

به نام خداوند بخشنده مهربان

فیزیولوژی انسان

(ویژه دانشجویان تربیت بدنی و علوم ورزشی)

(ویراست دوم - با اصلاحات و اضافات)

دکتر حمید اراضی

دانشیار دانشگاه گیلان

سید صالح صفری موسوی - منصور قاسمی کرم

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور : فیزیولوژی انسان (ویژه دانشجویان تربیت بدنی و علوم ورزشی)، حمید اراضی، سید صالح صفری موسوی، منصور قاسمی کرم.

وضعیت ویراست : ویراست ۲
مشخصات نشر : تهران: علم و حرکت، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری : ۲۰۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک : ISBN 978-600-8500-00-1

وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا.
یادداشت : کتابنامه.
یادداشت : واژه‌نامه.
موضوع : انسان -- فیزیولوژی -- راهنمای آموزشی (عالی)

شناسه افزوده : صفری موسوی، سید صالح، ۱۳۶۵ -
شناسه افزوده : قاسمی کرم، منصور، ۱۳۶۵ -
رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۶ ف۹ الف ۴ / ۵ / QP۳۴
رده‌بندی دیویی : ۶۱۲ / ۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی : ۴۶۵۷۵۷۴

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده، کاری غیراخلاقی، غیرقانونی و غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه این عمل نادرست، موجب رواج بی‌اعتمادی در جامعه و بروز پیامدهای ناگوار در زندگی و محیطی ناسالم برای خود و فرزندانمان می‌گردد.



تهران؛ سه‌راه طالقانی، خیابان خواجه‌نصیر، خیابان شهید مقدم، پلاک ۷۹، طبقه دوم
تلفن: ۷۷۵۲۵۶۸۴ | فاکس: ۷۷۶۳۲۷۰۹

www.elmoharekat.com
ElmoHarekat

info@elmoharekat.com
@ElmoHarekat

فیزیولوژی انسان (ویراست دوم)

دکتر حمید اراضی، سید صالح صفری موسوی، منصور قاسمی کرم

حروف‌نگار و صفحه‌آرا: رنیا شاهروردیان

طراح جلد: واگنیک شاهروردیان

نشر علم و حرکت

چاپ اول، ۱۳۹۶، تعداد ۲۰۰ نسخه

«همه حقوق برای ناشر محفوظ است»

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۸۵۰۰-۰۰-۱ ISBN: 978-600-8500-00-1

پیشگفتار

همگام با توسعه علم و فناوری، منابع اطلاعاتی نیز در حیطه‌های گوناگون افزایش یافته است. دانشمندان و پژوهشگران، از جمله افرادی هستند که با کنکاش منطقی، واکاوی و جستجو در وقایع علمی در کاهش فاصله جهل و دانایی نقش اساسی دارند. به ویژه این‌که دانشمندان اطلاعات و علوم گذشته را به شکل ساختارمدار به حال و چه بسا به آینده پیوند می‌زنند و به فرضیه‌ها و گمانه‌های ذهنی مبتنی بر اصول علمی پایه به شکل نظریه، جامه عمل می‌پوشانند و با استفاده از ابزار روزآمد و نیروی تفکر انسانی، نتیجه این تلاش بی‌وقفه و عاشقانه را به صورت کتاب و نگاره‌هایی به مخاطبان تشنه دانایی عرضه می‌دارند.

در این راستا، حیطه علوم ورزشی نیز مستثنی نبوده و در دهه‌های اخیر پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است. به شکل محسوس و ملموس در داخل کشور منابع علمی و درسی علوم ورزشی توسعه شایان توجهی یافته است؛ به گونه‌ای که منابع در دسترس چه به شکل تألیفی و چه ترجمه در دهه اخیر در مقایسه با دهه‌های گذشته چندین برابر شده است و به ارتقاء سطح دانش آکادمیک و غیر آکادمیک در سطوح مختلف کمک مؤثری نموده است. حال آنکه در گذشته نه چندان دور منابع درسی بسیار اندک بود و عمدتاً به جزواتی چند برگگی محدود می‌شد که در حد نیاز جامعه علمی - ورزشی نبود و همین موضوع، روند رشد علمی را تا حد قابل توجهی، کند می‌کرد. اگر هم منابعی وجود داشت، توزیع آن به کفایت انجام نمی‌شد و پاسخگوی عطش علمی مخاطبان نبود.

درس فیزیولوژی انسان، یکی از این دروس بود که در رشته علوم ورزشی با توجه به رویکرد ویژه، فاقد منابع علمی مناسب بود. شاید با ذکر نام این درس، منبع حجیم و پُر محتوای فیزیولوژی پزشکی گایتون، در ذهن خوانندگان متبادر شود؛ اما واضح است که این منبع بسیار مفصل و فراتر از نیاز دانشجویان رشته علوم ورزشی است با این وجود، در مقاطع زمانی مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. مدرسان به دلیل نبودن منبع مناسب کم حجم ناگزیر به استفاده از آن بودند و طبیعتاً دانشجویان نیز مجبور بودند بدون گزینش مطالب مرتبط، برای مطالعه فصول این کتاب زمان زیادی را صرف نمایند و در نهایت در تشخیص مطالب لازم در ارتباط با رشته علوم ورزشی دچار درماندگی و سردرگمی می‌شدند و در حال حاضر نیز همچون گذشته این وضعیت ادامه دارد. مفهوم جملات ذکر شده این نیست که فیزیولوژی پزشکی استفاده نشود بلکه، منظور این است که برای کسب اطلاعات پایه در درس فیزیولوژی انسان به مطالعه کامل این کتاب نیازی نباشد و منبعی مطلوب در

حد نیاز ارائه گردد. در شرایط کنونی که رشته علوم ورزشی در گرایش‌های مختلف به ویژه گرایش فیزیولوژی ورزشی از مقطع کارشناسی تا دکتری تدریس می‌شود با توجه به موارد ذکر شده، منبع مناسبی برای درس فیزیولوژی انسان به ویژه در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد وجود ندارد و در صورت وجود نیز منابع در دسترس، کامل و کافی نیستند؛ بنابراین، نویسندگان کتاب حاضر تلاش کرده‌اند علاوه بر ارائه منبع درسی مناسب برای فیزیولوژی انسان تا حد امکان با حداقل اشکال و خطا و با استفاده از منابع روزآمد در حجمی متعارف و به شکلی مناسب برای درک بهتر مفاهیم این اثر به پیشگاه دانشجویان رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی تقدیم گردد.

این کتاب در قالب ۹ فصل و با ساختاری آموزشی و استفاده از اشکال مصور متناسب با مطالب هر فصل تنظیم و به رشته تحریر درآمده است. ما نویسندگان آرزو داریم، اثر حاضر برای همکاران دانشگاهی، دانشجویان گرامی و خوانندگان فرهیخته مقبول افتد و در زمینه یاد شده مفید فایده واقع گردد. در پایان، از مخاطبان عزیز انتظار داریم در صورت مشاهده خطا بر دیده منت نهاده و انتقادات و پیشنهادات خود را مطرح کنند تا اگر عمری باقی بود، در چاپ‌های بعدی اصلاح و رفع شود. همچنین، لازم می‌دانم از همه کسانی که در مراحل نگارش، چاپ و نشر کتاب ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم.

حمید اراضی

فهرست مطالب

۶	پیشگفتار ویراست دوم
۷	فصل ۱: سلول
۳۷	فصل ۲: دستگاه عصبی
۶۷	فصل ۳: دستگاه عضلانی
۹۳	فصل ۴: متابولیسم
۱۰۹	فصل ۵: دستگاه غدد درون‌ریز
۱۳۵	فصل ۶: دستگاه قلب و عروق
۱۵۹	فصل ۷: دستگاه تنفس
۱۷۵	فصل ۸: دستگاه ایمنی
۱۸۷	فصل ۹: دستگاه ادراری
۲۰۳	واژه‌نامه توصیفی
۲۰۷	فهرست منابع

پیشگفتار ویراست دوم

زمانی که چاپ اول اثر حاضر به پیشگاه مخاطبان گرامی تقدیم گردید، مؤلفان گمان نمی بردند که جامعه هدف از مجموعه دانشجویان فرهیخته رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی این چنین پرشور و کم نظیر از این منبع درسی پایه استقبال نمایند و با ارائه بازخوردهای در خور تحسین و تقدیر نویسندگان را مورد لطف و عنایت قرار دهند؛ به گونه ای که طی مدتی کوتاه پیشنهادهای سازنده و دقیق در راستای تکمیل مطالب و تصحیح خطاهای نوشتاری توسط حقییر دریافت گردید.

همان طور که استحضار دارید، چاپ اول کتاب مشتمل بر ۸ فصل (فصول سلول، دستگاه عصبی، دستگاه عضلانی، متابولیسم، دستگاه غدد درون ریز، دستگاه قلب و عروق، دستگاه تنفس و دستگاه ایمنی) در قالب ۲۰۶ صفحه به بازار عرضه گردید و به سبب تقاضای مکرر در اندک زمانی، نسخ آن کمیاب گردید و به پیشنهاد ناشر محترم، چاپ دوم کتاب نیز بدون تغییرات و به همان شکل قبلی ارائه شد. با توجه به این نیاز و انگیزه مضاعفی که با بازخوردهای محبت آمیز و زاید الوصفی در نویسندگان ایجاد گردید، من و همکارانم بر آن شدیم که با رفع نقایص و کاستی های رؤیت شده و تکمیل مطالب به ویژه در فصول مربوط به سلول و دستگاه ایمنی و افزودن فصلی دیگر تحت عنوان دستگاه اداری در حجمی متعارف متناسب با نیازهای رشته در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد، اثر کامل تری در چاپ سوم (ویراست دوم) ارائه شود.

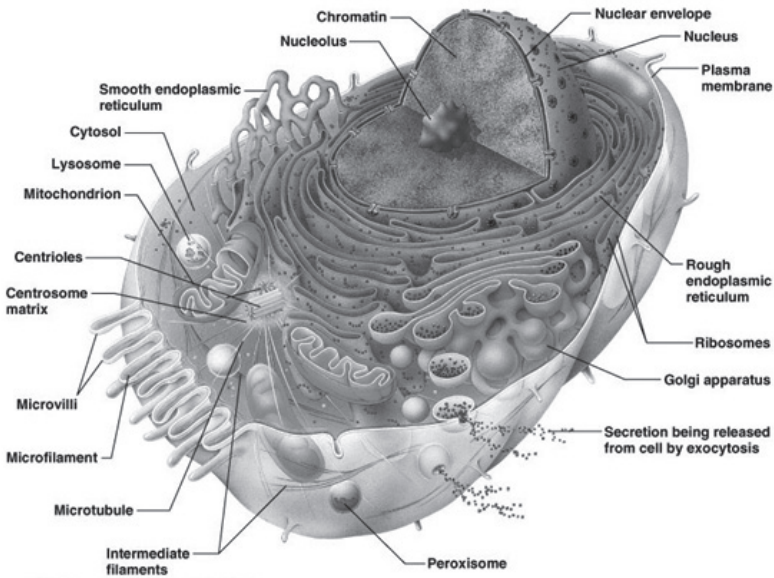
اما به اعتقاد اینجانب، علی رغم بازنگری و رفع اشکالات احتمالی که مجدانه از نقطه نظر ادبی و محتوایی صورت گرفت، احتمالاً نسخه پیش رو نیز خالی از اشکال و خطا نخواهد بود. چه کنیم که بضاعت مان همین بود و همه چیز را همگان دانند. مع الوصف، از مخاطبان عزیز انتظار داریم ما را بر آنچه که می بینند و نمی بینند، بیخشانند و ما را از پیشنهادات و انتقادات سازنده خود در راستای اصلاح اثر محروم ن سازند. ان شاء الله اگر عمری و تداوم حضوری، خدمتی کامل تر و شرمندگی کمتر.

حمید اراضی

اردیبهشت ۱۳۹۶

فصل ۱

سلول



اهداف فصل

پس از مطالعه این فصل شما می‌توانید:

- وجه تمایز سلول‌ها را از یکدیگر شرح دهید.
- ساختار سلول را نام ببرید و ارتباط بین آنها را توضیح دهید.
- در مورد هسته سلول و اجزاء آن توضیح دهید.
- در مورد هر یک از اندامک‌های سیتوپلاسمی و عملکرد آنها شرح دهید.
- اجزاء غشاء سلولی را نام ببرید و نحوه تبادل مواد در دو سوی غشاء را شرح دهید.
- چگونگی تقسیم سلولی را توضیح دهید.

سلول^۱ها، واحدهای ساختمانی و عملی تمامی موجودات زنده را تشکیل می‌دهند. در بدن انسان، بالغ بر ۷۵ تریلیون سلول وجود دارد. سلول، عنصری مستقل، کوچک و اندازه میکروسکوپی دارد و می‌تواند همه اعمال موجود زنده را به طور کامل انجام دهد. در نتیجه، به عنوان واحد حیات محسوب می‌شود. شکل سلولها از اصل تنوع‌پذیری تبعیت می‌کند و به طور کلی شکل هر سلول با توجه به مکان قرارگیری، نوع فعالیت و چگونگی ارتباط خارج سلولی تعیین می‌شود. سلولها بر اساس محل قرارگیری و نوع کارشان، طول عمرهای متفاوتی دارند؛ مثلاً سلولهای عضلانی می‌توانند برای مدت نامحدودی زنده بمانند. عمر بعضی سلولها مثل گلبول قرمز فقط ۱۲۰ روز است و بعضی دیگر مثل سلولهای عصبی تقسیم نمی‌شوند؛ اما سلولهای دیگر در صورت وجود مواد غذایی لازم می‌توانند از طریق تقسیم‌های خاصی تکثیر شوند. هر سلول برای عملکرد خاصی ساخته شده است به همین دلیل، اجزاء داخل آن نیز شبیه هم نیست. از آنجایی که تمام بافتها و اندامهای بدن از اجتماع سلول تشکیل شده‌اند؛ بنابراین برای درک عملکرد اندامها و بافتها ابتدا باید ساختار پایه و عملکرد قسمت‌های تشکیل‌دهنده سلول معرفی شوند.

ساختار سلول

هر سلول از ۳ بخش هسته، سیتوپلاسم و غشاء سلولی تشکیل شده است. هسته، داخلی‌ترین بخش است که توسط غشاء نازکی به نام پوشش هسته‌ای احاطه شده است. هسته، حاوی ماده ژنتیکی (DNA) است که عملکرد سلول را هدایت می‌کند. سیتوپلاسم توده سیالی است که هسته را دربر گرفته و توسط غشاء سلولی نازک‌تری احاطه شده است. غشاء سلولی ورود و خروج مواد را کنترل نموده به بعضی مواد اجازه ورود داده و از ورود بعضی دیگر جلوگیری می‌کند. درون سیتوپلاسم ساختارهای تخصص یافته‌ای به نام اندامک‌های سیتوپلاسمی وجود دارد و فقط توسط میکروسکوپ‌های الکترونی قابل دیدن هستند. اندامک‌ها در مایعی به نام سیتوزول^۲ معلق هستند و این مایع، مجری اعمال اختصاصی و به عبارتی تقسیم کار سلول است.

هسته

هسته^۳، بزرگ‌ترین و داخلی‌ترین اندامک سلول است که محتوای ماده ژنتیکی (DNA) است و کنترل تولید مثل سلول را بر عهده دارد و از طریق ساخت پروتئین‌های خاصی، فعالیت سلول را کنترل می‌کند. هسته، کروی شکل است و توسط یک پوشش هسته‌ای^۴ (به صورت دو لایه داخلی و خارجی از جنس لیپید) از سیتوپلاسم مجزا می‌شود. به دلیل ارتباط غشاء بیرونی با شبکه آندوپلاسمی دانه‌دار در سطح بیرونی آن، ریبوزومها قرار گرفته‌اند؛ اما در سطح غشاء داخلی ریبوزوم

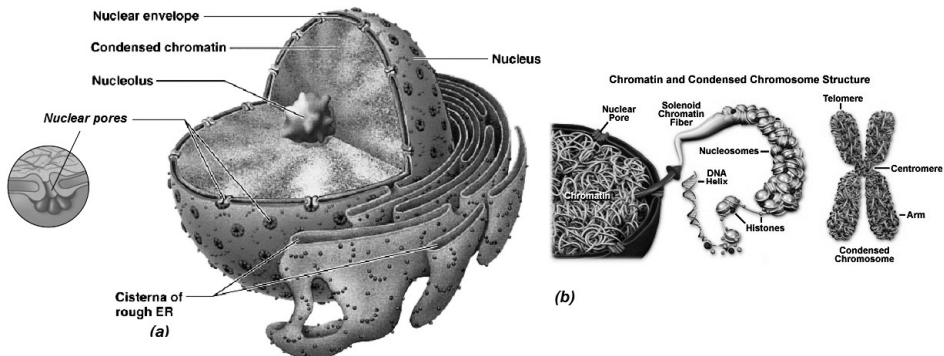
1. cell

2. cytosol

3. nucleus

4. nuclear envelope

یافت نمی‌شود. بین دو لایه داخلی و خارجی فضای باریکی وجود دارد که وسعت آن در همه جای پوشش هسته‌ای یکنواخت نیست. در محل‌هایی از غشاء هسته‌ای سوراخ‌هایی وجود دارد که منافذ هسته‌ای^۱ نامیده شده و تبادل مواد بین هسته و سیتوپلاسم از طریق این سوراخ‌ها انجام می‌شود. وسعت فضای بین دو غشاء در سوراخ‌های هسته‌ای تقریباً به صفر می‌رسد. منافذ هسته‌ای، ساختمان‌های دائمی و پایداری نیستند و متناسب با نیاز سلول ایجاد یا ناپدید می‌شوند. در سلول‌هایی که فعالیت متابولیکی بالایی دارند، مبادله مواد بین هسته و سیتوپلاسم و تعداد منافذ هسته زیاد است؛ اما در سلول‌هایی که تبدلات هسته و سیتوپلاسم اندک است تعداد منافذ نیز کاهش می‌یابد. هسته حاوی مایعی به نام نوکلئوپلاسم (مایعی ژلاتینی است که مواد بسیاری مانند آنزیم، نوکلئوتید تری فسفات، پروتئین و... را در خود حل می‌کند) است که سایر ساختارها در آن شناورند. این ساختارها شامل هستک و کروماتین هستند (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱. هسته. (a) هستک و کروماتین، ساختارهای شناور در نوکلئوپلاسم هستند. (b) کروماتین رشته‌های بلندی هستند که پس از فشرده شدن، تشکیل کروموزوم می‌دهند.

هستک

هستک، یک اندامک درون هسته‌ای و بدون غشاء در نوکلئوپلاسم است که شامل RNA و پروتئین می‌باشد. از آنجایی که هستک^۲ جایگاه تشکیل ریبوزوم است بین درشتی هستک و سنتز پروتئین وابستگی وجود دارد؛ یعنی هرچه سلول، دارای سنتز پروتئین بیشتری باشد هستک‌ها نیز درشت‌ترند. ریبوزوم‌های تولید شده در هستک از منافذ هسته‌ای به درون سیتوپلاسم منتقل می‌شوند.

کروماتین

کروماتین^۳، رشته‌های بلند و بسیار نازک حلقوی هستند که از DNA و پروتئین تشکیل شده‌اند و در

1. nuclear pores 2. nucleolus 3. chromatin

سنتز پروتئین نقش مهمی دارند. این تارهای حلقوی، فشرده شده و کروموزوم تشکیل می‌دهند. کروموزوم‌ها مجموعه مضاعفی از ژن‌ها هستند (شکل ۱-۱ b).

سیتوپلاسم

فضای بین هسته و غشاء سلول را که تشکیلات ساختمانی پیچیده‌ای دارند، سیتوپلاسم^۱ گویند. سیتوپلاسم، یک بخش مایع به نام سیتوزول دارد که حاوی مقادیر زیادی پروتئین‌های محلول، الکترولیت‌ها، گلیکوژن و انواع مختلفی از لیبیدها است. همچنین، سیتوپلاسم حاوی میله‌های پروتئینی فراوانی است که اسکلت سلول را تشکیل می‌دهند. درون سیتوپلاسم اندامک‌های مختلفی وجود دارد که توسط یک غشاء از سایر مواد درون سلول مجزا می‌شوند. فقط لوله‌ها و فیبرها فاقد غشاء هستند.

اندامک‌های مهم در سیتوپلاسم

شبکه آندوپلاسمی

شبکه‌ای از کیسه‌های مسطح، مجاری طویل و ساختمان‌های وزیکولی که فضای درون آنها توسط مایعی به نام ماتریکس پوشیده شده، در سیتوپلاسم وجود دارد و غشاهایی مشابه غشاء سلولی آن را احاطه کرده است. دیواره شبکه آندوپلاسمی، پُر از آنزیم‌های پروتئینی است و سنتز بسیاری از مواد مورد نیاز سلول را انجام می‌دهد. شبکه آندوپلاسمی با غشاء سلولی، پوشش هسته‌ای و اندامک‌های سیتوپلاسمی معینی در ارتباط است و از این طریق فعالیت سلول را کنترل می‌کند. شکل و اندازه این اندامک در سلول‌های مختلف، نسبت به عملکرد سلول، متفاوت است. شبکه آندوپلاسمی^۲ در دو شکل دانه‌دار و صاف وجود دارد (شکل ۱-۲ a).

الف) شبکه آندوپلاسمی زبر: به علت وجود دانه‌های فراوان متصل به وزیکول‌ها که ریبوزوم نام دارند به این عنوان نام‌گذاری شده است. مهم‌ترین عامل اتصال ریبوزوم به شبکه آندوپلاسمی، زنجیره‌های پپتیدی در حال تشکیل به وسیله ریبوزوم‌ها هستند. سنتز پروتئین مهم‌ترین عمل ER دانه‌دار است که به دلیل وجود ریبوزوم‌هاست. شبکه آندوپلاسمی زبر^۳ در مجاورت هسته و غشاء سیتوپلاسمی بیشتر است (شکل ۱-۲ a).

ب) شبکه آندوپلاسمی صاف: این شبکه فاقد ریبوزوم است و درون غشاء آن آنزیم‌های متعددی جای گرفته‌اند. کار اصلی این شبکه سنتز لیپیدها به ویژه فسفولیپید و کلسترول است. شبکه آندوپلاسمی صاف^۴ در سلول‌هایی که متابولیسم چربی در آنها روی می‌دهد (مثل سلول‌های عضلانی) گسترش بیشتری دارد. شبکه آندوپلاسمی صاف، به علت داشتن آنزیم گلوکز ۶-فسفاتاز در

1. cytoplasm

2. endoplasmic reticulum

3. rough endoplasmic reticulum

4. smooth endoplasmic reticulum