



دانشگاه پیام نور

فیزیولوژی و تشریح

(رشته بهداشت)

دکتر محمدعلی ابراهیمی

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتابهای دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف به صورت درسنامه، آزمایشی، قطعی، متون آزمایشگاهی، فرادری، و کمک درسی چاپ می شود. کتاب **درسنامه (د)** نخستین ثمره کوششهای علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصلهای مصوب تهیه می شود و پس از داوری علمی در گروههای آموزشی چاپ می شود. با دریافت بازخوردها و تجدید نظر صاحب اثر و اصلاح کتاب، درسنامه به صورت **آزمایشی (آ)** چاپ می شود. با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدید نظر می کند و کتاب به صورت **قطعی (ق)** چاپ می شود. در صورت ضرورت، در کتابهای چاپ قطعی نیز می تواند تجدیدنظرهای اساسی به عمل آید.

متون آزمایشگاهی (م) متونی است که دانشجویان با استفاده از آن و راهنمایی مربیان کارهای عملی آزمایشگاهی را انجام می دهند. **کتابهای فرادری (ف)** و **کمک درسی (ک)** به منظور غنی تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه می شوند. کتابهای فرادری با تأیید معاونت پژوهشی و کتابهای کمک درسی با تأیید شورای انتشارات تهیه می شوند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

نه	پیشگفتار
۵۵	راهنمای مطالعه
۱	فصل اوّل: ساختار و فیزیولوژی سلول
۳	مايع خارج سلولى محيط داخلې
۴	ساختمان سلول و عمل آن
۷	ساختار فیزیکی سلول
۸	ساختار غشایی سلول
۱۶	کنترل ژنتیکی سنتر پروتئين
۲۰	کروموزوم‌ها و تکثیر آنها
۲۳	خلاصه
۲۴	خودآزمایی ۱
۲۷	فصل دوّم: بافت استخوانی و اسکلت بدن انسان
۳۱	ساختمان استخوان
۳۳	خصوصیات اسکلت انسان
۳۷	استخوان‌های صورت
۳۹	مشخصات ستون مهره‌ها
۴۲	استخوان‌های جناغ سینه
۴۲	استخوانبندی ضمیمه‌ای
۵۶	خودآزمایی ۲
۵۹	فصل سوم: آناتومی و فیزیولوژی عضلات اسکلتی
۶۰	تشریح فیزیولوژیک عضله اسکلتی
۶۳	مکانیسم انقباض عضلانی
۶۴	مکانیسم مولکولی انقباض عضلانی
۶۴	مکانیک انقباض عضله اسکلتی
۶۵	تنوس عضله اسکلتی
۶۶	عضله قلبی - قلب به عنوان یک پمپ
۶۸	ساختار عضلات اسکلتی
۷۰	نامگذاری عضلات بدن

۷۱	عضلات سرو صورت
۷۲	عضلات تنه
۷۵	عضلات اندام فوقانی
۷۷	عضلات اندام تحتانی
۸۰	خلاصه
۸۱	خودآزمایی ۳

فصل چهارم: فیزیولوژی و آناتومی دستگاه قلب و عروق

۸۳	ساختمان قلب و حفرات آن
۸۴	پریکارد
۸۵	سیستم هدایت کننده قلب
۸۷	برونده کاری قلب
۸۹	شراین تغذیه کننده قلب
۹۰	بیماری‌های ایسکمیک قلب
۹۳	عروق خونی
۹۵	سیستم لنفاتیک
۹۷	ساختمان خون
۹۹	انعقاد خون
۱۰۳	گروه‌های خونی
۱۰۴	فشار خون
۱۰۸	خلاصه
۱۱۱	خودآزمایی ۴
۱۱۳	

فصل پنجم: ساختمان و عملکرد دستگاه عصبی انسان

۱۱۵	کلیاتی درباره دستگاه عصبی
۱۱۶	دستگاه عصبی مرکزی
۱۱۷	دستگاه عصبی محیطی یا پیرامونی
۱۱۹	ساختار بافت عصبی
۱۲۰	چگونگی انتقال پیام عصبی
۱۲۳	ماده سفید و ماده خاکستری در دستگاه عصبی
۱۲۶	تحلیل و ترمیم عصب
۱۲۸	فیزیولوژی سلول عصبی
۱۲۹	هدایت تکانه‌های عصبی
۱۳۴	سیناپس‌ها و انتقال‌دهنده‌های عصبی
۱۳۶	ساختمان نخاع و اعمال آن
۱۳۷	اعمال نخاع
۱۴۰	ساختار فیزیولوژیک پیاز نخاع
۱۴۶	اعمال پیاز نخاع
۱۴۶	پل مغزی و اعمال آن
۱۴۷	

۱۵۰	اعمال منجبه
۱۵۲	مغز میانی
۱۵۳	خلاصه
۱۵۶	خودآزمایی ۵

۱۵۹	فصل ششم: ساختمان و عملکرد مغز پیشین
۱۶۰	ساختمان و فیزیولوژی مغز واسطه‌ای
۱۶۱	ساختمان و عملکرد تالاموس
۱۶۳	ساختمان و فیزیولوژی مغز
۱۶۷	ساختمان داخلی مخ
۱۷۳	مراکز تکلم و اختلالات آن
۱۷۵	تشریح عملکردی دستگاه لیمبیک و ...
۱۷۹	خلاصه
۱۸۱	خودآزمایی ۶

۱۸۵	فصل هفتم: دستگاه عصبی خودکار
۱۸۶	ساختمان دستگاه عصبی خودکار
۱۸۹	اختصاصات فعالیت شیمیایی دستگاه سمپاتیک و پاراسمپاتیک
۱۹۰	سنتز استیل کولین و نوراپی نفرین
۱۹۱	گیرنده‌ها در دستگاه عصبی خودکار
۱۹۴	فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک و ...
۱۹۵	خلاصه
۱۹۷	خودآزمایی ۷

۲۰۱	فصل هشتم: دستگاه تنفس
۲۰۲	دستگاه تنفس
۲۰۷	فیزیولوژی تنفس
۲۱۲	تهویه ریوی
۲۱۲	تهویه حبابچه‌ای و فضای مرده
۲۱۴	تنظیم تنفس
۲۱۷	خلاصه
۲۱۸	خودآزمایی ۸

۲۲۱	فصل نهم: دستگاه گوارش
۲۲۲	ساختمان دستگاه گوارش
۲۲۴	ترتیب کلی احشای گوارشی
۲۳۴	عمل صفاق
۲۳۵	خلاصه

فصل دهم: دستگاه غدد ترشحی داخلی

۲۳۹

۲۴۰

۲۴۱

۲۴۳

۲۴۴

۲۴۵

۲۴۷

۲۴۹

۲۵۳

۲۵۶

۲۶۲

۲۶۶

۲۶۸

۲۶۹

۲۷۴

۲۷۵

وظایف عمومی دستگاه اندوکرین

انواع غده‌های ترشحی

ساختمان شیمیایی هورمون‌ها

غده پیتوئیت

بافت‌شناسی غده هیپوفیز پیشین

کنترل ترشح هیپوفیز توسط هیپوتالاموس

اختلالات ترشح هورمون رشد

غده تیروئید و عملکرد آن

تأثیر هورمون‌های تیروئید بر روی رشد

غده‌های پاراتیروئید

ساختمان و عملکرد غده لوزالمعده

انسولین و اثرات آن

غده‌های فوق کلیوی و هورمون‌های آن

خلاصه

خودآزمایی ۱۰

فصل یازدهم: دستگاه اداری تناسلی

۲۷۹

۲۷۹

۲۸۳

۲۸۴

۲۸۷

۲۹۰

۲۹۰

۲۹۱

۲۹۲

ساختمان دستگاه اداری

جریان خون کلیوی

ساختار دستگاه تناسلی انسان و عملکرد آن

تخمندان‌ها

چرخه جنسی زن (چرخه قاعدگی)

اختلالات کار تخمدان‌ها

خلاصه

خودآزمایی ۱۱

فصل دوازدهم: گیرنده‌های حسی و حس‌های ویژه

۲۹۵

۲۹۶

۲۹۷

۲۹۸

۳۰۲

۳۰۶

۳۰۶

۳۱۷

۳۱۸

۳۲۰

پردازش اطلاعات در دستگاه عصبی

ذخیره‌سازی اطلاعات - حافظه

انواع گیرنده‌های حسی

مناطق حس پیکری در قشر مخ

حوزه‌های قطعه‌ای حس‌ها - درماتوم‌ها

حس‌های ویژه

خلاصه

خودآزمایی ۱۲

کتابنامه

پیشگفتار

به دانش بررسی کارکرد اندام‌های مختلف بدن انسان فیزیولوژی می‌گویند این دانش زیر شاخه زیست‌شناسی است و یکی از دانش‌های پایه در پزشکی است که ارتباط تنگاتنگی با آناتومی یا کالبدشناسی دارد. بدیهی است مطالعه مطالب مربوط به دو رشته آناتومی و فیزیولوژی به صورت توأم نقش اساسی در یادگیری و ماندگاری یادگیری برای دانشجویان در بر خواهد داشت. در این مجموعه که تحت عنوان فیزیولوژی و تشریح برای دوره‌های علوم پایه، پزشکی، پرستاری، بهداشت و تربیت بدنی به میزان سه واحد تهیه شده است، اصولی‌ترین مفاهیم فیزیولوژی در رابطه با ساختار دستگاه‌های مختلف بدن انسان به طور خلاصه تدوین گردیده و برای جلوگیری از اتلاف وقت دانشجویان از ارائه مطالبی که جنبه اطلاع‌رسانی داشته خودداری شده است همچنین در این نگارش تلاش شده است مطالب با زبان ساده و توضیح کافی و تکرارهای مفید به‌ویژه برای دانشجویانی که زمینه قبلی ضعیفی در علوم تجربی دارند قابل استفاده و بهره‌برداری گردد با این حال لازم به یادآوری است که درک مفاهیم مورد بحث نیاز به شناخت کلی از ساختار اندام‌ها و دستگاه‌های بدن انسان و داشتن اطلاعات اولیه در دانش زیست‌شناسی دارد بنابراین به دانشجویان عزیز و کلیه علاقه‌مندان مطالعه این کتاب توصیه می‌کنم درس «زیست‌شناسی عمومی» را با دقت مطالعه کنند تا زمینه یادگیری و درک بهتر مفاهیم این کتاب را برای خود فراهم نمایند.

با آرزوی توفیق الهی

(مؤلف)

راهنمای مطالعه

کتاب فیزیولوژی و تشریح در ۱۲ فصل و به صورت خودآموز تدوین شده است. سازمان‌بندی، ترتیب، توالی و نوع نگارش آن طوری انتخاب شده است که دانشجویان و عموم استفاده‌کنندگان بتوانند مطالب را آسان درک کنند و آن‌ها را بهتر به ذهن بسپارند. به منظور یادگیری مستقل و درک بهتر مفاهیم و همچنین پیشگیری از اتلاف وقت توصیه می‌شود به پیشنهادهای زیر توجه دقیق داشته باشید.

۱. در محیطی آرام مطالعه را آغاز کنید.

۲. قبل از مطالعه مقدمه و اهداف کلی و رفتاری هر فصل را به دقت مطالعه کنید این هدف‌ها شما را هدایت خواهند کرد که در حین مطالعه در پی درک و فهم عمیق چه مطالبی باشید.

۳. در حین مطالعه هر زمان احساس خستگی کردید مطالعه را قطع و کمی استراحت کنید و پس از رفع خستگی مجدداً مطالعه را آغاز کنید.

۴. متن هر فصل را به طور سریع مطالعه کنید لازم نیست در مطالعه اول کلیه مطالب را یاد بگیرید این کار به شما کمک می‌کند تا دیدی جامع به مطالب هر گفتار به دست آورید.

۵. در هنگام مطالعه متن کتاب به شکل‌های ارائه شده توجه کنید این شکل‌ها می‌توانند در امر یادگیری مطالب پیچیده به شما کمک کنند.

۶. اگر برای درک برخی از مطالب کتاب مشکل دارید یا در صورتی که بخواهید در مورد بعضی مفاهیم اطلاعات بیشتری کسب کنید می‌توانید از منابع معرفی شده در کتابنامه در آخر کتاب استفاده کنید و همچنین در ساعات رفع اشکال گروهی یا فردی از وجود اساتید برای رفع اشکالات کمک بگیرید.

موفق باشید

فصل اوّل

ساختار و فیزیولوژی سلول

هدف کلی

آشنا کردن دانشجویان با ساختار و فیزیولوژی سلول و محیط داخلی موجود زنده

هدف‌های رفتاری

از شما انتظار می‌رود که پس از مطالعه این فصل بتوانید:

- ساختمان سلول را شرح دهید.
- اندامک‌های سلولی را توضیح دهید.
- مشخصات مایع خارج سلولی و داخل سلولی بشناسید.
- اختلاف بین مایع خارج سلولی و داخل سلولی را توضیح دهید.
- پروتوپلاسم و مواد تشکیل‌دهنده آن را تشریح کنید.
- مهم‌ترین یون‌های سوخت در سلول را نام ببرید.
- ساختمان سلول را رسم کنید و اجزای تشکیل‌دهنده آن را نامگذاری کنید.
- مشخصات و عناصر تشکیل‌دهنده غشای سلول را توضیح دهید.
- نقش رتیکولو اندوپلاسمیک و انواع آن را توضیح دهید.
- نقش میتوکندری در پروتوپلاسم را شرح دهید.
- هسته سلول و نقش آن را توضیح دهید.
- محل DNA و RNA را در سلول توضیح دهید.

- آندوستیوز و پینوستیوز سلولی را توضیح دهید.
- ژن‌ها را تعریف کنید.
- مراحل تولیدمثل سلولی را توضیح دهید.
- شمای مراحل تولیدمثل سلول را رسم کنید.
- مراحل تشکیل و تکثیر کروموزوم‌ها را توضیح دهید.
- میتوز سلولی و مراحل آن را توضیح دهید.

ساختار و فیزیولوژی سلول

هدف فیزیولوژی این است که عوامل فیزیکی و شیمیایی مسئول پیدایش، تکامل و توالی زندگی را توجیه کند. هر شکلی از حیات، از ویروس تک‌سلولی گرفته تا بزرگ‌ترین درخت روی زمین و یا انسان که ساختاری پیچیده دارد، دارای ویژگی‌های عملی مخصوص به خود است. بنابراین، قلمرو وسیع فیزیولوژی را می‌توان به شعبات فیزیولوژی ویروسی، فیزیولوژی باکتریایی، فیزیولوژی سلولی، فیزیولوژی گیاهی، فیزیولوژی انسانی و شعبات بسیار دیگر تقسیم کرد.

فیزیولوژی انسانی - فیزیولوژی انسان ما را با مشخصات و مکانیسم‌های ویژه‌ای که بدن انسان را به‌صورت یک موجود زنده در آورده‌اند آشنا می‌کند. این حقیقت که ما زنده می‌مانیم تقریباً از کنترل ما خارج است، زیرا گرسنگی ما را وادار به جستجوی خوراک، و ترس ما را مجبور به جستجوی پناهگاه می‌کند. احساس سرما انسان را وادار به تهیه محیط گرم می‌سازد و نیروهای دیگری ما را مجبور به معاشرت و تولیدمثل می‌کنند. به این ترتیب، انسان در واقع یک موجود خودکار (Automation) است. این حقیقت که ما موجودات حس‌کننده (Sensing)، دارای احساس (Feeling) و آگاه هستیم بخشی از این توالی اتوماتیک، زندگی است و این صفات اختصاصی به ما اجازه می‌دهند که در تحت شرایط فوق‌العاده متغیری که در غیر این صورت زندگی را غیرممکن می‌ساختند به زندگی ادامه دهیم.

سلول به‌عنوان واحد زنده بدن

واحد زنده پایه بدن سلول است و هر اندام مجموعه‌ای از سلول‌های متعدد و

مختلفی است که توسط تشکیلات نگاهدارنده بین سلول در کنار هم نگاهداری می‌شوند. هر نوع سلول به‌طور اختصاصی برای انجام یک یا چند کار به‌خصوص سازش پیدا کرده است. به‌عنوان مثال، گویچه‌های سرخ به تعداد ۲۵ تریلیون در هر انسان اکسیژن را از ریه‌ها به بافت‌ها انتقال می‌دهند. اگر چه این نوع سلول شاید فراوان‌ترین سلول در بدن باشد احتمالاً حدود ۷۵ تریلیون سلول دیگر نیز در بدن وجود دارد و بنابراین، تمامی بدن محتوی حدود صد تریلیون سلول است.

اگرچه سلول‌های متعدد بدن غالباً اختلافات بارزی با یکدیگر دارند کلیه آن‌ها از نظر پاره‌ای از مشخصات پایه‌ای مشابه هستند. به‌عنوان مثال، اکسیژن در کلیه سلول‌های با کربوهیدرات، چربی و پروتئین ترکیب شده و انرژی مورد نیاز برای عمل سلولی را آزاد می‌کند. علاوه بر آن، مکانیسم‌های عمومی برای تبدیل مواد غذایی به انرژی، در تمام سلول‌ها اساساً یکسان هستند و همه سلول‌ها نیز فرآورده‌های نهایی حاصل از واکنش‌های شیمیایی خود را به داخل مایعی که آن‌ها را احاطه کرده است می‌ریزند.

تقریباً کلیه سلول‌ها قابلیت تولیدمثل دارند و هرگاه پاره‌ای از سلول‌ها از یک نوع ویژه به عللی منهدم شوند، سلول‌های باقیمانده از آن نوع غالباً یا حتی معمولاً سلول‌های جدید تولید می‌کنند تا این که تعداد این سلول‌ها به حد مناسب و کافی برسد.

مایع خارج سلولی - محیط داخلی

حدود ۶۰ درصد بدن یک انسان بالغ را مایع تشکیل می‌دهد اگرچه قسمت اعظم این مایع در داخل سلول‌ها قرار دارد و مایع داخل سلولی نامیده می‌شود حدود یک سوم آن در فضاهای خارج سلول قرار داشته و مایع خارج سلولی نام دارد. این مایع خارج سلولی در حال حرکت مداوم در سراسر بدن است. این مایع به سرعت از طریق گردش خون انتقال یافته و سپس به‌وسیله دیفوزیون از طریق دیواره مویرگ‌ها بین خون و مایعات بین بافتی مخلوط می‌شود.

در مایع خارج سلولی یون‌ها و مواد غذایی مورد نیاز سلول‌ها برای حفظ و نگاهداری زندگی سلولی وجود دارد. بنابراین، کلیه سلول‌ها عملاً در محیط یکسانی در مایع خارج سلولی زندگی می‌کنند و به‌همین دلیل مایع خارج سلولی برای اولین بار

حدود صد سال پیش به وسیله کلودبرنار فیزیولوژیست بزرگ فرانسوی قرن نوزدهم به نام محیط داخلی خوانده شد.

مادامی که غلظت‌های مناسب از اکسیژن، گلوکز، یون‌های مختلف، اسیدهای آمینه و ذرات چربی در محیط داخلی وجود داشته باشد، سلول‌ها می‌توانند به زندگی، رشد و انجام اعمال ویژه خود ادامه دهند.

اختلاف بین مایع خارج سلولی و مایع داخل سلولی - مایع خارج سلولی محتوی مقادیر زیادی یون‌های سدیم، کلر و بیکربنات، به اضافه مواد غذایی لازم برای سلول‌ها از قبیل اکسیژن، گلوکز، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه است. این مایع همچنین محتوی کربن دی‌اکسید و سایر مواد زاید سلولی است که باید برای دفع به کلیه‌ها و ریه‌ها منتقل شوند.

مایع داخل سلولی اختلافات قابل ملاحظه‌ای با مایع خارج سلولی دارد: به‌ویژه به جای یون‌های سدیم و کلر موجود در مایع خارج سلولی محتوی مقادیر زیاد یون‌های پتاسیم، منیزیم و فسفات است. مکانیسم‌های اختصاصی برای انتقال یون‌ها بین دو سوی غشای سلول‌ها این اختلافات را حفظ می‌کنند. این روندهای انتقالی به تفصیل مورد بحث قرار خواهند گرفت.

ساختمان سلول و عمل آن

هر یک از ۱۰۰ تریلیون یا بیشتر سلول موجود در بدن انسان یک ساختار زنده است که می‌تواند به‌طور بی‌نهایت زنده بماند و در بیشتر موارد می‌تواند حتی خود را تکثیر کند به شرطی که مایعات اطراف آن محتوی مواد غذایی مناسب باشند. برای درک عمل اندام‌ها و سایر تشکیلات بدن ضروری است که ابتدا سازمان پایه سلول و اعمال قسمت‌های تشکیل‌دهنده آن شناخته شوند.

ساختار سلول

یک سلول نمونه، آن طور که در زیر میکروسکوپ نوری دیده می‌شود در (شکل ۱-۱) نشان داده شده است. دو بخش اصلی سلول عبارت‌اند از هسته و سیتوپلاسم. هسته از

سیتوپلاسم به وسیله یک غشای هسته‌ای و سیتوپلاسم از مایعات اطراف به وسیله یک غشای سلولی مجزای شده‌اند.

مواد مختلفی که سلول را تشکیل می‌دهند روی هم پروتوپلاسم نامیده می‌شوند. پروتوپلاسم به طور عمده از پنج ماده پایه شامل: آب، الکترولیت‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده است.

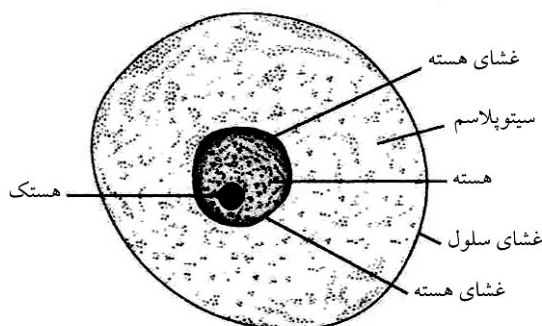
آب - محیط مایع سلول را آب تشکیل می‌دهد که در بیشتر سلول‌ها (به غیر از سلول‌های چربی) با غلظت بین ۷۰ تا ۸۵ درصد وجود دارد. بسیاری از مواد شیمیایی سلولی در آب محلول هستند و مواد دیگر به شکل ذرات جامد در آب به حال معلق قرار گرفته‌اند. واکنش‌های شیمیایی در میان مواد شیمیایی محلول یا در سطح مشترک بین ذرات معلق یا غشاءها و آب انجام می‌شود.

یون‌ها - مهم‌ترین یون‌های موجود در سلول عبارت‌اند از: پتاسیم، منیزیم، فسفات، سولفات، بیکربنات و مقدار کمی سدیم، کلر و کلسیم می‌باشد.

یون‌ها مواد معدنی هستند که زمینه را برای واکنش‌های سلولی تأمین می‌کنند. این مواد همچنین برای عمل بعضی از مکانیسم‌های کنترلی سلول ضروری هستند. به عنوان مثال، یون‌هایی که در غشای سلولی عمل می‌کنند برای انتقال ایمپالس‌های الکتروشیمیایی در رشته‌های عصبی و عضلانی مورد نیازند.

پروتئین‌ها - فراوانترین ماده بعد از آب در بیشتر سلول‌ها پروتئین‌ها هستند که به طور طبیعی ۱۰ تا ۲۰ درصد توده سلولی را تشکیل می‌دهند. پروتئین‌ها را می‌توان به دو نوع، پروتئین‌های ساختاری و پروتئین‌های کروی تقسیم کرد.

پروتئین‌های ساختاری در سلول به طور عمده به شکل فیلامان‌های دراز و نازک وجود دارند که خود پلیمرهایی از مولکول‌های پروتئینی پایه هستند. بارزترین نوع استفاده از این قبیل فیلامان‌های داخل سلولی تأمین مکانیسم انقباضی در کلیه عضلات است. سایر فیلامان‌ها به صورت میکروتوبول‌ها سازمان یافته‌اند که اسکلت اندامک‌هایی از قبیل مژک‌ها، آکسون‌های عصبی و دوک‌های میتوزی سلول‌های در حال میتوز را درست می‌کنند. در خارج از سلول‌ها، پروتئین‌های رشته‌ای به ویژه در رشته‌های کلاژن و الاستین بافت همبندی، رگ‌های خونی، وترها، رباط‌ها و غیره یافت می‌شوند.



شکل ۱-۱ ساختار سلول در زیر میکروسکوپ نوری.

لیپیدها - لیپیدها چندین نوع مختلف از موادی هستند که به دلیل دارا بودن خاصیت مشترک محلول بودن در مواد حل کننده چربی‌ها تحت یک عنوان واحد گردآوری شده‌اند. مهم‌ترین لیپیدها در بیشتر سلول‌ها فسفولیپیدها و کلسترول هستند که حدود ۲ درصد توده کل سلولی را تشکیل می‌دهند. اهمیت ویژه فسفولیپیدها و کلسترول در آن است که این مواد به‌طور عمده در آب نامحلول بوده و لذا برای تشکیل غشاءهای سلولی و نیز سدهای غشایی داخل سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرند و بخش‌های مختلف سلولی را از هم جدا می‌کنند.

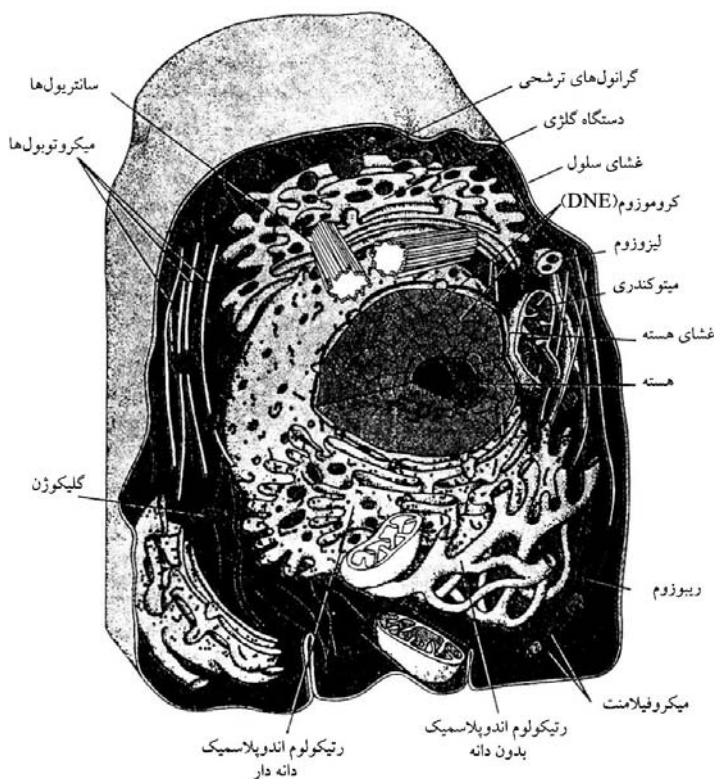
علاوه بر فسفولیپیدها و کلسترول، برخی سلول‌ها محتوی مقادیر زیادی تری‌گلیسرید هستند که چربی خشی نامیده می‌شود. در سلول‌های موسوم به «سلول‌ها چربی» تری‌گلیسریدها تا ۹۵ درصد توده سلولی را تشکیل می‌دهند. این چربی که در این سلول‌ها انبار می‌شود نمودار انبار اصلی ماده غذایی انرژی دهنده بدن است که می‌تواند در زمان‌های بعدی تجزیه شده و در هر جایی از بدن که مورد نیاز باشد برای تولید انرژی به مصرف برسد.

کربوهیدرات‌ها - کربوهیدرات‌ها به استثنای تشکیل بخشی از مولکول‌های گلیکوپروتئینی عمل ساختاری اندکی در سلول دارند اما نقش عمده‌ای در تغذیه سلول بازی می‌کنند. بیشتر سلول‌های انسانی ذخایر بزرگی از کربوهیدرات نگاهداری نمی‌کنند و محتوی کربوهیدرات آن‌ها معمولاً به‌طور متوسط حدود یک درصد توده کل آن‌هاست اما تا ۳ درصد در سلول‌های عضلانی و گاهی تا ۶ درصد در سلول‌های کبد افزایش می‌یابد. کربوهیدرات به شکل گلوکز محلول همیشه در مایع خارج سلولی

اطراف سلول‌ها وجود دارد و لذا به آسانی در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد. مقدار اندکی کربوهیدرات معمولاً به شکل گلیکوژن در سلول‌ها انبار می‌شود که یک پلیمر نامحلول است و می‌تواند به سرعت برای تأمین نیازهای انرژی سلول‌ها به مصرف برسد.

ساختار فیزیکی سلول

سلول فقط یک کیسه محتوی مایع، آنزیم‌ها و مواد شیمیایی نیست بلکه محتوی ساختارهای فوق‌العاده سازمان یافته‌ای موسوم به اندامک‌ها (Organelles) است. ماهیت فیزیکی هر یک از این اندامک‌ها برای انجام اعمال سلولی به اندازه مواد شیمیایی متشکله اهمیت دارد. به عنوان مثال، بدون وجود یکی از این اندامک‌ها موسوم به میتوکندری‌ها بیش از ۹۵ درصد تولید انرژی سلول بلافاصله قطع خواهد شد. مهم‌ترین اندامک‌ها و تشکیلات دیگر سلول در (شکل ۱-۲) نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۲ بازسازی یک سلول نمونه که اندامک‌های داخلی در سیتوپلاسم و هسته را نشان می‌دهد.

ساختار غشای سلول

قسمت اعظم اندامک‌های سلول به وسیله غشاءهایی مفروش شده‌اند که به‌طور عمده از لیپیدها و پروتئین‌ها تشکیل شده است. این غشاءها شامل غشای سلولی، غشای هسته، غشای ریتیکولوم آندوپلاسمیک و غشاءهای میتوکندری‌ها، لیزوزوم‌ها و دستگاه گلژی هستند.

غشای سلول

غشای سلول که به‌طور کامل سلول را احاطه می‌کند یک ساختار ارتجاعی نازک به ضخامت $7/5$ تا 10 نانومتر است. غشاء تقریباً به‌طور کامل از پروتئین‌ها و لیپیدها تشکیل شده و ترکیب تقریبی آن عبارت است از: پروتئین‌ها 55 درصد، فسفولیپیدها 25 درصد، کلسترول 13 درصد، سایر لیپیدها 4 درصد و کربوهیدرات‌ها 3 درصد.

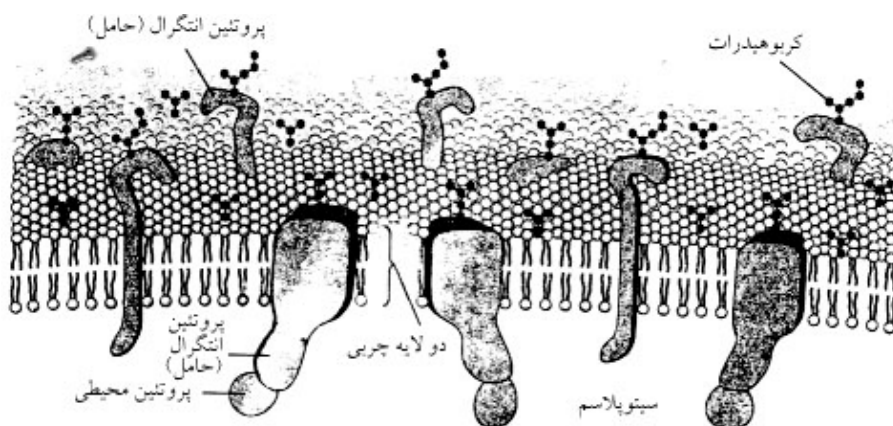
سدلیپیدی سلول از نفوذ آب جلوگیری می‌کند - شکل ۳-۲ غشای سلول را نشان می‌دهد. ساختار پایه غشای سلول یک لایه چربی دو طبقه است که یک ورقه نازک از لیپیدها فقط به ضخامت دو مولکول بوده و در سراسر سطح سلول تداوم داشته و یکپارچه است. جای جای این ورقه نازک لیپیدی، مولکول‌های پروتئینی درشت از نوع کرووی شکل قرار دارند.

ساختار پایه‌ای غشای سلول دو طبقه چربی از مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده است. یک انتهای هر مولکول فسفولیپید در آب محلول بوده یعنی آب دوست یا هیدروفیلیک (Hydrophilic) است. انتهای دیگر فقط در چربی‌ها محلول بوده یعنی آب گریز یا هیدروفوبیک (Hydrophobic) است. انتهای فسفات‌های فسفولیپید هیدروفیلیک و بخش اسید چربی هیدروفوبیک است.

چون قسمت‌های آب گریز مولکول‌های فسفولیپید به وسیله آب دفع می‌شوند، به‌سوی یکدیگر جذب می‌گردند. لذا داری یک تمایل طبیعی هستند که مطابق شکل ۳-۱ پهلوی یکدیگر در مرکز غشاء قرار می‌گیرند. بخش‌های فسفات‌های آب دوست، دو سطح غشاء را که در تماس با آب اطراف است می‌پوشاند.

لایه دو طبقه چربی در وسط غشاء به مواد معمولی محلول در آب از قبیل یون‌ها، گلوکز و اوره نفوذپذیر است برعکس، مواد محلول در چربی از قبیل اکسیژن، کربن

دی اکسید و الکل می توانند با سهولت در این بخش از غشاء نفوذ کنند. صفت ویژه لایه دو طبقه چربی آن است که یک لایه ارتجاعی و مایع است نه یک لایه سخت و جامد. بنابراین بخش هایی از غشاء می توانند عملاً در سطح غشاء از یک نقطه به نقطه دیگر جریان پیدا کنند. پروتئین ها و سایر مواد محلول در غشای دو طبقه لیپیدی یا شناور در آن تمایل دارند که به کلیه نواحی غشای سلول انتشار یابند. مولکول های کلسترول در غشاء نیز ماهیت چربی دارند زیرا هسته استروئیدی آن ها محلول در چربی است. این مولکول ها از یک نظر در لایه دو طبقه غشاء حل شده اند. این مولکول ها به طور عمده به تعیین میزان نفوذپذیری لایه دو طبقه به اجزای محلول در آب و مایعات بدن کمک می کنند. کلسترول همچنین قسمت زیادی از قابلیت تحرک غشاء را کنترل می کند.



شکل ۱-۳ ساختار غشای سلول، که نشان می دهد که غشاء به طور عمده از یک لایه چربی دو طبقه تشکیل شده اما تعداد زیادی از مولکول های پروتئینی در این لایه نفوذ می کنند. همچنین بخش های کربوهیدراتی در خارج غشاء به مولکول های پروتئینی و نیز مولکول های پروتئینی اضافی در داخل غشاء به مولکول های پروتئینی چسبیده اند.

سیتوپلاسم و اندامک های آن

سیتوپلاسم از ذرات و اندامک های پراکنده ریز و درشت پر شده است. بخش مایع و شفاف سیتوپلاسم که ذرات در آن پراکنده هستند سیتوسول (Cytosol) نامیده می شود و به طور عمده محتوی پروتئین های محلول، الکترولیت ها و گلوکز است.

در سیتوپلاسم گلبول‌های چربی خنثی، دانه‌های گلیکوژن، ریبوزوم‌ها، وزیکول‌های ترشحی و پنج اندامک مهم شامل رتی‌کولوم آندوپلاسمیک، دستگاه گلژی، میتوکندری‌ها، لیزوزوم‌ها و پروگزیزوم‌ها به‌حالت پراکنده در سیتوپلاسم قرار گرفته‌اند.

رتیکولوم آندوپلاسمیک

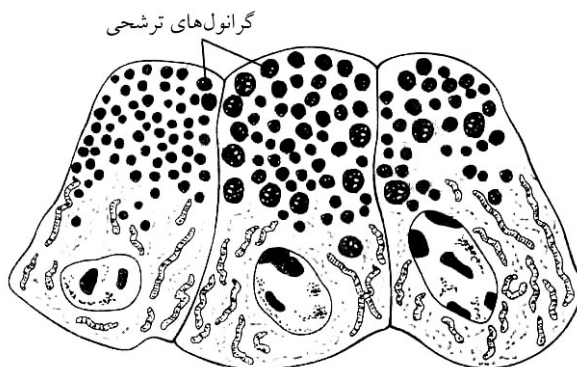
داخل سیتوپلاسم شبکه تورینه‌ای از تشکیلات لوله‌ای و وزیکولی مسطح موسوم به رتی‌کولوم آندوپلاسمیک وجود دارد. توبول‌ها و وزیکول‌ها همگی به یکدیگر متصل هستند و دیواره آن‌ها نیز از غشاءهای دو لایه‌ای چربی محتوی مقدار زیادی از پروتئین‌های مشابه غشای سلولی ساخته شده است. مساحت کل این تشکیلات در پاره‌ای از سلول‌ها - مثل سلول‌های کبدی - می‌تواند ۳۰ تا ۴۰ برابر سطح غشای سلول باشد (شکل ۱-۲).

ساختار دقیق بخش کوچکی از رتی‌کولوم آندوپلاسمیک در (شکل ۴-۱) تصویر شده است. فضای داخل توبول‌ها و وزیکول‌ها از یک محیط مایع به‌نام (Endoplasmic Matrix) پر شده است که یک محیط مایع آبکی است که با مایع موجود در خارج رتی‌کولوم آندوپلاسمیک تفاوت دارد. عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهند که فضای داخل رتی‌کولوم آندوپلاسمیک با فضای بین دو سطح غشای سلول و غشای هسته‌ای در ارتباط است.

مواد تشکیل‌شده در بعضی از قسمت‌های سلول وارد فضاهای رتی‌کولوم آندوپلاسمیک شده و سپس به سایر قسمت‌های سلول هدایت می‌شوند. همچنین، سطح وسیع رتی‌کولوم و سیستم‌های آنزیمی متعدد چسبیده به غشای آن ماشین‌آلات لازم برای انجام اعمال متابولیک سلول را فراهم می‌کنند.

ریبوزوم‌ها و رتی‌کولوم آندوپلاسمیک دانه‌دار - به سطوح خارج بخش‌هایی از رتی‌کولوم آندوپلاسمیک تعداد زیادی ذرات ریز دانه‌دار چسبیده‌اند که ریبوزوم نامیده می‌شوند. در صورت وجود این ذرات، رتی‌کولوم غالباً رتی‌کولوم آندوپلاسمیک دانه‌دار (Granular) نامیده می‌شود. ریبوزوم‌ها از مخلوطی از اسید ریبونوکلئیک RNA و پروتئین‌ها تشکیل شده‌اند و عمل آن‌ها ستر مولکول‌های جدید پروئینی در سلول است.

رتیکولوم آندوپلاسمیک بدون دانه - بخشی از رتیکولوم آندوپلاسمیک فاقد ریبوزوم‌های چسبیده به آن است. این بخش، رتیکولوم آندوپلاسمیک بدون دانه یا صاف نامیده می‌شود. رتیکولوم بدون دانه در سنتز مواد لیپیدی و در بسیاری از روندهای آنزیمی سلول عمل می‌کند.



شکل ۴-۱ گرانول‌های ترشحی در سلول‌های آسینی لوزالمعده.

میتوکندری‌ها: در تمام قسمت‌های سیتوپلاسم سلول وجود دارند اما تعداد کل آن‌ها در هر سلول بسته به مقدار انرژی مورد نیاز آن سلول بین چند صد تا چندین هزار تغییر می‌کند. علاوه بر آن میتوکندری‌ها در همان قسمت‌هایی از سلول متمرکز شده‌اند که مسئول تأمین قسمت عمدهٔ متابولیسم انرژی آن هستند. میتوکندری‌ها از نظر اندازه و شکل بسیار متغیرند. بعضی از آن‌ها فقط چند صد نانومتر قطر داشته و کروی شکل هستند درحالی‌که بعضی دیگر دراز و تا یک میکرومتر قطر و تا هفت میکرومتر درازا داشته و بعضی دیگر از نظر شکل شاخه‌دار و رشته‌ای شکل هستند.

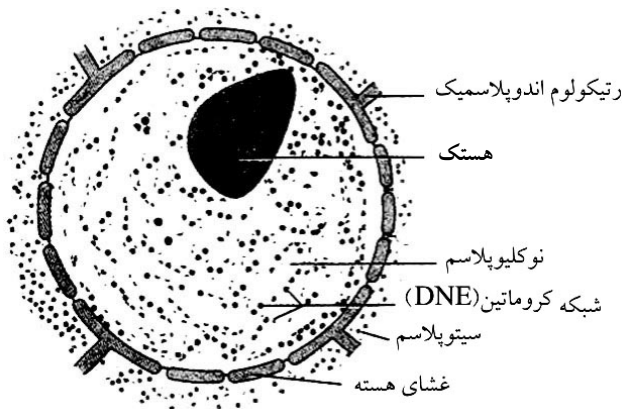
میتوکندری‌ها خود تکثیرند به این معنی که یک میتوکندری می‌تواند یک میتوکندری دوم، یک میتوکندری سوم و به‌همین ترتیب میتوکندری‌های دیگری را هرگاه که سلول نیاز به مقادیر بیشتر آدنوزین تری فسفات داشته باشد تشکیل دهد. در واقع، میتوکندری‌ها محتوی نوع خاصی از اسید دزکسی ریبونوکلیئیک شبیه اسید دزکسی ریبونوکلیئیک موجود در هسته هستند. اسید دزکسی ریبونوکلیئیک مادهٔ پایهٔ هسته است که تکثیر سلول را کنترل می‌کند و DNA میتوکندری نقش مشابهی را برای

تکثیر خود، بازی می‌کند.

هسته

هسته مرکز کنترل سلول است. به‌طور خلاصه، هسته محتوی مقادیر زیادی اسیددزکسی ریبونوکلیک (DNA) است که همان ژن‌ها هستند. ژن‌ها مشخصات پروتئین‌های سلول شامل پروتئین‌های ساختاری و نیز آنزیم‌های سیتوپلاسم که فعالیت‌های سیتوپلاسمی را کنترل می‌کنند تعیین می‌کنند. ژن‌ها همچنین تولیدمثل را کنترل می‌کنند. ژن‌ها ابتدا خود تولیدمثل می‌کنند تا دو دستهٔ یکسان از ژن‌ها را به‌وجود آورند و بعد از انجام این عمل، سلول به‌وسیلهٔ یک روند خاص موسوم به میتوز تقسیم شده و دو سلول جدید تشکیل می‌دهد که هر کدام از آن‌ها یکی از دو دسته از DNA ژن‌ها را دریافت می‌کنند.

ظاهر هسته در زیر میکروسکوپ اطلاعات زیادی در مورد مکانیسم‌هایی که هسته به‌وسیلهٔ آن‌ها اعمال کنترل‌کنندهٔ خود را به انجام می‌رساند به‌دست نمی‌دهد. (شکل ۱-۵) ظاهر هستهٔ مرحلهٔ انترفاز (مرحلهٔ بین دو میتوز) را در زیر میکروسکوپ نوری تصویر کرده، مادهٔ کروماتین تیره رنگی را در سراسر شیرهٔ هسته نشان می‌دهد. در جریان میتوز، مادهٔ کروماتین به آسانی به‌صورت کروموزوم‌های فوق‌العاده سازمان‌یافته قابل تشخیص می‌شود و می‌توان آن را به آسانی با استفاده از میکروسکوپ نوری مشاهده کرد.



شکل ۱-۵ ساختار هسته

غشای هسته

غشای هسته که غلاف هسته نیز نامیده می‌شود در واقع دو غشای جداگانه یکی در داخل دیگری است. غشای خارجی در دنبالهٔ رتیکولوم آندوپلاسمیک سیتوپلاسم سلول و فضای بین دو غشای هسته نیز در دنبالهٔ محفظهٔ داخل رتیکولوم آندوپلاسمیک قرار دارد (شکل ۵-۱).

غشای هسته توسط چندین هزار منفذ هسته‌ای سوراخ می‌شود. مجموعه‌های درشتی از مولکول‌های پروتئینی به لبه‌های این منافذ چسبیده‌اند به‌طوری‌که ناحیهٔ مرکزی هر منفذ قطری فقط حدود ۹ نانومتر دارد. حتی این قطر هم به اندازهٔ کافی بزرگ هست که عبور مولکول‌های پروتئینی بزرگ تا وزن مولکولی ۴۴۰۰۰ دالتون را با سهولت قابل قبولی امکانپذیر سازد.

هستک و تشکیل ریوزوم‌ها

هستهٔ بسیاری از سلول‌ها محتوی یک یا چند ساختار با رنگ‌پذیری متفاوت موسوم به هستک است. هستک برخلاف بیشتر اندامک‌هایی که تاکنون شرح داده شده‌اند دارای یک غشای محدود کننده نیست بلکه فقط تجمعی از مقادیر زیاد اسیدریبونوکلیک و پروتئین‌ها از انواعی است که در ریوزوم‌ها یافت می‌شوند. هنگامی که سلول به‌طور فعال در حال سنتز پروتئین است هستک به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بزرگ می‌شود.

تشکیل هستک و ریوزوم‌ها موجود در سیتوپلاسم در هسته انجام می‌شود. ابتدا، ژن‌های محتوی DNA ویژه در کروموزوم‌ها موجب می‌شوند تا RNA سنتز گردد. مقداری از این RNA در هستک ذخیره می‌شود اما قسمت اعظم آن از طریق منافذ هسته‌ای به‌سوی خارج و به داخل سیتوپلاسم انتقال داده می‌شود. در این جا، RNA همراه با پروتئین‌های ویژه برای سوار کردن ریوزوم‌های بالغ به مصرف می‌رسد و نقش اصلی را در تشکیل پروتئین‌های سیتوپلاسمی بازی می‌کند.

مقایسهٔ سلول حیوانی با اشکال پیش سلولی حیات

بسیاری از ما تصور می‌کنیم که سلول پایین‌ترین حد زندگی است. اما باید دانست که سلول یک ارگانیسم بسیار پیچیده است و بعد از آن که ابتدایی‌ترین شکل حیات