

УДК 612  
ББК 28.707.3  
Х-720

Данное издание представляет собой перевод с английского оригинального издания Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 13<sup>th</sup> edition by John E. Hall, PhD. Перевод опубликован по контракту с издательством Elsevier Inc.

**Научное редактирование перевода**

*Кобрин Владимир Исаакович,*  
доктор медицинских наук, профессор  
*Галагудза Михаил Михайлович,*  
доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН,  
директор Института экспериментальной медицины  
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России  
*Умрюхин Алексей Евгеньевич,*

доктор медицинских наук, заведующий кафедрой  
нормальной физиологии ФГАОУ ВО «Первый Московский  
государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»  
Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Перевод с английского**

*Зоненко О.Г. (главы 63-67), Кузнецова Т.Е. (главы 4-8, 33-62, 85),  
Монгуш М.И. (главы 68-84), Образцова Е.Н. (главы 1-3),  
Свешников Д.С. (25-32), Трубецкая Л.В. (главы 9-24)*

Х-720 Холл, Дж.Э.

Медицинская физиология по Гайтону и Холлу / Дж.Э. Холл / Пер. с англ.;  
Под ред. В.И. Кобрин, М.М. Галагудзы, А.Е. Умрюхина. 2-е изд., испр. и доп. —  
М.: Логосфера, 2018. — 1328 с. : ил. : 21,6 см.

ISBN 978-5-98657-060-0

В новом издании классического учебника «Медицинская физиология» сохранены все традиции Артура К. Гайтона и Джона Э. Холла в представлении ключевых концепций физиологии. Учебник разделен на короткие и легко читаемые главы, содержит много таблиц и рисунков (свыше 1200) для анализа информации, охватывает все главные системы организма человека и отражает самые последние сведения в области медицинской физиологии. Обсуждение основных концепций сопровождается клиническими примерами и описаниями молекулярно-клеточных механизмов, важных с точки зрения практической медицины. Особое внимание уделяется взаимодействию главных систем организма, вопросам гомеостаза и патофизиологическим проблемам.

Данное издание в первую очередь предназначено для студентов и аспирантов медицинских и биологических факультетов высших учебных заведений.

УДК 612  
ББК 28.707.3

**Предупреждение.** Знания и практический опыт в области медицинской физиологии постоянно развиваются. Новые исследования и клинический опыт расширяют наши знания, поэтому может возникнуть необходимость в изменении методов диагностики, способов лечения и лекарственной терапии. Практикующим врачам и исследователям нужно полагаться на собственный опыт и знания в оценке информации и применении методов, описанных в данной книге. При использовании этой информации или методов следует учитывать как собственную безопасность, так и безопасность тех, перед кем они несут профессиональную ответственность. При назначении больным лекарственных средств необходимо ознакомиться с сопроводительной инструкцией, вложенной в упаковку, для уточнения

рекомендованной дозы, способа и продолжительности применения, а также противопоказаний. Только специалист, полагаясь на собственный опыт и знания о больном, отвечает за постановку диагноза, определение дозировки и наилучшей схемы лечения для каждого пациента. В полном соответствии с законом ни издатель, ни автор не несут какой-либо ответственности за любой вред и/или ущерб, нанесенный людям и собственности в связи с использованием материала, содержащегося в этой книге.

**Все права защищены.** Не допускается воспроизведение или распространение в любой форме или любым способом (электронным или механическим, включая фотокопирование, видеозапись или любую систему хранения и поиска информации) без письменного разрешения издателя.

ISBN 978-5-98657-060-0 (рус.)  
ISBN 978-1-4557-7005-2 (англ.)

© Elsevier Inc., 2016  
© ООО «Логосфера», перевод,  
оформление русского издания, 2018

# Предисловие

Учебник «*Медицинская физиология*» (первое издание) был написан Артуром К. Гайтоном почти 60 лет назад. В отличие от многих медицинских учебников, часто имеющих 20 и более авторов, первые восемь изданий учебника «*Медицинская физиология*» были написаны полностью доктором А.К. Гайтоном.

А.К. Гайтон имел талант объяснять сложное в простой и интересной форме, что делало изучение физиологии захватывающим занятием. Он писал учебник «*Медицинская физиология*» для того, чтобы помочь студентам изучать этот предмет, а не для того, чтобы поразить коллег.

Мне посчастливилось работать с доктором А.К. Гайтоном в тесном сотрудничестве в течение почти 30 лет, я был удостоен чести помогать ему при подготовке 9-го и 10-го изданий. После трагической гибели А.К. Гайтона в 2003 г. я почувствовал ответственность за подготовку следующих изданий учебника «*Медицинская физиология*».

При подготовке 13-го издания моя цель была та же, что и в работе над предыдущими изданиями, — объяснить языком, понятным студентам, как различные клетки, ткани и органы человеческого тела работают вместе для поддержания жизни. Эта была трудная задача, поскольку быстрое расширение наших знаний физиологии продолжает раскрывать тайны организма. Были разработаны новые методы изучения молекулярной и клеточной физиологии. Мы все больше представляем принципы физиологии с позиции молекулярных и физических наук, а не просто как ряд отдельных и необъяснимых биологических феноменов.

Учебник «*Медицинская физиология*», однако, не справочник по современным достижениям в области физиологии. Учебник сфокусирован на основных принципах физиологии, которые необходимо знать тем, кто начинает свою деятельность в области медицины и ухода за пациентами, тем, кто изучает биологию и смежные науки об организации жизни и здоровья.

Учебник также будет полезен врачам и медицинским работникам, которые стремятся к по-

вышению уровня понимания механизмов заболеваний человека.

В новом издании я старался сохранить прежнюю удобную для студентов унифицированную структуру текста и обеспечить полноту изложения материала для того, чтобы студенты захотели использовать книгу в качестве базы для своего профессионального роста. Надеюсь, что этот учебник сможет отразить величие человеческого организма и его функций и будет стимулировать студентов к изучению физиологии на протяжении всей профессиональной деятельности.

Физиология обеспечивает связь между фундаментальными науками и медициной. Большим достоинством физиологии является то, что она объединяет индивидуальные функции различных клеток, тканей и органов всего тела в единое целое — человеческий организм. Действительно, организм человека гораздо больше, чем просто сумма его частей, и жизнь зависит от общей функции организма, а не от функции отдельных частей тела.

Это подводит нас к важному вопросу: как отдельные органы и системы объединяются для поддержания надлежащей функции всего организма? К счастью, наш организм имеет множество регуляторных механизмов с обратной связью, что обеспечивает функциональное равновесие, без которого мы не могли бы существовать. Физиологи называют такой уровень регуляции внутренней среды *гомеостазисом*. Различные заболевания нарушают это функциональное равновесие и ослабляют гомеостазис. Критическое нарушение даже одной функции делает невозможной жизнь всего организма. В связи с этим цель этой книги — показать эффективность и красоту механизмов гомеостазиса, а также результаты нарушений их функций при болезни.

Кроме того, мы стремились к максимальной возможной точности. С этой целью были собраны различные предложения и критические замечания физиологов, студентов и клиницистов всего мира и использованы для проверки точности фактических данных. Однако при переработке нескольких тысяч битов информации

вполне возможны ошибки, поэтому я хотел бы обратиться ко всем читателям с просьбой присылать информацию о замеченных ими ошибках и неточностях. Физиологи понимают важность обратной связи для надлежащей функции человеческого организма; точно так же обратная связь важна для совершенствования этого учебника. Всем людям, которые нам помогали в подготовке учебника, я выражаю искреннюю благодарность.

Необходимо коротко объяснить особенности 13-го издания. Многие главы были пересмотрены в связи с необходимостью включения новых данных. Вместе с тем тщательно контролировалось общее количество текста с целью ограничения объема книги, чтобы ее могли эффективно использовать как студенты медицинских вузов, так и специалисты в области здравоохранения. Изменены многие рисунки: теперь они представлены в более красочном виде.

Приведенный в конце каждой главы список литературы сформирован преимущественно из современных статей, которые доступны на сайте базы данных Pu'bMed по адресу: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. Использование библиографических ссылок дает возможность читателю получить более полное представление о современном состоянии практически всех областей физиологии.

Другой особенностью учебника является использование двух размеров шрифта. Материал, напечатанный основным размером шрифта на полную колонку, представляет собой фундаментальную физиологическую информацию, которая понадобится студентам фактически во всех

видах их медицинской и научной деятельности. Более мелким шрифтом приведен материал нескольких видов: (1) анатомическая, химическая и иная информация, нужная для обсуждения, но в большинстве случаев изучаемая подробно в других курсах; (2) информация, особенно важная в определенных областях клинической медицины; (3) информация, имеющая ценность для студентов, желающих изучить физиологические механизмы более глубоко.

Хочу поблагодарить людей, которые помогли при подготовке этого издания, включая коллег по кафедре физиологии и биофизики Медицинского центра Университета в Миссисипи, за их ценные предложения. Краткая информация о научно-исследовательской и образовательной деятельности кафедры доступна по адресу <http://physiology.umc.edu/>.

Выражаю благодарность Stephanie Lucas за помощь в качестве секретаря и James Perkins за прекрасные иллюстрации. В подготовке иллюстраций также принимали участие Michael Schenk и Walter (Kyle) Cunningham. Особо хотел бы поблагодарить Elyse O'Grady, Rebecca Gruliov, Carrie Stetz и других сотрудников издательства Elsevier за помощь в издании учебника.

Наконец, я в громадном долгу перед Артуром К. Еайтоном за мою захватывающую карьеру в физиологии, за его дружбу и великую привилегию в работе над учебником «*Медицинская физиология*» в последние 25 лет, за вдохновение, которым он одарил всех, кто знал его.

Джон Э. Холл

# От научных редакторов второго издания на русском языке

Физиология в качестве фундаментальной медицинской дисциплины традиционно занимает одно из центральных мест в системе высшего медицинского образования.

Основоположник экспериментальной медицины Клод Бернар в «Лекциях по экспериментальной патологии» еще в 1871 г. писал: «Я откровенно признаю, что в медицине существует лишь одна наука и что наука эта есть физиология в приложении к здоровому и к больному состоянию... Физиология — это научный стержень, на котором держатся все медицинские науки».

Несмотря на появление и бурное развитие многих других теоретических дисциплин, составляющих основу медицинского образования, трудно не согласиться с этим мнением, высказанным почти 150 лет назад. Хорошее знание физиологии, которое, в свою очередь, невозможно без глубоких познаний в физике, математике, биохимии, анатомии, необходимо врачу любой специальности.

Учебник Артура К. Гайтона и Джона Э. Холла «Медицинская физиология» по праву считается одним из лучших учебников по физиологии в мире. Успех его обусловлен многими факторами. Одним из важнейших моментов, способствующих популярности книги среди студентов медицинских университетов, является сочетание преподавательской и научной работы в профессиональной деятельности авторов учебника.

Большой опыт в преподавании физиологии отразился в четкой систематизации материала, подборе иллюстраций и использовании эффективных дидактических приемов. Материал каждой главы прекрасно структурирован на небольшие разделы, каждый из которых представляет собой завершённое описание физиологического процесса или механизма. Отдельно следует отметить яркие, наглядные, информативные рисунки.

Достоинства учебника многократно усиливаются тем обстоятельством, что авторы являются крупными учеными, внесшими огромный вклад в развитие ключевых разделов физиологии. Именно блестящее владение методологией

научного поиска, в частности экспериментальными методами исследования, столь важными для физиологии, делает материал подлинно научным и обеспечивает необходимую глубину обсуждения проблем физиологии.

Следующий аспект — клиническая направленность учебника, которая закладывает у студента при изучении им физиологии фундамент клинического мышления. Практически во всех главах учебника есть клинические наблюдения, иллюстрирующие рассматриваемые физиологические закономерности и их нарушения. Некоторые разделы полностью посвящены патологическим процессам и описанию патогенетически обоснованных подходов к терапии. В этом смысле учебник «Медицинская физиология» готовит студента к освоению такого важного предмета, как патофизиология, а затем и к погружению в клинические дисциплины — внутренние болезни, хирургию, акушерство и гинекологию.

Помимо упомянутых достоинств книги, следует отметить наличие в конце каждой главы списка тщательно подобранных литературных источников последних лет, представляющих собой в основном обзорные статьи в высокорейтинговых медицинских журналах.

Со времени первого издания учебника «Медицинская физиология» Артура К. Гайтона и Джона Э. Холла на русском языке, осуществленного издательством «Логосфера» в 2008 г., учебник 2 раза переиздавался издательством Elsevier и обогатился современными данными. В связи с этим инициатива по подготовке второго русского издания, несомненно, заслуживает поддержки.

В ходе работы по редактированию перевода учебника научные редакторы постоянно восхищались безупречным авторским стилем и полнотой изложения сложных вопросов физиологии. Хочется надеяться, что эта книга будет полезна и интересна современной читательской аудитории.

М.М. Галагудза,  
А.Е. Умрюхин

# Содержание

## ЧАСТЬ I

Введение в физиологию:  
клеточная и общая физиология

### ГЛАВА 1

**Общие принципы функционирования  
организма и контроль состояния  
внутренней среды** 3

Клетка как структурно-функциональная  
единица живого организма 3  
Внеклеточная жидкость как внутренняя  
среда организма 3  
Гомеостаз 4  
Регуляторные системы организма 7  
Кратко об автоматизме организма 11

### ГЛАВА 2

**Клетка и ее функции** 13  
Строение клетки 13  
Структуры клетки 14  
Сравнение животной клетки  
с доклеточными формами жизни 21  
Функциональные системы клетки 21  
Движения клеток 27

### ГЛАВА 3

**Генетический контроль синтеза  
белка, клеточных функций  
и деления клеток** 31  
Контроль синтеза белка генами  
в ядре клетки 31  
Транскрипция — перенос генетического кода  
из ядра с ДНК в цитоплазму на РНК 34  
Трансляция — синтез белка на рибосомах 37  
Синтез других веществ в клетке 39  
Регуляция активности генов и биохимических  
функций клетки 39  
Клеточное деление, контролируемое ДНК 42  
Дифференцировка клеток 45  
Запрограммированная гибель клеток 46  
Злокачественное перерождение клеток 47

## ЧАСТЬ II

Физиология мембраны,  
нервы и мышцы

### ГЛАВА 4

**Транспорт веществ через клеточную  
мембрану** 51  
Состав клеточной мембраны:  
липидный бислой и белки-переносчики 51  
Диффузия 52  
Активный транспорт веществ  
через мембраны 60

### ГЛАВА 5

**Мембранные потенциалы  
и потенциалы действия** 65  
Физические основы мембранных  
потенциалов 65  
Измерение мембранного потенциала 67  
Мембранный потенциал покоя  
нервных клеток 68  
Потенциал действия нервной клетки 69  
Распространение потенциала действия 74  
Роль энергетического метаболизма  
в восстановлении разности концентрации  
ионов после потенциалов действия 75  
Плато потенциалов действия  
некоторых клеток 75  
Ритмическая электрическая активность  
некоторых возбудимых тканей 76  
Особые характеристики передачи сигналов  
в нервных стволах 77

### ГЛАВА 6

**Сокращение скелетной мышцы** 81  
Физиологическая анатомия скелетной мышцы 81  
Общие механизмы мышечного сокращения 83  
Молекулярные механизмы  
мышечного сокращения 84  
Энергетика мышечного сокращения 89  
Характеристики сокращения целой мышцы 90

<b>ГЛАВА 7</b>		Токи повреждения	163
<b>Возбуждение скелетной мышцы, нервно-мышечная передача, сопряжение возбуждения и сокращения</b>	<b>97</b>	Изменения зубца Т	167
Передача импульсов от нервных окончаний к волокнам скелетной мышцы	97		
Потенциал действия мышцы	102		
Сопряжение возбуждения и сокращения	102		
<b>ГЛАВА 8</b>		<b>ГЛАВА 13</b>	
<b>Сокращение и возбуждение гладких мышц</b>	<b>107</b>	<b>Сердечные аритмии и их проявления на электрокардиограмме</b>	<b>171</b>
Сокращение гладких мышц	107	Нарушение ритма синусового узла	171
Регуляция сокращения ионами кальция	110	Нарушения ритма как результат блокады проведения сигналов по проводящей системе сердца	172
Нервная и гормональная регуляция сокращений гладких мышц	112	Экстрасистолия	174
		Пароксизмальная тахикардия	177
		Фибрилляция желудочков	178
		Фибрилляция предсердий	182
		Трепетание предсердий	183
		Остановка сердца	183

3

## Сердце

<b>ГЛАВА 9</b>	
<b>Сердечная мышца, сердце как насос и функция клапанов сердца</b>	<b>121</b>
Физиология сердечной мышцы	121
Сердечный цикл	126
Регуляция насосной функции сердца	132
<b>ГЛАВА 10</b>	
<b>Ритмическое возбуждение сердца</b>	<b>137</b>
Проводящая система сердца	137
Контроль возбуждения и проведения в сердце	141
<b>ГЛАВА 11</b>	
<b>Нормальная электрокардиограмма</b>	<b>145</b>
Характеристика нормальной электрокардиограммы	145
Распространение электрического тока вокруг сердца во время сердечного цикла	148
Электрокардиографические отведения	149
<b>ГЛАВА 12</b>	
<b>Электрокардиограмма при нарушениях функций сердечной мышцы и коронарных сосудов, векторный анализ</b>	<b>153</b>
Принцип векторного анализа электрокардиограммы	153
Векторный анализ нормальной электрокардиограммы	156
Электрическая ось сердца и ее значение	159
Причины изменения вольтажа комплекса QRS	162
Резко измененный и удлинненный комплекс QRS	163

## ■ ЧАСТЬ IV

### Кровообращение

<b>ГЛАВА 14</b>	
<b>Система кровообращения. биофизические основы давления. объемного кровотока и сопротивления</b>	<b>187</b>
Физические характеристики кровообращения	187
Теоретические основы кровообращения	189
Взаимосвязь давления, объемного кровотока и периферического сопротивления	190
<b>ГЛАВА 15</b>	
<b>Растяжимость сосудов и функции артериальной и венозной систем</b>	<b>199</b>
Растяжимость сосудов	199
Пульсовые колебания артериального давления	201
Вены и их функции	205
<b>ГЛАВА 16</b>	
<b>Микроциркуляция и лимфатическая система</b>	<b>211</b>
Строение микроциркуляторного и капиллярного русла	211
Кровоток в капиллярах и вазомоция	213
Обмен воды, питательных веществ и других веществ между кровью и интерстициальной жидкостью	213
Интерстиций и интерстициальная жидкость	215
Зависимость фильтрации от гидростатического и коллоидно-осмотического давлений и коэффициента фильтрации	215
Лимфатическая система	221

<b>Локальная и гуморальная регуляция кровотока в органах и тканях</b>	<b>227</b>	Отеки при сердечной недостаточности	310
Локальная регуляция кровотока		Резервные возможности сердца	312
а зависимости от потребностей ткани	227	<b>ГЛАВА 23</b>	
Механизмы регуляции местного кровотока	228	<b>Клапаны сердца и тоны сердца, нарушения функции клапанов и врожденные пороки сердца</b>	<b>317</b>
Гуморальная регуляция кровообращения	237	Тоны сердца	317
<b>ГЛАВА 18</b>		Нарушения гемодинамики при приобретенных пороках сердца	321
<b>Нервная регуляция кровообращения и быстрые механизмы регуляции артериального давления</b>	<b>241</b>	Нарушения гемодинамики при врожденных пороках сердца	322
Нервная регуляция кровообращения	241	Аппарат искусственного кровообращения	325
Особые механизмы нервной регуляции артериального давления	251	Гипертрофия миокарда при пороках сердца	325
<b>ГЛАВА 19</b>		<b>ГЛАВА 24</b>	
<b>Роль почек в долгосрочной регуляции артериального давления и развитии гипертензии</b>	<b>255</b>	<b>Циркуляторный шок и физиологические основы противошоковой терапии</b>	<b>327</b>
Почечная система регуляции объема жидкости и артериального давления	255	Физиологические причины циркуляторного шока	327
Роль ренин-ангиотензиновой системы в регуляции давления и развитии гипертензии	263	Гиповолемический шок	328
Многокомпонентная система регуляции артериального давления	271	Нейрогенный шок, связанный с увеличением емкости сосудистой системы	335
<b>ГЛАВА 20</b>		Анафилактический шок и гистаминовый шок	335
<b>Сердечный выброс, венозный возврат и их регуляция</b>	<b>275</b>	Септический шок	335
Сердечный выброс в покое и при физической нагрузке	275	Физиологические основы противошоковой терапии	336
Регуляция сердечного выброса венозным возвратом	276	Остановка кровообращения	337
Количественный анализ регуляции сердечного выброса	281		
Методы измерения сердечного выброса	288	<b>СГЪУ</b>	
<b>ГЛАВА 21</b>		<b>Жидкие среды организма и выделение</b>	
<b>Кровоток в скелетных мышцах и сердечный выброс во время физической нагрузки, коронарный кровоток и ишемическая болезнь сердца</b>	<b>291</b>	<b>ГЛАВА 25</b>	
Регуляция кровотока в скелетных мышцах в покое и при физической нагрузке	291	<b>Жидкие среды организма: внеклеточная и внутриклеточная жидкости и отеки</b>	<b>341</b>
Коронарное кровоснабжение	294	Баланс поступления и выделения жидкости организмом в норме	341
<b>ГЛАВА 22</b>		Распределение жидких сред организма	342
<b>Сердечная недостаточность</b>	<b>305</b>	Состав внутриклеточной и внеклеточной жидкостей	343
Изменения гемодинамики при сердечной недостаточности	305	Измерение объема жидких сред организма методом разведения индикатора	345
Левожелудочковая недостаточность	309	Определение объема жидких сред организма	346
Сердечная недостаточность с низким сердечным выбросом	310	Обмен жидкости и осмотическое равновесие между внутри- и внеклеточной жидкостями	347
		Объем и осмолярность внутриклеточной и внеклеточной жидкостей при патологии	349
		Растворы глюкозы и других веществ для парентерального питания	351
		Нарушения водного баланса: гипонатриемия и гипернатриемия	351
		Отеки	353
		Жидкость потенциальных полостей организма	358

## ГЛАВА 26

### **Выделительная система: функциональная анатомия и образование мочи в почках** 361

Разнообразные функции почек	361
Физиологическая анатомия почек	362
Мочепускание	366
Образование мочи путем фильтрации в клубочках, реабсорбции и секреции в почечных канальцах	370

## ГЛАВА 27

### **Клубочковая фильтрация, почечный кровоток и регуляция этих процессов** 373

Клубочковая фильтрация — первый этап образования мочи	373
Факторы, определяющие скорость клубочковой фильтрации	375
Почечный кровоток	379
Физиологический контроль клубочковой фильтрации и почечного кровотока	380
Ауторегуляция скорости клубочковой фильтрации и почечного кровотока	382

## ГЛАВА 28

### **Реабсорбция и секреция в почечных канальцах** 387

Значительная величина и высокая избирательность канальцевой реабсорбции	387
Активный и пассивный транспорт при канальцевой реабсорбции	388
Реабсорбция и секреция в других отделах нефрона	393
Регуляция канальцевой реабсорбции	401
Определение клиренса в количественной оценке функции почек	407

## ГЛАВА 29

### **Концентрирование и разведение мочи, регуляция осмолярности внутриклеточной жидкости и содержания натрия** 413

Удаление избытка жидкости почками путем разведения мочи	413
Способность почек сберечь воду путем концентрирования мочи	415
Регуляция осмолярности и содержания натрия во внутриклеточной жидкости	425
Система осморорецепторы-АДГ как система с обратной связью	425
Значение жажды в регуляции осмолярности внутриклеточной жидкости и содержания натрия	428

### **Почечные механизмы регуляции концентрации калия, кальция, магния, фосфатов, объемов крови и внутриклеточной жидкости** 433

Регуляция концентрации калия во внутриклеточной жидкости и его выделения	433
Регуляция концентрации кальция во внутриклеточной жидкости и его выделения	440
Регуляция содержания магния во внутриклеточной жидкости и его выделения почками	443
Интеграция почечных механизмов с целью регуляции объема внутриклеточной жидкости	444
Прессорные натрийурез и диурез в поддержании баланса натрия и воды	445
Распределение внутриклеточной жидкости между сосудистой системой и межклеточным пространством	448
Нервные и гормональные влияния на регуляцию почками объема жидких сред организма	448
Комплексные реакции на изменение поступления натрия	451
Условия, приводящие к значительному увеличению объема крови и внутриклеточной жидкости	452
Состояния, сопровождаемые значительным увеличением объема внутриклеточной жидкости и нормальным объемом крови	453

## ГЛАВА 31

### **Регуляция кислотно-щелочного равновесия** 455

Точная регуляция концентрации ионов водорода	455
Определения и значение кислот и оснований	455
Системы, препятствующие изменению концентрации ионов водорода	456
Буферизация ионов водорода в жидких средах организма	457
Гидрокарбонатная буферная система	457
Фосфатная буферная система	459
Внутриклеточные буферные системы и роль белков	460
Регуляция кислотно-щелочного равновесия процессами газообмена	461
Регуляция кислотно-щелочного равновесия почками	462
Секреция ионов водорода и реабсорбция ионов гидрокарбоната в почечных канальцах	463
Связывание избытка ионов водорода с фосфатной буферной системой и солями аммония	466
Количественная оценка выделения кислот и оснований	468
Коррекция ацидоза почками	469
Коррекция алкалоза почками	470



## ГЛАВА 32

### Мочегонные средства и заболевания почек 477

Мочегонные средства и механизмы их действия	477
Заболевания почек	480
Острое поражение почек	480
Хроническая болезнь почек	482

## ЧАСТЬ VI 1

### Клетки крови, иммунитет и свертывание крови

## ГЛАВА 33

### Эритроциты, анемия и полицитемия 497

Эритроциты	497
Анемия	505
Полицитемия	506

## ГЛАВА 34

### Устойчивость организма к инфекции: 1. Лейкоциты, гранулоциты, моноцитарно-макрофагальная система и воспаление 509

Лейкоциты	509
Нейтрофилы и макрофаги	511
Моноцитарно-макрофагальная система	513
Роль нейтрофилов и макрофагов при воспалении	514
Эозинофилы	517
Базофилы	518
Лейкопения	518
Лейкоз	518

## ГЛАВА 35

### Устойчивость организма к инфекции: II. Иммунитет и аллергия 521

Врожденный иммунитет	521
Приобретенный иммунитет	521
Аллергия и гиперчувствительность	532

## ГЛАВА 36

### Группы крови, переливание крови, трансплантация органов и тканей 535

Иммунные реакции крови в ответ на антигены	535
Группы крови системы 0-A-B	535
Группы крови системы Rh	537
Трансплантация органов и тканей	539

## ГЛАВА 37

### Гемостаз и свертывание крови 543

Механизмы гемостаза	543
---------------------	-----

Процесс свертывания крови 545

Условия, приводящие к повышенной кровоточивости 551

Тромбоэмболические состояния 552

Антикоагулянтная терапия 553

Оценка состояния свертывающей системы 554

## ЧАСТЬ VII

### Дыхание

## ГЛАВА 38

### Легочная вентиляция 559

Механика легочной вентиляции 559

Легочные объемы и емкости 563

Альвеолярная вентиляция 566

## ГЛАВА 39

### Легочное кровообращение, отек легких и плевральная жидкость 573

Физиологическая анатомия легочного кровообращения 573

Давление в легочной системе 574

Объем крови в легочных капиллярах 574

Кровоток в легких и его распределение 575

Влияние гидростатического давления в легких на регионарный кровоток 575

Динамика кровотока в легочных капиллярах 578

Жидкость в плевральной полости 580

## ГЛАВА 40

### Физические основы газообмена, диффузия кислорода и двуокиси углерода через дыхательную мембрану 583

Разные составы альвеолярного и атмосферного воздуха 585

Диффузия газов через дыхательную мембрану 588

## ГЛАВА 41

### Транспорт кислорода и двуокиси углерода кровью и тканевыми жидкостями 595

Транспорт кислорода из легких в ткани тела 595

Транспорт двуокиси углерода кровью 603

Дыхательный коэффициент 605

## ГЛАВА 42

### Регуляция дыхания 607

Дыхательный центр 607

Химическая регуляция дыхания 609

Регуляция дыхательной активности периферическими хеморецепторами 611

Регуляция дыхания во время физической нагрузки 614

## ГЛАВА 43

### **Дыхательная недостаточность: патофизиология, диагностика, оксигенотерапия** 619

Методы исследования нарушений дыхания	619
Патофизиология специфических легочных болезней	621
Гипоксия и оксигенотерапия	625
Гиперкапния	627
Искусственная вентиляция легких	627

### **Авиационная, космическая и гипербарическая физиология**

## ГЛАВА 44

### **Авиационная, высотная и космическая физиология** 631

Физиологические эффекты сниженного парциального давления кислорода	631
Влияние сил ускорения на организм в авиационной и космической физиологии	636
Искусственный климат в герметичном космическом корабле	638
Невесомость в космосе	639

## ГЛАВА 45

### **Физиология глубоководных погружений и других гипербарических состояний** 641

Влияние на организм высокого парциального давления разных газов	642
Погружение с аквалангом	646
Специфические физиологические проблемы в подводных лодках	646
Гипербарическая оксигенация	647

## **ЧАСТЬ IX**

### **Нервная система:**

#### **А. Общие принципы и сенсорная физиология**

## ГЛАВА 46

### **Организация нервной системы, основные функции синапсов, нейромедиаторы** 651

Организация нервной системы	651
Основные уровни центральной нервной системы	654
Сравнение нервной системы с компьютером	654
Синапсы центральной нервной системы	655

Специфические характеристики синаптического проведения	668
--	-----

## ГЛАВА 47

### **Сенсорные рецепторы и нейрональные контуры для обработки информации** 671

Типы сенсорных рецепторов и воспринимаемые ими стимулы	671
Преобразование сенсорных стимулов в нервные импульсы	673
Передача сигналов разной интенсивности в нервных путях	677
Передача и обработка сигналов в нейрональных пулах	678
Нестабильность и стабильность нейрональных контуров	682

## ГЛАВА 48

### **Соматосенсорная система: 1. Общая организация, тактильная чувствительность и чувство положения** 685

Классификация соматических ощущений	685
Восприятие и передача тактильных ощущений	685
Пути передачи соматосенсорных сигналов в центральную нервную систему	687
Проведение по системе задние столбы — медиальная петля	688
Передача сенсорных сигналов по переднебоковому пути	696

## ГЛАВА 49

### **Соматосенсорная система: II. Боль, головная боль и температурные ощущения** 699

Типы боли и их особенности	699
Болевые рецепторы и их стимуляция	699
Два пути передачи болевых сигналов в центральную нервную систему	701
Обезболивающая система головного и спинного мозга	703
Отраженная боль	705
Висцеральная боль	705
Температурные ощущения	710

## **ЧАСТЬ X**

### **Нервная система:**

#### **Б. Специфические органы чувств**

## ГЛАВА 50

<b>Глаз: I. Оптика зрения</b>	<b>715</b>
Физические основы оптики	715

Оптика глаза	719
Система жидкостей глаза	725

## ГЛАВА 51

### Глаз: II. Функции рецепторов и нейронов сетчатки 729

Анатомия и функция структурных элементов сетчатки	729
Фотохимия зрения	731
Цветовое зрение	736
Функция нейронов сетчатки	737

## ГЛАВА 52

### Глаз: III. Центральная нейрофизиология зрения 745

Зрительные пути	745
Организация и функция зрительной зоны	746
Особенности стимуляции нейронов во время анализа зрительного образа	748
Движения глаз и их регуляция	750
Регуляция аккомодации и диаметра зрачка вегетативной нервной системой	754

## ГЛАВА 53

### Орган слуха 757

Барабанная перепонка и система косточек	757
Улитка	758
Центральные слуховые механизмы	763

## ГЛАВА 54

### Химические чувства: вкус и обоняние 769

Чувство вкуса	769
Обоняние	773

## ЧАСТЬ XI

### Нервная система:

#### В. Нейрофизиология двигательных и интегративных функций

## ГЛАВА 55

### Двигательные функции спинного мозга и спинальные рефлексы 781

Организация спинного мозга для осуществления двигательных функций	781
Мышечные веретена и сухожильные органы Гольджи	783
Сгибательный рефлекс и рефлекс отдергивания	789
Перекрестный разгибательный рефлекс	790
Реципрокное торможение и реципрокная иннервация	791
Рефлексы положения и локомоции	791

## ГЛАВА 56

### Роль коры полушарий большого мозга и ствола мозга в регуляции двигательных функций 795

Моторная кора и кортикоспинальный тракт	795
Роль ствола мозга в регуляции двигательных функций	802
Вестибулярные ощущения и поддержание равновесия	804

## ГЛАВА 57

### Участие мозжечка и базальных ганглиев в регуляции двигательных функций 811

Мозжечок и его двигательные функции	811
Базальные ганглии и их двигательные функции	821
Интеграция разных отделов общей системы регуляции движений	827

## ГЛАВА 58

### Кора полушарий большого мозга, интеллектуальные функции мозга, обучение и память 829

Физиологическая анатомия коры полушарий большого мозга	829
Функции специфических областей коры полушарий большого мозга	830
Роль мозолистого тела и передней спайки	838
Мышление, сознание и память	838

## ГЛАВА 59

### Поведенческие и мотивационные механизмы мозга, лимбическая система и гипоталамус 845

Активирующие системы мозга	845
Лимбическая система	848
Гипоталамус — главная регулирующая структура лимбической системы	850
Специфические функции других структур лимбической системы	854

## ГЛАВА 60

### Состояния мозговой активности: сон, мозговые волны, эпилепсия, психозы и деменция 857

Два типа сна	857
Основные теории сна	858
Физиологические функции сна	860

## ГЛАВА 61

### Вегетативная нервная система и мозговое вещество надпочечников 869

Общая организация вегетативной нервной системы	869	<b>Переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте</b>	<b>939</b>
Характеристики симпатического и парасимпатического отделов	872	Переваривание разных компонентов пищи путем гидролиза	939
Массивный разряд симпатического отдела	880	Основные принципы гастроинтестинального всасывания	943
<b>ГЛАВА 62</b>		Всасывание в тонкой кишке	945
<b>Мозговой кровоток, спинномозговая жидкость и метаболизм головного мозга</b>	<b>885</b>	Всасывание в толстой кишке	948
Мозговой кровоток	885	<b>ГЛАВА 67</b>	
Спинномозговая жидкость	889	<b>Физиология желудочно-кишечных расстройств</b>	<b>951</b>
Метаболизм головного мозга	893	Нарушения акта глотания и функций пищевода	951
		Нарушения функций желудка	951
		Нарушения функций тонкой кишки	953
		Нарушения функций толстой кишки	954
		Общие нарушения функций желудочно-кишечного тракта	956
		<b>Метаболизм и терморегуляция</b>	
<b>ЧАСТЬ XII</b>		<b>ГЛАВА 68</b>	
<b>Физиология желудочно-кишечного тракта</b>		<b>Метаболизм углеводов и образование аденозинтрифосфата</b>	<b>961</b>
<b>ГЛАВА 63</b>		Высвобождение энергии из пищевых продуктов	961
<b>Основные принципы работы желудочно-кишечного тракта: двигательная активность, нервный контроль и кровообращение</b>	<b>897</b>	Аденозинтрифосфат — «энергетическая валюта» организма	961
Основные принципы двигательной активности желудочно-кишечного тракта	897	Ключевая роль глюкозы в метаболизме углеводов	962
Нервный контроль функций желудочно-кишечного тракта	900	Транспорт глюкозы через мембрану клеток	963
Гормональный контроль двигательной активности желудочно-кишечного тракта	902	Накопление гликогена в печени и мышцах	963
Виды двигательной активности желудочно-кишечного тракта	904	Высвобождение энергии из молекулы глюкозы путем гликолиза	964
Чревное кровообращение	905	Окислительное фосфорилирование	967
		Кратко о механизме образования АТФ при расщеплении глюкозы	968
		Анаэробный гликолиз	969
		Глюкоза — источник энергии в пентозофосфатном пути	969
		Глюконеогенез — образование углеводов из белков и жиров	970
<b>ГЛАВА 64</b>		<b>ГЛАВА 69</b>	
<b>Перемешивание и продвижение пищи в желудочно-кишечном тракте</b>	<b>909</b>	<b>Метаболизм липидов</b>	<b>973</b>
Прием пищи	909	Химическая структура триглицеридов	973
Моторные функции желудка	912	Транспорт липидов в жидких средах организма	973
Моторная функция тонкой кишки	915	<b>ГЛАВА 70</b>	
Моторная функция толстой кишки	917	<b>Метаболизм белков</b>	<b>987</b>
Другие вегетативные рефлексы, влияющие на активность кишечника	919		
<b>ГЛАВА 65</b>			
<b>Секреторные функции желудочно-кишечного тракта</b>	<b>921</b>		
Основные принципы секреции	921		
Секреция слюны	923		
Желудочная секреция	925		
Панкреатическая секреция	929		
Секреция желчи печенью	932		
Секреция в тонкой кишке	936		
Секреция в толстой кишке	937		

Аминокислоты как основные компоненты белков	987	Механизм действия гормонов	1052
Транспорт и хранение аминокислот	987	<b>ГЛАВА 76</b>	
Функциональное предназначение белков плазмы крови	989	<b>Гормоны гипофиза и их регуляция гипоталамусом</b>	<b>1061</b>
Гормональная регуляция метаболизма белка	992	Гипофиз и его связи с гипоталамусом	1061
<b>ГЛАВА 71</b>		Контроль гипоталамусом секреторной активности гипофиза	1062
<b>Печень как орган</b>	<b>995</b>	Физиологические функции гормона роста	1064
Функциональная анатомия	995	Задняя доля гипофиза и ее взаимодействие с гипоталамусом	1070
Сосудистая и лимфатическая системы печени	996	<b>ГЛАВА 77</b>	
Метаболические функции печени	997	<b>Гормоны щитовидной железы и их метаболические функции</b>	<b>1075</b>
Определение билирубина как диагностический прием	999	Синтез и секреция тиреоидных гормонов щитовидной железой	1075
<b>ГЛАВА 72</b>		Физиологические функции гормонов щитовидной железы	1079
<b>Питание и регуляция потребления пищи, ожирение и истощение, витамины и минеральные вещества</b>	<b>1003</b>	Регуляция секреции тиреоидных гормонов	1083
Баланс поступления и расхода энергии в условиях гомеостаза	1003	<b>ГЛАВА 78</b>	
Регуляция потребления пищи и запасаения энергии	1005	<b>Гормоны коры надпочечников</b>	<b>1089</b>
<b>ГЛАВА 73</b>		Виды кортикостероидов	1089
<b>Энергетика и интенсивность метаболизма</b>	<b>1021</b>	Синтез и секреция гормонов коры надпочечников	1090
Аденозинтрифосфат — «энергетическая валюта» клеточного метаболизма	1021	Функции минералокортикоидов	1093
Регуляция высвобождения энергии в клетке	1024	Функции глюкокортикоидов	1096
Интенсивность метаболизма	1025	<b>ГЛАВА 79</b>	
Факторы, влияющие на расход энергии	1026	<b>Инсулин, глюкагон и сахарный диабет</b>	<b>1109</b>
<b>ГЛАВА 74</b>		Инсулин и его метаболические эффекты	1109
<b>Температура тела, терморегуляция, лихорадка</b>	<b>1031</b>	Глюкагон и его функции	1119
Нормальная температура тела	1031	Кратко о регуляции глюкозы в крови	1121
Регуляция температуры тела путем баланса теплопродукции и теплоотдачи	1031	<b>ГЛАВА 80</b>	
Роль гипоталамуса в регуляции температуры тела	1036	<b>Гормональная регуляция фосфорно-кальциевого обмена</b>	<b>1129</b>
Нарушения терморегуляции	1040	Регуляция кальция и фосфатов во внеклеточной жидкости и плазме	1129
<b>ЧАСТЬ XIV</b>		Костная ткань и ее роль в регуляции внеклеточной концентрации кальция и фосфатов	1132
<b>Эндокринология и репродукция</b>		Витамин D	1136
<b>ГЛАВА 75</b>		Паратиреоидный гормон	1138
<b>Введение в эндокринологию</b>	<b>1047</b>	Кальцитонин	1142
Координация функций организма с помощью химических посредников	1047	Кратко о регуляции концентрации кальция в крови	1143
Химическая структура и синтез гормонов	1048	Физиология зубов	1146
Секреция, транспорт и разрушение гормонов	1051	<b>ГЛАВА 81</b>	
		<b>Репродуктивная и гормональная функции мужского организма и функции шишковидной железы</b>	<b>1151</b>

Сперматогенез	1151	<b>ГЛАВА 84</b>	
Половой акт мужчины	1157	<b>Физиология плода</b>	
Тестостерон и другие мужские половые гормоны	1159	<b>и новорожденного ребенка</b>	<b>1209</b>
		Рост и функциональное развитие плода	1209
		Развитие систем органов	1209
		Метаболизм плода	1210
		Приспособление новорожденного к внеутробной жизни	1211
		Функциональные проблемы неонатального периода	1215
		Особенности недоношенных новорожденных детей	1218
		Рост и развитие ребенка	1219
			tut >«4*3 •
<b>ГЛАВА 82</b>		<b>Спортивная физиология</b>	
<b>Физиология женского организма вне беременности и женские половые гормоны</b>	<b>1169</b>		
Функциональная анатомия женских половых органов	1169	<b>ГЛАВА 85</b>	
Оогенез и развитие фолликулов в яичнике	1170	<b>Спортивная физиология</b>	<b>1223</b>
Гормональная система женского организма	1171	Спортсмены: женщины и мужчины	1223
Месячный женский половой цикл и функции гонадотропных гормонов	1172	Мышцы при физической нагрузке	1223
Функции эстрогенов и прогестинов	1176	Дыхание при физической нагрузке	1229
Регуляция месячного женского полового цикла	1181	Сердечно-сосудистая система при физической нагрузке	1231
Женский половой акт	1186	Температура тела при физической нагрузке	1233
		Потери жидкости и хлорида натрия при физической нагрузке	1234
<b>ГЛАВА 83</b>		Применение лекарственных препаратов спортсменами	1234
<b>Беременность, роды и лактация</b>	<b>1191</b>	Влияние тренированности тела на длительность жизни	1235
Созревание и оплодотворение яйцеклетки	1191	<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b>	<b>1237</b>
Питание эмбриона на ранних стадиях развития	1193		
Анатомия и функции плаценты	1193		
Гормональные факторы во время беременности	1196		
Роды	1201		
Лактация	1204		