
ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ
НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Медицинская физиология по Гайтону и Холлу

13TH EDITION

Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology

John E. Hall, PhD

Arthur C. Guyton Professor and Chair
Department of Physiology and Biophysics
Director, Mississippi Center for Obesity Research
University of Mississippi Medical Center
Jackson, Mississippi

ELSEVIER

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ
НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Медицинская физиология по Гайтону и Холлу

Джон Э. Холл

Артур К. Гайтон
Профессор и заведующий кафедрой
физиологии и биофизики, директор Центра
исследования ожирения в Миссисипи,
Медицинский центр Университета Миссисипи,
Джackson, Миссисипи



Москва
Логосфера
2018

УДК 612
ББК 28.707.3
Х-720

Данное издание представляет собой перевод с английского оригинального издания **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 13th ed.** 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 «СЗФМИЦ 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), *Свешников Д.С.* (главы 1–3, 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. Кобрина, М.М. Галагудзы, А.Е. Умрюхина. 2-е изд., испр. и доп. — М.: Логосфера, 2018. — 1328 с. : ил. : 21,1 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

Членам моей семьи
за поддержку, терпение,
понимание и любовь

Артуру К. Гайтону
за его исследования,
полные творчества и новизны,
преданность образованию,
способность увлекать физиологией
и за роль вдохновителя многочисленных
учеников и последователей



*Артур К. Гайтон, доктор медицины
1919–2003*

Памяти автора

Внезапная гибель доктора А.К. Гайтона в автомобильной катастрофе 3 апреля 2003 г. ошеломила и опечалила всех, кому посчастливилось знать его. Артур Гайтон был гигантом в области физиологии и медицины, лидером среди лидеров, великим учителем мирового уровня и вдохновляющим примером для подражания.

Артур Гайтон родился в Оксфорде в семье доктора Билли С. Гайтона — весьма уважаемого специалиста по болезням глаз, уха, горла и носа, позднее ставшего деканом Медицинской школы Университета Миссисипи, и Кейт С. Гайтон — преподавателя математики и физики, которая до брака была миссионером в Китае.

В детстве и юности Артур любил наблюдать за работой своего отца в клинике, играть в шахматы и обмениваться сюжетами с Уильямом Фолкнером, строить парусные шлюпки (одну из которых он позднее продал Фолкнеру). Кроме того, он создавал бесчисленные механические и электрические устройства, которые продолжал делать в течение всей жизни. Его блестящий ум проявился рано — он стал первым учеником в своем классе в Университете штата Миссисипи. Позднее Артур Гайтон был лучшим студентом Гарвардской медицинской школы, а затем аспирантом, когда начал осваивать хирургию в главном госпитале штата Массачусетс.

Его медицинское образование дважды прерывалось: сначала в связи со службой во флоте во время Второй мировой войны, затем в 1946 г. из-за поразившего его полиомиелита во время последнего года прохождения вторичной специализации. Паралич правой ноги, левой руки и мышц плечевого пояса привел его в курортный город Уорм-Спрингс, где А.К. Гайтон лечился девять месяцев. Здесь он применил свой изобретательный ум для создания первого моторизованного инвалидного кресла с рычагом управления, подъемника с мотором для больных, специального фиксирующего устройства для ног и других аппаратов, предназначенных для инвалидов.

А.К. Гайтон вернулся в Оксфорд, где посвятил себя преподавательской и научной деятель-

ности в Медицинской школе Университета Миссисипи, и в 1948 г. был назначен на должность заведующего кафедрой физиологии. В 1951 г. его признали одним из 10 выдающихся людей нации. Вскоре после переезда Медицинской школы Университета Миссисипи в город Джексон в 1955 г. А.К. Гайтон разработал одну из первых всемирных программ исследований сердечно-сосудистой системы. Замечательная жизнь ученого, литератора и преданного отца подробно описана в биографии, изданной в 1989 г. [1].

Научное наследие Артура Гайтона, представленное в 600 статьях и 40 книгах, позволяет считать его одним из выдающихся физиологов. Его исследования охватили фактически все аспекты проблемы регуляции сердечно-сосудистой системы и послужили основой многих плодотворных концепций, которые ныне являются неотъемлемой частью понимания таких нарушений, как артериальная гипертензия, сердечная недостаточность и отек. Трудно обсуждать физиологию системы кровообращения, не учитывая представлений А.К. Гайтона о сердечном выбросе и венозном возврате, отрицательном давлении интерстициальной жидкости и регуляции объема жидкости в тканях и отеке, регуляции тканевого кровотока и саморегуляции кровотока во всем организме, о натрийурезе в зависимости от почечного давления и долговременной регуляции артериального давления.

Одним из самых важных научных достижений доктора А.К. Гайтона было применение им технических принципов и системного анализа к сердечно-сосудистой регуляции. Он использовал математические и графические методы для количественной оценки разных аспектов функции системы кровообращения еще до того, как стали широко доступны компьютеры. Использование в научных исследованиях компьютеров дало ему возможность расширить модели сердечно-сосудистой системы и включить в них, наряду с сердцем и сосудами, почки и жидкости тела, гормоны и вегетативную нервную систему [2]. А.К. Гайтон провел первый всесторонний системный анализ регуляции кровяного давле-

ния. Этот уникальный подход к физиологическому исследованию предшествовал появлению биомедицинской инженерии, которую А.К. Гайтон помогал внедрять в физиологию, способствуя применению и широкому использованию количественных методов в физиологии.

Дань гению Артура Гайтона — широкое признание его концепций регуляции сердечно-сосудистой системы. Эти концепции, казавшиеся сначала «еретическими», стимулировали исследователей во всем мире проверить их экспериментально. В настоящее время многие из его представлений о механизмах регуляции сердечно-сосудистой системы являются неотъемлемой частью учебных программ большинства курсов медицинской физиологии. Они остаются фундаментальными для нескольких поколений физиологов, исследующих сердечно-сосудистую систему.

Доктор А.К. Гайтон получил более 80 высших наград от разных научных и гражданских организаций и университетов всего мира, особенно за исследования в области физиологии сердечно-сосудистой системы. Среди них премия Уигерса Американского физиологического общества, премия фирмы «СИБА» от Совета по исследованию высокого кровяного давления, премия Уильяма Гарвея от Американского общества артериальной гипертензии, премия за научные достижения Американской ассоциации сердца и премия фирмы «Мерк, Шарп и Доум» Международного общества артериальной гипертензии. Неудивительно, что в 1978 г. Артур Гайтон был приглашен Королевским колледжем врачей в Лондоне для чтения лекции в честь 400-й годовщины со дня рождения Уильяма Гарвея, открывшего кровообращение.

Свою любовь к физиологии доктор А.К. Гайтон превосходно выразил в 1975 г. в президентском адресе, посвященном Американскому физиологическому обществу [3] и названном «Физиология, красота и философия». Прочитав лишь одно предложение из этого адреса: «Что другой человек, будь он богословом, юристом, доктором медицины, физиком или кем бы то ни было, знает больше, чем ты, физиолог, о жизни? Ведь физиология — истинное объяснение жизни. Какой другой предмет обсуждения может быть более пленительным, более захватывающим, более привлекательным, чем сама жизнь?»

Научные достижения доктора Артура Гайтона легендарны, однако его педагогическая деятельность имела еще большее значение. Одно то, что он и его замечательная жена Рут воспитали 10 детей, ставших выдающимися врачами, — несомненный педагогический успех.

Восемь детей Гайтона окончили Гарвардскую медицинскую школу, один — Медицинскую школу Университета Дьюка и один — Медицинскую

школу Университета Майами после получения степени доктора философии в Гарварде. В статье, опубликованной в Reader's Digest в 1982 г., ярко описана их удивительная семейная жизнь [4].

Успех детей Гайтона не был случайным. Философией образования для доктора А.К. Гайтона был девиз «Обучение через действие». Дети участвовали в таких бесчисленных семейных проектах, как проектирование и строительство дома и системы отопления, плавательного бассейна, теннисного корта, парусных шлюпок, электрических автомобилей, детских колясок, бытовых технических приспособлений и даже электронных аппаратов для Oxford Instruments Company. Телевизионные программы, например «Доброе утро, Америка» и «20/20», описали домашнюю атмосферу, созданную Артуром и Рут Гайтон для воспитания детей. Преданность А.К. Гайтона семье превосходно выражена в посвящении к его учебнику «Медицинская физиология» [5]:

*Моему отцу за его бескомпромиссность,
которой я руководствуюсь в жизни
Моей маме за ее способность
увлечь своих детей
миром интеллектуальных ценностей
Моей жене за ее изумительную
преданность семье
Моим детям за увлеченность
полезным делом*

Доктор А.К. Гайтон более 50 лет был преподавателем Университета в Миссисипи. Всегда занятый административными обязанностями, научными исследованиями, подготовкой к печати своих трудов и преподавательской деятельностью, он никогда не отказывался поговорить со студентом. Но не принимал приглашений прочитать престижную лекцию, если это совпадало с расписанием его учебной работы.

Вклад Артура К. Гайтона в образование связан с его помощью многим поколениям аспирантов и докторантов по физиологии. Он обучил более 150 ученых, 29 из которых возглавили кафедры, а 6 — стали президентами Американского физиологического общества.

А.К. Гайтон поддерживал в студентах веру в их способности и подчеркивал, что «в мире науки действительно успешны лишь те, кто постоянно занимается самообразованием». Он настаивал на том, чтобы его ученики интегрировали свои экспериментальные данные в широкую концептуальную структуру современной науки.

Учебник «Медицинская физиология» Артура Гайтона, впервые изданный в 1956 г., быстро стал самым востребованным в мире учебником по этой дисциплине. А.К. Гайтон обладал даром объяснять сложные понятия так ясно и занимательно, что изучение физиологии превращалось почти в развлечение. Он написал учебник не для

того, чтобы произвести впечатление на коллег, а чтобы учить своих студентов. Популярность учебника среди студентов сделала его самым используемым учебником в истории физиологии.

Свое существование учебник «Медицинская физиология» начал в виде лекционных записей, появившихся в начале 1950-х, когда А.К. Гайтон преподавал курс физиологии для студентов-медиков в Университете Миссисипи. Он узнал о трудностях с учебниками у студентов и начал раздавать им копии своих лекций. Описывая свои впечатления, доктор А.К. Гайтон утверждал: «Многие учебники по медицинской физиологии стали дискурсивными^{*}. Пишут их в основном преподаватели физиологии для других преподавателей языком, понятным преподавателю, но трудно воспринимаемым студентом, изучающим медицинскую физиологию [6]».

Своим учебником «Медицинская физиология», переведенным на 13 языков, А.К. Гайтон, вероятно, сделал для преподавания физиологии в мире больше, чем любой другой человек. В отличие от большинства известных учебников, часто имеющих 20 и более авторов, первые восемь изданий были полностью написаны самим А.К. Гайтоном — случай беспрецедентный для большого медицинского учебника. За громадный вклад в медицинское образование доктор А.К. Гайтон получил в 1996 г. от Ассоциации американских медицинских колледжей (ААМС) премию Абрахама Флекснера. Кроме того, в его честь Американское физиологическое общество учредило ежегодную премию Артура Гайтона за заслуги в области преподавания.

Достижения доктора А.К. Гайтона выходят далеко за пределы науки, медицины и образования. Он был образцом для подражания во всем. Никто не оказал большего влияния на мою научную карьеру, чем доктор А.К. Гайтон. Он учил своих студентов не только физиологии, а гораз-

до большему — он учил нас жизни. Учил не столько тем, что говорил, сколько своим мужеством и верностью высочайшим стандартам.

У доктора А.К. Гайтона была особая способность увлекать людей своей неукротимой силой духа. Хотя у него были серьезные проблемы со здоровьем из-за полиомиелита, те из нас, кто с ним работал, никогда не воспринимали его как инвалида. Нам приходилось стараться не отставать от него! Он не поддавался болезни. Его мужество бросало нам вызов и вдохновляло нас.

Мы приветствуем великолепную жизнь Артура Гайтона, создавая, что в неоплатном долгу перед ним. Он передал нам творческий и новаторский подход к исследованию и много новых научных концепций, предоставил студентам во всем мире возможность понять физиологию, а многим из нас подарил захватывающую научную карьеру.

А.К. Гайтон вдохновлял нас своей преданностью науке и образованию, уникальной способностью открывать лучшее в окружающих людях, теплотой и щедростью души. Его личность очаровывала каждого, кто его знал.

Доктор Артур Гайтон останется в нашей памяти ярким примером самого лучшего в человеке. Артур Гайтон был реальным героем мира, и его наследие будет жить века.

Джон Э. Холл

Литература

1. Brinson C, Quinn J, Arthur C. Guyton — His Life, His Family, His Achievements. Jackson, MS, Hederman Brothers Press, 1989.
2. Guyton AC, Coleman TG, Granger HJ. Circulation: overall regulation. *Ann Rev Physiol* 34:13-46, 1972.
3. Guyton A.C. Past-President's Address. *Physiology, Beauty and a Philosophy*. *The Physiologist* 8:495-501, 1975.
4. Bode R. A Doctor Who's Dad to Seven Doctors — So Far Readers' Digest, December, 1982, pp. 141-145.
5. Guyton AC. *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia, Saunders, 1956.
6. Guyton AC. An author's philosophy of physiology textbook writing. *Adv Physiol Ed* 19: sl-s5, 1998.

^{*} Отсутствие структуры и логической последовательности в изложении материала — *Прим. научн. ред.*

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 разных 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 максимально 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 помогли 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 PubMed 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 Gruliow, Carrie Stetz и других сотрудников издательства Elsevier за помощь в издании учебника.

Наконец, я в громадном долгу перед Артуром К. Гайтоном 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 научного редактора первого издания на русском языке

Предложение выступить в качестве научного редактора перевода на русский язык учебника «*Медицинская физиология*» Артура К. Гайтона и Джона Э. Холла мною было воспринято как большая честь. В последнее десятилетие в нашей стране появилось много учебников по физиологии человека, написанных отечественными авторами. Каждый из этих учебников имеет свои достоинства и недостатки. Очевидно, что издание зарубежного учебника на русском языке предъявляет особые требования к нему и к авторам.

Учебник «*Медицинская физиология*» А.К. Гайтона и Дж.Э. Холла широко известен во всем мире и, естественно, в нашей стране. Как совершенно справедливо указывает Джон Э. Холл в предисловии к учебнику, основной причиной беспрецедентного успеха учебника была удивительная способность Гайтона объяснять сложные физиологические процессы языком, хорошо понятным студентам.

При каждом издании учебника главной целью А.К. Гайтона было научить студентов физиологии, а не поразить коллег. Его стиль изложения всегда сохранял интонации преподавателя, говорящего со своими студентами. Таким образом, данный учебник в первую очередь предназначен для студентов и аспирантов медицинских и биологических факультетов высших учебных заведений. Авторы не ограничились исключительно данными, которые обычно относят к физиологии. Они постарались, насколько считали необходимым, дать общие сведения о смежных областях, что, естественно, привело к увеличению объема учебника. Большой объем учебника в определенном смысле является не недостатком, а, скорее, достоинством, т.к. каждый может найти для себя полезную информацию: от основных физических законов и химических процессов до изменений в организме человека при космических полетах или погружениях в глубины океана.

Развитие любой науки определяется взаимодействием между экспериментальными данными и теоретическими обобщениями. Не всегда можно согласиться с теми теоретическими вы-

водами, которые предлагают авторы учебника. Поскольку основной коллектив переводчиков данного издания составляют профессиональные физиологи, преподаватели кафедры физиологии, вполне естественно, что у них при переводе возникало желание скорректировать текст. Как научный редактор перевода, я пытался пресечь эти попытки и по возможности полностью сохранить дух и букву авторского текста, хотя и сам не всегда был согласен с авторами учебника. Можно было бы вынести эти замечания отдельно, но тогда была бы нарушена структура учебника. Внимательный читатель легко увидит эти расхождения с традиционными представлениями отечественной физиологии.

Главное достоинство и значение учебника «*Медицинская физиология*» А.К. Гайтона и Дж.Э. Холла, как нам кажется, состоят в том, что учебник помогает заложить основы клинического мышления будущего врача. Причем это осуществляется на базе современных знаний об организме: от физиологии клеток до сложнейших форм поведения человека. Большое количество клинических примеров, несомненно, помогает формировать клиническое мышление. Кроме того, читатель по достоинству оценит великолепное качество рисунков, которые облегчают восприятие и запоминание текста.

Знакомясь с широким разнообразием вопросов, составляющих учебник, вы увидите, что развитие физиологии обеспечили сотрудники лабораторий многих стран мира. К сожалению, работы отечественных авторов единичны.

При определенном критическом отношении к некоторым положениям этого учебника вдумчивый читатель сможет найти в нем много нового и полезного.

Следует приветствовать решение издательства «Логосфера» издать знаменитый учебник «*Медицинская физиология*» Артура К. Гайтона и Джона Э. Холла на русском языке.

От научных редакторов второго издания на русском языке

Физиология в качестве теоретической 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 завершенное 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 транспортные белки	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

ГЛАВА 7**Возбуждение скелетной мышцы, нервно-мышечная передача, сопряжение возбуждения и сокращения** **97**

Передача импульсов от нервных окончаний к волокнам скелетной мышцы	97
Потенциал действия мышцы	102
Сопряжение возбуждения и сокращения	102

ГЛАВА 8**Сокращение и возбуждение гладких мышц** **107**

Сокращение гладких мышц	107
Регуляция сокращения ионами кальция	110
Нервная и гормональная регуляция сокращений гладких мышц	112

ЧАСТЬ III**Сердце****ГЛАВА 9****Сердечная мышца, сердце как насос и функция клапанов сердца** **121**

Физиология сердечной мышцы	121
Сердечный цикл	126
Регуляция насосной функции сердца	132

ГЛАВА 10**Ритмическое возбуждение сердца** **137**

Проводящая система сердца	137
Контроль возбуждения и проведения в сердце	141

ГЛАВА 11**Нормальная электрокардиограмма** **145**

Характеристика нормальной электрокардиограммы	145
Распространение электрического тока вокруг сердца во время сердечного цикла	148
Электрокардиографические отведения	149

ГЛАВА 12**Электрокардиограмма при нарушениях функций сердечной мышцы и коронарных сосудов, векторный анализ** **153**

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

Токи повреждения	163
Изменения зубца Т	167

ГЛАВА 13**Сердечные аритмии и их проявления на электрокардиограмме** **171**

Нарушение ритма синусового узла	171
Нарушения ритма как результат блокады проведения сигналов по проводящей системе сердца	172
Экстрасистолия	174
Пароксизмальная тахикардия	177
Фибрилляция желудочков	178
Фибрилляция предсердий	182
Трепетание предсердий	183
Остановка сердца	183

ЧАСТЬ IV**Кровообращение****ГЛАВА 14****Система кровообращения, биофизические основы давления, объемного кровотока и сопротивления** **187**

Физические характеристики кровообращения	187
Теоретические основы кровообращения	189
Взаимосвязь давления, объемного кровотока и периферического сопротивления	190

ГЛАВА 15**Растяжимость сосудов и функции артериальной и венозной систем** **199**

Растяжимость сосудов	199
Пульсовые колебания артериального давления	201
Вены и их функции	205

ГЛАВА 16**Микроциркуляция и лимфатическая система** **211**

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

ГЛАВА 17			
Локальная и гуморальная регуляция кровотока в органах и тканях	227		
Локальная регуляция кровотока в зависимости от потребностей ткани	227		
Механизмы регуляции местного кровотока	228		
Гуморальная регуляция кровообращения	237		
ГЛАВА 18			
Нервная регуляция кровообращения и быстрые механизмы регуляции артериального давления	241		
Нервная регуляция кровообращения	241		
Особые механизмы нервной регуляции артериального давления	251		
ГЛАВА 19			
Роль почек в долгосрочной регуляции артериального давления и развитии гипертензии	255		
Почечная система регуляции объема жидкости и артериального давления	255		
Роль ренин-ангиотензиновой системы в регуляции давления и развитии гипертензии	263		
Многокомпонентная система регуляции артериального давления	271		
ГЛАВА 20			
Сердечный выброс, венозный возврат и их регуляция	275		
Сердечный выброс в покое и при физической нагрузке	275		
Регуляция сердечного выброса венозным возвратом	276		
Количественный анализ регуляции сердечного выброса	281		
Методы измерения сердечного выброса	288		
ГЛАВА 21			
Кровоток в скелетных мышцах и сердечный выброс во время физической нагрузки, коронарный кровоток и ишемическая болезнь сердца	291		
Регуляция кровотока в скелетных мышцах в покое и при физической нагрузке	291		
Коронарное кровоснабжение	294		
ГЛАВА 22			
Сердечная недостаточность	305		
Изменения гемодинамики при сердечной недостаточности	305		
Левожелудочковая недостаточность	309		
Сердечная недостаточность с низким сердечным выбросом	310		
Отеки при сердечной недостаточности	310		
Резервные возможности сердца	312		
ГЛАВА 23			
Клапаны сердца и тоны сердца, нарушения функции клапанов и врожденные пороки сердца	317		
Тоны сердца	317		
Нарушения гемодинамики при приобретенных пороках сердца	321		
Нарушения гемодинамики при врожденных пороках сердца	322		
Аппарат искусственного кровообращения	325		
Гипертрофия миокарда при пороках сердца	325		
ГЛАВА 24			
Циркуляторный шок и физиологические основы противошоковой терапии	327		
Физиологические причины циркуляторного шока	327		
Гиповолемический шок	328		
Нейрогенный шок, связанный с увеличением емкости сосудистой системы	335		
Анафилактический шок и гистаминовый шок	335		
Септический шок	335		
Физиологические основы противошоковой терапии	336		
Остановка кровообращения	337		
ЧАСТЬ V			
Жидкие среды организма и выделение			
ГЛАВА 25			
Жидкие среды организма: внеклеточная и внутриклеточная жидкости и отеки	341		
Баланс поступления и выделения жидкости организмом в норме	341		
Распределение жидких сред организма	342		
Состав внутриклеточной и внеклеточной жидкостей	343		
Измерение объема жидких сред организма методом разведения индикатора	345		
Определение объема жидких сред организма	346		
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**

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

ГЛАВА 27**Клубочковая фильтрация,
почечный кровоток и регуляция
этих процессов**

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**

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
внеклеточной жидкости
и содержания натрия**

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

ГЛАВА 30**Почечные механизмы регуляции
концентрации калия, кальция, магния,
фосфатов, объемов крови
и внеклеточной жидкости**

361	433
Регуляция концентрации калия во внеклеточной жидкости и его выделения	433
Регуляция концентрации кальция во внеклеточной жидкости и его выделения	440
Регуляция содержания магния во внеклеточной жидкости и его выделения почками	443
Интеграция почечных механизмов с целью регуляции объема внеклеточной жидкости	444
Прессорные натрийурез и диурез в поддержании баланса натрия и воды	445
Распределение внеклеточной 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 внеклеточной жидкости	452
Состояния, сопровождаемые значительным увеличением объема внеклеточной жидкости и нормальным объемом крови	453

ГЛАВА 31**Регуляция кислотно-щелочного
равновесия**

455	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 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

ЧАСТЬ VIII**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: I. 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 в переднебоковом 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****Глаз: I. Оптика зрения 715**

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 коры	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
Характеристики симпатического и парасимпатического отделов	872
Массивный разряд симпатического отдела	880

ГЛАВА 62

Мозговой кровоток, спинномозговая жидкость и метаболизм головного мозга	885
Мозговой кровоток	885
Спинномозговая жидкость	889
Метаболизм головного мозга	893

ЧАСТЬ XII**Физиология желудочно-кишечного тракта****ГЛАВА 63**

Основные принципы работы желудочно-кишечного тракта: двигательная активность, нервный контроль и кровообращение	897
Основные принципы двигательной активности желудочно-кишечного тракта	897
Нервный контроль функций желудочно-кишечного тракта	900
Гормональный контроль двигательной активности желудочно-кишечного тракта	902
Виды двигательной активности желудочно-кишечного тракта	904
Чревное кровообращение	905

ГЛАВА 64

Перемешивание и продвижение пищи в желудочно-кишечном тракте	909
Прием пищи	909
Моторные функции желудка	912
Моторная функция тонкой кишки	915
Моторная функция толстой кишки	917
Другие вегетативные рефлексы, влияющие на активность кишечника	919

ГЛАВА 65

Секреторные функции желудочно-кишечного тракта	921
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

ГЛАВА 66

Переваривание и всасывание в желудочно-кишечном тракте	939
Переваривание разных компонентов пищи путем гидролиза	939
Основные принципы гастроинтестинального всасывания	943
Всасывание в тонкой кишке	945
Всасывание в толстой кишке	948

ГЛАВА 67

Физиология желудочно-кишечных расстройств	951
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

ЧАСТЬ XIII**Метаболизм и терморегуляция****ГЛАВА 68**

Метаболизм углеводов и образование аденозинтрифосфата	961
Высвобождение энергии из пищевых продуктов	961
АТФ — «энергетическая валюта» организма	961
Ключевая роль глюкозы в метаболизме углеводов	962
Транспорт глюкозы через мембрану клеток	963
Накопление гликогена в печени и мышцах	963
Высвобождение энергии из молекулы глюкозы путем гликолиза	964
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

ГЛАВА 69

Метаболизм липидов	973
Химическое строение триглицеридов	973
Транспорт липидов в жидких средах организма	973

ГЛАВА 70

Метаболизм белков	987
--------------------------	------------

Основные свойства белков	987	Механизм действия гормонов	1052
Транспорт и хранение аминокислот	987		
Функциональное предназначение белков плазмы крови	989	ГЛАВА 76	
Гормональная регуляция метаболизма белка	992	Гормоны гипофиза и их регуляция гипоталамусом	1061
		Гипофиз и его связи с гипоталамусом	1061
		Контроль гипоталамусом секреторной активности гипофиза	1062
		Физиологические функции гормона роста	1064
		Задняя доля гипофиза и ее взаимодействие с гипоталамусом	1070
		ГЛАВА 77	
		Гормоны щитовидной железы и их метаболические функции	1075
		Синтез и секреция тиреоидных гормонов щитовидной железой	1075
		Физиологические функции гормонов щитовидной железы	1079
		Регуляция секреции тиреоидных гормонов	1083
		ГЛАВА 78	
		Гормоны коры надпочечников	1089
		Виды кортикостероидов	1089
		Синтез и секреция гормонов коры надпочечников	1090
		Функции минералокортикоидов	1093
		Функции глюкокортикоидов	1096
		ГЛАВА 79	
		Инсулин, глюкагон и сахарный диабет	1109
		Инсулин и его метаболические эффекты	1109
		Глюкагон и его функции	1119
		Кратко о регуляции глюкозы в крови	1121
		ГЛАВА 80	
		Гормональная регуляция фосфорно-кальциевого обмена	1129
		Регуляция кальция и фосфатов во внеклеточной жидкости и плазме	1129
		Костная ткань и ее роль в регуляции внеклеточной концентрации кальция и фосфатов	1132
		Витамин D	1136
		Паратиреоидный гормон	1138
		Кальцитонин	1142
		Кратко о регуляции концентрации кальция в крови	1143
		Физиология зубов	1146
		ГЛАВА 81	
		Репродуктивная и гормональная функции мужского организма и функции шишковидной железы	1151

ЧАСТЬ XIV**Эндокринология и репродукция**

ГЛАВА 75	
Введение в эндокринологию	1047
Координация функций организма с помощью химических посредников	1047
Химическая структура и синтез гормонов	1048
Секреция, транспорт и разрушение гормонов	1051

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

Список сокращений

AGRP	агути-родственный белок	π _Б	коллоидно-осмотическое давление в капсуле Боумена
ASL	мечение артериальных спинов	π _{ИЖ}	коллоидно-осмотическое давление интерстициальной жидкости
BOLD	уровень кислорода в крови	π _{КК}	коллоидно-осмотическое давление в клубочковых капиллярах
CO ₂	двуокись углерода	π _{ПК}	коллоидно-осмотическое давление в перитубулярных капиллярах
ELISA	иммуноферментный анализ	π _{ПК}	коллоидно-осмотическое давление плазмы крови
ENaC	эпителиальный натриевый канал	АВ	атриовентрикулярный
GIP	глюкозозависимый инсулинотропный пептид	АДГ	антидиуретический гормон
GLP-1	глюкагоноподобный пептид 1	АДФ	аденозиндифосфат
HIF	индуцируемые гипоксией факторы	АКТГ	адренокортикотропный гормон
HLA	человеческие лейкоцитарные антигены	АМФ	аденозинмонофосфат
Ig	иммуноглобулин	АПФ	ангиотензинпревращающий фермент
K _ф	коэффициент фильтрации	АТФ	аденозинтрифосфат
MCR	меланокортиновые рецепторы	ацетил-КоА	ацетилкоэнзим А
MSH	меланоцитостимулирующий гормон	ВПСП	возбуждающий постсинаптический потенциал
NK-клетки	естественные клетки-киллеры	ГАМК	гамма-аминомасляная кислота
NO	оксид азота	ГДФ	гуанозиндифосфат
NREM	не-REM-сон (медленноволновой сон)	ГКГ	главный комплекс гистосовместимости
P _{H2O}	парциальное давление паров воды	Г-КСФ	гранулоцитарный колониестимулирующий фактор
POMC	проопиомеланокортин	ГМ-КСФ	гранулоцитарно-моноцитарный колониестимулирующий фактор
PYY	пептид YY	ГМФ	ГМФ-зависимую протеинкиназу
P _Б	гидростатическое давление в капсуле Боумена	ГТФ	гуанозинтрифосфат
P _{ИЖ}	гидростатическое давление интерстициальной жидкости	ДВС	диссеминированное внутрисосудистое свертывание
P _К	гидростатическое давление крови в капилляре	ДК	дыхательный коэффициент
P _К или P _{КК}	гидростатическое давление в клубочковых капиллярах	ДНК	дезоксирибонуклеиновая кислота
P _{ПК}	гидростатическое давление в перитубулярных капиллярах	ДФГ	2,3-дифосфоглицерат
P _ф	результатирующее фильтрационное давление	ЕПС	единица периферического сопротивления
P _ф	фильтрационное давление	ИМТ	индекса массы тела
REM-сон	сон с быстрым движением глаз	КоА	коэнзим А
α-MSH	α-меланоцитостимулирующий гормон	КРГ	кортикотропин-релизинг-гормон
ΔG	свободная энергия окисления пищи	ЛПНП	липопротеины низкой плотности

МИЧ	международный индекс чувствительности	СА	синусный (синоатриальный)
М-КСФ	моноцитарный колониестимулирующий фактор	СИР	субстрат инсулинового рецептора
МНО	международное нормализованное отношение	СКФ	скорость клубочковой фильтрации
мРНК	матричная рибонуклеиновая кислота	ССДН	среднее системное давление наполнения
МРТ	магнитно-резонансной томографии?	Т ₃	трийодтиронин
НАД	никотинамидадениндинуклеотид	Т ₄	тироксин
НАДФ	никотинамидадениндинуклеотид-фосфат	ТПСП	тормозным постсинаптическим потенциалом
ОФВ ₁	объем форсированного выдоха за первую секунду	ТРГ	тиреотропин-релизинг-гормоном
ПАГ	парааминогиппуровая кислота	ТСИГ	тиреоидстимулирующий иммуноглобулин
ПНУП	предсердный натрийуретический пептид	ТТГ	тиреотропный гормон
ППТ	почечный плазмоток	ФАД	флавинадениндинуклеотид
ПТГ	паратиреоидный гормон	ФДЭ-5	фосфодиэстеразы-5
P _{N2}	парциальное давление азота	ФЖЕЛ	форсированная жизненная емкость легких
P _{коиЖ}	коллоидно-осмотическое давление интерстициальной жидкости	ФМН	флавиномононуклеотид
P _{коПД}	коллоидно-осмотическое давление плазмы	цАМФ	циклический аденозинмонофосфат
РНК	рибонуклеиновая кислота	цГМФ	циклический гуанозинмонофосфат
P _{о2}	парциальное давление кислорода	цГТФ	циклический гуанозин-трифосфат
P _{со}	парциальное давление окиси углерода	ЦНС	центральная нервная система
P _{со2}	парциальное давление двуокиси углерода	ЭКГ	электрокардиограмма
		ЭХП	энтерохромаффиноподобный
		ЭЭГ	электроэнцефалограмма
		ЮГА	юкстагломерулярного аппарата
		ЯК2	янус-киназы 2

Справочная таблица стандартных значений основных лабораторных показателей

Показатель	Среднее нормальное значение	Предел значений	Примечание
Электролиты			
Ион натрия (Na^+)	142 ммоль/л	135–145 ммоль/л	
Ион калия (K^+)	4,2 ммоль/л	3,5–5,3 ммоль/л	
Ион хлора (Cl^-)	106 ммоль/л	98–108 ммоль/л	
Анионная разница	12 мэкв/л	7–16 мэкв/л	Анионная разница = $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^-$
Ион гидрокарбоната (HCO_3^-)	24 ммоль/л	22–29 ммоль/л	
Ион водорода (H^+)	40 нмоль/л	30–50 нмоль/л	
pH, артериальный	7,4	7,25–7,45	
pH, венозный	7,37	7,32–7,42	
Ион кальция (Ca^{2+})	5,0 мг/дл	4,65–5,28 мг/дл	Среднее нормальное значение может быть $\approx 1,2$ ммоль/л или 2,4 мэкв/л
Кальций, общий	10,0 мг/дл	8,5–10,5 мг/дл	
Ион магния (Mg^{2+})	0,8 мэкв/л	0,6–1,1 мэкв/л	
Магний, общий	1,8 мэкв/л	1,3–2,4 мэкв/л	
Фосфаты, общий	3,5 мг/дл	2,5–4,5 мг/дл	В плазме $\text{HPO}_4^{2-} \approx 1,05$ ммоль/л, $\text{H}_2\text{PO}_4^- 0,26$ ммоль/л
Химические элементы крови, неэлектролиты			
Альбумин	4,5 г/дл	3,5–5,5 г/дл	
Щелочная фосфатаза		М: 38–126 ед./л Ж: 70–230 ед./л	
Билирубин, общий		0,2–1,0 мг/дл	
Билирубин, конъюгированный		0–0,2 мг/дл	
Азот мочевины крови	14 мг/дл	10–26 мг/дл	
Креатинин	1,0 мг/дл	0,6–1,3 мг/дл	Величина зависит от мышечной массы, возраста и пола
Глюкоза	90 мг/дл	70–115 мг/дл	
Осмолярность	282 мОсм/л	275–300 мОсм/л	Осмоляльность выражается в мОсм/кг воды
Белок, общий	7,0 г/дл	6,0–8,0 г/дл	
Мочевая кислота		М: 3,0–7,4 мг/дл Ж: 2,1–6,3 мг/дл	
Газы крови			
Кислород в артериальной крови, сатурация	98%	95–99%	Процент молекул гемоглобина, насыщенного кислородом
P_{O_2} , артериальное	90 мм рт. ст.	80–100 мм рт. ст.	
P_{O_2} , венозное	40 мм рт. ст.	25–40 мм рт. ст.	

Показатель	Среднее нормальное значение	Предел значений	Примечание
Pco ₂ , артериальное	40 мм рт. ст.	35–45 мм рт. ст.	
Pco ₂ , венозное	45 мм рт. ст.	41–51 мм рт. ст.	
Общий анализ крови			
Гематокрит	М: 42% Ж: 38%	М: 39–49% Ж: 35–45%	
Гемоглобин	М: 15 г/дл Ж: 14 г/дл	М: 13,5–17,5 г/дл Ж: 12–16 г/дл	
Эритроциты	М: $5,5 \times 10^8$ /мкл Ж: $4,7 \times 10^8$ /мкл	М: $4,3–5,7 \times 10^8$ /мкл Ж: $4,3–5,7 \times 10^8$ /мкл	Количество клеток на микролитр крови
Средний объем эритроцита	90 фл	80–100 фл	фл = фемтолитр
Протромбиновое время		10–14 сек	Время, необходимое для коагуляции плазмы во время специального теста
Тромбоциты		150–450 × 10 ³ /мкл	
Лейкоциты, общие		4,5–11,0 × 10 ³ /мкл	
нейтрофилы		57–67%	
лимфоциты		23–33%	
моноциты		3–7%	
эозинофилы		1–3%	
базофилы		0–1%	
Жиры			
Холестерин, общий		< 200 мг/дл	
Липопротеины низкой плотности		< 130 мг/дл	
Липопротеины высокой плотности		М: > 29 мг/дл Ж: > 35 мг/дл	
Триглицериды		М: 40–160 мг/дл Ж: 35–135 мг/дл	

Эта таблица не отражает перечень общепринятых лабораторных измерений. Большинство из приведенных значений являются усредненными по данным клинических лабораторий Медицинского центра Миссисипи; пределы нормальных значений в разных клинических лабораториях могут отличаться. Среднее нормальное значение и единицы измерения также могут отличаться от приведенных в данной книге. Например, значения электролитов часто приводятся в экв/л, в величинах электрического заряда электролита или в моль/л.

М — мужчины; Ж — женщины.