

جلد اول

ویراست
چهاردهم

۲۰۲۱

گایتون
و هال

فیزیولوژی پزشکی

سلول، عصب و عضله، قلب، گردش خون
کلیه، خون، تنفس، فضا‌های غیرطبیعی

John E. Hall - Michael E. Hall

جان ای. هال - میشل ای. هال

ترجمه

دکتر ابوالفضل ارجمند

علی ارجمند

فهرست مطالب

۵۹	تمایز سلولی
۶۰	آپتوز - مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی
۶۱	سرطان

بخش ۲

فیزیولوژی غشاء عصب و عضله

	فصل ۴
۶۵	انتقال مواد از غشاهای سلولی
۶۵	سد لیپیدی غشای سلول و پروتئین‌های انتقالی غشای سلول
۶۶	انتشار
۷۵	«انتقال فعال» مواد از غشا

فصل ۵

۸۱	پتانسیل‌های غشا و پتانسیل‌های عمل
۸۱	فیزیک پایه پتانسیل‌های غشا
۸۴	اندازه‌گیری پتانسیل غشا
۸۴	پتانسیل استراحتی غشای نورون‌ها
۸۷	پتانسیل عمل نورون
۹۲	انتشار پتانسیل عمل
	برقراری مجدد شیب‌های یونی سدیم و پتاسیم پس از تکمیل
۹۳	پتانسیل عمل - اهمیت متابولیسم
۹۴	وجود کفه در بعضی پتانسیل‌های عمل
۹۵	ریتمیسمیته بعضی از بافت‌های تحریک‌پذیر - تخلیه تکراری
۹۶	ویژگی‌های خاص انتقال سیگنال در تنه‌های عصبی
۹۸	تحریک - فرآیند تحریک پتانسیل عمل

فصل ۶

۱۰۱	انقباض عضله اسکلتی
۱۰۱	فیزیولوژی آناتومیکی عضله اسکلتی

بخش ۱

مقدمه‌ای بر فیزیولوژی؛ فیزیولوژی عمومی و سلول

فصل ۱

۳	سازمان عملی بدن انسان و کنترل «محیط داخلی»
۳	سلول‌ها به عنوان واحدهای زنده بدن محسوب می‌شوند
۴	مابیع خارج سلولی - «محیط داخلی»
۴	هومئوستاز - حفظ محیط داخلی تقریباً ثابت
۸	دستگاه‌های کنترلی بدن

فصل ۲

۱۵	سلول و اعمال آن
۱۵	سازمان سلول
۱۶	ساختار فیزیکی سلول
۲۵	مقایسه سلول جانوری با اشکال پیش سلولی حیات
۲۶	سیستم‌های عملکردی سلول
۳۴	حرکت سلول‌ها

فصل ۳

	کنترل ژنتیک سنتز پروتئین، عملکرد سلول و تولید مثل سلولی
۳۹	
۳۹	ژن‌ها در هسته سلول
	فرآیند نسخه‌برداری: انتقال رمز DNA هسته سلول به رمز RNA
۴۲	در سیتوپلاسم
۴۷	فرآیند ترجمه: تشکیل پروتئین‌ها بر روی ریبوزوم‌ها
۴۹	سنتز مواد دیگر در سلول
۵۰	کنترل عمل ژن و فعالیت شیمیایی در سلول‌ها
۵۳	سیستم ژنتیک DNA هم‌چنین تکثیر سلولی را کنترل می‌کند

۱۷۴	عبور جریان در اطراف قلب طی چرخه قلبی	۱۰۴	مکانیسم عمومی انقباض عضله
۱۷۵	اشتقاق‌های الکتروکاردیوگرافی	۱۰۴	مکانیسم مولکولی انقباض عضله
		۱۱۰	انرژی‌تیک انقباض عضله
		۱۱۲	ویژگی‌های انقباض کل عضله

فصل ۱۲

تفسیر الکتروکاردیوگرام در اختلالات عضله قلبی و جریان

۱۸۱	خون کرونری: آنالیز برداری
۱۸۱	اصول آنالیز برداری الکتروکاردیوگرام
۱۸۴	آنالیز برداری الکتروکاردیوگرام طبیعی
۱۸۸	محور متوسط الکتریکی QRS بطنی - اهمیت آن
۱۸۸	وضعیت‌هایی که ولتاژهای غیرطبیعی کمپلکس QRS را ایجاد می‌کنند
۱۹۱	می‌کنند
۱۹۲	الگوهای طولانی شده و عجیب کمپلکس QRS
۱۹۳	جریان ضایعه
۱۹۸	اختلالات موج T

فصل ۱۳

آریتمی‌های قلبی و تفسیر الکتروکاردیوگرافیک آن‌ها

۲۰۱	ریتم‌های غیرطبیعی سینوسی
۲۰۱	ریتم‌های غیرطبیعی که از بلوک سیگنال‌های قلبی در مسیرهای هدایتی داخل قلب ناشی می‌شوند
۲۰۲	هدایتی داخل قلب ناشی می‌شوند
۲۰۵	انقباض‌های پیش‌رس
۲۰۸	تاکیکاردی حمله‌ای
۲۱۰	فیبریلاسیون بطنی
۲۱۴	فیبریلاسیون دهلیزی
۲۱۵	فلوتر دهلیزی
۲۱۶	ایست قلبی

بخش ۴

گردش خون

فصل ۱۴

۲۱۹	مرور گردش خون: فشار، جریان و مقاومت
۲۱۹	ویژگی‌های فیزیکی گردش خون
۲۲۲	اصول پایه عملکرد گردش خون
۲۲۲	ارتباطات متقابل فشار، جریان و مقاومت
۲۳۵	قابلیت اتساع عروقی

فصل ۱۰

تحریک ریتمیک قلب

۱۶۳	سیستم اختصاص عمل یافته تحریکی و هدایتی قلب
۱۶۸	کنترل تحریک و هدایت در قلب

فصل ۱۱

مبانی الکتروکاردیوگرافی

۱۷۱	امواج الکتروکاردیوگرام طبیعی
۱۷۱	

فصل ۷

انقباض عضله اسکلتی: انتقال عصبی عضلانی و جفت‌شدن

تحریک - انقباض

۱۲۱	محل اتصال عصبی عضلانی و انتقال ایمپالس‌ها از پایانه‌های عصبی به فیبرهای عضله اسکلتی
۱۲۱	عصبی به فیبرهای عضله اسکلتی
۱۲۷	پتانسیل عمل عضله
۱۲۷	جفت‌شدن تحریک - انقباض

فصل ۸

تحریک و انقباض عضله صاف

۱۳۱	انقباض عضله صاف
۱۳۱	تنظیم انقباض توسط یون‌های کلسیم
۱۳۴	کنترل عصبی و هورمونی انقباض عضله صاف
۱۳۷	

بخش ۳

قلب

فصل ۹

عضله قلبی: قلب به عنوان یک پمپ و اعمال دریچه‌های قلبی

۱۴۵	فیزیولوژی عضله قلبی
۱۴۵	چرخه قلبی
۱۵۰	تنظیم پمپاژ قلبی
۱۵۹	

فصل ۱۰

تحریک ریتمیک قلب

۱۶۳	سیستم اختصاص عمل یافته تحریکی و هدایتی قلب
۱۶۸	کنترل تحریک و هدایت در قلب

فصل ۱۱

مبانی الکتروکاردیوگرافی

۱۷۱	امواج الکتروکاردیوگرام طبیعی
۱۷۱	

کنترل برون‌ده قلبی توسط بازگشت وریدی - نقش مکانیسم
فرانک - استارلینگ قلب
۳۲۰
روش‌های اندازه‌گیری برون‌ده قلبی
۳۳۴

فصل ۲۱

جریان خون عضله و برون‌ده قلبی طی ورزش: گردش خون
کرونی و بیماری ایسکمیک قلبی
۳۳۷
تنظیم جریان خون در عضله اسکلتی طی استراحت و ورزش
گردش خون کرونی
۳۴۱

فصل ۲۲

نارسایی قلبی
دینامیک گردش خونی در نارسایی قلبی
نارسایی یک طرفه قلب چپ
نارسایی قلبی با برون‌ده پایین - شوک کاردیوژنیک
ادم در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی
ذخیره قلبی
روش گرافیکی کمی برای آنالیز نارسایی قلبی
نارسایی قلبی با اختلال عملکرد دیاستولی و کسر تخلیه
طبیعی
نارسایی قلبی با برون‌ده بالا
۳۵۳
۳۵۳
۳۵۸
۳۵۸
۳۵۹
۳۶۲
۳۶۲
۳۶۵
۳۶۶

فصل ۲۳

دریچه‌های قلبی و صداهای قلب؛ نقایص دریچه‌ای و مادرزادی
قلب
صداهای قلبی
دینامیک گردش خون غیرطبیعی در بیماری‌های دریچه‌ای
قلب
دینامیک گردش خون غیرطبیعی در نقایص مادرزادی قلب
استفاده از گردش خون خارج بدنی طی جراحی قلبی
هیپرتروفی قلب در بیماری‌های دریچه‌ای و مادرزادی قلب
۳۶۷
۳۶۷
۳۷۲
۳۷۴
۳۷۸
۳۷۸

فصل ۲۴

شوگ گردش خونی و درمان آن
علل فیزیولوژیک شوگ
شوگ ایجاد شده توسط کاهش حجم - شوگ خونریزی
دهنده
۳۷۹
۳۷۹
۳۸۰

فصل ۱۵

قابلیت اتساع عروقی و اعمال سیستم‌های شریانی و
وریدی
نض‌های فشار شریانی
وریدها و اعمال آن‌ها
۲۳۵
۲۳۷
۲۴۲

فصل ۱۶

میکروسیر کولاسیون و سیستم لنفاوی: تبادل مویرگی مایع،
مایع بینابینی و جریان لنف
ساختار میکروسیر کولاسیون و سیستم مویرگی
جریان خون در مویرگ‌ها - وازوموشن
مبادله آب، مواد غذایی و مواد دیگر بین خون و مایع بینابینی
فضای بینابینی و مایع بینابینی
فیلتراسیون مایع از مویرگ‌ها
سیستم لنفاوی
کنترل موضعی جریان خون در پاسخ به نیازهای بافتی
۲۴۹
۲۴۹
۲۵۱
۲۵۲
۲۵۳
۲۵۴
۲۶۰
۲۶۵

فصل ۱۷

کنترل موضعی و هومورال جریان خون بافت
مکانیسم‌های کنترل جریان خون
کنترل هومورال گردش خون
۲۶۵
۲۶۶
۲۷۸

فصل ۱۸

تنظیم عصبی گردش خون و کنترل سریع فشار شریانی
کنترل عصبی گردش خون
ویژگی‌های خاص کنترل عصبی فشار شریانی
۲۸۱
۲۸۱
۲۹۳

فصل ۱۹

نقش کلیه‌ها در کنترل طولانی‌مدت فشار شریانی و هیپرتانسیون؛
سیستم جامع تنظیم فشار شریانی
سیستم کلیوی - مایع بدن برای کنترل فشار شریانی
سیستم رنین - آنژیوتانسین: نقش آن در کنترل فشار شریانی
خلاصه سیستم جامع و چند جانبه تنظیم فشار شریانی
۲۹۷
۲۹۷
۳۰۶
۳۱۶

فصل ۲۰

برون‌ده قلبی، بازگشت وریدی و تنظیم آن‌ها
مقادیر طبیعی برون‌ده قلبی در استراحت و طی فعالیت
۳۱۹
۳۱۹

بخش ۵

مایعات بدن و کلیه‌ها

فصل ۲۵

تنظیم بخش‌های مایع بدن: مایعات خارج سلولی و داخل سلولی؛ ادم ۳۹۵

متعادل شدن دریافت و برون‌ده مایع طی وضعیت‌های پایا ۳۹۵
بخش‌های مایع بدن ۳۹۶
اجزای تشکیل‌دهنده مایعات خارج و داخل سلولی ۳۹۸
اندازه‌گیری حجم‌های مایع در بخش‌های مختلف مایع بدن - اصل رقیق‌شدن ماده نشاندار ۳۹۹

تنظیم تبادل مایع و تعادل اسمزی بین مایع داخل سلولی و خارج سلولی ۴۰۱

حجم و اسمولالیته مایعات خارج سلولی و داخل سلولی در وضعیت‌های غیرطبیعی ۴۰۴

گلوکز و محلول‌های دیگری که برای اهداف تغذیه‌ای تجویز می‌شوند ۴۰۶

اختلالات بالینی تنظیم حجم مایع: هیپوناترمی و هیپرناترمی ۴۰۷
ادم: مایع اضافی در بافت‌ها ۴۰۹

مایعات «فضاهای بالقوه» بدن ۴۱۵

فصل ۲۶

دستگاه ادراری: آناتومی عملکردی و تشکیل ادرار توسط کلیه‌ها ۴۱۷

اعمال متعدد کلیه‌ها ۴۱۷

آناتومی فیزیولوژیک کلیه‌ها ۴۱۹
ادرار کردن ۴۲۲

تشکیل ادرار توسط فیلتراسیون گلومرولی، بازجذب توپولی و ترشح توپولی ۴۲۷

فصل ۲۷

فیلتراسیون گلومرولی، جریان خون کلیه و کنترل آن ۴۳۱

فیلتراسیون گلومرولی - اولین گام در تشکیل ادرار ۴۳۱

عوامل تعیین‌کننده GFR ۴۳۴

جریان خون کلیه ۴۳۷

کنترل فیزیولوژیک فیلتراسیون گلومرولی و جریان خون کلیه ۴۳۹

خودتنظیمی GFR و جریان خون کلیه ۴۴۱

فصل ۲۸

ترشح و بازجذب توپولی کلیه ۴۴۷

بازجذب توپولی از نظر کمی زیاد و کاملاً انتخابی است ۴۴۷

بازجذب توپولی شامل مکانیسم‌های فعال و غیرفعال است ۴۴۸

بازجذب و ترشح در بخش‌های مختلف نفرون ۴۵۵

تنظیم بازجذب توپولی ۴۶۳

استفاده از روش‌های کلیپراس برای کمی کردن عملکرد کلیه ۴۷۰

فصل ۲۹

تغلیظ و ترقیق ادرار؛ تنظیم مایع خارج سلولی، اسمولالیته و غلظت سدیم ۴۷۷

دفع آب اضافی از کلیه‌ها توسط تشکیل ادرار رقیق ۴۷۷

کلیه‌ها از طریق دفع ادرار غلیظ آب را حفظ می‌کنند ۴۷۹
مکانیسم چند برابر کننده جریان مخالف فضای هیپراسموتیک

مدولای کلیه را ایجاد می‌کند ۴۸۱

ویژگی‌های خاص قوس هنله که باعث احتباس مواد محلول در

مدولای کلیه می‌شوند ۴۸۱

کنترل اسمولالیته مایع خارج سلولی و غلظت سدیم ۴۹۰

سیستم بازخوردی گیرنده اسمزی - ADH ۴۹۱

اهمیت تشنگی در کنترل اسمولالیته مایع خارج سلولی و غلظت سدیم ۴۹۴

فصل ۳۰

تنظیم کلیوی پتاسیم، کلسیم، فسفات و منیزیم؛ جامعیت بخشی مکانیسم‌های کلیوی کنترل‌کننده حجم خون و حجم مایع خارج سلولی ۴۹۹

تنظیم غلظت پتاسیم مایع خارج سلولی و دفع پتاسیم ۴۹۹

تنظیم دفع کلیوی کلسیم و غلظت یون کلسیم خارج سلولی ۵۰۷

۵۴۷	مدرها و بیماری‌های کلیه
۵۴۷	مدرها و مکانیسم عمل آن‌ها
۵۵۰	بیماری‌های کلیه
۵۵۰	آسیب حاد کلیه
۵۵۳	بیماری مزمن کلیه اغلب با کاهش غیرقابل برگشت تعداد نفرون‌های عملکردی همراه است

بخش ۶

سلول‌های خونی، ایمنی و انعقاد خون

۵۷۱	سلول‌های قرمز خون، کم‌خونی و پلی‌سیتمی
۵۷۱	سلول‌های قرمز خون (اریتروسیت‌ها)
۵۸۰	کم‌خونی‌ها
۵۸۲	پلی‌سیتمی

فصل ۳۳

۵۸۵	مقاومت بدن در برابر عفونت: (۱) لکوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها، سیستم منوسیت - ماکروفاژ، و التهاب
۵۸۵	لکوسیت‌ها (سلول‌های سفید خون)
۵۸۷	نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها در برابر عفونت‌ها دفاع می‌کنند
۵۹۰	سیستم منوسیت - ماکروفاژ سلول (سیستم رتیکولاندوتلیال)
۵۹۲	التهاب: نقش نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها
۵۹۵	اُتوزینوفیل‌ها
۵۹۶	بازوفیل‌ها
۵۹۶	لکوپنی
۵۹۷	لوسمی‌ها

فصل ۳۴

۵۹۹	مقاومت بدن نسبت به عفونت: (۲) ایمنی و آلرژی
۵۹۹	ایمنی اکتسابی (سازشی)
۶۱۳	آلرژی و حساسیت مغرط

فصل ۳۵

۶۱۷	گروه‌های خونی: انتقال خون؛ پیوند بافت و اعضاء
۶۱۷	ویژگی آنتی‌ژنی باعث واکنش‌های ایمنی خون می‌شود

۵۱۰	تنظیم دفع کلیوی فسفات
۵۱۱	تنظیم دفع کلیوی منیزیم و غلظت یون منیزیم خارج سلولی
۵۱۱	جامعیت بخشی مکانیسم‌های کلیوی کنترل مایع خارج سلولی
۵۱۳	اهمیت ناتیوریز فشاری و دیورز فشاری در حفظ سدیم بدن و تعادل مایع
۵۱۵	توزیع مایع خارج سلولی بین فضاها بینابینی و سیستم وریدی
۵۱۶	عوامل عصبی و هورمونی کارایی کنترل بازخوردی کلیوی - مایع بدنی را افزایش می‌دهند
۵۲۰	پاسخ‌های جامعیت یافته نسبت به تغییرات دریافت سدیم
۵۲۱	وضعیت‌هایی که باعث افزایش زیادی در حجم خون و حجم مایع خارج سلولی می‌شوند
۵۲۱	وضعیت‌هایی که با حجم خون طبیعی باعث افزایش زیادی در حجم مایع خارج سلولی می‌شوند
۵۲۱	حجم مایع خارج سلولی می‌شوند

فصل ۳۱

تنظیم اسید - باز

۵۲۳	غلظت یون هیدروژن به طور دقیقی تنظیم می‌شود
۵۲۳	اسیدها و بازها - تعاریف و مفاهیم
۵۲۵	دفاع در برابر تغییرات غلظت H^+ : بافرها، ریه‌ها و کلیه‌ها
۵۲۵	بافری کردن H^+ در مایعات بدن
۵۲۵	سیستم بافر بیکربنات
۵۲۹	سیستم بافری فسفات
۵۲۹	پروتئین‌ها بافرهای مهم داخل سلولی هستند
۵۳۰	تنظیم تنفسی تعادل اسید - باز
۵۳۲	کنترل کلیوی تعادل اسید - باز
۵۳۳	ترشح H^+ و باز جذب HCO_3^- توسط توبول‌های کلیه
۵۳۵	ترکیب H^+ اضافی با بافرهای فسفاتی و آمونیاکی در توبول، HCO_3^- «جدید» تولید می‌کند
۵۳۸	کمی کردن دفع کلیوی اسید - باز
۵۳۸	تنظیم ترشح H^+ توسط توبول کلیه
۵۳۹	تصحیح کلیوی اسیدوز - افزایش دفع H^+ و اضافه کردن HCO_3^- به مایع خارج سلولی
۵۴۰	تصحیح کلیوی آلکالوز - کاهش ترشح توبولی H^+ و افزایش دفع HCO_3^-

۶۷۴	ترکیب هوای حبابچه‌ای از هوای جو متفاوت است	۶۱۷	گروه‌های خونی O-A-B
۶۷۷	انتشار گازها از غشای تنفسی	۶۲۰	انواع Rh خونی
		۶۲۲	واکنش‌های انتقال خونی ناشی از گروه‌های خونی نامتجانس
		۶۲۳	پیوند بافت‌ها و اندام‌ها

فصل ۴۱

۶۸۵	انتقال اکسیژن و دی‌اکسید کربن در خون و مایعات بافتی
۶۸۵	انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بافت‌های بدن
۶۹۵	انتقال دی‌اکسید کربن در خون
۶۹۸	نسبت تبادل تنفسی

فصل ۴۲

۶۹۹	تنظیم تنفس
۶۹۹	مرکز تنفسی
۷۰۱	کنترل شیمیایی تنفس
	سیستم گیرنده شیمیایی محیطی برای کنترل فعالیت تنفسی
۷۰۴	- نقش اکسیژن در کنترل تنفسی
۷۰۷	تنظیم تنفس طی ورزش

فصل ۴۳

۷۱۳	نارسایی تنفسی - پاتوفیزیولوژی، تشخیص، اکسیژن درمانی
۷۱۳	شیوه‌های مؤثر مطالعه اختلالات تنفسی
۷۱۶	پاتوفیزیولوژی اختلالات خاص ریوی
۷۲۰	هیپوکسی و اکسیژن درمانی
۷۲۲	هیپرکاپنی - دی‌اکسید کربن اضافی در مایعات بدن
۷۲۳	تنفس مصنوعی

بخش ۸

فیزیولوژی هوانوردی، فضایی و غواصی اعماق دریا

فصل ۴۴

۷۲۷	فیزیولوژی هوانوردی، فضایی و ارتفاعات بلند
۷۲۷	آثار فشار اکسیژن پایین بر بدن

فصل ۴۵

۷۳۹	فیزیولوژی غواصی اعماق دریا و وضعیت‌های هیپرباریک دیگر
۷۴۰	اثر فشارهای سهمی بالای جداگانه گازها بر بدن

فصل ۳۷

هموستاز و انعقاد خون

۶۲۵	وقایع رخ داده در هموستاز
۶۲۸	مکانیسم انعقاد خون
۶۳۵	وضعیت‌هایی که باعث خونریزی اضافی در انسان‌ها می‌شود
۶۳۷	وضعیت‌های ترومبوسیتوپنیک
۶۳۸	استفاده بالینی از ضد انعقادها
۶۴۰	آزمون‌های انعقاد خون

بخش ۷

تنفس

فصل ۳۸

تهویه ریوی

۶۴۵	مکانیک تهویه ریوی
۶۴۵	حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی
۶۵۰	تهویه حبابچه‌ای
۶۵۳	

فصل ۳۹

گردش خون ریوی، ادم ریوی و مایع جنبی

۶۶۱	آناتومی فیزیولوژیک سیستم گردش خون ریوی
۶۶۱	فشارها در سیستم ریوی
۶۶۲	حجم خون ریه‌ها
۶۶۳	جریان خون ریه‌ها و توزیع آن
۶۶۳	اثر شیب‌های فشار هیدروستاتیک در ریه‌ها بر جریان خون
۶۶۴	منطقه‌ای ریه
۶۶۷	دینامیک مویرگ ریوی
۶۶۹	مایع در حفره جنبی

فصل ۴۰

۶۷۱	اصول فیزیکی تبادل گاز؛ انتشار اکسیژن و دی‌اکسید کربن در غشای تنفسی
-----	--

۸۱۰	سیستم سرکوب گر (بی حسی) درد در مغز و نخاع
۸۱۲	درد راجعه
۸۱۲	درد احشایی
۸۱۸	حس های حرارتی

غواصی از طریق دستگاه مستقل زیر آبی (اسکوبا) ۷۴۵

بخش ۹

سیستم عصبی: الف) اصول عمومی و فیزیولوژی حس

فصل ۴۶

سازمان سیستم عصبی، اعمال پایه سیناپس ها و میانجی های عصبی ۷۴۷

۷۴۷	طرح کلی سیستم عصبی
۷۵۰	سطوح اصلی عملکرد سیستم عصبی مرکزی
۷۵۱	مقایسه سیستم عصبی با کامپیوتر
۷۵۱	سیناپس های سیستم عصبی مرکزی
۷۶۸	ویژگی های خاص انتقال سیناپسی

فصل ۴۷

گیرنده های حسی، مدارهای نورونی پردازش اطلاعات ۷۷۱

۷۷۱	انواع گیرنده های حسی و تحریکاتی که تشخیص می دهند
۷۷۳	تبدیل تحریکات حسی به ایمپالس های عصبی
۷۷۸	انتقال سیگنال هایی با شدت های متفاوت در مسیرهای عصبی - جمع فضایی و زمانی
۷۷۹	انتقال و پردازش سیگنال ها در مجتمع های نورونی
۷۸۵	عدم ثبات و ثبات مدارهای نورونی

فصل ۴۸

حس های پیکری: ۱) سازمان عمومی، حس های لمسی و وضعیتی ۷۸۷

۷۸۷	مسیرهای حسی برای انتقال سیگنال های پیکری به داخل سیستم عصبی مرکزی
۷۹۰	انتقال در سیستم ستون خلفی - لمنیسکوس میانی
۷۹۱	انتقال سیگنال های حسی در مسیر قدامی جانبی

فصل ۴۹

حس های پیکری: ۲) درد، سردرد و حس های حرارتی ۸۰۵

۸۰۵	درد سریع و درد آهسته و کیفیات آنها
۸۰۵	گیرنده های درد و تحریک آنها
۸۰۷	مسیرهای دوگانه انتقال سیگنال های درد به داخل سیستم عصبی مرکزی

بخش ۱۰

سیستم عصبی: ب) حس های ویژه

فصل ۵۰

۸۲۳	چشم: ۱) اپتیک بینایی
۸۲۳	اصول فیزیکی اپتیک
۸۲۸	اپتیک چشم
۸۳۶	سیستم مایع چشم - مایع داخل چشمی

فصل ۵۱

۸۳۹	چشم: ۲) عملکرد گیرندگی و عصبی شبکه
۸۳۹	آناتومی و عملکرد اجزای ساختاری شبکه
۸۴۲	فتوشیمی بینایی
۸۴۸	رنگ بینی
۸۵۰	عملکرد عصبی شبکه

فصل ۵۲

۸۵۹	چشم: ۳) نور فیزیولوژی بینایی
۸۵۹	مسیرهای بینایی
۸۶۰	سازمان و عملکرد قشر بینایی
۸۶۳	الگوهای تحریک نورونی طی تجزیه و تحلیل تصاویر بینایی
۸۶۶	حرکات چشم و کنترل آنها
۸۷۰	کنترل خودمختار تطابق و اندازه مردمک

فصل ۵۳

۸۷۵	حس شنوایی
۸۷۵	پرده صماخ و سیستم استخوانچه های
۸۷۷	حلزون
۸۸۴	مکانیسم های مرکزی شنوایی

فصل ۵۴

۸۹۱	حس های شیمیایی - چشایی و بویایی
-----	---------------------------------

۵۹ فصل	سیستم لیمبیک و هیپوتالاموس - مکانیسم‌های رفتاری و انگیزشی مغز	۸۹۱	حس چشایی
۹۷۹	سیستم‌های فعال‌کننده - وادارکننده مغز	۸۹۷	حس بویایی
۹۷۹	سیستم لیمبیک		
۹۸۳	هیپوتالاموس، مرکز کنترلی اصلی سیستم لیمبیک		
۹۸۴	اعمال خاص بخش‌های دیگر سیستم لیمبیک		

بخش ۱۱

سیستم عصبی: (ج) نوروفیزیولوژی حرکتی و جامعیت‌دهنده

فصل ۵۵

۹۰۵	اعمال حرکتی نخاع؛ بازتاب‌های نخاعی
۹۰۵	سازمان‌بندی نخاع برای اعمال حرکتی
۹۰۷	گیرنده‌های حسی عضله (دوک‌های عضله و اندام‌های وتری گلژی) و نقش آنها در کنترل عضله
۹۱۵	بازتاب خم‌کننده و بازتاب‌های عقب‌کشیدن
۹۱۶	بازتاب بازکننده متقاطع
۹۱۷	مهار متقابل و عصب‌گیری متقابل
۹۱۷	بازتاب‌های وضعیتی و حرکتی

فصل ۵۶

۹۲۱	کنترل قشری و ساقه مغزی اعمال حرکتی
۹۲۱	قشر مغز و راه قشری نخاعی
۹۳۰	کنترل اعمال حرکتی توسط ساقه مغز
۹۳۲	حس‌های دهلیزی و حفظ تعادل

فصل ۵۷

۹۳۹	نقش مخچه و عقده‌های قاعده‌ای در کنترل کلی حرکت
۹۳۹	مخچه و اعمال حرکتی آن
۹۵۲	عقده‌های قاعده‌ای - اعمال حرکتی آنها
۹۵۹	جمع‌بندی بخش‌های متعدد کل سیستم کنترل حرکتی

فصل ۵۸

۹۶۱	قشر مغز، اعمال فکری مغز، حافظه و یادگیری
۹۶۱	آناتومی فیزیولوژیک قشر مغز
۹۶۲	اعمال مناطق خاص قشری
۹۷۱	عمل رابط پینه‌ای و رابط قدامی در انتقال افکار، حافظه‌ها، مهارت‌ها و اطلاعات دیگر بین دو نیمکره مغز
۹۷۲	افکار، خودآگاهی و حافظه

بخش ۱۲

فیزیولوژی گوارش

فصل ۶۳

۱۰۴۳	اصول اعمال گوارشی - حرکت، کنترل عصبی و گردش خون
۱۰۴۳	اصول کلی حرکت در لوله گوارش
۱۰۴۶	کنترل عصبی اعمال گوارشی - سیستم عصبی انتریک
۱۰۴۹	کنترل هورمونی حرکات گوارشی
۱۰۵۱	حرکات عملکردی در لوله گوارش
۱۰۵۲	جریان خون لوله گوارش - "گردش خون اسپلانکتیک"

۱۱۵۳	فصل ۷۰ متابولیسم پروتئین	۱۰۵۷	فصل ۶۴ پیشبرد و مخلوط کردن غذا در لوله گوارش
		۱۰۵۷	دریافت غذا
۱۱۶۳	فصل ۷۱ کبد	۱۰۶۰	اعمال حرکتی معده
		۱۰۶۴	حرکات روده کوچک
		۱۰۶۷	حرکات کولون
		۱۰۷۰	دیگر بازتاب‌های خودمختار مؤثر بر فعالیت روده
۱۱۷۳	فصل ۷۲ تعادلات رژیمی؛ تنظیم دریافت غذا، چاقی مفرط و گرسنگی بیش از حد؛ ویتامین‌ها و مواد معدنی	۱۰۷۱	فصل ۶۵ اعمال ترشحاتی لوله گوارش
۱۱۷۳	تعادل بین ورودی و خروجی انرژی تحت شرایط پایا	۱۰۷۱	اصول عمومی ترشحات لوله گوارش
۱۱۷۶	تنظیم دریافت غذا و ذخیره انرژی	۱۰۷۴	ترشح بزاق
۱۱۹۹	فصل ۷۳ انرژی‌تیک و سرعت متابولیسم	۱۰۷۶	ترشح معدی
۱۲۱۱	فصل ۷۴ تنظیم درجه حرارت بدن و تب	۱۰۸۲	ترشح لوزالمعدی
۱۲۱۱	درجه حرارت‌های طبیعی بدن	۱۰۸۶	ترشح صفرا توسط کبد
۱۲۱۱	درجه حرارت بدن توسط تعادل بین تولید گرما و اتلاف آن	۱۰۹۱	ترشحات روده کوچک
۱۲۱۱	کنترل می‌شود		
۱۲۱۷	تنظیم درجه حرارت بدن - نقش هیپوتالاموس		
۱۲۲۴	اختلالات تنظیم درجه حرارت بدن		
بخش ۱۴			
اندوکرینولوژی و تولیدمثل			
۱۲۲۹	فصل ۷۵ مقدمه‌ای بر اندوکرینولوژی	۱۰۹۳	فصل ۶۶ هضم و جذب در لوله گوارش
۱۲۲۹	هماهنگی اعمال بدن توسط پیک‌های شیمیایی	۱۰۹۳	هضم غذاهای مختلف توسط هیدرولیز
۱۲۳۰	ساختار شیمیایی و سنتز هورمون‌ها	۱۰۹۸	اصول پایه جذب گوارشی
۱۲۳۴	ترشح، انتقال و پاک‌شدن هورمون از خون	۱۱۰۰	جذب در روده باریک
۱۲۳۶	مکانیسم عمل هورمون‌ها	۱۱۰۵	جذب در روده بزرگ: تشکیل مدفوع
۱۲۲۹	فصل ۶۷ فیزیولوژی اختلالات گوارشی		
بخش ۱۳			
تنظیم متابولیسم و درجه حرارت			
۱۲۳۴	فصل ۶۸ متابولیسم کربوهیدرات‌ها و تشکیل آدنوزین تری‌فسفات		
۱۲۳۶	فصل ۶۹ متابولیسم چربی		
۱۲۴۷	غده هیپوفیز و ارتباط آن با هیپوتالاموس	۱۱۳۳	ساختار شیمیایی پایه تری‌گلیسیریدها (اسیدهای خنثی)
۱۲۴۹	هیپوتالاموس ترشح هیپوفیز را کنترل می‌کند	۱۱۳۳	انتقال لیپیدها در مایعات بدن

۱۲۵۱	اعمال فیزیولوژیک هورمون رشد	فصل ۸۱
۱۲۶۰	غده هیپوفیز خلفی و ارتباط آن با هیپوتالاموس	اعمال تولید مثلی و هورمونی مرد (و عملکرد غده پینتال)
۱۳۶۲		اسپرما توژنز
۱۳۶۸		عمل جنسی مرد
۱۳۷۰		تستوسترون و هورمون های دیگر جنسی مرد
۱۳۸۳		آناتومی فیزیولوژیک اعضای جنسی زن
		فصل ۸۲
۱۳۸۳	فیزیولوژی زن قبل از بارداری و هورمون های زنانه	
۱۳۸۳		اووژنز و تکامل فولیکولی در تخمدان ها
۱۳۸۴		سیستم هورمونی زن
۱۳۸۵		چرخه ماهانه تخمدانی: عمل هورمون های گنادوتروپیک
۱۳۹۰		اعمال هورمون های تخمدانی - استرادیول و پروژسترون
		تنظیم ریتم ماهانه زن - تعامل بین هورمون های تخمدانی و
۱۳۹۷		هیپوتالاموسی - هیپوفیزی
۱۴۰۲		عمل جنسی زن
		فصل ۸۳
۱۴۰۷		بارداری و شیردهی
۱۴۰۷		بلوغ و لقاح تخمک
۱۴۰۹		تغذیه اولیه رویان
۱۴۱۰		آناتومی تکاملی و فیزیولوژیک جفت
۱۴۱۳		عوامل هورمونی در بارداری
۱۴۲۰		زایمان
۱۴۲۳		شیردهی
		فصل ۸۴
۱۴۲۹		فیزیولوژی جنین و نوزاد
		بخش ۱۵
		فیزیولوژی ورزش
		فصل ۸۵
۱۴۴۷		فیزیولوژی ورزش
۱۲۶۳	هورمون های متابولیک تیروئید	
۱۲۶۵	سنتز و ترشح هورمون های متابولیک تیروئید	
۱۲۶۹	اعمال فیزیولوژیک هورمون های تیروئیدی	
۱۲۷۴	تنظیم ترشح هورمون تیروئید	
		فصل ۷۸
۱۲۸۳	هورمون های قشر آدرنال	
	کورتیکوستروئیدها، مینرالوکورتیکوئیدها، گلوکوکورتیکوئیدها	
۱۲۸۳	و آندروژن ها	
۱۲۸۳	سنتز و ترشح هورمون های قشر آدرنال	
۱۲۸۸	اعمال مینرالوکورتیکوئیدها - آلدوسترون	
۱۲۹۳	اعمال گلوکوکورتیکوئیدها	
		فصل ۷۹
۱۳۰۷	انسولین، گلوکاگون و دیابت قندی	
۱۳۰۸	انسولین و آثار متابولیک آن	
۱۳۲۰	گلوکاگون و اعمال آن	
۱۳۲۲	خلاصه تنظیم گلوکز خون	
		فصل ۸۰
۱۳۳۳	هورمون پاراتیروئید، کلسی تونین، متابولیسم کلسیم و فسفات، ویتامین D، استخوان و دندان	
	مرور مکانیسم های تنظیم کلسیم و فسفات در مایع خارج سلولی	
۱۳۳۳	و پلاسما	
۱۳۳۶	استخوان و ارتباط آن با کلسیم و فسفات خارج سلولی	
۱۳۴۲	ویتامین D	
۱۳۴۵	هورمون پاراتیروئید	
۱۳۴۹	کلسی تونین	
۱۳۵۰	خلاصه کنترل غلظت یون کلسیم	
۱۳۵۵	فیزیولوژی دندان	

پیشگفتار مؤلفین

از اصول فیزیولوژی را در قالب اصطلاحات علوم مولکولی و فیزیکی، و نه صرفاً ارایه مجموعه‌ای از پدیده‌های جداگانه و مستقل، بدون هرگونه توضیح صرف زیست‌شناسانه امکان‌پذیر ساخته است. به هر حال، وقایع مولکولی که اساس اعمال بدن را توضیح می‌دهد، فقط توضیح نسبی در زمینه فیزیولوژی انسانی فراهم می‌کنند و عملکرد کلی بدن انسان نیازمند سیستم‌های کنترلی پیچیده‌ای است که با یکدیگر ارتباط داشته، اعمال مولکولی سلول‌ها، بافت‌ها و اعضای بدن را در حالت سلامت و بیماری هماهنگ می‌کنند.

با چنین نگرشی دیگر کتاب فیزیولوژی پزشکی صرفاً کتاب مرجع و دانشنامه‌ای نبود که درصدد فراهم کردن چکیده‌ای موجز برای توجیه علمی بیشتر پیشرفت‌های اخیر در زمینه فیزیولوژی باشد، بلکه به کتابی تبدیل شد که به رسم دیرینه خود عمل کند: یعنی نگارش کتابی که روند روزآمد شدن آن برای دانشجویان ادامه داشته، محوریت کارش تأکید بر اصول پایه فیزیولوژی باشد و برای شروع کار حرفه‌ای در حوزه‌های مختلف پزشکی و بهداشت، مثل پزشکی، دامپزشکی، پرستاری و حتی دانشجویان مقاطع تکمیلی در علوم زیست‌شناسی و بهداشت مورد استفاده قرار گیرد. هم‌چنین منبعی با این ویژگی‌ها می‌توانست برای پزشکان و دست‌اندرکاران حرفه‌ای بهداشتی که درصدد مرور مبانی پایه مورد نیاز این علم برای فهم پاتوفیزیولوژی بیماری‌های انسانی بودند، مفید واقع شود. ما در این سال‌ها سعی کرده‌ایم همواره همان ترتیب و سازماندهی یکپارچه کتاب را که در گذشته برای دانشجویان مفید بوده، به طریقی حفظ کنیم و اطمینان داریم که کتاب توانسته به حد کافی برای دانشجویانی که سعی داشتند به طور مداوم آن را حتی طی دوره زندگی حرفه‌ای‌شان استفاده کنند، مفید و جامع باشد.

امید داریم کتاب در حد بضاعت علمی ما توانسته باشد عظمت و شگفتی بدن انسان و کارکردهای آنرا بنمایاند و در

تقریباً ۶۵ سال پیش ویرایش نخست کتاب فیزیولوژی پزشکی گایتون توسط آرتور گایتون به رشته تحریر درآمد. برخلاف بیشتر کتب مرجع اصلی پزشکی که در آن ۲۰ و یا بیش از این تعداد نویسنده مشارکت داشتند، ۸ ویراست اول کتاب فیزیولوژی پزشکی گایتون به طور کامل توسط دکتر گایتون نگاشته شد و تقریباً تا ۴۰ سال هر ویراست جدید با برنامه زمانی مشخص به بازار نشر وارد گردید. دکتر گایتون با نگارش این کتاب به شیوه‌ای شفاف و جالب موهبتی را برای به فعل درآوردن ایده‌های پیچیده ارتباط فراهم نمود که به نوبه خود مطالعه فیزیولوژی را جالب و سرگرم‌کننده نمود. وی با داشتن این ایده به نگارش کتاب همت گماشت تا کمکی به دانشجویان بنماید تا فیزیولوژی را برای فهم و نه برای تأثیرگذاری بر همکاران حرفه‌ای‌شان فرا گیرند.

دکتر جان هال حدود ۳۰ سال صمیمانه با دکتر گایتون کار کرد و از این بابت افتخار نوشتن بخش‌هایی از ویراست‌های نهم و دهم کتاب نصیب وی گردید، و هم از این رو مسؤولیت تکمیل ویراست‌های بعدی کتاب به ایشان سپرده شد.

دکتر مایکل هال در آماده‌سازی ویراست چهاردهم فیزیولوژی پزشکی مشارکت کرد. وی پزشک محربی در زمینه طب داخلی، کاردیولوژی و فیزیولوژی است که دیدگاه‌های جدیدی را برای کمک به اهداف مورد نظر در ویراست‌های قبلی مطرح نمود، به عنوان مثال توضیح مطالب مربوط به عملکرد یکپارچه سلول‌های مختلف، بافت‌ها و اعضای بدن در حفظ حیات در قالب زبانی کاملاً قابل فهم و ساده برای دانشجویان.

این وظایف چالش برانگیز و در عین حال بسیار جالب می‌نمود، زیرا دانش فیزیولوژی با روند پیشرفت فزاینده خود همواره درصدد پرده‌برداری و رازگشایی از رموز جدید اعمال بدن بوده است. به علاوه پیشرفت حاصل در فیزیولوژی مولکولی و سلولی هم به نوبه خود امکان توصیف بسیاری

این روند مشوق و محرک دانشجویان برای مطالعه فیزیولوژی طی دوره تحصیلی‌شان باشد. ناگفته نماند فیزیولوژی حلقه ارتباطی بین علوم پایه و پزشکی است. جذابیت و زیبایی شکوهمند فیزیولوژی در این است که اعمال جداگانه و اختصاصی سلول‌های متفاوت بدن، بافت‌ها و اعضا را به صورت یک واحد و تمامیت عملکردی (بدن انسان) تکمیل و جمع‌بندی می‌کند. در واقع، بدن انسان واقعیتی به مراتب بیشتر و پیچیده‌تر از مجموع بخش‌های جداگانه اجزایش است و حیات به طور کلی بر این عملکرد یکپارچه مبتنی است، نه صرفاً بر پایه عملکرد بخش‌های مجزا و جداگانه بدن، آن هم به طور مستقل از بخش‌های دیگر.

داشتن دیدگاه فوق ما را به پرسش مهمی در این زمینه رهنمون می‌کند: چگونه اعضا و دستگاه‌های جداگانه برای حفظ اعمال خاص کل بدن آرایش و هماهنگی یافته‌اند؟ اما پاسخ کاملاً بدیهی است، چرا که خوشبختانه بدن ما از موهبت داشتن شبکه وسیعی از سیستم‌های کنترلی بازخوردی برخوردار شده که امکان نیل به تعادل مورد نیاز را، که در غیاب آن ما قادر به ادامه حیات نبودیم، برایمان به ارمغان آورده است. فیزیولوژیست‌ها این سطح عالی از کنترل اعمال داخلی بدن را "هومئوستاز" می‌نامند. در وضعیت‌های بسیاری این گونه تعادلات عملکردی اغلب به طور شدید و جدی مغشوش شده، به اصطلاح هومئوستاز مختل می‌شود. وقتی حتی یک اغتشاش جزئی و جداگانه به حد خود نزدیک می‌شود، دیگر کل بدن نمی‌تواند حیات داشته باشد. از این رو از جمله اهداف پیش روی کتاب حاضر تأکید بر کارایی، شگفتی و زیبایی مکانیسم‌های هومئوستاز و نیز عملکردهای غیرطبیعی آن در فرایند بیماری‌ها می‌باشد.

هدف دیگر این بوده که صحت مطالب علمی کتاب تا حد امکان دقیق باشد. با چنین هدفی پیشنهادات و انتقادات جمع‌آوری شده از بسیاری دانشجویان، فیزیولوژیست‌ها و متخصصین بالینی در سراسر دنیا امکان نیل به صحت و دقت واقعی مطالب و نیز موازنه و میانه‌روی در مباحث کتاب را عملی ساخت. بنابراین استمداد ما هم چنان تداوم داشته، حتی به علت احتمال بروز اشتباه در چینش هزاران جزء اطلاعاتی در کتاب، ما مایل هستیم تقاضای جدی و بیشتری را دوباره با این مضمون برای خوانندگان مطرح کنیم که تذکرات و پیشنهادات خود در مورد اشتباهات کتاب را یادآور شوند.

از آنجا که فیزیولوژیست‌ها به خوبی بر اهمیت مکانیسم‌های بازخوردی برای عملکرد مطلوب و بهینه بدن انسان آگاهی دارند، بازخوردهای خوانندگان نیز برای نیل به اصلاح و بهبودی فزاینده در محتوای کتاب مفید و مهم خواهد بود. برای خیل عظیم خوانندگان و منتقدینی که در گذشته به هر دلیل ما را مورد لطف قرار داده، یاری نموده‌اند، ارادت و سپاسگذاری خالصانه خود را با این جمله کوتاه بازگو می‌کنیم: "بازخوردها و نظرات شما ما را در بهبود محتوای کتاب کمک شایانی کرد." در این جا ذکر توضیحات مختصری در مورد بعضی ویژگی‌های ویراست چهاردهم کتاب ضروری به نظر می‌رسد. گرچه بسیاری از فصول کتاب با هدف ارائه اصول فیزیولوژی و نمایش تصاویر جدید مربوط مورد بازبینی و تجدید نظر قرار گرفت، اما برای محدود نمودن وسعت و گستره مطالب کتاب، به نحوی که بتواند به طور مؤثر و موجز در دوره‌های درس فیزیولوژی دانشجویان پزشکی و مراقبین حرفه‌ای بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد، حجم کتاب به کرات به طور دقیق مورد بررسی و پایش قرار گرفت. در این راستا بسیاری از تصاویر کتاب دوباره اصلاح و به صورت رنگی بازسازی و به مجموعه اضافه گردید. منابع جدیدتر در ابتدا با اهداف کلی ارائه اصول جدید فیزیولوژی، ارتقاء کیفیت خود منابع و دسترسی آسان‌تر به آنها به کتاب اضافه شد. در بخش کتاب‌شناسی و منابع انتخابی در پایان هر فصل به طور عمده مقالات تحقیقی برگرفته از نشریات معتبر علمی که در سال‌های اخیر چاپ شده، گنجانده شد که به سادگی با دسترسی به پایگاه استنادی PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) قابل‌بازبایی است. بهره‌گیری از این منابع و نیز ارجاعات متقابل (cross referencing) حاصل از آنها می‌تواند پوشش تقریباً کاملی از همه حوزه‌های فیزیولوژی را به دانشجو عرضه نماید.

با وجودی که تا حد امکان سعی در کامل بودن و خلاصه بودن کتاب بوده، ولی متأسفانه این هدف در مواردی با ارائه نظرات پیچیده و تعصب‌آمیز بسیاری از اصول فیزیولوژی، نه آنطور که ما به طور طبیعی و عادی تمایل به اظهار آن داشتیم، عملی گشت، ولی با این وجود بخش منابع می‌تواند برای بهره‌گیری و فراگیری بهتر مطالب مورد بحث و پرسش‌های بدون پاسخ که پس از مطالعه و فهم اعمال پیچیده بدن انسان در سلامت و بیماری مطرح می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد.

ویژگی دیگر این است که مطالب کتاب در دو بخش ارائه شده، شامل: (۱) اطلاعات پایه فیزیولوژی که در واقع دانشجوی همه فعالیت‌ها و مطالعات پزشکی‌اش به آن نیازمند است و نوشتجاتی که در کادرهای جداگانه حاوی مطالب مختلف آناتومی، شیمی و اطلاعات دیگر مورد نیاز برای بحث‌هایی که به طور موردی و فوری پیش می‌آیند، اما بیشتر دانشجویان به طور تفصیلی با جزئیات این اطلاعات در مباحث و دروس دیگر آشنا می‌شوند؛ (۲) اطلاعات فیزیولوژی دارای اهمیت خاص در زمینه‌های خاصی از پزشکی بالینی؛ و (۳) اطلاعاتی که برای آن دسته از دانشجویانی که درصدد مطالعه عمیق بعضی مکانیسم‌های خاص فیزیولوژی هستند.

نسخه الکترونیکی کتاب پیوندهایی را با محتوای اضافی، نظیر پویا‌نمایی ویدیویی و سوالات خودآزمون فراهم کرده، که می‌تواند از طریق کامپیوتر، گوشی‌های هوشمند و تبلت‌های الکترونیکی مورد ارزیابی قرار گیرد. به منظور خود ارزیابی اضافی تری فراتر از پیوست‌های کتاب حاضر، توجه خوانندگان را به مطالعه کتاب *مروری فیزیولوژی گایتون و هال* که شامل بیش از ۱۰۰۰ پرسش عملی ارجاع داده شده به کتاب اصلی است، معطوف می‌نماییم. ما امیدواریم که این محتویات کمکی در آموختن درک خوانندگان از اصول پایه

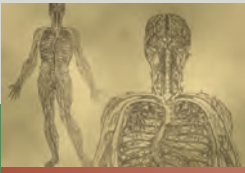
فیزیولوژی راهگشا باشد.

ما ارادت و تشکر خالصانه خود را برای افراد بسیاری که در مهیاسازی این کتاب ما را یاری نمودند، اعلام می‌نماییم، از جمله همکاران ما در دپارتمان فیزیولوژی و بیوفیزیک مرکز پزشکی دانشگاه می‌سی‌سی‌پی که پیشنهادات سازنده و ارزشمندی به ما ارائه نمودند. اطلاعات در مورد اعضای دانشکده و نیز توضیحات مختصری در باره زمینه تحقیقاتی و فعالیت‌های آموزشی دپارتمان در آدرس (<http://physiology.umc.edu>) قابل مشاهده و دستیابی است. ما به ویژه از James Perkins بابت همکاری عالی‌شان برای آماده‌سازی تصاویر با کیفیت تشکر می‌کنیم. هم‌چنین از Elyse O'Grady، Rebeca Gruliow، Jennifer Shreiner، Grace Onderlinde و کل تیم انتشاراتی Elsevier جهت همکاری صمیمانه‌شان در بخش تولید و ویراستاری سپاسگزاری می‌کنیم.

در پایان ما قدردان خوانندگان بسیارمان هستیم که ما را در بهبود و اصلاح کتاب "فیزیولوژی گایتون" یاری کردند. ما امیدواریم که خوانندگان از مطالعه ویراست حاضر کتاب لذت برده، حتی ویراست فعلی برای آنان جذاب‌تر و مفیدتر از ویراست‌های قبلی باشد.

جان هال

مایکل هال



بخش ۱

مقدمه‌ای بر فیزیولوژی: فیزیولوژی عمومی و سلول

عناوین	
۱	سازمان عملی بدن انسان و کنترل «محیط داخلی»
۲	سلول و اعمال آن
۳	کنترل ژنتیک سنتز پروتئین، اعمال سلول و تکثیر سلول



سازمان عملی بدن انسان و کنترل «محیط داخلی»

اعمال سلول‌ها، بافت‌ها و اعضا را در سراسر بدن هماهنگ می‌کند — عمل می‌نمایند. بنابراین، اعمال هماهنگ شده بدن انسان فراتر از مجموع اعمال بخش‌های آن بوده، و حیات چه در حالت سلامت و یا بیماری بر پایه چنین عمل کلی استوار است. گرچه تأکید اصلی کتاب حاضر بر فیزیولوژی انسانی در حالت سلامت استوار بوده، ما همچنین تا حدی در مورد پاتوفیزیولوژی^۲ هم که مطالعه اعمال مختل شده بدن و پایه و اساسی برای مطالعه‌ی پزشکی بالینی است، بحث خواهیم کرد.

سلول‌ها به عنوان واحدهای زنده بدن محسوب می‌شوند

واحد اساسی زنده بدن سلول است. هر اندام مجموعه‌ای از سلول‌های متفاوتی است که توسط ساختارهای حمایت‌کننده بین سلولی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند.

هر سلول به طور ویژه‌ای برای انجام یک یا معدود اعمال خاصی سازگاری یافته است. برای مثال، سلول‌های قرمز خون که در انسان بالغ بر ۲۵ تریلیون هستند، انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بافت‌ها را بر عهده دارند. با وجودی که سلول‌های قرمز فراوان‌ترین نوع هر سلول منفردی در بدن هستند، حدود ۷۵ تریلیون سلول‌های اضافی دیگری هستند که اعمالی غیر از آنچه که سلول‌های قرمز انجام می‌دهند را بر عهده دارند. به این ترتیب، کل بدن شامل حدود ۱۰۰ تریلیون سلول خواهد بود.

با وجودی که بسیاری از سلول‌های بدن به طور چشمگیری با یکدیگر تفاوت دارند، ولی همه آنها بعضی ویژگی‌های اساسی دارند که مشابه است. برای مثال، در همه سلول‌ها اکسیژن به منظور آزاد کردن انرژی مورد نیاز برای اعمال سلولی یا کربوهیدرات، چربی و پروتئین واکنش می‌دهد. یا فراتر از آن، مکانیسم‌های شیمیایی عمومی برای تغییر مواد

فیزیولوژی علمی است که درصدد توصیف مکانیسم‌های شیمیایی و فیزیکی مسئول پیدایش، تکامل و پیشبرد حیات در هر شکلش — از ویروس ساده گرفته تا عظیم‌ترین درختان یا موجود کاملاً پیچیده‌ای مثل انسان که ویژگی‌های عملکردی خاص خود را داراست — می‌باشد. بنابراین، حوزه گسترده فیزیولوژی را می‌توان به *فیزیولوژی ویروسی، فیزیولوژی باکتریایی، فیزیولوژی سلول، فیزیولوژی گیاهی، فیزیولوژی انسانی* و تقسیمات فرعی بسیاری تقسیم کرد.

فیزیولوژی انسان. علم فیزیولوژی انسانی سعی دارد به توصیف ویژگی‌های خاص و مکانیسم‌های بدن انسان، که آن را به عنوان یک موجود زنده معرفی می‌کند، بپردازد. حقیقت مسلمی که ما زنده هستیم نتیجه تعامل سیستم‌های پیچیده کنترلی است، مثلاً گرسنگی ما را وادار به جستجوی غذا و ترس ما را وادار به پناه‌جویی می‌کند. یا این که احساس سرما ما را وادار به پیدا کردن محیط گرمی می‌کند. عوامل دیگری از این قبیل نیز ما را به جستجوی همسر و بقای نسل وادار می‌کند. به این ترتیب، انسان از نظر جنبه‌های بسیاری همانند موجود خودکاری^۱ عمل می‌کند و حقیقتی که ما حس می‌کنیم، احساسی که داریم و این که موجودات فهیمی هستیم، بخشی از این توالی خودکار حیات است؛ چنین ویژگی‌های خاص این امکان را فراهم می‌کند تا ما در شرایط کاملاً متفاوت، که در غیر این صورت حیات امکان‌پذیر نبود، زندگی کنیم. فیزیولوژی انسانی علوم پایه را با پزشکی پیوند داده، عملکردهای متعدد سلول‌ها، بافت‌ها و اعضا را در راستای اعمال انسان زنده جامعیت می‌بخشد. این نوع جامعیت بخشی اعمال نیازمند ارتباط و هماهنگی توسط مجموعه وسیعی از سیستم‌های کنترلی است که در هر سطحی — از ژن‌ها که سنتز مولکول‌ها را برای سیستم‌های پیچیده عصبی و هورمونی برنامه‌ریزی می‌کنند تا سیستم‌های هورمونی که

در مایع خارج سلولی یون‌ها و مواد غذایی مورد نیاز سلول‌ها برای حفظ حیات آنها وجود دارند. از این رو، همه سلول‌ها ضرورتاً در محیط یکسانی - مایع خارج سلولی - زندگی می‌کنند. به این دلیل، مایع خارج سلولی همچنین به محیط داخلی^۴ بدن (یا در فرانسه به *milieu intérieur*) معروف است، یعنی واژه‌ای که بیش از یک قرن پیش توسط فیزیولوژیست بزرگ فرانسوی قرن نوزدهم کلود برنارد^۵ (۱۸۱۳-۱۸۷۸) متداول شد. تا زمانی که غلظت‌های مناسبی از اکسیژن، گلوکز، یون‌های مختلف، اسیدهای آمینه، مواد چربی و ترکیبات دیگری در محیط داخلی موجود باشند، سلول‌ها توانایی زندگی کردن، رشد و انجام وظایف خاص‌شان را خواهند داشت.

تفاوت موجود بین مایعات داخل و خارج سلولی. مایع خارج سلولی حاوی مقادیر زیادی سدیم، کلسیم و یون‌های بی‌کربنات به اضافه مواد غذایی مورد نیاز سلول، مثل اکسیژن، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه است. این محیط همچنین حاوی دی‌اکسید کربنی است که به منظور دفع از سلول‌ها به ریه منتقل شده، به اضافه دیگر فرآورده‌های دفعی سلول که برای دفع باید به کلیه‌ها منتقل شوند، دفع می‌گردند.

مایع داخل سلولی به طور چشمگیری از مایع خارج سلولی متفاوت است؛ برای مثال، مایع مذکور حاوی مقادیر بسیاری یون‌های پتاسیم، منیزیم و فسفات به جای یون‌های سدیم و کلری است که در مایع خارج سلولی یافت می‌شود. مکانیسم‌های خاص برای انتقال یون‌ها از غشاهای سلولی تفاوت غلظت یونی بین مایعات خارج و داخل سلولی را حفظ می‌کند. این فرآیندهای انتقالی در **فصل چهارم** مورد بحث قرار می‌گیرند.

هومئوستاز^۶ - حفظ محیط داخلی تقریباً ثابت

در ۱۹۲۹ فیزیولوژیست آمریکایی والتر کانون^۷ (۱۸۷۱-۱۹۴۵) واژه *هومئوستاز* را برای توصیف *حفظ تقریباً ثابت شرایط محیط داخلی بدن* متداول کرد. ضرورتاً همه اندام‌ها و بافت‌های بدن اعمالی را انجام می‌دهند که به حفظ چنین وضعیت‌های نسبتاً ثابت کمک می‌کند. برای مثال، ریه‌ها به منظور ذخیره مجدد اکسیژن استفاده شده توسط سلول‌ها، اکسیژن مایع خارج

غذایی به انرژی در اصل در همه سلول‌ها یکسان بوده و همه سلول‌ها فرآورده‌های نهایی واکنش‌های شیمیایی‌شان را به مایعات اطراف تحویل می‌نمایند. همچنین همه سلول‌ها توانایی تکثیر و تولید سلول‌های اضافی هم‌نوع خود را دارا هستند. خوشبختانه، با نابودی سلول‌های خاصی از یک نوع، معمولاً سلول‌های باقی‌مانده نوع دیگر تا پراسازی مجدد منابع، سلول‌های جدیدی تولید می‌کنند.

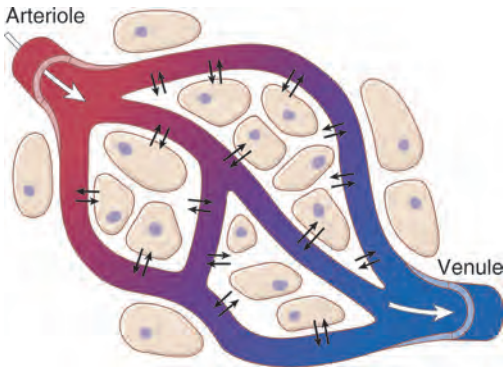
تعداد میکروارگانیسم‌های زنده در بدن فراتر از تعداد سلول‌های انسانی است. علاوه بر سلول‌های انسانی، تریلیون‌ها میکروب در بدن سکونت داشته، بر روی پوست، دهان، روده و بینی زندگی می‌کنند. مثلاً لوله گوارش در حالت معمول حاوی مجموعه و جمعیت پویایی متشکل از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ گونه میکروارگانیسم است که از نظر تعداد فراتر از سلول‌های انسانی است. اجتماعی از میکروارگانیسم‌ها که در داخل بدن سکونت دارند و اغلب *میکروبیوتا* نامیده می‌شوند، گرچه قابلیت بیماری‌زایی دارند، ولی در بیشتر مواقع به‌طور هماهنگی با میزبان انسانی‌شان زندگی کرده، اعمال حیاتی را که برای بقای میزبان‌شان ضروری است، به عهده دارند. گرچه اهمیت میکروبیوتای روده در هضم مواد غذایی، به‌طور گسترده مشخص شده، ولی وظایف اضافی میکروب‌های بدن در اعمال تغذیه‌ای، ایمنی‌زایی و دیگر اعمال هنوز در آغاز شناسایی بوده و بیان‌کننده‌ی زمینه‌ی وسیع تحقیقات زیست‌پزشکی است.

مایع خارج سلولی - «محیط داخلی»

حدود ۶۰ درصد بدن انسان بزرگسال را مایع تشکیل داده، که به طور عمده شامل محلول آبی یون‌ها و مواد دیگر است. با وجودی که بیشتر این مایع داخل سلول هاست و **مایع داخل سلولی**^۱ نامیده می‌شود، حدود یک سوم آن در فضاهای خارج از سلول‌ها قرار گرفته و **مایع خارج سلولی**^۲ نامیده می‌شود. این مایع خارج سلولی در سراسر بدن جنبش مستمری داشته، به سرعت از طریق گردش خون منتقل شده، سپس توسط انتشار از دیواره مویرگ‌ها بین خون و مایعات بافتی مخلوط می‌شود.

4. Internal environment
5. Claud Bernard
6. Homeostasis
7. Walter Canon

1. Microbiota
2. Intracellular fluid
3. Extracellular fluid



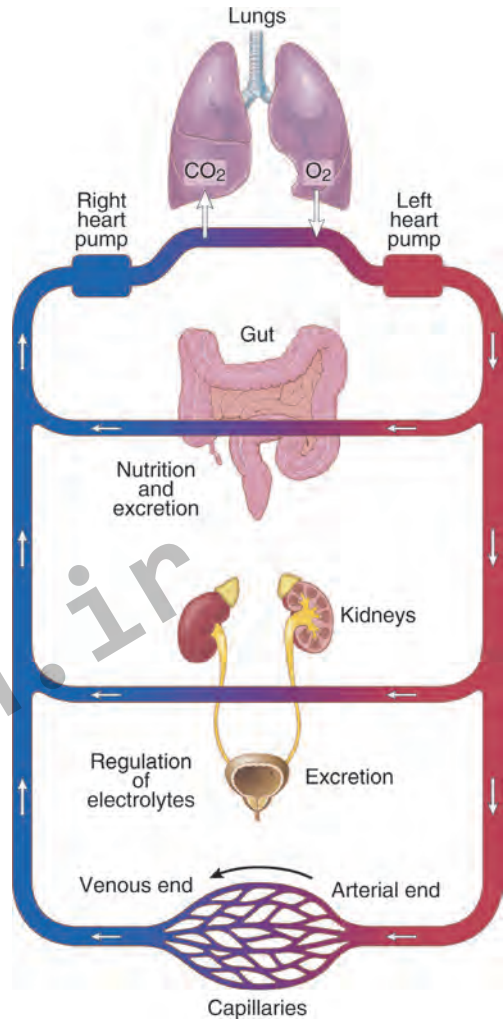
شکل ۱-۲. انتشار مایع و اجزای محلول از طریق دیواره مویرگ‌ها و فضاهاى بینابینی

مویرگی، مایع و مولکول‌های حل شده به طور بی‌وقفه در همه جهت‌ها حرکت کرده، به یکدیگر برخورد می‌کنند. محدود سلول‌هایی در فاصله بیش از ۵۰ میکرومتر (که اطمینان کافی از وقوع انتشار تقریبی هر ماده‌ای از مویرگ به سوی سلول را در خلال چند ثانیه فراهم می‌کند) قرار گرفته‌اند. به این ترتیب، مایع خارج سلولی در هر جایی از بدن - هم در پلاسما و هم در مایع بینابینی - به طور مداوم مخلوط شده و در نتیجه، یکنواختی مایع خارج سلولی را در سراسر بدن حفظ می‌کند.

منشأ مواد غذایی موجود در مایع خارج سلولی

دستگاه تنفسی. شکل (۱-۱) نشان می‌دهد که هر زمان که خون از بدن عبور می‌کند، در داخل ریه‌ها نیز جریان می‌یابد. خون اکسیژن موجود در حبابچه‌ها را برداشت کرده، به این ترتیب اکسیژن مورد نیاز سلول‌ها فراهم می‌شود. غشای بین حبابچه‌ها و لومن مویرگ‌های ریوی (غشای حبابچه‌ای^۲)، فقط ۰/۴ تا ۲ میکرومتر ضخامت داشته، اکسیژن به سرعت توسط جنبش مولکولی از این غشا به داخل خون منتشر می‌شود. **لوله گوارش.** بخش زیادی از خون پمپ شده توسط قلب هم‌چنین از دیواره لوله گوارش عبور می‌کند. در این جا، مواد غذایی حل شده متفاوتی، از جمله کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه از غذاها دریافت شده و به داخل مایع خارج سلولی خون جذب می‌شوند.

کبد و اندام‌های دیگری که اعمال ابتدایی متابولیک را



شکل ۱-۱. سازمان عمومی دستگاه گردش خون

بسیاری از مولکول‌های پلاسمای خون نفوذپذیر است. به این ترتیب، مقادیر زیادی مایع و اجزای محلول آنها بین خون و فضاهاى بافتی در جهت عقب و رو به جلو منتشر^۱ شده، چنان‌که این امر در شکل توسط پیکان‌هایی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.

این فرآیند انتشار هم در پلاسما و هم در مایع بینابینی توسط حرکت جنبشی مولکول‌ها ایجاد می‌شود، به این معنی که، در پلاسما و مایع فضاهاى داخل سلولی و از طریق منافذ

2. Alveolar membrane

1. Diffuse

نظیر اوره به مقدار جزئی باز جذب شده، از طریق توبول‌های کلیوی به داخل ادرار منتقل می‌شود.

لوله گوارش. مواد هضم نشده‌ای که به داخل لوله گوارش وارد شده و بعضی از فرآورده‌های دفعی متابولیسم از طریق مدفوع دفع می‌شوند.

تنظیم اعمال بدن

دستگاه عصبی. دستگاه عصبی از سه بخش اصلی تشکیل شده: بخش حسی ورودی دستگاه عصبی مرکزی (یا بخش جامعیت دهنده) و بخش حرکتی خروجی. گیرنده‌های حسی وضعیت بدن یا شرایط محیط را تشخیص می‌دهند، برای مثال، موقعی که شیئی نقطه‌ای از پوست فرد را لمس می‌کند، گیرنده‌های پوستی فرد را آگاه می‌سازند. چشم‌ها اعضای حسی هستند که به فرد تصویر بصری از محیط اطراف را ارائه می‌نمایند. گوش‌ها نیز از اندام‌های حسی محسوب می‌شوند. دستگاه عصبی مرکزی از مغز و طناب نخاعی تشکیل شده است. مغز می‌تواند اطلاعات را ذخیره کرده، تفکر کند، اهداف عالی و بلندپروازانه داشته باشد و یا این که در پاسخ به احساس‌ها، نحوه واکنش بدن را تعیین کند. سپس سیگنال‌های مناسب به منظور انتقال علایق فرد از طریق بخش حرکتی خروجی دستگاه عصبی منتقل می‌شوند. بخش مهمی از دستگاه عصبی به دستگاه خودمختار^۱ موسوم است. دستگاه مذکور در سطح زیر خودآگاه عمل کرده، بسیاری از اعمال ساختارهای داخلی، از جمله سطح فعالیت پمپی قلب، حرکات لوله گوارش و ترشح بسیاری از غدد بدن را کنترل می‌کند.

دستگاه هورمونی. هشت غده درون‌ریز^۲ اصلی در بدن وجود دارند که مواد شیمیایی موسوم به هورمون‌ها^۳ را ترشح می‌کنند. هورمون‌ها به منظور کمک به تنظیم اعمال سلولی از طریق مایع خارج سلولی به همه قسمت‌های بدن منتقل می‌شوند. برای مثال، هورمون تیروئید^۴ سرعت بسیاری از واکنش‌های شیمیایی در همه سلول‌ها را افزایش داده، در نتیجه به تنظیم

انجام می‌دهند. همه مواد جذب شده از طریق لوله گوارش قادر نیستند به همان شکل جذب شده‌شان مورد استفاده سلول‌ها قرار گیرند. کبد ترکیب شیمیایی بسیاری از این مواد را به اشکال قابل استفاده‌تر تغییر داده، و دیگر بافت‌های بدن - سلول‌های چربی، مخاط گوارشی، کلیه‌ها و غدد درون‌ریز - به تغییر ماهیت مواد جذب شده یا ذخیره آن‌ها تا زمان مورد نیاز کمک می‌کند. هم‌چنین کبد بعضی فرآورده‌های دفعی تولید شده در بدن و مواد سمی دریافت شده را حذف می‌کند.

دستگاه عضلانی - اسکلتی. چگونه دستگاه عضلانی - اسکلتی در هم‌موسناز نقش دارد؟ پاسخ به این پرسش کاملاً سهل و آشکار است. در صورت فقدان عضلات، بدن نمی‌توانست به منظور به دست آوردن غذاهای مورد نیاز برای تغذیه در زمان مشخص به سوی مکان مشخصی حرکت کند. دستگاه عضلانی اسکلتی هم‌چنین بدون این که کل بدن، همراه مکانیسم‌های هم‌موسناتیک‌اش منهدم شود، قابلیت تحرک به منظور محافظت در برابر محیط نامطلوب را فراهم می‌کند.

حذف فرآورده‌های متابولیک نهایی

حذف دی‌اکسید کربن توسط ریه. در همان زمانی که خون اکسیژن موجود در ریه‌ها را برداشت می‌کند، دی‌اکسید کربن از داخل خون به داخل حبابچه‌های ریه آزاد شده؛ حرکت هوا به داخل و خارج ریه‌ها توسط دستگاه تنفس دی‌اکسید کربن را به محیط حمل می‌کند. دی‌اکسید کربن فراوان‌ترین فرآورده نهایی متابولیسم همه سلول‌هاست.

کلیه‌ها. عبور خون از کلیه‌ها علاوه بر دی‌اکسید کربن که مورد نیاز سلول‌ها نیست، مواد دیگری را از پلاسما حذف می‌کند. این مواد شامل فرآورده‌های نهایی مختلف متابولیسم سلولی، نظیر اوره و اسید اوریک می‌باشد؛ هم‌چنین فرآورده‌های مذکور شامل مقادیر اضافی یون‌ها و آب حاصل از تجزیه غذاست که احتمالاً در مایع خارج سلولی انباشته شده است. کلیه‌ها وظایف خود را در وهله اول با تصفیه مقادیر زیادی پلاسما از گلوومرول‌ها به داخل توبول‌ها و سپس باز جذب مواد مورد نیاز توسط بدن (نظیر گلوکز، اسیدهای آمینه، مقادیر مناسبی آب و یون‌های بسیاری) انجام می‌دهند. بسیاری از مواد دیگری که مورد نیاز بدن نیست، به ویژه فرآورده‌های متابولیک نهایی

1. Autonomic
2. Endocrine gland
3. Hormones
4. Thyroid hormone

تولید مثل

گاه تولید مثل را نمی‌توان به عنوان عملکردی هومئوستاتیک در نظر گرفت. ولی در هر حال، با نگاهی عمیق‌تر می‌توان دریافت که عمل مذکور از طریق تولید و تکثیر موجوداتی که جایگزین موجودات از بین رفته می‌شوند، به تداوم فرآیند هومئوستاز کمک می‌کند. گرچه چنین تعبیری ممکن است در اولین نگاه شبیه کاربرد مجاز واژه هومئوستاز به نظر آید، ولی در تجزیه و تحلیل نهایی مشخص می‌شود که ضرورتاً همه ساختارهای بدن به طریقی سازمان یافته‌اند که به حفظ خودکاری و تداوم حیات کمک می‌کنند.

دستگاه‌های کنترلی بدن

بدن انسان هزاران دستگاه کنترلی دارد که پیچیده‌ترین آنها دستگاه‌های کنترل ژنتیک است که به منظور کمک به کنترل اعمال داخل و خارج سلولی در همه سلول‌ها عمل می‌کنند. این موضوع در **فصل سوم** مورد بحث قرار خواهد گرفت. بسیاری از دستگاه‌های کنترلی دیگر به منظور کنترل اعمال بخش‌های خاصی از اعضاء در داخل عضوها در سراسر بدن عمل می‌نمایند. برای مثال، دستگاه تنفسی که در ارتباط با دستگاه عصبی عمل می‌کند، غلظت دی‌اکسید کربن در مایع خارج سلولی را تنظیم می‌کند. کبد و لوزالمعده غلظت گلوکز را در مایع خارج سلولی تنظیم کرده، کلیه‌ها غلظت هیدروژن، سدیم، پتاسیم، فسفات و یون‌های دیگر را در مایع خارج سلولی تنظیم می‌کنند.

مثالهایی از مکانیسم‌های کنترلی

تنظیم غلظت‌های اکسیژن و دی‌اکسید کربن در مایع خارج سلولی. از آن‌جا که اکسیژن یکی از مواد اصلی مورد نیاز برای واکنش‌های شیمیایی در سلول‌هاست، بدن برای حفظ تقریبی مقدار واقعی و غلظت پایدار اکسیژن در مایع خارج سلولی مکانیسم کنترلی ویژه‌ای دارد. مکانیسم مذکور در اصل به ویژگی‌های شیمیایی هموگلوبین^۱ بستگی دارد که در همه سلول‌های قرمز خون وجود دارد. با عبور خون از ریه‌ها، هموگلوبین با اکسیژن ترکیب می‌شود. آنگاه ضمن عبور خون از مویرگ‌های بافتی، و در صورتی که از قبل اکسیژن

فعالیت بدن کمک می‌کند. انسولین^۱ متابولیسم گلوکز را کنترل کرده، هورمون‌های قشر فوق کلیه^۲ متابولیسم یون‌های سدیم، پتاسیم و پروتئین و هورمون پاراتیروئید^۳ کلسیم و فسفات استخوان را کنترل می‌کند. به این ترتیب، هورمون‌ها نوعی سیستم تنظیمی فراهم می‌کنند که مکمل دستگاه عصبی است. دستگاه عصبی بسیاری از فعالیت‌های عضلانی و ترشعی بدن را تنظیم می‌کند، در حالی که دستگاه هورمونی بسیاری از اعمال متابولیک را تنظیم می‌کند. دستگاه‌های عصبی و هورمونی در حالت طبیعی به طور هماهنگی برای کنترل ضروری همه دستگاه‌های اعضای بدنی عمل می‌کنند.

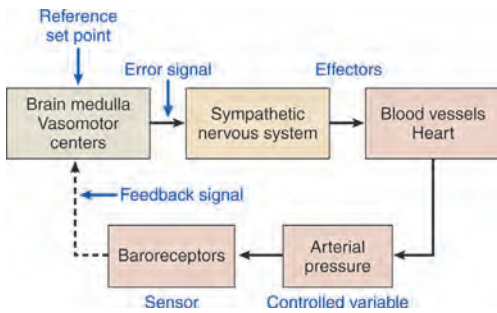
محافظت بدن

دستگاه ایمنی. دستگاه ایمنی شامل سلول‌های سفید خون، سلول‌های بافتی مشتق از سلول‌های سفید خون، تیموس، گره‌های لنفی و مجاری لنفاوی است که بدن را از گزند عوامل آسیب‌رسانی چون باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و قارچ‌ها محافظت می‌کند. دستگاه ایمنی مکانیسم بدنی را فراهم می‌کند که اعمال زیر را انجام می‌دهد: (۱) سلول‌های خودی را از مواد و سلول‌های بیگانه تمییز می‌دهد و (۲) از طریق فاگوسیتوز^۴ یا تولید لنفوسیت‌های حساس شده^۵ یا پروتئین‌های تخصص عمل یافته (مثل پادتن‌ها^۶) که عوامل مهاجم را منهدم یا آن‌ها را خنثی می‌کند، عوامل مذکور را نابود می‌کند.

دستگاه پوششی. پوست و ضمایم مختلف آن، نظیر مو، ناخن، غدد و ساختارهای مربوط ساختارها و بافت‌های عمقی‌تر را پوشانده، مشابه بالشتک عمل نموده و حفاظتی ایجاد می‌کنند که به طور کلی مرزی را بین محیط داخلی بدن و دنیای بیرون فراهم می‌کنند. دستگاه پوششی هم‌چنین از نظر تنظیم درجه حرارت و حذف مواد دفعی مهم بوده، سطح واسط حسی را بین بدن و محیط خارج فراهم می‌کند. به طور کلی پوست حدود ۱۲ تا ۱۵ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد.

1. Insulin
2. Adrenocortical hormones
3. Parathyroid hormones
4. Phagocytosis
5. Sensitized lymphocytes
6. Antibodies

7. Hemoglobin



شکل ۱-۳. کنترل بازخورد منفی فشار شریانی توسط گیرنده‌های فشاری شریان‌ها، سیگنال‌ها از سنسور یا حساسه (گیرنده‌های فشاری) به بصل‌النخاع مغز فرستاده شده، در آنجا سیگنال‌ها با نقطه تنظیمی مرجع مقایسه می‌شوند. وقتی فشار شریانی بیشتر از حالت طبیعی افزایش می‌یابد، این فشار غیرطبیعی ایمپالس‌های عصبی صادره از گیرنده‌های فشاری به بصل‌النخاع مغز را افزایش داده، در آنجا سیگنال‌های ورودی با نقطه تنظیمی مقایسه شده، سیگنال خطایی ایجاد می‌شود که به کاهش فعالیت سیستم سمپاتیک منجر می‌شود. کاهش فعالیت سمپاتیکی باعث اتساع عروق خونی و کاهش فعالیت پمپی قلب شده، فشار شریانی را به حالت طبیعی بازمی‌گرداند.

برعکس، کاهش در فشار شریانی تا مقادیر کمتر از حد طبیعی گیرنده‌های کششی را شل نموده، به مرکز محرکه عروقی این امکان را می‌دهد تا بیش از حد طبیعی فعال شده، در نتیجه باعث انقباض عروقی و افزایش قدرت پمپی قلب شود. کاهش فشار شریانی هم‌چنین فشار شریانی را تا بازگشت به مقادیر طبیعی افزایش می‌دهد.

محدوده طبیعی و ویژگی‌های فیزیکی اجزای مهم مایع خارج سلولی

جدول (۱-۱) بعضی از اجزای مهم و ویژگی‌های فیزیکی مایع خارج سلولی را همراه مقادیر و محدوده طبیعی شان و حد نهایی آنها بدون ایجاد مرگ فهرست کرده است. به باریکی محدوده طبیعی برای هر یک از این مقادیر توجه کنید. معمولاً مقادیری خارج از محدوده‌های مذکور توسط بیماری، آسیب یا چالش‌های عمده محیطی ایجاد می‌شود.

مسئله مهم در این مورد محدوده‌هایی است که در ورای آنها ناهنجاری‌ها می‌توانند باعث مرگ شوند. برای مثال، افزایشی در درجه حرارت بدن صرفاً تا حد ۱۱ درجه فارنهایت

زیادی در آن‌جا نباشد، هموگلوبین به علت میل ترکیبی^۱ قوی شیمیایی‌اش با اکسیژن قادر نخواهد بود اکسیژن را به داخل مایع بافتی آزاد کند. اما در صورتی که غلظت اکسیژن در مایع بافتی کاملاً پایین باشد، اکسیژن کافی برای برقراری غلظت مناسب آزاد می‌شود. به این ترتیب، تنظیم غلظت اکسیژن در بافت‌ها در اصل به عهده خواص شیمیایی هموگلوبین به تنهایی گذاشته شده است. چنین تنظیمی به عمل بافرکنندگی اکسیژنی هموگلوبین موسوم است.

غلظت دی‌اکسید کربن در مایع خارج سلولی به شیوه متفاوتی تنظیم می‌شود. دی‌اکسید کربن فرآورده اصلی نهایی واکنش‌های اکسیداتیو در سلول‌هاست. در صورتی که قرار بود همه دی‌اکسید کربن تشکیل شده در سلول‌ها در مایعات بافتی تجمع یابد، همه واکنش‌های انرژی‌دهنده سلول‌ها متوقف می‌شد. خوشبختانه، غلظت بیش از حد طبیعی دی‌اکسید کربن در خون مرکز تنفسی را تحریک کرده، باعث می‌شود تا فرد به سرعت و عمیق نفس بکشد. این امر بازدن دی‌اکسید کربن را افزایش داده و به این ترتیب دی‌اکسید کربن اضافی را از خون و مایعات بافتی حذف می‌کند. فرآیند مذکور تا بازگشت غلظت به حد طبیعی ادامه می‌یابد.

تنظیم فشار خون شریانی. سیستم‌های چندی در تنظیم فشار خون شریانی نقش دارند. یکی از این سیستم‌ها (سیستم گیرنده‌های فشاری^۲)، مثال ساده و عالی از نوعی مکانیسم کنترلی سریع عمل‌کننده را ارائه می‌نماید (شکل ۱-۳). در دیواره نواحی انشعاب شریان‌های کاروتید در گردن و نیز در قوس آئورت در قفسه سینه بسیاری از گیرنده‌های عصبی موسوم به گیرنده‌های فشاری قرار گرفته که توسط کشش دیواره شریانی تحریک می‌شود و وقتی که فشار شریانی تا حد بالایی افزایش می‌یابد، گیرنده‌های مذکور قطاری از ایمپالس‌های عصبی را به بصل‌النخاع مغز می‌فرستند. در بصل‌النخاع ایمپالس‌های مذکور مرکز محرکه عروقی را مهار کرده، به نوبه خود تعداد ایمپالس‌های مذکور باعث کاهش فعالیت پمپی قلب و نیز اتساع عروقی خونی محیطی شده، امکان افزایش جریان خون را از عروق فراهم می‌کند. هر دو این آثار فشار شریانی را تا حد طبیعی کاهش می‌دهند.

1. Affinity
2. Baroreceptor system