاتی که به جلو راندن محتویات روده مربوط اند.

حرکاتی که برای تسهیل جذب انجام می شوند عبارت اند از حرکات قطعه ای که مشابه حرکات همانام در روده کوچک اند و بیشتر در کولون صعودی و افقی که در آنجا جذب قسمت اعظم آب از مخاط روده حادث می شود، مشاهده می گردد.

نوع دوم حرکت که برای جلو راندن طرح شده شامل حرکات دودی کولونی و حرکات دسته جمعی است. حرکت دودی در کولون دارای نیروی زیادی است. حرکات دسته جمعی به فواصل زمانی طولانی حادث می شوند. این حرکات محتویات کولون را به طرف انتهای روده می رانند و غالباً با میل به دفع همراه اند.

فعالیت روده بزرگ

روده بزرگ در عمل گوارش و جذب غذاها شرکت نمی‌کند. زمانی که محتویات روده کوچک به روده کور می‌رسد، تقریباً تمام عناصر مغذی و مفید آن جذب شده است. با این وجود روده بزرگ محل فعالیتهای زیر است:

۱. روده بزرگ محل ذخیره مواد غیرقابل استفاده است که در موقع مناسب به صورت مدفوع دفع می‌شود.

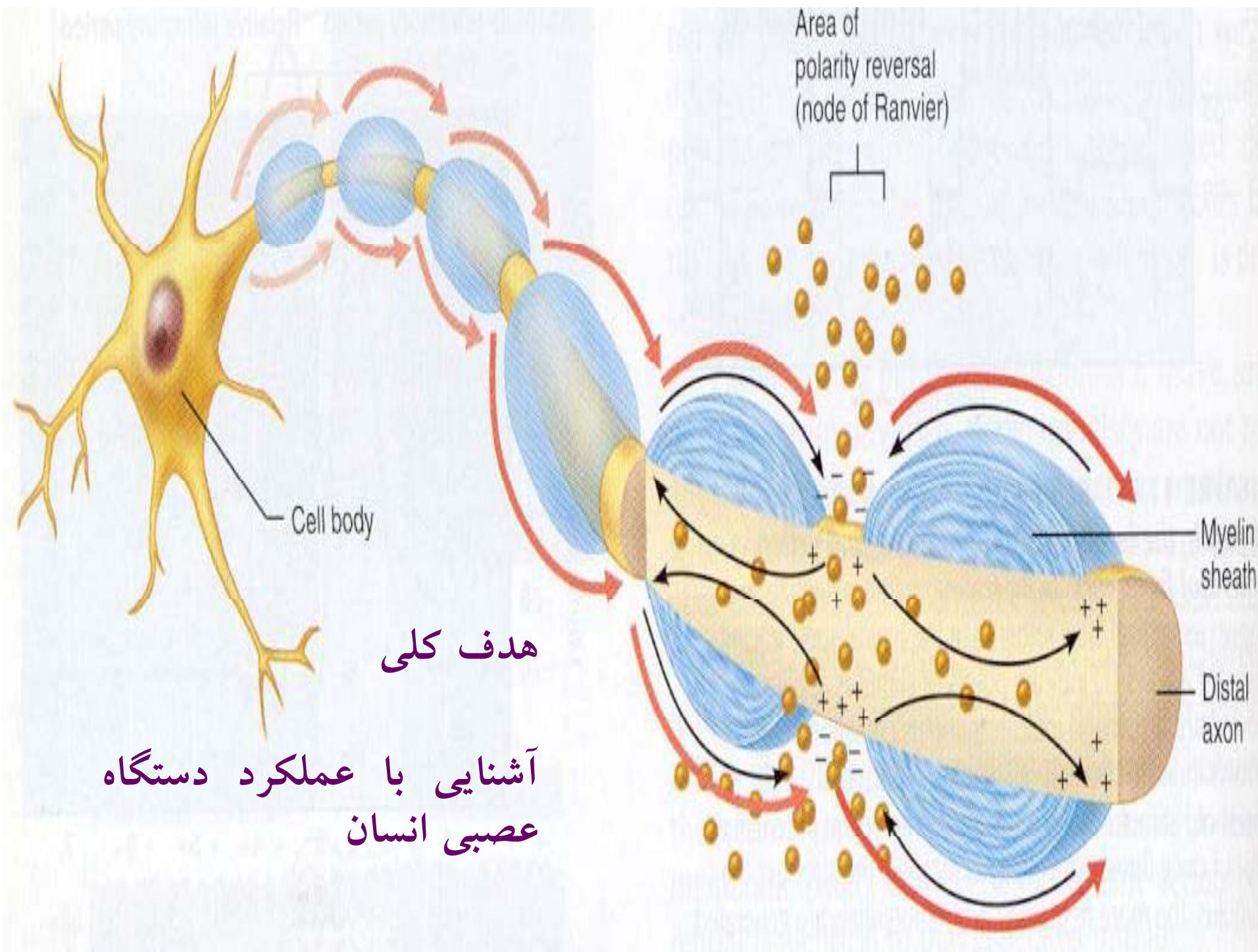
۲. آب موجود در محتویات روده کوچک در روده بزرگ جذب می‌شود و مدفوع قوام سفت پیدا می‌کند.

۳. تخمیر کربوهیدراتها و گندیده شدن پروتئینهای گوارش نیافته بر اثر عمل باکتریها.

۴. سنتز ویتامینهای گروه B بر اثر عمل باکتریها.

۵. سنتز ویتامین K بر اثر عمل باکتریها و جذب آن به شرط حضور صفرا در روده.

بخش هفتم



هدف کلی

آشنایی با عملکرد دستگاه
عصبی انسان

فهرست عناوین

گفتار ۱
سازوکارهای دستگاه عصبی

گفتار ۲
بخشهای دستگاه عصبی

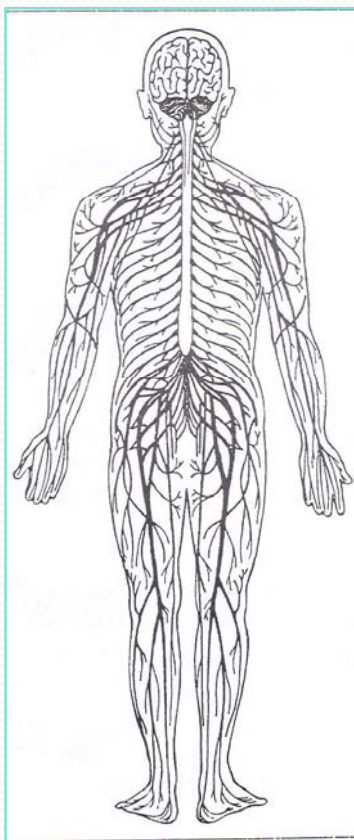
گفتار ۳
دستگاه عصبی محیطی (PNS)

گفتار ۱

سازوکارهای دستگاه عصبی

هدف

انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید نوروهای سازنده دستگاه عصبی انسان را مشخص کنید و کارکرد هر کدام را توضیح دهید.



بخشهای گوناگون دستگاه عصبی با یکدیگر ارتباط دارند، اما برای سهولت می‌توان دستگاه عصبی را به دستگاه عصبی مرکزی که از مغز و نخاع تشکیل شده، و دستگاه عصبی محیطی که اعصابی را دربرمی‌گیرند که از مغز و نخاع به سرتاسر بدن گسترش می‌یابند، تقسیم کرد (شکل ۱-۷). سیستم عصبی نیز، مانند سیستم اندوکرین، بسیاری از اعمال داخلی بدن را تنظیم می‌کند و ضمناً فعالیت‌هایی را که ما مجموعاً آنها را با عنوان «رفتار انسان» می‌شناسیم، هماهنگ می‌سازد.

شکل ۱-۷

ساختار دستگاه عصبی

واحد دستگاه عصبی، سلول عصبی ویژه‌ای موسوم به «نورون» است. سلولهای عصبی، با تولید امواج الکتریکی و عبور آنها از یک بخش سلول به بخش دیگر و از طریق رهایش پیک‌های

(میانجیهای) شیمیایی به منظور ایجاد ارتباط با سایر سلولها عمل می‌کند.

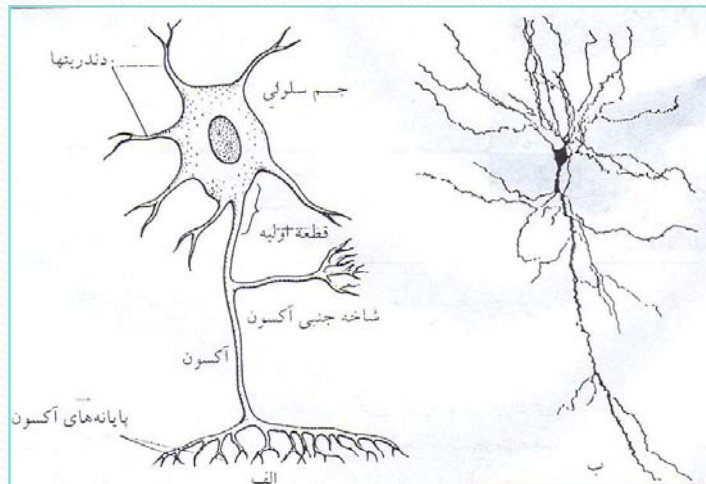
نورونها، اندازه و شکلهای گوناگون دارند. با وجود این، همان‌گونه که در شکل ۷-۲ مشاهده می‌شود، بیشتر آنها دارای ۴ قسمت‌اند: (۱) جسم سلولی

، (۲) دندریتها،


(۳) آکسون،

(۴) پایانه‌های آکسون.

دندریتها، انشعابات اند که از جسم سلولی خارج می‌شوند. دندریتها و جسم سلولی جایگاههای کاملاً تخصص یافته ارتباطی اند که امواج عصبی را از سایر نورونها دریافت می‌کنند.



شکل ۷-۲ الف) نمایی طرحواره از یک نورون، ب) ترسیمی از یک نورون، آن‌گونه که در زیر میکروسکوپ دیده می‌شود.



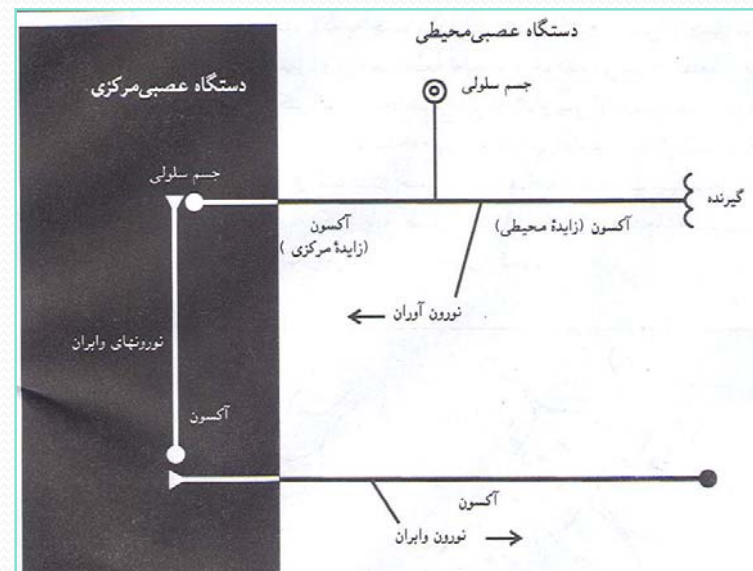
آکسون که گاهی اوقات «تار عصبی» نیز خوانده می‌شود، شاخه منفرد گسترش یافته‌ای از جسم سلولی است. بخشی از آکسون که به جسم سلولی نزدیکتر است و بخشی از جسم سلولی که آکسون با آن پیوند می‌خورد، بر روی هم، «قطعه نخستین» خوانده می‌شوند. قطعه یا بخش نخستین جایی است که امواج الکتریکی از آنجا شروع می‌شوند و پس از جسم سلولی در طول آکسون انتشار می‌یابند. آکسون ممکن است شاخه‌هایی (انشعابات) داشته باشد که آکسون جنبی (فرعی) خوانده می‌شود. آکسون و انشعابات جنبی آن در انتها به انشعابات بیشتری تقسیم می‌شوند که هر انشعاب سرانجام به یک پایانه آکسون ختم می‌شود. این پایانه‌ها مسئول انتقال امواج شیمیایی از نوروں به سلولهای مربوط با پایانه‌های آکسون‌اند.

نورونها به لحاظ عملکردی به سه گروه تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

نورونهای آوران،

نورونهای وایران و نورونهای ارتباطی.


نورونهای آوران اطلاعات را از بافتها و اندامهای بدن به دستگاه عصبی مرکزی (SNC) منتقل می‌کنند. نورونهای وایران، امواج الکتریکی (پیامها) را از دستگاه عصبی مرکزی (SNC) به سلولهای مجری (سلولهای عضلانی یا غدد) انتقال می‌دهند و نورونهای ارتباطی بین نورونهای آوران و وایران تماس برقرار می‌کنند (شکل ۷-۳ و جدول ۷-۱).



شکل ۷-۳ سه دسته نورون. توجه کنید که نورونهای ارتباطی که تماسهای بین نورونهای آوران و وایران را برقرار می‌سازند، از دستگاه عصبی مرکزی (SNC) خارج نمی‌شوند.

در دورترین نقطه از دستگاه عصبی مرکزی، نورونهای آوران گیرنده‌هایی دارند که به تغییرات گوناگون فیزیکی و شیمیایی موجود در محیط پاسخ می‌دهند و سبب می‌شوند که امواج الکتریکی در نورون تولید شود. نورونهای آوران این امواج الکتریکی را از گیرنده‌ها به مقصد مغز و نخاع به حرکت در می‌آورند.

نورونهای آوران دندریت ندارند و تنها یک زائده منفرد دارند. به فاصله کوتاهی پس از ترک جسم سلولی، آکسون تقسیم می‌شود. یک شاخه آن، یعنی زائده محیطی به گیرنده‌ها منتهی می‌شود و شاخه دیگر، یعنی زائده مرکزی وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود تا ارتباط با سایر نورونها را برقرار سازد. همان‌گونه که در شکل ۷-۳ دیده می‌شود، جسم سلولی و زائده بلند محیطی آکسون در خارج از دستگاه عصبی مرکزی (SNC) قرار دارند و تنها بخش نسبتاً کوتاهی از زائده مرکزی وارد مغز یا نخاع می‌شود.



نورونهای ارتباطی به طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. در حدود ۹۹ درصد نورونهای بدن از نوع نورونهای ارتباطی اند و به لحاظ مشخصات فیزیولوژیک، شکل، ترشحات شیمیایی و کارکرد بسیار متنوع اند. چنانچه برآورد شده است به ازای هر نورون آوران که وارد دستگاه عصبی مرکزی می شود، تقریباً ۱۰ نورون وابران و ۲۰۰ نورون ارتباطی وجود دارد. شمار نورونهای ارتباطی که بین نورونهای آوران و وابران معینی میانجیگری می کنند، با توجه به پیچیدگی عمل (کار) فرق می کند. بازتابهایی که به وسیله پیوندگاههایی پایینتر از سطح زانو ایجاد می شوند، نورون ارتباطی ندارند. به همین دلیل، نورون آوران مستقیماً به نورون وابران منتهی می شود. برعکس، در تحریکاتی که برای یادآوری یا زبان فراخوانده می شوند، ممکن است میلیونها نورون ارتباطی درگیر شوند.

جدول ۱-۷ سه دسته نورو

۱. نورونهای آوران

- الف) انتقال اطلاعات از گیرنده‌ها در پایانه‌های محیطی به مقصد دستگاه عصبی مرکزی
ب) بیشتر سلول (جسم سلولی و زائده محیطی بلند آکسون) در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد؛ تنها زائده کوتاه مرکزی آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود.
ج) دندريت ندارد.

۲. نورونهای وابران

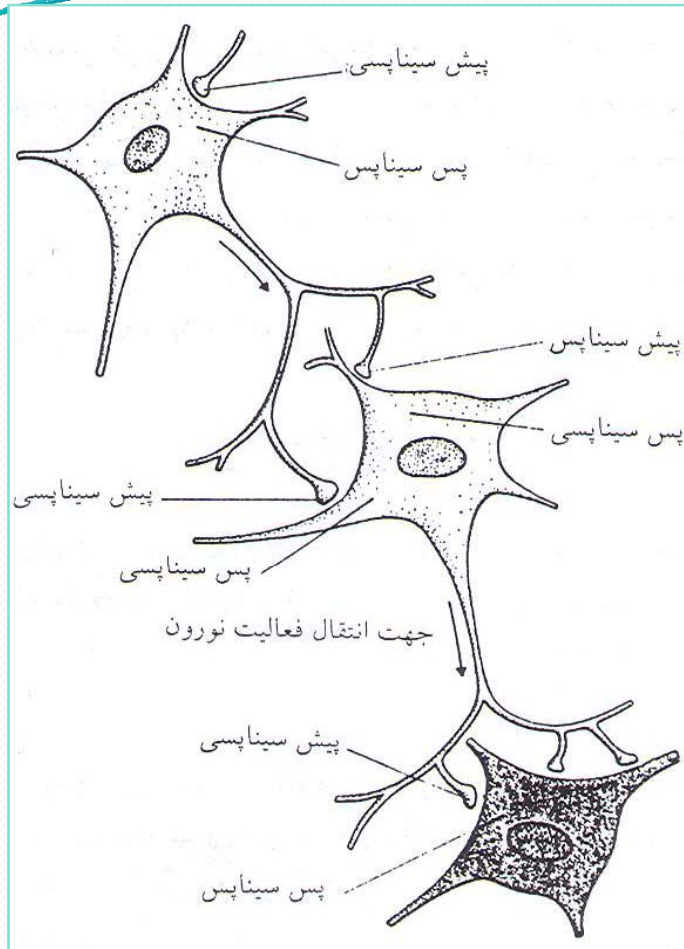
- الف) انتقال اطلاعات به خارج دستگاه عصبی مرکزی و به مقصد سلولهای مجری (عضلات یا غدد)
ب) جسم سلولی، دندريتها و بخش کوچکی از آکسون در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد، بیشتر آکسون در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

۳. نورونهای ارتباطی


- الف) به‌طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند.
ب) ۹۹ درصد کل نورونها را به خود اختصاص می‌دهند.
به لحاظ تشریحی، محل اتصال بین دو نورون که در آن نقطه یک نورون فعالیت نورون دیگر را تغییر می‌دهد، «سیناپس» خوانده می‌شود. در بیشتر سیناپسها، یک موج به‌وسیله پیکهای شیمیایی از یک نورون به نورون دیگر منتقل می‌شود که «انتقال‌دهنده‌های عصبی» شناخته می‌شوند..

سیناپس معمولاً بین پایانه آکسون یک نورون و جسم

سلولی یا دندريت نورون دوم برقرار می شود. با وجود این، در نواحی ویژه ای. سیناپس همچنین بین دو دندريت، بین یک دندريت و یک جسم سلولی، یا بین یک پایانه آکسونی و پایانه آکسونی دیگر (دوم) برقرار می شود. نورونی که امواج را به سوی یک سیناپس هدایت می کند، نورون «پیش سیناپسی» خوانده می شود؛ در حالی که نورونهایی که امواج را از سیناپس دور می کنند، به نورونهای پس سیناپسی معروفند.



شکل ۷-۴ هر نورون پس سیناپسی ممکن است برای گروهی از سلولها پیش سیناپسی باشد.



شکل ۷-۴ یک مسیر چند نورونی را نشان می‌دهد. در این شکل نشان داده شده است که چگونه یک نورون انفرادی ممکن است برای یک گروه سلولی، پس‌سیناپسی و برای دیگری پیش‌سیناپسی باشد.

هر نورون پس‌سیناپسی ممکن است هزاران اتصال سیناپسی در سطح دندریت و جسم سلولی‌اش داشته باشد، به طوری که ممکن است امواج عصبی از ناحیه نورونهای فراوان پیش‌سیناپسی در آن تأثیر گذارد. نورونهای معینی در مغز بیشتر از ههه، ۱هه درون داد (ورودی) دریافت می‌کنند.

گفتار ۲

بخشهای دستگاه عصبی

هدف

انتظار می‌رود پس از مطالعه این گفتار بتوانید اجزای سازنده دستگاه عصبی مرکزی انسان را مشخص کنید و کارکرد هر کدام را توضیح دهید.

به‌طور کلی ساختارهای اصلی دستگاه عصبی به دو بخش دستگاه عصبی مرکزی (SNC) و دستگاه عصبی محیطی (SNP) تقسیم می‌شوند.

جسم سلولی نورونها عملکرد مشابهی دارند که اغلب دور یکدیگر جمع می‌شوند. اجتماع جسم سلولی نورونها در دستگاه عصبی محیطی، «عقده‌ها یا گره‌ها» خوانده می‌شوند؛ اما در دستگاه عصبی مرکزی، معمولاً آنها را «هسته‌ها» می‌نامند.

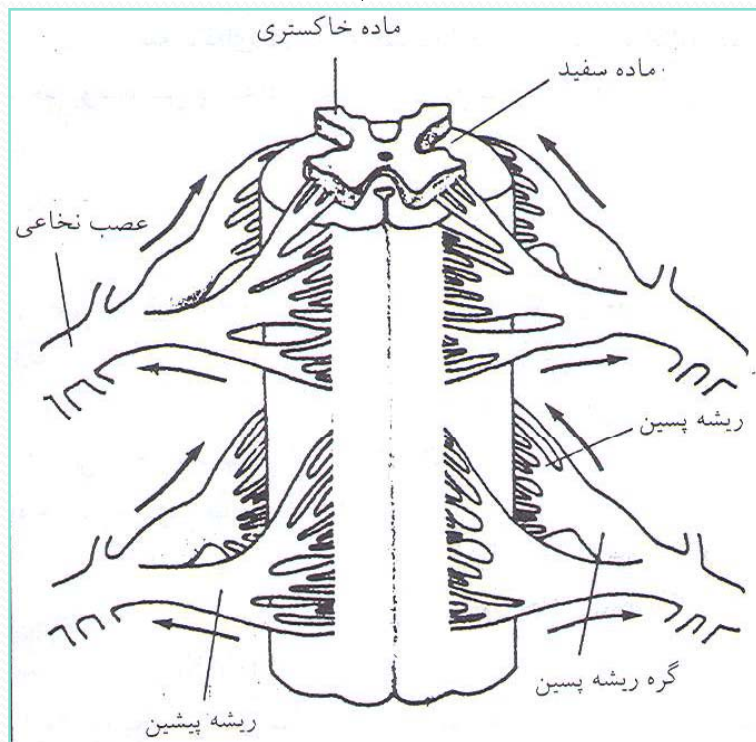
مغز در درون جمجمه و نخاع در داخل ستون مهره‌ها قرار دارند. بین بافت‌های نرم عصبی و استخوانهای محافظ آنها که همچون خانه آنهاست، سه پوشش محافظتی غشایی یا «منژ (پرده)» واقع شده است که عبارت‌اند از: سخت شامه که بلافاصله بعد از استخوان قرار گرفته (بیرونی‌ترین و سخت‌ترین منژ)، عنکبوتیه که در وسط واقع شده است (همان غشا ظریفی است که بین سخت شامه و نرم شامه قرار دارد) و نرم شامه که در مجاورت بافت عصبی قرار دارد (داخلی‌ترین لایه از سه پرده‌ای که مغز و طناب نخاعی را می‌پوشانند). فضایی موسوم به «فضای تحت عنکبوتیه» بین پرده‌های عنکبوتیه و نرم شامه قرار دارد که پر از «مایع مغزی نخاعی» است.

دستگاه عصبی مرکزی (SNC)

نخاع (شکل ۵-۷) طناب استوانه‌ای شکل باریکی است متشکل از بافت نرم عصبی که قطر آن کمی بیشتر از انگشت کوچک است. ناحیه مرکزی پروانه‌ای شکل نخاع، «ماده خاکستری» نام دارد این ناحیه که از نورونهای ارتباطی، جسم سلولی و دندریت‌های نورونهای وایبران و تارهای ورودی نورونهای آوران تشکیل شده است. دلیل نامگذاری این بخش از نخاع به ماده خاکستری این است که ساختارهای موجود در آن ناحیه «میلین» ندارند.

ماده خاکستری را «ماده سفید» احاطه کرده است. ماده سفید خود حاوی تعداد زیادی آکسون میلین‌دار نورونهای ارتباطی است و چون میلین از جنس چربی است، باعث درخشندگی و روشنی ماده سفید و وجه تسمیه آن شده است. دسته‌های آکسونی موجود در دستگاه عصبی مرکزی که «راه» خوانده می‌شوند به گونه‌ای طولی سرتاسر نخاع را طی می‌کنند. برخی از آنها به طرف پایین نخاع می‌روند تا اطلاعات را از مغز به نخاع یا از سطوح فوقانی نخاع به سطوح تحتانی آن انتقال دهند. سایر راهها که به طرف بالا می‌روند، اطلاعات را به مغز منتقل می‌سازند.

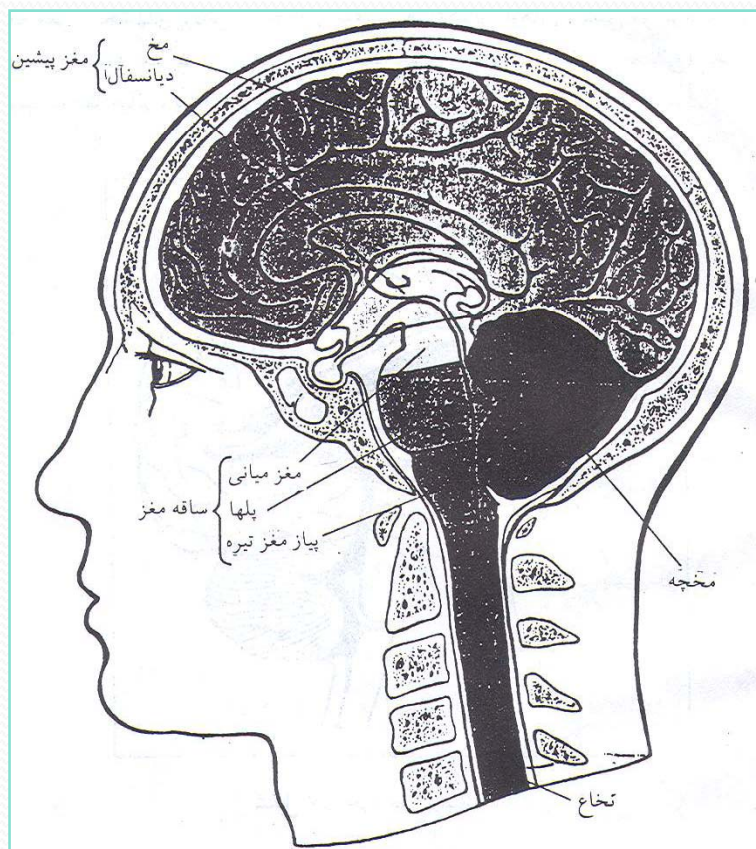
دسته تارهای آوران که از اعصاب محیطی وارد نخاع می‌شوند، از طریق قسمت پسین نخاع و به وسیله «رشته پسین» به نخاع وارد می‌شوند. برجستگیهای کوچک در ریشه‌های پسین موسوم به «عقد‌های ریشه پسین» حاوی جسم سلولی نورونهای آوران‌اند. آکسون نورونهای وایبران از قسمت پیشین و از طریق «ریشه‌های پیشین» نخاع را ترک می‌کنند. به فاصله کوتاهی از نخاع، ریشه‌های پسین و پیشین که هر کدام از یک سمت نخاع می‌آیند به یکدیگر می‌پیوندند و یک جفت «عصب نخاعی» را به وجود می‌آورند.



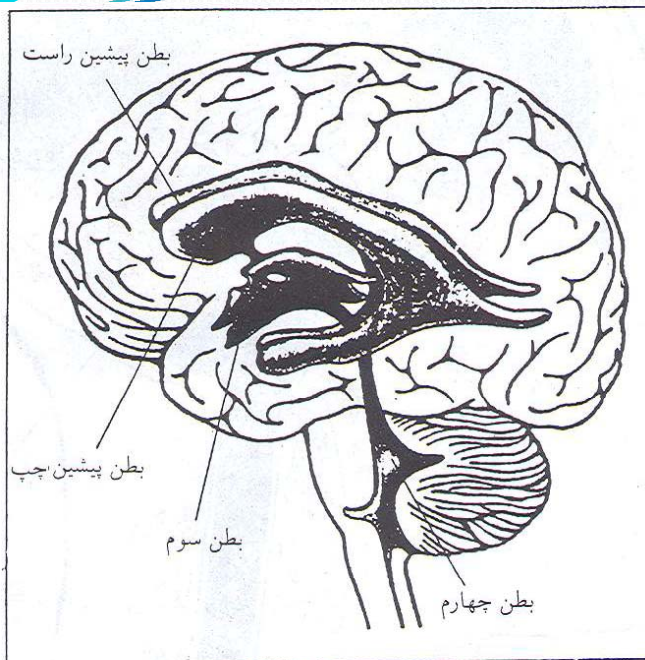
شکل ۵-۷ نمای قدامی بخشی از نخاع. پیکانها جهت انتقال فعالیت عصبی را نشان می‌دهند.

مغز

مغز مرکب از ۶ زیرمجموعه است که عبارت‌اند از: مخ (بخش اصلی مغز که قسمت فوقانی حفره جمجمه‌ای را اشغال کرده است)، دیانسفال (قسمت پسین مغز پیشین شامل هیپوتالاموس و تالاموس است)، مغز میانی، پلهای مغزی، پیاز مغز تیره (بصل النخاع)، و مخچه (شکل ۶-۷).




شکل ۶-۷ نخاع و ۶ ناحیه مغز




شکل ۷-۷ چهار بطن ارتباط‌دهنده مغز

مخ و دیانسفال، بر روی یکدیگر، مغز پیشین را تشکیل می‌دهند. مغز پیشین و پلها و پیاز مغز ساقه مغز، چنانچه از نامش پیداست، همچون ساقه‌ای در مغز است تمام تارهای عصبی که امواج عصبی را بین نخاع و مخ و مخچه جابه‌جا می‌کنند. از ساقه مغز می‌گذرند. اطلاعات بین ساقه مغز و بخشهای بالاتر از مخچه را سه دسته بزرگ از تارهای عصبی موسوم به «پایکهای مخچه‌ای» منتقل می‌کنند. این سه جفت دسته عصبی (فوقانی میانی تحتانی) مخچه را به ترتیب به مغز میانی، پل مغز و پیاز مغز تیره متصل می‌کنند. تیره را «ساقه مغز» می‌گویند. ساقه مغز، نیمکره‌های مخ را به نخاع متصل می‌کند. مغز همچنین دارای چهار حفره ارتباط‌دهنده (بین ارتباطی) موسوم به «بطنهای مغزی» است که حاوی مایع مغزی نخاعی است (شکل ۷-۷).



قسمتی که در ناحیه مرکزی (عمقی) ساقه مغز واقع شده، و بخش وسیعی از آن را جسم سلولی نورونها، ماده خاکستری، تشکیل می‌دهد، «تشکیلات مشبک (تورینه‌ای)» خوانده می‌شود. تشکیلات تورینه‌ای از تعداد بسیاری زیادی نورونهای ارتباطی نامنظم تشکیل شده که اطلاعات را از تمام نواحی دستگاه عصبی مرکزی دریافت و تلفیق می‌کند. تشکیلات تورینه‌ای همچنین مسئول «برونداد» حجم زیادی اطلاعات عصبی است.

مسیرهایی که اطلاعات را از تشکیلات تورینه‌ای به بخشهای بالاتر مغز منتقل می‌کنند، در نزدیکی محل اتصال ساقه مغز و مغز پیشین تقسیم می‌شوند: یک شاخه از آنها به تالاموس، که ایستگاه بزرگ مسیر حسی در مغز پیشین است، می‌رود. شاخه دوم به پایین مغز پیشین می‌رود..



برخی از تارهای این دو شاخه تا «قشر مغزی»، که تصور می‌شود بالاترین ظرفیت ذهنی مغز در آن گنجانده شده، ادامه می‌یابند. این مسیرهای (راههای) تورینه‌ای بالا رونده در بعضی چیزها مثل «هوشیاری» و «جهت توجه» به رویدادهای ویژه اثر می‌گذارند.

تشکیلات تورینه‌ای همچنین ارتباطات (تماسهای) با مخچه و نخاع را گسترش می‌دهد. تارهایی که از مسیرهای «تورینه‌ای نخاعی» به طرف نخاع پایین می‌روند، هم در فعالیت نورونهای آوران تأثیر می‌گذارند و هم در فعالیتهای نورونهای وبران. تعامل قابل توجهی بین مسیرهای بالارونده، پایین‌رونده، و «تورینه‌ای مخچه‌ای» وجود دارد. برای مثال، تمام این بخش در کنترل فعالیت عضله مشارکت دارند.

برخی از نورونهای تشکیلات تورینه‌ای با یکدیگر جمع می‌شوند و هسته‌ها و مراکز هماهنگ‌کننده معینی در ساقه مغز را به وجود می‌آورند. بسیاری از مراکز کنترل اعمال بدن از جمله مرکز قلبی عروقی، مرکز تنفسی، مرکز بلع و مرکز استفراغ در این هسته‌ها قرار دارند. تشکیلات تورینه‌ای همچنین هسته‌های مهمی در کنترل حرکات چشم و رفلکس (بازتاب) تشخیص موقعیت بدن در فضا دارند.

ساقه مغز ضمناً در بردارنده هسته‌هایی است که در پردازش اطلاعات برای ۱۰ تا ۱۲ زوج «اعصاب مغزی» درگیر می‌شوند. اعصاب محیطی که با مغز ارتباط دارند، عضلات و غدد سر و اندامهای بسیاری را در حفره‌های سینه‌ای و شکمی عصب‌دار می‌کنند.



اعصاب مغزی همچنین گیرنده‌ای حسی همین نواحی را نیز عصب‌دار می‌کنند.

اطلاعات ممکن است از دو طریق از میان ساقه مغز رد و بدل شود:

۱. مسیرهای عصبی بلند که اطلاعات را به‌طور مستقیم بین مغز و نخاع یا بین

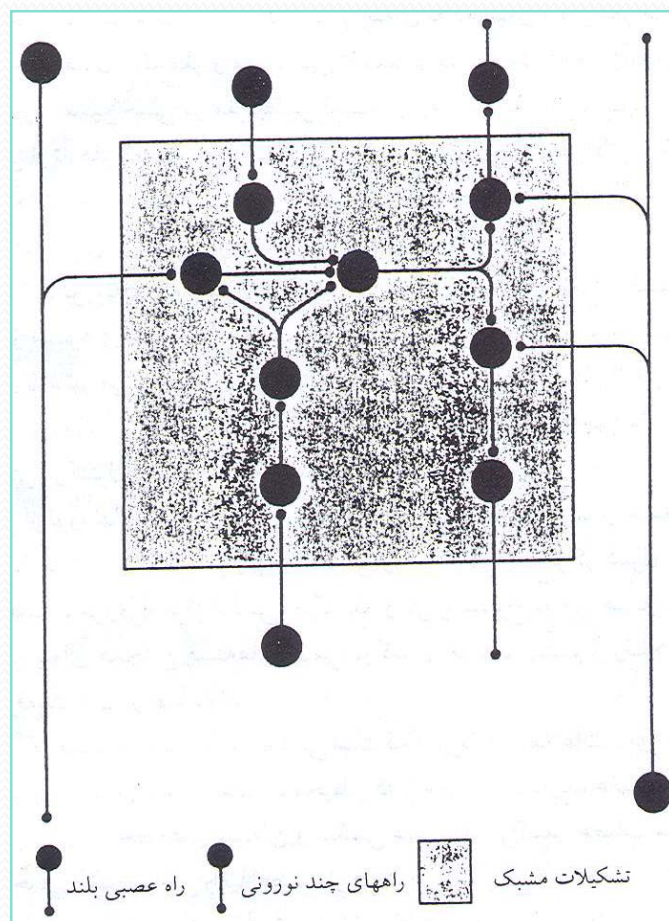
مغز پیشین و ساقه مغز رد و بدل می‌کنند.

۲. مسیرهای چند نورونی یا چند سیناپسی (شکل ۷-۸)، مسیرهای چند نورونی

همان‌گونه که از نامشان پیداست، از نورونهای فراوانی به‌وجود آمده‌اند و

تماسهای سیناپسی زیادی را تشکیل می‌دهند.

به بیان دیگر، راههای بلند، نورونهای بین ارتباطی کمی دارند، لذا سیناپسهای اندکی تشکیل می‌دهند. بنابراین، در اطلاعاتی که آنها منتقل می‌کنند تغییرات اندکی به وجود می‌آید؛ اما آنها فرصتهای زیادی را در راههای چند نورونی ایجاد می‌کنند تا پردازش عصبی به مقدار بیشتری صورت گیرد.

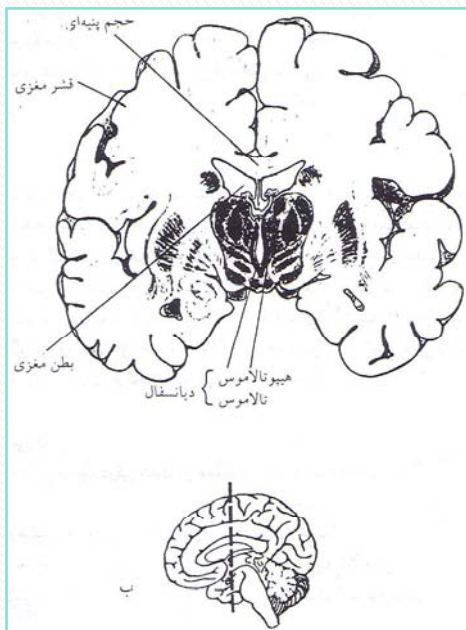


شکل ۷-۸ ارتباط بین راههای عصبی بلند و راههای چند نورونی (چند سیناپسی)

مخچه متشکل از یک لایه سلول خارجیت، قشر مخچه‌ای، و چندین خوشه سلولی موسوم به هسته‌های مخچه است. مخچه از طریق پایکهای مخچه‌ای با ساقه مغز تماس برقرار می‌کند. کار اصلی مخچه درگیر شدن در عملکرد عضلات اسکلتی است، از این رو مخچه مرکز مهمی برای هماهنگ ساختن و یادگیری حرکات است و حفظ وضعیت و تعادل بدن را کنترل می‌کند. مخچه برای اینکه بتواند این اعمال را انجام دهد، باید اطلاعاتی را از عضلات و مفاصل، پوست، چشمها و گوشها و، حتی از احشاء کسب کند. و همچنین باید اطلاعاتی را که از بخشهای مختلف مغز که در کنترل حرکات درگیر می‌شوند دریافت کند.

مغز پیشین

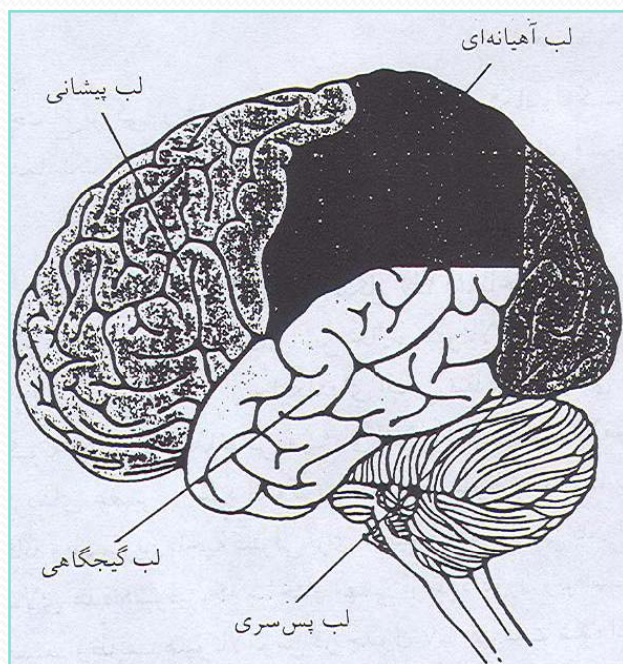
مغز پیشین مرکب از ناحیه مرکزی دیانسفال و نیمکره‌های راست و چپ مخاند که بر روی یکدیگر مخ را می‌سازند. نیمکره‌های مغزی (شکل ۹-۷) از یک پوسته خارجیتر، قشر مغزی، هسته‌های زیر قشری و تارهای عصبی بسیاری که اطلاعات را به مغز می‌آورند و از آن به خارج منتقل می‌کنند و نورونها را در مغز به یکدیگر مرتبط می‌سازند تشکیل شده‌اند. نیمکره‌ها گرچه با یک شکاف طولی تا حد زیادی از یکدیگر مجزا شده‌اند. اما دسته تارهای عصبی موسوم به شیارهای پیوستگامی (که اسم خاص آنها «جسم پینه‌ای» است) آنها را به یکدیگر ارتباط می‌دهد (شکل ۹-۷). تماس میان نواحی مختلف موجود در نیمکره‌ها را تارهای ارتباطی، که در شکل ۹-۷ دیده نمی‌شوند، با یکدیگر برقرار می‌کنند.



شکل ۹-۷ الف) برشی از مغز که در آن دیانسفال به رنگ بنفش تیره دیده می‌شود.
ب) خط بریده بریده موقعیت سطح مقطع شکل الف است.

قشر هر یک از نیمکره‌ها به چهار لُب تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از: لب پیشانی، لب آهیانه‌ای، لب پس‌سری، و لب گیجگاهی (شکل زیر). قشر مغزی که از مادهٔ خاکستری است در حدود ۳ میلیمتر ضخامت دارد و سلولهای آن در بیشتر نواحی در شش لایه روی هم قرار گرفته‌اند. نحوهٔ آرایش این ۶ لایه از ویژگیهای منحصر به فرد مغز است.

نورونهای قشری از دو نوع سلول اصلی‌اند: سلولهای هرمی و سلولهای غیرهرمی. سلولهای هرمی، سلولهای برون‌داد اصلی قشر مغزی را تشکیل می‌دهند و آکسونهای خود را به دیگر بخشهای قشر مغزی و سایر بخشهای دستگاه عصبی مرکزی می‌فرستند. قشر مغزی بسیار چین‌خورده است. این چین‌خوردگی باعث می‌شود که ناحیهٔ در دسترس نورونهای قشری افزایش یابد، بدون آنکه حجم مغز به گونه‌ای محسوس انبساط یابد.



شکل ۷-۱۰ نمایی جانبی از مغز همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود، لایهٔ خارجی مغز پیشین (قشر مغزی) به چهار لب تقسیم می‌شود.

قشر مغزی پیچیده‌ترین ناحیه هماهنگ‌کننده دستگاه عصبی است و برای تبدیل اطلاعات آوران اصلی به تصاویر ادراکی معنی‌دار و برای تقویت نهایی کنترل بر «دستگاه‌های حرکتی»، که حرکت عضلات اسکلتی را کنترل می‌کند، ضروری است. تارهای عصبی از جاهای مختلف به‌ویژه از تالاموس، از دیگر نواحی قشر مغز، و از تشکیلات تورینه‌ای ساقه مغز به نقاط ویژه‌ای در قشر مغز وارد می‌شوند. برخی از تارهای درونداد (ورودی) اطلاعات مربوط به رویدادهای ویژه محیط را منتقل می‌سازند، در حالی که سایر تارها بیشتر به کنترل مقادیر تحریک‌پذیری قشری، تعیین حالت‌های برانگیختگی، و جهت توجه به محرک‌های مخصوص متوجه می‌شوند. هسته‌های زیرقشری از دیگر نواحی ماده خاکستری‌اند که در عمق نیمکره‌های مغزی قرار دارند. برجسته‌ترین آنها «عقده‌های عقده‌ای»‌اند که نقش مهمی در کنترل حرکات و وضعیت بدن و جنبه‌های پیچیده‌تر رفتار دارند.

دیانسفال، بخش دوم مغز پیشین است که دو قسمت عمده دارد:

تالاموس و هیپوتالاموس

تالاموس

تالاموس اجتماع بزرگی از هسته‌هاست که همچون ایستگاه رله‌کننده (تقویت‌کننده) سیناپسی و مرکز هماهنگ (تلفیق)‌کننده مهمی برای بیشتر دروندادهای قشری است.

هیپوتالاموس

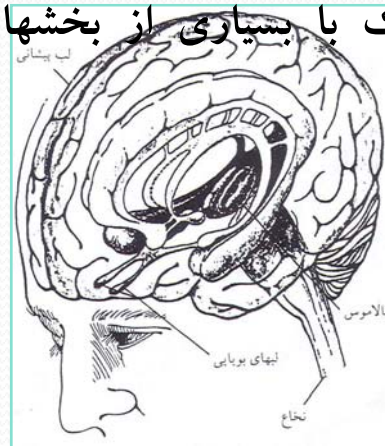
هیپوتالاموس که زیر تالاموس قرار دارد (شکل ۶۴)، ناحیه کوچکی است که حجم آن تنها ۵ تا ۶ سانتیمتر مکعب (mc۳) است. با این حال، هیپوتالاموس برای تنظیم هموستاتیک (تعادل حیاتی بدن) ضروری است و از جایگاههای اصلی تنظیم رفتارهای ضروری برای حفظ حیات فردی و گونه‌ای است. هماهنگی ویژه‌ای که مدیون هیپوتالاموس است اغلب از همبستگی عملکردهای عصبی و غدد اندوکرین ناشی می‌شود. به علاوه، به نظر می‌رسد که هیپوتالاموس یگانه و مهمترین ناحیه کنترلی برای تنظیم محیط داخلی بدن است. هیپوتالاموس به طور کامل در بالای غده هیپوفیز، که ساختار مهمی از غدد دورن ریز است، قرار دارد و با یک ساقه به آن می‌چسبد. وظایف هیپوتالاموس در جدول ۲-۷ فهرست شده است.

جدول ۲-۷ وظایف هیپوتالاموس

۱. تنظیم غده هیپوفیز پیشین
۲. تنظیم تعادل آب بدن (مرکز کنترل آب بدن)
۳. تنظیم دستگاه اعصاب اتونوم (خودکار)
۴. تنظیم رفتارهای خوردن و نوشیدن (مرکز سیری، گرسنگی، تشنگی)
۵. تنظیم دستگاه تولیدمثل
۶. تقویت رفتارهای خاص (هیجانان)
۷. تولید و تنظیم دوره‌های شبانه‌روزی

سیستم لیمبیک

ناحیه‌ای از مغز که شامل هر دو ماده خاکستری و سفید است، سیستم لیمبیک نام دارد. این ناحیه شامل بخشهای قشری در لب پیشانی و لب گیجگاهی، تالاموس، هیپوتالاموس، و همچنین راههای عصبی تودرتویی است که آنها را به هم مربوط می‌سازد (شکل ۷-۱۱). سیستم لیمبیک با یادگیری و رفتارهای هیجانی ارتباط دارد. به جز اینکه بخشهای مختلف خود سیستم لیمبیک با یکدیگر تماس دارند، بخشهای مختلف سیستم لیمبیک با بسیاری از بخشهای دیگر دستگاه عصبی مرکزی (CNS) نیز ارتباط دارند.



شکل ۷-۱۱ ساختارهای سیستم لیمبیک به صورت رنگی (تیره) مشاهده می‌شوند.

گفتار ۳

دستگاه عصبی محیطی (PNS)

هدف

انتظار می‌رود که پس از مطالعه این گفتار بتوانید اجزای سازنده دستگاه عصبی محیطی انسان را مشخص کنید و کارکرد هر کدام را توضیح دهید.

دستگاه عصبی محیطی دارای ۴۳ جفت عصب است:

۱۲ جفت عصب مغزی و

۳۱ جفت که با نخاع تماس دارند با عنوان اعصاب نخاعی شناخته می‌شوند.

هر تار عصبی را یک «سلول شوان» دربرگرفته که شبیه سلول «الیگودندروگلیال» است. این سلولها از نوع سلولهای عصبی نیستند، ولی بخشی از دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند. برخی از تارهای عصبی با لایه‌هایی از غشای سلول شوان پوشانده شده‌اند. این غشاهای پوشاننده «غلاف میلین» را به وجود می‌آورند. سایر تارها میلین ندارند.

تارهای عصبها ممکن است از نوع آکسونهای نورونهای آوران یا وایران باشند. اگر تارها متعلق به نورونهای آوران باشند، عصب آوران است و اگر تارها متعلق به نورونهای وایران باشند، عصب وایران است (جدول ۷-۳). تمام اعصاب نخاعی هم تارهای آوران دارند و هم تارهای وایران، در حالی که برخی از اعصاب مغزی (برای مثال، اعصاب بینایی) تنها دارای تارهای آوران‌اند.

بخش آوران

اعصاب آوران اطلاعات را از گیرنده‌های پایانه‌های محیطی خود به دستگاه عصبی مرکزی منتقل می‌سازند. بخشی از آکسونهای بلند آنها در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد که قسمتی از دستگاه عصبی محیطی است. نورونهای آوران گاهی اوقات «آورانه‌های اولیه» خوانده می‌شوند، زیرا نخستین سلولهایی‌اند که وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شوند و با تشکیل سیناپس به زنجیره نورونهای ملحق می‌شوند که با اطلاعات در حال آمدن به دستگاه عصبی مرکزی (SNC) برخورد می‌کنند.

۱. بخش آوران

۲. بخش وایران

الف) سیستم عصبی پیکری
ب) سیستم عصبی خودکار

۱. بخش سمپاتیک
۲. بخش پاراسمپاتیک

بخش وایران

نورونهای وایران امواج عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی (SNC) خارج و به عضلات و غدد منتقل می‌سازند. بخش وایران دستگاه عصبی محیطی پیچیده‌تر از بخش آوران است و به زیر مجموعه‌های «دستگاه عصبی پیکری» و «دستگاه عصبی خودکار» تقسیم می‌شوند.

ساده‌ترین وجه تمایز بین دستگاههای پیکری و خودکار این است که نورونهای بخش پیکری، عضلات اسکلتی را عصب‌دار می‌کنند، در حالی که نورونهای خودکار (اتونوم) عضلات صاف و قلب و غدد و نورونهای را که دستگاه عصبی روده‌ای را به وجود می‌آورند، عصب‌دار می‌کنند. مورد، آخر یعنی دستگاه عصبی روده‌ای شبکه عصبی تخصص یافته‌ای در دیواره مجرای گوارشی (LG) است که غدد و عضلات صافی را که در آنجا قرار دارند، تنظیم می‌کنند. سایر تفاوتها در جدول ۷-۴ فهرست شده است.

بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی از کلیه تارهایی که از دستگاه عصبی مرکزی (SNC) به سلولهای عضله اسکلتی می‌روند، تشکیل می‌شود. جسم سلولی این نورونها به صورت جمعی در ساقه مغز و نخاع استقرار می‌یابند. آکسونهای قطورتر و میلین دار آنها، دستگاه عصبی مرکزی

جدول ۷-۴ تفاوت‌های بین دستگاه‌های عصبی پیکری و خودکار

۱. متشکل از نورون واحدی (منفردی) بین پیکری دستگاه عصبی مرکزی و اندام مجری است.
۲. عضلات اسکلتی را عصب‌دار می‌کند.
۳. همواره به تحریک عضله می‌انجامد.

خودکار

۱. دو زنجیره نورونی بین دستگاه عصبی مرکزی و اندام مجری دارند.
۲. عضلات صاف و قلب، غدد و نورونهای روده‌ای را عصب‌دار می‌کنند.
۳. ممکن است به تحریک یا وقفه در کار سلولهای مجری بینجامد.

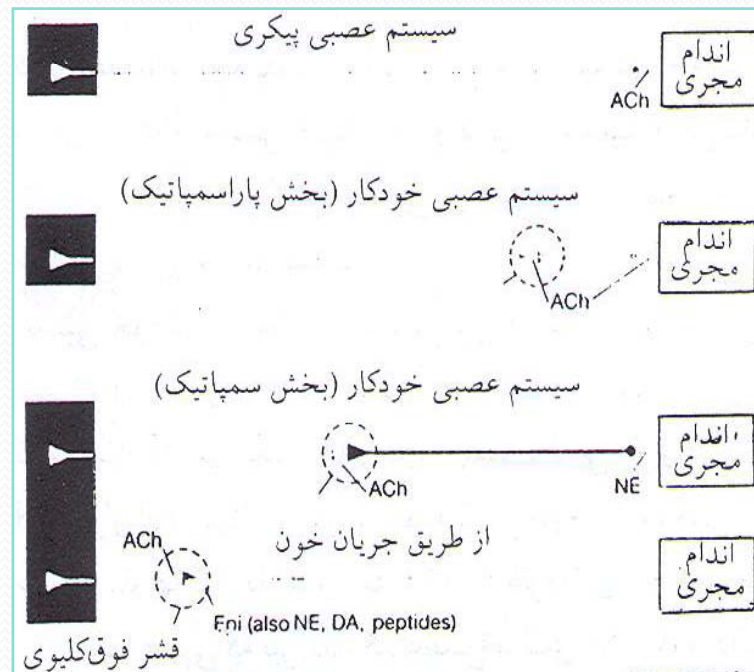
(SNC) را ترک می‌کند و با تشکیل چند سیناپس به سوی سلولهای عضله اسکلتی حرکت می‌کنند. میانجی شیمیایی که این نورونها آزاد می‌کنند، «استیل کولین» نام دارد. چون فعالیت در نورونهای پیکری به انقباض سلولهای عضله اسکلتی می‌انجامد، لذا این نورونها اغلب «نورونهای حرکتی» خوانده می‌شوند. تحریک نورونهای حرکتی تنها به انقباض سلولهای عضله اسکلتی منجر می‌شود؛ چون در میان نورونهای پیکری، نورونی که مانع از انقباض عضلات شود، وجود ندارد.

سیستم عصبی خودکار

به جز عضلات اسکلتی، عصب‌دار شدن سایر بافتها از راه دستگاه عصبی خودکار انجام می‌شود. در مورد مجرای روده‌ای، دستگاه عصبی خودکار نورونهایی را عصب‌دار می‌کند که بخشی از سیستم عصبی روده‌ای‌اند. مشخصات دستگاه عصبی روده‌ای دقیقاً با مشخصات دستگاه عصبی خودکار یا دستگاه عصبی پیکری منطبق نیست.


در دستگاه عصبی خودکار، دسته‌های آکسونی بین دستگاه عصبی مرکزی (SNC) و سلولهای مجری، متشکل از دو نورون و یک سیناپس است (شکل ۷-۱۲) و این درست عکس دستگاه عصبی پیکری است که تنها یک نورون دارد. جسم سلولی نورون نخست در دستگاه عصبی مرکزی (SNC) قرار دارد. سیناپس بین دو نورون در خارج از دستگاه عصبی مرکزی، در ناحیه‌ای که اجتماعی از سلولها قرار دارند و «عقده (گره) خودکاری» خوانده می‌شود؛ برقرار می‌گردد. آن دسته از تارهای عصبی که بین دستگاه عصبی مرکزی (SNC) و عقده‌ها رفت و آمد می‌کنند، تارهای خودکار «پیش عقده‌ای» نامیده می‌شوند؛ و دیگری که بین عقده‌ها و سلولهای مجری در عبور و مرورند، تارهای «پس عقده‌ای» خوانده می‌شوند.

بتفاوت‌های کالبدشناختی و فیزیولوژیک موجود در دستگاه خودکار عصبی بر زیر بخش‌های آن مبتنی است که عبارت‌اند از: بخش سمپاتیک و بخش پاراسمپاتیک. تارهای عصبی این خشها، در سطوح مختلف، دستگاه عصبی مرکزی (SNC) را ترک می‌کنند. میانجی شیمیایی اصلی بخش‌های سمپاتیک و پاراسمپاتیک - هر دو که بین تارهای پیش و پس عقده‌ای رها می‌شود، استیل کولین است (شکل ۷-۱۳).



شکل ۷-۱۳ میانجیهایی که در بخش‌های گوناگون دستگاه عصبی محیطی به کار می‌روند. نورونهای سمپاتیک به جز نوراپی نفرین، میانجی شیمیایی دیگری نیز آزاد می‌کنند.

($ACh =$ استیل کولین $EN =$ نوراپی نفرین = $AD =$ دوپامین = ipE پی نفرین)



در بخش پاراسمپاتیک نیز میانجی شیمیایی اصلیکه بین تار پس عقده‌ای و سلول مجری آزاد می‌شود استیل کولین است. در بخش سمپاتیک، میانجی شیمیایی اصلی بین تار پس عقده‌ای و سلولی مجری معمولاً «نوراپی نفرین» است.

چون در گذشته عقیده داشتند که میانجی اصلی پس عقده‌ای سمپاتیک «اپی نفرین» است، نه نوراپی نفرین و به دلیل آنکه اپی نفرین را به نام بریتانیایی‌اش یعنی «آدرنالین» می‌خوانند، آن دسته از تارهای عصبی که نوراپی نفرین رها می‌کنند، تارهای «آدرنرژیک» خوانده می‌شوند. تارهایی که استیل کولین آزاد می‌سازند، تارهای «کولینرژیک» نامیده می‌شوند. یادآوری می‌شود که تارهای عصبی وایبران پیکری نیز کولینرژیک‌اند. بنابراین، نورونها در سرتاسر سیستم عصبی وایبران، کولینرژیک یا آدرنرژیک هستند (شکل ۷-۱۳).