

گایتون و هال

فیزیولوژی پزشکی

ویراست دوازدهم

جلد ۱

تألیف

دکتر جان ای. هال

استاد ممتاز و رئیس بخش فیزیولوژی و بیوفیزیک

مرکز پزشکی دانشگاهی سی سی پی

سی سی پی

ترجمه ترتیب الفبا

دکتر رویه ابایی

دانشیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان

دکتر شهرزاد خاوری

استادیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پزشکی تهران

دکتر مسعود خدایی

دکتر محمد رستم پور

دانشیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان

دکتر علیرضا فتح‌اللهی

دکتر حمیدرضا گودرزی‌نژاد

دکتر فاطمه نبوی‌زاده رفسنجانی

دانشیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر آرزو نهاوندی

دانشیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی تهران



کپی رایت این کتاب از سوی انتشارات Elsevier به انتشارات کتاب ارجمند و غزال
جوان واگذار شده است.

TEXTBOOK OF MEDICAL PHYSIOLOGY

ISBN: 978-1-4160-4574-8

International Edition: 978-0-8089-2400-5

Copyright © 2011, 2006, 2000, 1996, 1991, 1981, 1976, 1966,
1961, 1965 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher. Permissions may be sought directly from Elsevier's Rights Department: phone: (+1) 215 239 3804 (US) (+44) 1865 843830 (UK); fax: (+44) 1865 853333; e-mail: healthpermissions@elsevier.com You may also complete your request on-line via the Elsevier website at <http://www.elsevier.com/permissions>

شماره ISBN بین‌المللی انتشارات Elsevier برای ترجمه فارسی:

ISBN of Persian Translation:

Volume I: 978-0-7021-4581-6

Volume II: 978-0-7021-4581-3

نخستین ویراست درسنامه فیزیولوژی پزشکی تقریباً ۵۵ سال پیش توسط آرتور سی. گایتون نگاشته شد. برخلاف بسیاری از درسنامه‌های حجیم پزشکی که اغلب بیش از ۲۰ مؤلف دارند، هشت ویراست نخست درسنامه فیزیولوژی پزشکی تماماً توسط دکتر گایتون نوشته شد و به طول ۴۰۰ سال در هر ویرایش جدید، بازنگری شد. این کتاب که نخستین بار در سال ۱۹۵۶ منتشر شد، به سرعت به پرفروش‌ترین درسنامه فیزیولوژی پزشکی در جهان تبدیل شد. دکتر گایتون از این موهبت برخوردار بود که می‌توانست به شیوه‌ای ساده و جذاب، مفاهیم پیچیده فیزیولوژی را منتقل کند و مطالعه فیزیولوژی را به فعالیت نظام‌انگیز تبدیل کند. هدف اصلی او در هر ویراست آموزش فیزیولوژی برای دانشجویان بود، و مناسبت کتاب را همکاران حرفه‌ای‌اش در نظر نمی‌گرفت.

من از این موهبت برخوردار بودم که نزدیک به ۳۰ سال همکاری نزدیکی با دکتر گایتون داشتم، و این افتخار را داشتم که در ویرایش‌های نهم و دهم به ایشان کمک کردم. پس از فوت دردناک دکتر گایتون در تصادفات اتومبیل، مسئولیت اتمام ویرایش یازدهم بر عهده من قرار گرفت. در ویرایش دوازدهم هم تلاش کرده‌ام همان هدف ویراست‌های پیشین را پی بگیرم، یعنی شرح نحوه کارکرد سلول‌ها، بافت‌ها و اعضای بدن و همکاری آنها برای حفظ حیات، به زبانی قابل فهم برای دانشجویان. این تکلیف هم دشوار و هم هیجان‌انگیز است. زیرا دانش فیزیولوژی به سرعت رشد کرده و رازهای جدیدی از عملکرد بدن را برملا ساخته است. تکنیک‌های جدید زیادی برای یادگیری فیزیولوژی سلولی و ملکولی ابداع شده‌اند. امروزه ما قادریم اصول فیزیولوژی را هر چه بیشتر در قالب اصطلاحات ملکولی و علوم فیزیکی بیان کنیم تا صرفاً مجموعه‌ای از پدیده‌های زیستی مجزا و توجیه‌ناپذیر به نظر نرسند.

درسنامه فیزیولوژی پزشکی مسلماً یک کتاب

مرجع فیزیولوژی برای ارائه جدیدترین پیشرفت‌ها در فیزیولوژی نیست. این کتاب اساساً برای استفاده دانشجویان تدوین شده است و تأکید آن بر آموزش اصول اساسی فیزیولوژی برای دانشجویان پزشکی، دندانپزشکی و پرستاری و فارغ‌التحصیلان علوم زیستی یا بهداشتی است. البته این کتاب برای پزشکان و حرفه‌های درمانی دیگر که می‌خواهند اصول اصلی مورد نیاز برای فهم پاتوفیزیولوژی بیماری‌های انسانی را درک کنند هم مفید است. در ویرایش سعی کردم ساختار منسجم کتاب را که در گذشته برای دانشجویان مفید بود حفظ کنم. همچنین تلاش شد کتاب به قدر کافی جامع باشد تا دانشجویان علاقه‌مند هم بتوانند در آینده به عنوان مبنایی برای کار حرفه‌ای خود از آن استفاده کنند. امیدوارم این درسنامه بتواند عظمت بدن انسان و عملکردهای متعدد آن را به دانشجویان انتقال دهد و آنان را ترغیب کند در بقیه زندگی کاری خود از مطالعه فیزیولوژی دست بردارند. فیزیولوژی نقطه پیوند علوم پایه و پزشکی است. زیبایی با شکوه فیزیولوژی در این است که عملکرد تک‌تک سلول‌ها، بافت‌ها و اعضای بدن را در قالب کلیت منسجمی به نام بدن انسان تکیه می‌کند. در واقع بدن انسان چیزی فراتر از جمع بخش‌های آن نیست و زندگی متکی بر عملکرد کلی آن است. به صرفاً آنست که عملکرد مجزای هر یک از بخش‌های بدن به تنهایی.

در اینجا به پرسش مهمی که سیستم چگونه اعضا و سیستم‌های جداگانه بدن با هم همکاری می‌شوند تا عملکرد صحیح تمامی بدن حفظ شود؟ خوشبختانه بدن ما به شبکه وسیعی از کنترل‌های فیدبک مجهز شده که تعادل لازم را کسب می‌کند، تعادلی که بدون آن نمی‌توانستیم به زندگی ادامه دهیم. فیزیولوژیست‌ها به این سطح عالی کنترل داخلی بدن، هومئوستاز (اعتدال حیاتی) می‌گویند. در حالت‌های مرضی، تعادل‌های عملکردی اغلب با اشکالات جدی مواجه شده و هومئوستاز مختل می‌شود. و حتی اگر یک اختلال منقرض

به حدّ معینی برسد، کلّ بدن دیگر قادر به زندگی نخواهد بود. پس، یکی از اهداف این درسی است تأکید بر اثرمندی و زیبایی سازوکارهای هموستاز بدن و نیز معرفتی عملکرد غیرطبیعی در هنگام بیماری است. هدف دیگر آن بود که تا حدّ امکان مطالب کتاب صحیح و دقیق باشند. پیشنهادها و نقدهای بسیاری از فیزیولوژیست‌ها، دانشجویان و بالینگران سرتاسر جهان خوانده شد و برای واریسی صحت مطالب و تطابق با حقیقت و نیز تعادل آنها مورد استفاده قرار گرفت. با این حال، به دلیل احتمال خطا در مرتب کردن هزاران هزار نکته، باز هم همه خوانندگان تمناً دارم نظرات خود را در باب غلطی‌ها و بی‌دقتی‌ها ارسال دارند. فیزیولوژیست‌ها می‌دانند فیدبک تا چه حدّ برای عملکرد صحیح بدن انسان ضروری است، بنابراین برای پیشرفت علوم و مهارت‌های فیزیولوژی هم فیدبک اهمیت دارد. از افراد زیادی که قبلاً به من یاری رسانده‌اند صمیمانه سپاس می‌گویم.

توضیح مختصری دربارهٔ این ویژگی‌ها است. دوازدهم ضروری است. هرچند بسیاری از فصل‌ها بازنگری شده‌اند تا اصول نوین فیزیولوژی در آنها گنجانده شود اما به دقت کوشیده‌ایم حجم کتاب را زیاد بماند تا به طور مؤثری برای درس فیزیولوژی دانشجویان پزشکی و رشته‌های بهداشتی قابل استفاده باشد. بسیاری از تصاویر هم دوباره طراحی شده‌اند. منابع بر مبنای کیفیت ارائه اصول فیزیولوژی، مأخذ اصلی، و قابل دسترس بودن آنها انتخاب شده‌اند. بیشتر منابع پیشنهادی برای مطالعه که در پایان فصل‌ها آمده شامل مقاله‌هایی است که عمدتاً از مجلات علمی جدید که به رایگان از طریق PubMed قابل دسترسی اند انتخاب شده‌اند (آدرس: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed>) استفاده از این منابع و مأخذ اصلی آنها می‌تواند تقریباً تمامی

حیطه فیزیولوژی را به طور کامل در اختیار دانشجویان قرار دهد.

ویژگی دیگر تاپ متن با دو اندازه قلم است. مطالبی که با قلم بزرگتر تایپ شده‌اند بدنه اصلی اطلاعات فیزیولوژی را تشکیل می‌دهند که برای تمام فعالیت‌ها و مطالعات پزشکی ضروری است.

مطالبی که با قلم کوچک تایپ شده‌اند شامل چند دسته گوناگون‌اند: تخت اطلاعات آناتومی، شیمی و سایر اطلاعاتی که برای زمینه‌چینی بحث لازم‌اند اما اکثر دانشجویان در دروس‌های دیگر به طور مفصل تر خواهند خواند؛ دوم، اطلاعات فیزیولوژی که اهمیت خاصی برای حوزه‌های معینی از طب بالینی دارند، سوم اطلاعاتی که برای دانشجویان علاقه‌مند به مطالعه عمیق‌تر سازوکارهای خاص فیزیولوژی، ارزشمند است.

مایلم از افراد زیادی که در آماده‌سازی این کتاب کمک کردند تشکر کنم: همکارانم در بیمارستان فیزیولوژی و بیوفیزیک مرکز پزشکی دانشگاه می‌سی‌سی‌پی که پیشنهادهای ارزشمندی به من دادند و اسامی آنها در <http://physiology.umc.edu> آمده است؛ کورتنی هورتون گراهام، مایکل اشکن و والتر گینگهام و استفانی لوکا‌س برای زحماتی که در تایپ و طراحی کشیدند؛ و ویلیام اشمیت، ریکارو لیوف و فرانک مورالس و بقیه کارکنان السویر ساندروز برای کار نظری آنها در ویراستاری و تولید. سرانجام خود را بی‌نیاز می‌دانم از تورگایتون می‌دانم، به خاطر کارهای بی‌نظیری که فیزیولوژی انجام داد، به خاطر دوستی‌ها و به بزرگی که در تألیف درسینامه فیزیولوژی پیشانی داشت و اینکه الهام‌بخش همه کسانی بود که او را می‌شناسند.

جان تی. هال

I am delighted that the 12th edition of the *Textbook of Medical Physiology* will be translated in Farsi. It is especially gratifying that this translation will be performed by expert physiologists in Iran, a country with a long and rich history of important advances in the field of medicine.

The discipline of physiology is an essential link between basic sciences and clinical medicine. Human physiologists seek to understand the functions of the human body in health and disease and to integrate the multiple physical and chemical factors into an understanding of how the sub-cellular components, cells, tissues, and organs, work together to sustain life. An overarching principle of human physiology is that the function of the body is much more than the sum of its individual parts; life relies on the total coordinated interactions of all components, not just the function of the individual parts of the body in isolation. Therefore, the *Textbook of Medical Physiology* emphasizes to a great extent the interactions among the body's many components and the feedback control systems that coordinate its activities in health and disease.

The textbook will be useful to students, physicians, and other healthcare professionals who wish to understand the fundamental principles of physiology. It is not intended to be a comprehensive reference book although each chapter has an up to date bibliography that can be used to study the subject more deeply.

I am grateful that this new translation will provide the opportunity for many additional students to learn more about the majesty of the human body and its many functions.

John E. Hall, Ph.D.

Arthur C. Guyton Professor and Chair
Department of Physiology and Biophysics
Associate Vice Chancellor for Research
University of Mississippi Medical Center
Jackson, Mississippi USA

فیزیولوژی دانش عملکرد سیستم‌های زنده است. در فیزیولوژی پزشکی، سیستم‌های بدن انسان در سلامت و بیماری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فیزیولوژی ریشه یونانی *physis* به معنای طبیعت و *logos* به معنای گفتگو یا واژه است و معنای تحت‌اللفظی آن، گفتگو درباره طبیعت یا فلسفه‌ای راجع به طبیعت می‌باشد. فیزیولوژی را به طور سنتی به دو بخش فیزیولوژی گیاهی و حیوانی تقسیم می‌کنند. فیزیولوژی انسانی گرچه شاخه‌ای از فیزیولوژی است اما اصطلاحاً فیزیولوژی جهان شمول است و مثلاً ممکن است آنچه درباره سلول‌های مخمر آموخته می‌شود قابل اطلاق به سلول‌های انسانی باشد. مانند بسیاری از علوم دیگر، نخستین نوشته‌های نظام‌مندی که فیزیولوژی مربوط می‌شود در کتاب‌های مکتب پزشکی بقراط به چشم می‌خورد که عمدتاً مبتنی بر نظریه طبیعت چهارگانه می‌باشند. ارسطو هم به فیزیولوژی پرداخته بود که البته بیشتر از دیدگاه فلسفه و الهیات به دست است. جالینوس اولین کسی بود که با روش تجربی به بررسی عملکرد بدن پرداخت. به گمان ارسطو هر بخش از بدن به منظور خاصی خلق شده و لذا آن کار خاص مربوط به آن ساختار می‌باشد. رواقیون به فیزیولوژی را همان‌طور که از ریشه یونانی آن برمی‌آید، به عنوان فلسفه‌ای درباره طبیعت معنی کردند.

شاید بتوان قدیمی‌ترین جستارهای فیزیولوژی را در نوشته‌های رازی یافت. وی برای نخستین بار در قرن هشتم پارامترهای ویژه‌ای از فیزیولوژی را شرح داد. دنبال وی دیگر دانشمند اسلامی که درباره فیزیولوژی انسانی نوشته‌هایی دارد، الکندی است. سیر بن هفدهم، ویلیام هاروی که آناتومیست بود گردش خون را به شکلی که امروزه می‌شناسیم شرح داد و شاید بتوان او را پایه‌گذار فیزیولوژی آزمایشگاهی دانست. همچنین هرمن بورهاو^۱ را برخی فیزیولوژی می‌دانند، به دلیل فعالیت شاخصی که در تدریس فیزیولوژی در لیون داشت و در سال ۱۷۰۸ در *Institutiones medicae* که در ۱۷۰۸ نوشته است. در ضمن سخن از تاریخچه فیزیولوژی، نمی‌توان از استاد بزرگ، لئوناردو داوینچی چشم‌پوشی کرد که گامهای مهمی در مطالعه فیزیولوژی برداشت. او دریکی که او از نسبت‌های بدن یا جنین داخل رحم کشیده به آثار جاودانه در علم و هنر تبدیل شده‌اند. پس فیزیولوژی که ابتدا در دامان فلسفه به دنیا آمد و با الهیات گره خورد و در دامان پزشکی رشد کرد کم‌کم راه خود را جدا کرد و با تلاش هاروی بر شالوده آناتومی و آزمایش تجربی استقرار یافت. به تدریج فیزیولوژی، از آناتومی صرف هم فاصله گرفت و روش‌های شیمی و فیزیک را به کار گرفت. فیزیولوژی مدرن امروز که از روش‌های شیمی، فیزیک و آناتومی بهره می‌جوید از قرن نوزدهم

آغاز شد. کلود برنارد در فرانسه؛ مولر، لیبیک و لودویگ در آلمان و فوستر در انگلستان را شاید بتوان از بنیانگذاران فیزیولوژی نوین دانست.

در قرن بیستم، فیزیولوژی بعد از یک قرن رشد، به دانشی کاملاً بالغ بدل شد و خود سرمنشأ تعدادی رشته‌های جدید شد که از این میان باید به بیوشیمی، بیوفیزیک، بیولوژی ملکولی و فیزیولوژی تکاملی اشاره کرد. امروزه گرایش غالب در فیزیولوژی انسانی از اعضا (organ) فاصله گرفته و معطوف به سیستم‌ها و عملکردهای آنها است. بحث‌های مهمی که امروزه در فیزیولوژی مطرح هستند شامل متابولیسم، حمل و نقل مواد در بدن (سیستم گردش خون، سیستم تنفس، کلیه‌ها، ...)، انتقال اطلاعات (سیستم عصبی، هورمون‌ها، ...)، و تنظیم دستگاه‌های درونی (هومئوستاز، فیدبک، غدد داخلی، ساختمان‌های مغزی، ...) می‌باشند.



کتاب درسمه فیزیولوژی پزشکی گایتون در جایگاهی است که نیاز به معرفی ندارد. در ترجمه حاضر که عمدتاً به دست اساتید معتبر دانشگاه‌های مختلف ایران انجام گرفته سعی شده، متنی پیراسته، دقیق و روان به دانشجویان عرضه شود. کتاب گایتون از شیواترین و روان‌ترین کتاب‌های پزشکی است اما ترجمه آن به نسبت گستردگی کتاب و لزوم حفظ روانی متن، کاری دشوار است. در ترجمه حاضر سعی کرده‌ام ضمن ثبات و روان دکتر گایتون را در عین دقت در برگردان متن، حفظ کرده و رویکردی توأم با اعتدال و استقامت از معادل‌های فارسی داشته باشیم. باشد که حاصل کار در خور جامعه فرزانه پزشکی کشور باشد.

در این ویرایش انتشارات ارجمند با همکاری مستقیم انتشارات السویر و غزال (نماینده انحصاری انتشارات السویر در ایران) و اخذ مجوز کپی رایت دست به انتشار کتاب ترجمه فارسی فیزیولوژی گایتون زده است. خوشحالیم که ترجمه فارسی فیزیولوژی گایتون به جایگاهی بین‌المللی در عرصه کتابهای پزشکی دست یافته است.

گروه مترجمان

جلد اول

فصل ۱۵: قابلیت اتساع عروق و وظایف دستگاه‌های شریانی	بخش اول: مقدمه فیزیولوژی: سلول و فیزیولوژی
۲۱۱ و وریدی	عمومی ۱۳
فصل ۱۶: گردش خون در عروق کوچک و دستگاه لنفاوی:	فصل ۱: سازمان عملکرد بدن انسان و تنظیم
۲۲۳ تبادل مایع در مویرگها، مایع بین سلولی، و جریان لنف	«محیط داخلی» ۱۵
فصل ۱۷: تنظیم موضعی جریان خون توسط بافتها:	فصل ۲: سلول و مال آن ۲۵
۲۳۹ تنظیم هومورال	فصل ۳: نقش زن‌ها ساختار پررئیس اعمال سلول،
فصل ۱۸: تنظیم عصبی گردش خون و تنظیم سریع	و تولید مثل سلول ۴۳
۲۵۱ فشار شریانی	بخش دوم: فیزیولوژی غشاء عصبی و عمل ۶۳
فصل ۱۹: نقش برتر کلیه‌ها در تنظیم درازمدت فشار شریانی و در	فصل ۴: انتقال مواد از خلال غشاء سلولی ۶۵
۲۶۵ فشارخون بالا: نظام یکپارچه تنظیم فشار	فصل ۵: پتانسیل غشا و پتانسیل عمل ۷۹
فصل ۲۰: برون‌ده قلبی، بازگشت وریدی و تنظیم آنها ۲۸۵	فصل ۶: انقباض عضله اسکلتی ۹۵
فصل ۲۱: جریان خون عضلات و برون‌ده قلبی هنگام ورزش:	فصل ۷: تحریک عضله اسکلتی؛ انتقال عصبی - عضلانی
۳۰۱ گردش خون کرونر و بیماری ایسکمیک قلب	و زوج تحریک - انقباض ۱۱۱
فصل ۲۲: نارسایی قلبی ۳۱۵	فصل ۸: انقباض و تحریک عضله صاف ۱۲۱
فصل ۲۳: در بچه‌های قلب و صداها: قلب؛ دیتامیک	بخش سوم: قلب ۱۳۱
اختلاف ۳۲۷	فصل ۹: عضله قلبی؛ قلب به عنوان یک پمپ ۱۳۳
فصل ۲۴: عملکرد قلب و فیزیولوژی درمان آن ۳۳۷	فصل ۱۰: تحریک ریتمیک قلب ۱۴۹
بخش پنجم: بیماری‌های قلب و کلیه‌ها ۳۴۹	فصل ۱۱: الکتروکاردیوگرام طبیعی ۱۵۷
فصل ۲۵: بخش‌های بدن و بیماری‌های خارج سلولی و	فصل ۱۲: ارزیابی اختلالات عضله قلبی و جریان خون
داخل سلولی؛ مایع میان بافتی ۳۵۱	کرونر به کمک الکتروکاردیوگرافی: تحلیل برداری ۱۶۵
فصل ۲۶: تشکیل ادرار توسط کلیه: I. فیلتراسیون	فصل ۱۳: آریتمی‌های قلبی و تفسیر آنها به کمک
گلومرولی، جریان خون کلیه و کنترل آنها ۳۷۳	الکتروکاردیوگرافی ۱۸۳
فصل ۲۷: تشکیل ادرار در کلیه‌ها: II. پردازش فیلترای	بخش چهارم: گردش خون ۱۹۷
گلومرولی در توبول‌ها ۳۹۹	فصل ۱۴: کلیات گردش خون؛ فیزیک پزشکی فشار،
فصل ۲۸: تنظیم اسمولاریته و غلظت سدیم مایع	جریان و مقاومت ۱۹۹
خارج سلولی ۴۲۷	
فصل ۲۹: تنظیم کلیوی پتاسیم، کلسیم، فسفات و منیزیم؛	

فصل ۳۶: هموستاز و انعقاد خون	۵۷۱
بخش ششم: تنفس	۵۸۷
فصل ۳۷: تهویه ریوی	۵۸۹
فصل ۳۸: گردش خون ریوی، ادم ریوی، مایع جنب	۶۰۵
فصل ۳۹: اصول فیزیکی تبادل گاز؛ انتشار اکسیژن و دی‌اکسیدکربن از میان غشای بافتی	۶۱۵
فصل ۴۰: انتقال اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در خون و مایعات بافتی	۶۲۹
فصل ۴۱: تنظیم تنفس	۶۴۳
فصل ۴۲: نارسایی تنفسی - پاتوفیزیولوژی، تشخیص، اکسیژن درمانی	۶۵۵

همکاری مکانیسم‌های کلیوی برای کنترل حجم خون و حجم مایع خارج سلولی	۴۴۹
فصل ۳۰: تنظیم تعادل اسید و باز	۴۷۳
فصل ۳۱: بیماری‌های کلیه و دیورتیک‌ها	۴۹۷
بخش ششم: سلول‌های خون، ایمنی، و انعقاد خون	۵۱۷
فصل ۳۲: گلبول‌های قرمز خون، کم‌خونی، و ...	۵۱۹
فصل ۳۳: مقاومت بدن در برابر عفونت: (۵) لکوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها، سیستم منوسیت - ماکروفاژ، و التهاب	۵۳۳
فصل ۳۴: مقاومت بدن در برابر عفونت: (۲) ایمنی و ...	۵۴۷
فصل ۳۵: گلبول‌های سفید؛ انتقال خون؛ پیوند بافت و پیوند عضو	۵۶۳

جلد دوم

فصل ۵۰: چشم: II. اعمال گیرنده‌ای و ...	۷۸۳
فصل ۵۱: چشم: III. فیزیولوژی بینایی در ...	۸۰۱
فصل ۵۲: حس شنوایی	۸۱۷
فصل ۵۳: حواس شیمیایی - چشایی و بویایی	۸۳۳

بخش نهم: سیستم عصبی: فیزیولوژی

حردی و ... اعصاب	۸۴۵
فصل ۵۴: اعمال حرکتی - نخاعی؛ رفلکس‌های نخاعی	۸۴۷
فصل ۵۵: کنترل عملکرد حرکتی - وسطا قشر مغز و ساقه مغز	۸۶۵
فصل ۵۶: مشارکت مخچه و هسته‌های در کنترل کلی حرکت	۸۸۳
فصل ۵۷: قشر مغز، اعمال فکری مغز، یادگیری و حافظه	۹۰۵
فصل ۵۸: مکانیسم‌های رفتاری و انگیزشی مغز - دستگاه لیمبیک و هیپوتالاموس	۹۲۳
فصل ۵۹: حالات فعالیت مغز، خواب، امواج مغزی، صرع، روان‌پریشی	۹۳۹

بخش هشتم: فیزیولوژی هوانوردی و غواصی در اعماق دریا	۶۱۷
فصل ۴۳: فیزیولوژی هوانوردی، ارتفاعات و ...	۶۷۵
فصل ۴۴: فیزیولوژی غواصی در اعماق دریا و سایر شرایط پرفشار	۸۵

بخش نهم: سیستم عصبی: اصول کلی و فیزیولوژی حسی

فصل ۴۵: سازماندهی سیستم عصبی، وظایف اصلی سیناپس‌ها، «مواد ناقل»	۶۹۳
فصل ۴۶: گیرنده‌های حسی، مدارهای نورونی پردازش اطلاعات	۶۹۵
فصل ۴۷: حواس پیکری: I. سازماندهی کلی، حس‌های لامسه و موقعیت	۷۱۵
فصل ۴۸: حس‌های پیکری: II. حس‌های درد، سردرد و حرارت	۷۳۱
	۷۴۷

بخش دهم: سیستم عصبی: حواس خاص

فصل ۴۹: چشم: I. اپتیک بینایی درد، سردرد و ...	۷۶۳
	۷۶۵

فصل ۶۰: دستگاه عصبی خودکار و قسمت مرکزی غده	فصل ۷۳: تولید انرژی و سرعت متابولیسم
فوق کلیه	فصل ۷۳: تنظیم درجه حرارت بدن و تب
فصل ۶۱: جریان خون مغز، مایع مغزی - نخاعی، و	بخش چهاردهم: غددشناسی و تولیدمثل
متابولیسم مغز	فصل ۷۴: مقدمه‌ای بر غدد درون‌ریز
بخش دوازدهم: فیزیولوژی دستگاه گوارش	فصل ۷۵: هورمون‌های هیپوفیز و نقش هیپوتالاموس در
فصل ۶۲: اصول کلی عملکرد دستگاه گوارش (حرکات،	تنظیم آنها
تنظیم عصبی و گردش خون)	فصل ۷۶: هورمون‌های متابولیک تیروئید
فصل ۶۳: حرکت و مخلوط شدن مواد غذایی در دستگاه	فصل ۷۷: هورمون‌های قشر آدرنال
گوارش	فصل ۷۸: انسولین، گلوکاگون، و دیابت
فصل ۶۴: وظایف ترشحی دستگاه گوارش	فصل ۷۹: هورمون‌های پاراتیروئید، کلسی‌تونین، متابولیسم
فصل ۶۵: آب و نمک در دستگاه گوارش	کلسیم و فسفات، ویتامین D، استخوان‌ها و دندان‌ها
فصل ۶۶: فیزیولوژی اختلالات گوارشی	فصل ۸۰: دستگاه تناسلی مذکر (و غده صنوبری)
بخش سیزدهم: متابولیسم تنظیم	فصل ۸۱: فیزیولوژی زنان پیش از بارداری و
درجه حرارت	هورمون‌های زنانه
فصل ۶۷: متابولیسم کربوهیدرات‌ها و لید AT	فصل ۸۲: بارداری و شیردهی
فصل ۶۸: متابولیسم چربی‌ها	فصل ۸۳: فیزیولوژی جنین و نوزاد
فصل ۶۹: متابولیسم پروتئین‌ها	بخش پانزدهم: فیزیولوژی ورزش
فصل ۷۰: کبد	فصل ۸۴: فیزیولوژی ورزش
فصل ۷۱: تعادل در رژیم غذایی؛ تنظیم غذاخوردن؛ چاقی	نمایه
گرسنگی؛ ویتامین‌ها و مواد معدنی	