

فهرست مطالب

۶۲	غشای سلول است
۶۳	انتشار
۷۱	انتقال فعال مواد از غشا

۷۷	فصل ۵ - پتانسیل‌های غشاء و پتانسیل‌های عمل
۷۷	فیزیک پایه پتانسیل‌های غشایی
۸۱	پتانسیل استراحت غشای اعصاب
۸۳	پتانسیل عمل عصب
۸۹	انتشار پتانسیل عمل
۸۹	برقراری مجدد شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم پس از پتانسیل عمل - اهمیت متابولیسم انرژی
۹۰	وجود کفه در برخی از پتانسیل‌های عمل
۹۱	ریتمیسم برخی از بافت‌های تحریک‌پذیر - تخلیه مکرر
۹۲	مشخصات خاص هدایت پیام در تنه‌های عصبی
۹۴	تحریک - روند ایجاد پتانسیل عمل

۹۶	فصل ۶ - انقباض عضله اسکلتی
۹۶	انقباض عمومی فیزیولوژیک عضله اسکلتی
۹۹	مکانیسم عمومی انقباض عضله
۱۰۰	مکانیسم‌های مولکولی انقباض عضله
۱۰۵	خصوصیات انرژی انقباض عضله
۱۰۶	ویژگی‌های انقباض عضله کامل

۱۱۶	فصل ۷ - تحریک عضله اسکلتی: هدایت عصبی - عضلانی و مزدوج شدن تحریک - انقباض
۱۱۶	پیوستگاه عصبی - عضلانی و هدایت جریان‌ها از پایانه عصب به فیبرهای عضله اسکلتی
۱۲۲	پتانسیل عمل عضله
۱۲۳	مزدوج شدن تحریک - انقباض

۱۲۷	فصل ۸ - تحریک و انقباض عضله صاف
۱۲۷	انقباض عضله صاف
۱۳۰	تنظیم میزان انقباض از طریق یون‌های کلسیم
۱۳۳	کنترل عصبی و هورمونی انقباض عضله صاف

بخش ۱ - مقدمه‌ای بر فیزیولوژی: سلول و فیزیولوژی عمومی

۲	فصل ۱ - سازمان‌بندی عملکردی بدن انسان و کنترل «محیط داخلی»
۲	سلول‌ها به عنوان واحدهای زنده بدن
۳	مایع خارج سلولی - محیط داخلی
۳	هومئوستاز - حفظ محیط داخلی نسبتاً پایدار
۸	سیستم‌های کنترلی بدن
۱۲	متغیرهای فیزیولوژیکی
۱۲	تفاوت‌های وابسته به جنس در فیزیولوژی و پاتوفیزیولوژی
۱۳	خلاصه - خودکاری بدن

۱۴	فصل ۲ - سلول و عملکرد آن
۱۴	سازمان‌بندی سلول
۱۵	ساختار سلول
۲۵	دستگاه‌های عملکردی سلول
۳۲	حرکت سلول‌ها

۳۲	فصل ۳ - کنترل ژنتیکی سنتز پروتئین، عملکرد و تولید سلولی
۳۲	ژن‌ها در هسته سلول سنتز پروتئین را کنترل می‌کنند
۳۲	رمز DNA در هسته سلول به رمز RNA در سیتوپلاسم سلول منتقل می‌شود - روند رونویسی
۳۹	تشکیل پروتئین روی ریبوزوم‌ها - روند ترجمه
۴۴	آنزیم‌های پروتئینی سنتز سایر مواد در سلول را کنترل می‌کنند
۴۶	تنظیم عملکرد ژن و فعالیت بیوشیمیایی در سلول‌ها
۵۰	دستگاه ژنتیکی - DNA، تکثیر سلولی را هم کنترل می‌کند
۵۶	تمایز سلولی
۵۷	آپوپتوز - مرگ برنامه‌ریزی شده سلول
۵۷	سرطان

بخش ۲ - فیزیولوژی غشاء، عصب و عضله

۶۲	فصل ۴ - انتقال مواد از غشای سلولی
۶۲	غشای سلول دو لایه لیپیدی به همراه پروتئین‌های ناقل در



بخش ۳ - قلب

بخش ۳ قلب ۱۳۹

فصل ۹ - عضله قلب؛ قلب به عنوان یک پمپ و عملکرد
دریچه‌های قلب ۱۴۰

فیزیولوژی عضله قلب ۱۴۰

چرخه قلبی ۱۴۶

تنظیم عملکرد پمپی قلب ۱۵۳

فصل ۱۰ - تحریک ریتمیک قلب ۱۵۹
دستگاه تخصصی تحریک و هدایت در قلب ۱۵۹
کنترل تحریک و هدایت در قلب ۱۶۴

فصل ۱۱ - الکتروکاردیوگرام طبیعی ۱۶۷

۱۶۷..... خصوصیات الکتروکاردیوگرام طبیعی

۱۷۰..... عبور جریان از اطراف قلب در طول چرخه قلبی

۱۷۲..... اشتقاق‌های الکتروکاردیوگرافی

فصل ۱۲ - تفسیر الکتروکاردیوگرافیک اختلالات عضله قلب و جریان خون عروق کرونر: تحلیل بُرداری ۱۷۷

۱۷۷ اصول تحلیل بُرداری الکتروکاردیوگرام

۱۸۰ تحلیل برداری الکتروکاردیوگرام طبیعی

۱۸۱ محور الکتریکی میانگین QRS بطنی و اهمیت آن

۱۸۲ شرایطی که منجر به ولتاژهای غیرطبیعی در کمپلکس QRS می‌شوند

۱۸۸ اشکال طولانی و غیرعادی کمپلکس QRS

۱۸۹ جریان ضایعه در الکتروکاردیوگرام

۱۹۴ اختلالات موج T

فصل ۱۳ - آریتمی‌های قلبی و تنفسی، کتروکاردیوگرافیک
 آنها..... ۱۹۶
 ریتم‌های غیرطبیعی سینوسی..... ۱۹۶
 بلوک قلبی در طول مسیرهای هدایتی درون قلب..... ۱۹۷
 انقباضات زودرس..... ۲۰۰
 تاکیکاردی حمله‌ای..... ۲۰۳
 فیبریلاسیون بطنی..... ۲۰۵
 فیبریلاسیون دهلیزی..... ۲۰۹
 فلوتر دهلیزی..... ۲۱۰
 ایست قلبی..... ۲۱۱

فصل ۱۹ - نقش کلیه ها در تنظیم بلندمدت فشار شریانی
هیپرتانسیون: دستگاه منسجم کنترل فشار شریانی
دستگاه کلیوی - مایعات بدن جهت کنترل فشار شریانی
سیستم رنین - آنژیوتانسین: نقش آن در کنترل فشار
شریانی
خلاصه دستگاه منسجم و چند منظوره تنظیم فشار
شریانی

بخش ۵ - کلیه‌ها و مایعات بدن ۳۹۳

فصل ۳۵ - بخش‌های مایع بدن: مایعات خارج سلولی و

داخل سلولی: مایع میان بافتی و ادم ۳۹۴

دریافت و دفع مایع در شرایط پایدار با هم در تعادل هستند ۳۹۲

بخش‌های مایعات بدن ۳۹۵

اجزای مایعات خارج سلولی و داخل سلولی ۳۹۷

سنجش حجم مایع در بخش‌های مختلف مایعات بدن - اصل

رقیق شدن معرف ۳۹۹

تنظیم تبادل مایع و تعادل‌های اسمزی بین مایعات داخل و خارج

سلولی ۴۰۱

حجم و اسمولالیت مایعات داخل و خارج سلولی در حالات

غیرطبیعی ۴۰۳

گلوکز و سایر اجزای هائی که مصرف تغذیه‌ای دارند ۴۰۶

اختلالات اصلی تنظیم حجم مایعات: هیپوناترمی و

هیپرناترمی ۴۰۶

ادم: مایع اضافی در بافت‌ها ۴۰۹

مایعات - نشانه‌های بالقوه بدن ۴۱۵

فصل ۳۶ - دستگاه ادراری: آناتومی عملکردی و نحوه

تشکیل ادرار در کلیه‌ها ۴۱۶

وظایف چندگانه کلیه‌ها ۴۱۶

آناتومی فیزیولوژیک کلیه‌ها ۴۱۸

تشکیل ادرار، حاصل فیلتراسیون گلومرولی، بازجذب توبولی و

ترشح توبولی است ۴۲۱

دفع ادرار ۴۲۴

فصل ۳۷ - فیلتراسیون گلومرولی، جریان خون کلیوی و

کنترل آنها ۴۲۹

فیلتراسیون گلومرولی - نخستین گام در تشکیل ادرار ۴۲۹

عوامل تعیین‌کننده GFR ۴۳۲

جریان خون کلیه ۴۳۶

کنترل فیزیولوژیک فیلتراسیون گلومرولی و جریان خون

کلیه ۴۳۸

خودتنظیمی GFR و جریان خون کلیه ۴۴۰

فصل ۳۸ - بازجذب و ترشح توبولی ۴۴۶

بازجذب توبولی به صورت انتخابی و در مقیاس بزرگ انجام

می‌شود ۴۴۶

مکانیسم‌های فعال و غیرفعال بازجذب توبولی ۴۴۷

بازجذب و ترشح در قسمت‌های مختلف نفرون ۴۵۴

فصل ۳۹ - برون‌ده قلبی، بازگشت وریدی و تنظیم

آنها ۴۱۵

مقادیر طبیعی برون‌ده قلبی طی استراحت و فعالیت ۴۱۵

کنترل برون‌ده قلبی توسط بازگشت وریدی - نقش مکانیسم

فرانک - استارلینگ قلب ۴۱۶

روش‌های اندازه‌گیری برون‌ده قلبی ۴۳۱

فصل ۴۱ - جریان خون عضلات و برون‌ده قلبی هنگام

فعالیت: گردش خون کرونری و بیماری اسکیمیک

قلب ۴۳۴

جریان خون عضلات اسکلتی و تنظیم آن هنگام استراحت و

فعالیت ۴۳۴

گردش خون کرونری ۴۳۸

فصل ۴۲ - نارسایی قلب ۴۵۰

دینامیک گردش خون در نارسایی قلب ۴۵۰

نارسایی یک‌طرفه قلب چپ ۴۵۵

نارسایی قلب با برون‌ده کم - شوک کاردیوژنیک ۴۵۶

ادم در بیماران مبتلا به نارسایی قلب ۴۵۷

ذخیره قلبی ۴۵۹

روش نموداری و کمی برای تحلیل نارسایی قلب ۴۶۰

نارسایی قلبی با کسر تخلیه طبیعی ۴۶۳

نارسایی قلب با برون‌ده زیاد ۴۶۴

فصل ۴۳ - دریچه‌های قلبی و صداهای قلبی: مایعات

دریچه‌ای و مادرزادی قلب ۴۶۷

صداهای قلبی ۴۶۷

دینامیک غیرطبیعی گردش خون در بیماری دریچه‌ای

قلب ۴۷۲

دینامیک غیرطبیعی گردش خون در بیماری‌های مادرزادی

استفاده از گردش خون خارج بدنی طی جراحی قلب ۴۷۸

هیپرتروفی قلب در بیماری‌های دریچه‌ای و مادرزادی قلب ۴۷۹

فصل ۴۴ - شوک گردش خون و درمان آن ۴۸۰

علل فیزیولوژیک شوک ۴۸۰

شوگ ناشی از هیپوولمی - شوگ هموراژیک ۴۸۱

شوگ توزیعی با گشادی شدید عروق محیطی مشخص

می‌شود ۴۸۹

شوگ انسدادی و علل غیر قلبی کاهش برون‌ده قلبی ۴۹۰

فیزیولوژی درمان شوگ ۴۹۱

ایست گردش خون ۴۹۲

۵۳۱	پروتئین‌ها: بافرهای مهم داخل سلولی
۵۳۲	تنظیم تنفسی تعادل اسید - باز
۵۳۳	تنظیم کلیوی تعادل اسید - باز
۵۳۵	ترشح یون‌های هیدروژن و بازجذب یون‌های بیکربنات به وسیله توپول‌های کلیوی
۵۳۸	ترکیب یون هیدروژن اضافی با بافرهای فسفات و آمونیاک در توپول - مکانیسمی برای تولید بیکربنات جدید
۵۴۰	ارزیابی کمی دفع کلیوی اسید و باز
۵۴۱	تنظیم ترشح یون هیدروژن در توپول‌های کلیه
۵۴۲	اصلاح کلیوی اسیدوز - افزایش دفع یون هیدروژن و افزودن یون بیکربنات مایع خارج سلولی
۵۴۳	اصلاح کلیوی کالوز - کاهش ترشح توپولی یون هیدروژن و افزایش دفع یون بیکربنات

۵۵۰	فصل ۳۰ - دیورتیک‌ها و بیماری‌های کلیوی
۵۵۰	دیورتیک‌ها و مکانیسم عملکرد آنها
۵۵۳	بیماری‌های کلیوی
۵۵۴	اسید حاد کلیه (AKI)
۵۵۷	بیماری مزمن کلیه اغلب با کاهش غیرقابل بازگشت تعداد نفرون‌های فعال همراه است

۵۷۱	بخش ۶ - سلول‌های خونی، ایمنی و انعقاد خون
-----	---

۵۷۲	فصل ۳۳ - گلبول‌های قرمز خون، کم خونی و پلی‌سیتمی
۵۷۲	گلبول‌های قرمز خون (اریتروسیت‌ها)
۵۷۹	متابولیسم آهن
۵۸۱	آنمی‌ها (کم‌خونی‌ها)
۵۸۳	پلی‌سیتمی

۵۸۴	فصل ۳۴ - مقاومت بدن در برابر عفونت: (۱) لکوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها، سیستم مونوسیت - ماکروفاژ و التهاب
۵۸۴	لکوسیت‌ها (گلبول‌های سفید خون)
۵۸۷	نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها در برابر عفونت‌ها دفاع می‌کنند
۵۸۹	سیستم مونوسیت - ماکروفاژ (سیستم رتیکولوئندوتلیال)
۵۹۱	التهاب: نقش نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها
۵۹۴	انوزینوفیل‌ها
۵۹۵	بازوفیل‌ها
۵۹۵	لکوپنی

۴۶۳	تنظیم بازجذب توپولی
۴۷۱	استفاده از روش‌های کلیرانس برای ارزیابی عملکرد کلیه
۴۷۶	فصل ۲۹ - تغلیظ و رقیق‌سازی ادرار: تنظیم اسمولاریته و غلظت سدیم مایع خارج سلولی
۴۷۶	کلیه‌ها با تشکیل ادرار رقیق، آب اضافی را دفع می‌کنند
۴۷۸	کلیه‌ها با دفع ادرار غلیظ، آب را در بدن حفظ می‌کنند
۴۸۰	مکانیسم جریان معکوس افزایشنده
۴۹۰	تنظیم اسمولاریته مایع خارج سلولی و غلظت سدیم
۴۹۳	نقش تشنگی در تنظیم اسمولاریته مایع خارج سلولی و غلظت سدیم

۴۹۹	فصل ۳۰ - تنظیم کلیوی پتاسیم، کلسیم، فسفات و منیزیم؛ همکاری مکانیسم‌های کلیوی برای کنترل حجم
۵۰۰	تنظیم توزیع پتاسیم در بدن
۵۰۱	تنظیم دفع کلیوی پتاسیم
۵۰۸	تنظیم دفع کلیوی کلسیم و غلظت یون کلسیم خارج سلولی
۵۱۲	تنظیم دفع کلیوی فسفات
۵۱۳	تنظیم دفع کلیوی منیزیم و غلظت یون منیزیم خارج سلولی
۵۱۷	همکاری مکانیسم‌های کلیوی برای تنظیم مایع خارج سلولی
۵۱۸	توزیع مایع خارج سلولی بین فضاهای میان بافتی و دستگاه عروقی
۵۱۸	عوامل عصبی و هورمونی، کارایی تنظیم
۵۲۲	فیدبکی سیستم کلیوی - مایعات بدنی را اصلاح می‌دهند
۵۲۳	پاسخ‌های منسجم به تغییرات دریافت سدیم
۵۲۳	شرایطی که باعث می‌شوند حجم خون و حجم مایع خارج سلولی به مقدار زیاد افزایش یابند
۵۲۴	وضعیت‌هایی که بدون تغییر دادن حجم خون یا کاهش آن باعث افزایش زیاد حجم مایع خارج سلولی می‌شوند

۵۲۵	فصل ۳۱ - تنظیم تعادل اسید و باز
۵۲۵	غلظت یون هیدروژن به دقت تنظیم می‌شود
۵۲۷	اسیدها و بازها - تعریف‌ها و مفاهیم آنها
۵۲۷	مکانیسم‌های دفاعی در برابر تغییرات غلظت یون هیدروژن: بافرها، ریه‌ها و کلیه‌ها
۵۲۷	بافر سازی یون‌های هیدروژن در مایعات بدن
۵۳۰	دستگاه بافری بیکربنات
۵۳۰	دستگاه بافری فسفات

فصل ۳۰ - اصول تبادل گاز: انتشار اکسیژن و دی اکسیدکربن از غشای تنفسی	۶۶۸
تفاوت میان ترکیب هوای آلوئولی و هوای جوی	۶۷۱
انتشار گاز از غشای تنفسی	۶۷۳

فصل ۳۱ - انتقال اکسیژن و دی اکسیدکربن در خون و مایعات بافتی	۶۸۱
انتقال اکسیژن از ریه ها به بافت های بدن	۶۸۱
انتقال دی اکسیدکربن در خون	۶۹۱
نسبت تبادل تنفسی	۶۹۴

فصل ۳۲ - تنظیم تنفسی	۶۹۵
مرکز تنفسی	۶۹۵
کنترل شیمیایی تنفس	۶۹۸
سیستم گیرنده های شیمیایی محیطی - نقش اکسیژن در کنترل تنفس	۷۰۰
تنظیم تنفس هنگام فعالیت	۷۰۳

فصل ۳۳ - نارسایی تنفسی - پاتوفیزیولوژی، تشخیص و مدیریت درمانی	۷۰۹
روش های مفید جهت بررسی ناهنجاری های تنفسی	۷۰۹
پاتوفیزیولوژی ناهنجاری های ریوی اختصاصی	۷۱۲
هیپوکسی و اکسیژن درمانی	۷۱۶
هیپرکاپنه - دی اکسید کربن اضافی در مایعات بدن	۷۱۸
احیای تنفسی و دستگاه های تهویه مکانیکی	۷۲۰

بخش ۸ - فیزیولوژی هوانوردی، فضا و غواصی در اعماق دریا

فصل ۴۴ - فیزیولوژی هوانوردی، ارتفاعات و فضا	۷۲۲
اثرات فشار پایین اکسیژن بر بدن	۷۲۲

فصل ۴۵ - فیزیولوژی غواصی در اعماق دریا و شرایط پر فشار دیگر	۷۳۳
اثر فشارهای سهمی بالای گازها روی بدن	۷۳۴
غواصی اسکوبا (دستگاه تنفس زیرآبی مستقل)	۷۳۹

واژه یاب	۷۴۱
----------	-----

لوکمی	۵۶۵
فصل ۳۵ - مقاومت بدن نسبت به عفونت: (۲) ایمنی و آلرژی	۵۹۷

ایمنی اکتسابی یا سازشی	۵۹۷
آلرژی و افزایش حساسیت	۶۱۲
تفاوت های جنسیتی در ایمنی ذاتی و اکتسابی	۶۱۴

فصل ۳۶ - گروه های خونی؛ انتقال خون؛ پیوند بافت و عضو	۶۱۵
خاصیت آنتی ژنی باعث واکنش های ایمنی خون می شود	۶۱۵
گروه های خونی O-A-B	۶۱۵
گروه خونی Rh	۶۱۸
واکنش انتقال خون ناشی از ناسازگاری گروه خونی	۶۲۰
پیوند اعضا و بافت ها	۶۲۱

فصل ۳۷ - هموستاز و انعقاد خون	۶۲۳
وقایعی که طی فرآیند هموستاز رخ می دهند	۶۲۳
مکانیسم های انعقاد خون	۶۲۶
حالاتی که باعث خونریزی بیش از حد در انسان می شوند	۶۳۳
وضعیت های ترومبوآمبولیک در انسان	۶۳۵

بخش ۷ - تنفس

فصل ۳۸ - تهویه ریوی	۶۴۲
مکانیک تهویه ریوی	۶۴۲
حجم ها و ظرفیت های ریوی	۶۴۷
تهویه آلوئولی	۶۵۰

فصل ۳۹ - گردش خون ریوی، ادم ریوی، مایع جنب	۶۵۸
آناتومی فیزیولوژیک دستگاه گردش خون ریوی	۶۵۸
فشارهای دستگاه ریوی	۶۵۹
حجم خون ریه ها	۶۶۰
جریان خون در ریه ها و توزیع آن	۶۶۰
اثر اختلاف فشار هیدروستاتیک بر ریه ها و جریان خون ناحیه ای ریه	۶۶۱
دینامیک مویرگ های ریه	۶۶۴
مایعات درون حفره جنب	۶۶۶

سازمان بندی عملکردی بدن انسان و کنترل «محیط داخلی»

یکپارچه سازی نیازمند ارتباط و هماهنگی توسط مجموعه گسترده ای از سیستم های کنترلی است که در هر سطحی عمل می کنند؛ یعنی از سطح ژن که سنتز مولکول های مختلف را برنامه ریزی می کند تا سطح سیستم های پیچیده ای مثل سیستم های عصبی و هورمونی که اعمال سلول ها، بافت ها و اندام های موجود در بدن را هماهنگ می نماید. بنابراین، اعمال هماهنگ شده بدن انسان بسیار پیچیده و مجموعه قسمت های مختلف آن بوده و زندگی سالم میسر است. ما سعی خواهیم کرد تا اندازه ای در مورد پاتوفیزیولوژی که مطالعه عملکرد بدن در حالت بیماری بوده و اساس پزشکی بالینی است، بحث کنیم.

سلول ها به عنوان واحدهای زنده بدن

هر بافت یا اندام، مجموعه ای از سلول های بسیار متفاوت است که توسط ساختمان های محافظ بین سلولی در کنار هم نگه داشته شده اند.

هر نوع سلول برای انجام یک یا چند عمل خاص سازگاری یافته است. برای مثال، گلبول های قرمز خون (۲۵ تریلیون در هر انسان) اکسیژن را از ریه ها به بافت ها می رسانند. با وجودی که گلبول های قرمز خون، پر تعدادترین نوع سلولی هستند، ولی در بدن تریلیون ها سلول از انواع دیگر سلولی که کاری متفاوت از گلبول های قرمز انجام می دهند، وجود دارد. پس، کل بدن حدود ۴۰-۳۵ تریلیون سلول دارد. اگرچه بسیاری از سلول های بدن تفاوت زیادی با هم دارند، همه آنها در برخی خصوصیات پایه ای مشابه هستند.

فیزیولوژی شاخه ای از زیست شناسی است که در تلاش برای توصیف عملکرد موجودات زنده و اجزای آن است. هدف فیزیولوژی توصیف عوامل فیزیکی و شیمیایی مسئول منشأ، تکوین و ادامه حیات می باشد. هر نوع از حیات، از ویروس ساده تا بزرگترین درخت یا انسان پیچیده، مشخصات عملکردی خاص خود را دارد. بنابراین قلمرو گسترده فیزیولوژی را می توان به فیزیولوژی ویروسی، فیزیولوژی باکتریایی، فیزیولوژی سلولی، فیزیولوژی گیاهی، فیزیولوژی بی مهرگان، فیزیولوژی مهره داران، فیزیولوژی پستانداران، فیزیولوژی انسانی و بسیاری از شاخه های دیگر تقسیم کرد.

فیزیولوژی انسانی. در فیزیولوژی انسانی، ما تمرکز بر توصیف ویژگی ها و مکانیسم های خاص بدن انسان هستیم که آن را یک موجود زنده ساخته است. این واقعیت که ما زنده می مانیم، نتیجه سیستم های کنترلی پیچیده است. گرسنگی ما را وادار به جستجوی غذا می کند و ترس ما را وادار به جستجوی پناهگاه می سازد. احساس سرما ما را وادار به جستجوی گرما می نماید. سایر اجبارها موجب می شوند که ما به جستجوی معاشرت و تولید مثل بپردازیم. این واقعیت که ما حس می کنیم، عاطفه داریم و می آموزیم، بخشی از این توالی خودکار است. این صفات خاص به ما اجازه می دهند تا در شرایط بسیار مختلفی زنده بمانیم و در غیر این صورت قادر به ادامه حیات نخواهیم بود.

فیزیولوژی انسانی، علوم پایه را با پزشکی مرتبط نموده و عملکردهای مختلف سلول ها، بافت ها و اندام ها را در بطن موجود زنده ای به نام انسان یکپارچه می سازد. این

طریق انتشار از جدار مویرگ‌ها، بین خون و مایعات بافتی بخش می‌شود.

در مایع خارج سلولی، یون‌ها و مواد غذایی مورد نیاز سلول‌ها برای بقای حیات سلول وجود دارد. بنابراین، تمام سلول‌ها در یک محیط ضرورتاً یکسان، یعنی مایع خارج سلولی زندگی می‌کنند. به این دلیل، مایع خارج سلولی، **محیط داخلی بدن** یا milieu intérieur نیز نامیده می‌شود. این اصطلاح بیش از صد سال پیش توسط فیزیولوژیست بزرگ فرانسوی قرن نوزدهم، **کلرد برنارد** (۱۸۷۸-۱۸۱۳) به کار برده شد.

تا زمانی که غلات مناسب اکسیژن، گلوکز، یون‌های مختلف، اسیدهای آمینه، مواد چرب و سایر مواد در این محیط داخلی فراهم باشند، سلول‌ها قادر به زندگی، رشد و انجام اعمال خاص خود هستند.

تفاوتی بین مایعات خارج سلولی و داخل سلولی مایع خارج سلولی حاوی مقدار زیادی یون‌های Na^+ ، Cl^- و بیکربنات به همراه مواد غذایی سلول‌ها، همچون اکسیژن، گلوکز، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه می‌باشد. این مایع همچنین شامل دی‌اکسید کربن نیز هست که از سلول‌ها به ریه منتقل می‌شود تا دفع گردد. سایر فراورده‌های سلولی که از طریق کلیه دفع می‌شوند نیز در این مایع وجود دارد.

مایع داخل سلولی حاوی مقادیر بسیار زیادی از یون‌های پتاسیم، منیزیم و فسفات به جای یون‌های سدیم و کلر است که در مایع خارج سلولی یافت می‌شوند. مکانیسم خاص انتقال یون‌ها از غشای سلول موجب حفظ تفاوت غلظت بین مایعات داخل سلولی و خارج سلولی می‌شود. روند انتقال در **فصل ۴** بحث خواهد شد.

برای مثال، در همه سلول‌ها، اکسیژن با کربوهیدرات، چربی و پروتئین واکنش می‌دهد و انرژی لازم برای اعمال سلول را تأمین می‌کند. به علاوه، مکانیسم‌های شیمیایی عمومی برای تبدیل مواد غذایی به انرژی به صورت پایهای در تمام سلول‌ها یکسان است و نیز تمام سلول‌ها فراورده‌های نهایی واکنش‌های شیمیایی خود را به مایعات پیرامون خود می‌ریزند.

همچنین، تقریباً تمام سلول‌ها توانایی تولید سلول‌های دیگر از نوع خود را دارند. هنگامی که سلول‌های یک نوع خاص بنا به هر علتی تخریب می‌شوند، سلول‌های باقی‌مانده از آن نوع معمولاً تا جایگزینی کامل، سلول جدید می‌سازند.

میکروارگانیسم‌های موجود در بدن از تعداد سلول‌های انسان بیشتر است. علاوه بر سلول‌های انسانی، تریلیون‌ها میکروب در داخل بدن، روی پوست، داخل دهان، روده و بینی زندگی می‌کنند. به عنوان مثال لوله گوارش حاوی یک جمعیت پیچیده و پویا از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ گونه از میکروارگانیسم‌ها هست که تعدادشان از سلول‌های انسان بیشتر است. اجتماعات میکروارگانیسمی که در داخل بدن ساکن هستند و اغلب **میکروبیوتا** نامیده می‌شوند، می‌توانند سبب بیماری شوند اما در اغلب مواقع، آنها همسو با بدن انسانی خود بوده و اعمال حیاتی که برای زندگی و رفاه حیاتی است را فراهم می‌کنند. اگرچه اهمیت میکروبیوتای روده در هضم مواد غذایی به طور گسترده شناخته شده است، سایر نقش‌های آنها در تغذیه، ایمنی و مایعات موثره اخیراً مورد بررسی و کنکاش قرار گرفته و حوزه وسیعی از تحقیقات زیست پزشکی را به خود اختصاص داده است.

مایع خارج سلولی - محیط داخلی

حدود ۷۰-۵۰ درصد بدن انسان از مایعی تشکیل شده است که عموماً شامل محلول آبی، یون‌ها و دیگر مواد می‌باشد. اگرچه بیشتر این مایع درون سلول‌هاست و **مایع داخل سلولی** نام دارد، ولی یک سوم آن در فضای خارج سلول‌ها است و **مایع خارج سلولی** نامیده می‌شود. این مایع خارج سلولی در حالت حرکت دائمی در سراسر بدن است. مایع خارج سلولی در گردش خون به سرعت جابجا می‌شود و سپس از

هومئوستاز - حفظ محیط داخلی نسبتاً پایدار

کلمه **هومئوستاز** در سال ۱۹۲۹ توسط فیزیولوژیست آمریکایی، والتر کانن (Walter Cannon) (۱۹۴۵-۱۸۷۱) جهت توصیف **حفظ شرایط پایدار و ثابت در محیط داخلی** ابداع گردید. هومئوستازی یک فرایند دینامیک است و اصولاً همه اعضا و بافت‌های بدن اعمالی انجام می‌دهند که به حفظ این شرایط ثابت به رغم چالش‌های روزانه

زندگی بر سلامتی و همچنین بیماری، کمک می‌کند.

هومئوستاز در تمام سطوح سازماندهی بدن، از سطوح مولکولی و ژنتیک تا سلول، بافت، اندام‌ها و کل بدن رخ می‌دهد. برای مثال فرایند تکثیر داکسی ریبونوکلیئیک اسید (DNA) که برای تولید سلول‌های جدید ضروری است، نیاز به ترکیب حدود ۳ تا ۶ میلیارد نوکلئوتید در تریبی صحیح دارد تا ۲۰,۰۰۰ الی ۲۵۰۰۰ ژن تشکیل شود. این ژن‌ها تولید حدود ۱۰۰,۰۰۰ پروتئین را کنترل می‌کنند. هر نوع سلول مکانیسم‌های متفاوتی برای کنترل بیان ژن و تشکیل پروتئین دارد. بدن انسان حدود ۲۵ تا ۳۰ تریلیون سلول دارد که این تعداد ۲۵ تا ۳۰ تریلیون میکروارگانیسم دیگر را که معمولاً در همزیستی با سلول‌های بدن زندگی می‌کنند، شامل نمی‌شود. هر سلول بدن نیز به نوبه خود مکانیسم‌های کنترل مجزایی دارد که عملکرد آن را تنظیم می‌کنند. سلول‌هایی که یک بافت را تشکیل می‌دهند، از طریق سیگنال‌های شیمیایی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و در برخی موارد، اندام‌هایی را تشکیل می‌دهند که کنترل‌های داخلی خود را دارند. اندام‌ها نیز از طریق سیستم عصبی و آزاد کردن مواد مختلف از جمله هورمون‌ها و ویزیکول‌های خارج سلولی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. ویزیکول‌ها توسط لیپیدها محدود شده‌اند، توسط آنتی‌بادی‌ها به فضای خارج سلولی ترشح می‌شوند و حاوی حجم‌هایی هستند که می‌توانند عملکرد سایر سلول‌ها، اندام‌ها را تغییر دهند. این همه پیچیدگی و زیبایی که حیات را حفظ می‌کنند، چگونه هماهنگ می‌شوند؟ این هماهنگی هومئوستازی نامیده می‌شود.

یک اصل بنیادی در هومئوستاز این است که عملکرد کل بدن بسیار فراتر از مجموع اجزای آن است. تمام اندام‌ها و بافت‌های بدن عملکرد خود را انجام می‌دهند تا در کنار هم به حفظ شرایط پایدار لازم برای حیات کمک کنند. برای مثال، ریه‌ها اکسیژن مایع خارج سلولی را تأمین می‌کنند تا جایگزین اکسیژن مصرف شده توسط سلول‌ها شود، کلیه‌ها غلظت یون‌ها را ثابت نگاه می‌دارند و سیستم گوارش، مواد غذایی را تأمین می‌کند.

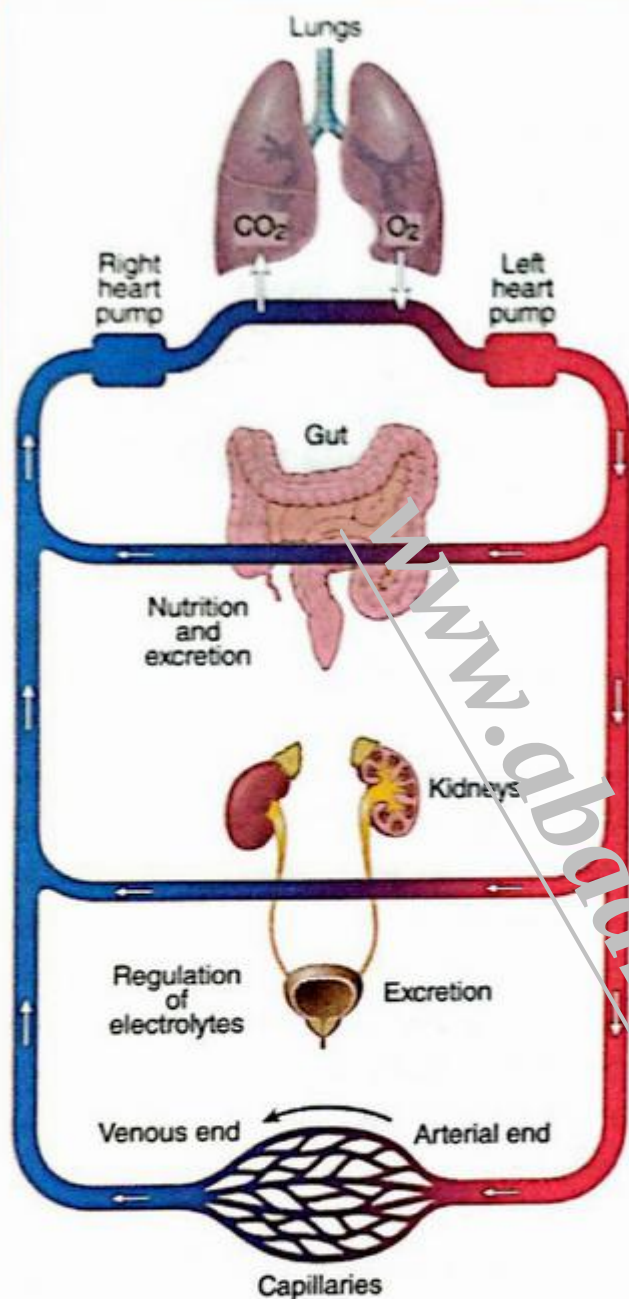
ترکیبات مایعات بدن به طور طبیعی در یک محدوده قابل تحمل از مقادیر تنظیم می‌شوند. انواع مختلف یون‌ها، مواد مغذی، فرآورده‌های زاید و سایر

ترکیبات بدن مقدار ثابتی ندارند و در عوض در یک محدوده از مقادیر قرار می‌گیرند. این محدوده برای برخی از ترکیبات بدن بسیار کوچک است. به عنوان مثال، محدوده غلظت یون هیدروژن در شرایط طبیعی کمتر از ۵ نانومول در هر لیتر است (یعنی ۵/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ مول در لیتر). غلظت سدیم خون نیز به شدت تنظیم می‌شود، به طوری که به رغم تغییرات وسیع در میزان دریافت سدیم، غلظت آن تنها به مقدار چند میلی‌مول در لیتر تغییر می‌کند. با این حال، چنین نوسان اندکی که در غلظت سدیم روی می‌دهد، دست کم ۱ میلیون بار بیشتر از نوسان غلظت یون‌های هیدروژن می‌باشد.

سیستم‌های کنترلی قدرتمندی در بدن وجود دارند که موجب حفظ غلظت یون‌های سدیم و هیدروژن و همچنین بسیاری از یون‌ها، مواد مغذی و غیره در بدن می‌گردند. غلظت یون‌های ترکیبات در محدوده‌ای حفظ می‌شود که به سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌های بدن اجازه می‌دهد تا به رغم تغییرات محیطی گسترده و چالش‌هایی مانند آسیب بیماری، عملکرد طبیعی خود را به انجام برسانند.

بخش اعظمی از این کتاب به چگونگی مشارکت هر اندام یا بافت در برقراری هومئوستاز می‌پردازد. عملکرد طبیعی بدن به عملکرد هماهنگ و یکپارچه سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌ها و همچنین عوامل متعدد عصبی و هورمونی و سیستم‌های کنترل موضعی وابسته است که به همراه یکدیگر در برقراری هومئوستاز و سلامت مطلوب بدن مشارکت می‌کنند.

جبران‌های هومئوستاتیک در بیماری‌ها. بیماری اغلب به وضعیت‌هایی که سبب برهم خوردن هومئوستاز می‌شوند، اطلاق می‌گردد. با این وجود، حتی در مواقع بیماری نیز مکانیسم‌های هومئوستازی به عملکرد خود ادامه می‌دهند و از طریق مکانیسم‌های جبرانی متعدد عملکردهای حیاتی بدن را در حد طبیعی نگاه می‌دارند. در برخی موارد ممکن است همین مکانیسم‌های جبرانی، خود سبب تغییرات عمده‌ای در عملکردهای طبیعی بدن شوند و تشخیص افتراقی میان علت اولیه بیماری و پاسخ‌های جبرانی را با مشکل مواجه سازند. به عنوان مثال، بیماری‌هایی که توانایی کلیه‌ها در دفع آب و نمک را مختل می‌کنند، ممکن است به فشار خون بالا منتج گردند. سپس فشار بالای خون کمک می‌کند تا میزان دفع کلیوی آب و



شکل ۱-۱. ساختار کلی دستگاه گردش خون.

نمک به حد طبیعی بازگردد و در نتیجه بین میزان دریافت و میزان دفع کلیوی تعادل برقرار می‌شود. این تعادل برای تداوم حیات ضروری است، اما همین فشار بالای خون می‌تواند در طولانی مدت موجب آسیب ارگان‌های مختلف از قبیل کلیه‌ها شود و بدین ترتیب فشارخون را حتی بیشتر از این مقدار افزایش دهد و آسیب کلیوی را تشدید نماید. بنابراین جریان‌های هومئوستازی که پس از وقوع آسیب، بیماری و یا چالش‌های محیطی عمده‌ای که بدن با آنها روبروست، فعال می‌شوند، شرایطی را ایجاد می‌کنند که برای حفظ عملکردهای حیاتی بدن ضروری است. اما همین شرایط در طولانی مدت موجب ناهنجاری‌های دیگری در عملکرد بدن می‌شوند. هدف **پاتوفیزیولوژی**، توصیف چگونگی اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف بدن در جریان بیماری و آسیب می‌باشد.

در این فصل به توصیف سیستم‌های عملکردی مختلف بدن و نحوه مشارکت آنها در هومئوستاز می‌پردازیم. سپس تئوری پایه مکانیسم‌های کنترلی بدن را که به سیستم‌های عملکردی اجازه می‌دهند تا در جهت حمایت از یکدیگر به فعالیت بپردازند، به اختصار توضیح خواهیم داد.

انتقال و توزیع مایع خارج سلولی توسط دستگاه گردش خون

مایع خارج سلولی در دو مرحله در تمام بخش‌های بدن انتقال می‌شود. مرحله اول، حرکت خون در بدن درون عروق خونی است و مرحله دوم، حرکت مایع بین خون در ریزب‌ها و فضای بین سلولی، بین سلول‌های بافت است.

شکل ۱-۱ نمای کلی گردش خون انسان می‌دهد. هنگام استراحت بدن، تمام خون در گردش در هر دقیقه به طور متوسط یک بار از کل چرخه گردش خون می‌گذرد، در حالی که در فعالیت شدید این مقدار به ۶ بار در دقیقه می‌رسد.

هنگامی که خون از مویرگ‌های خونی بدن می‌گذرد، بین بخش پلاسمای خون و مایع میان بافتی که فضای بین سلولی را پر می‌کند، تبادل صورت می‌گیرد و مایع خارج سلولی مرتباً تغییر می‌کند. این روند در **شکل ۱-۲** نشان داده شده است. دیواره‌های مویرگ‌ها برای بیشتر مولکول‌های پلاسمای خون به استثناء مولکول‌های پروتئینی بزرگ پلاسما نفوذپذیر هستند. بنابراین، میزان زیادی از مایع و مواد محلول در آن در

هر دو جهت بین خون و فضاهای بافتی می‌تواند منتشر شود که با پیکان در **شکل ۱-۲** نشان داده شده است.

این روند انتشار ناشی از انرژی جنبشی مولکول‌های پلاسما و مایع میان بافتی است. مولکول‌های مایع و مولکول‌های محلول در آن پیوسته در خود مایع و منافذ مویرگی و فضاهای بافتی در تمام جهات رفت و آمد می‌کنند. ندرتاً امکان دارد فاصله یک سلول با مویرگ، بیش از ۵۰ میکرون باشد، که انتشار تقریباً کلیه مواد از مویرگ به سلول را