

Лучевая анатомия

Атлас с иллюстрациями Неттера

Netter's Concise Radiologic Anatomy

SECOND EDITION

UPDATED EDITION

Edward C. Weber, DO

Radiologist, The Imaging Center
Fort Wayne, Indiana
Consultant, Medical Clinic of Big Sky
Big Sky, Montana
Adjunct Professor of Anatomy
and Cell Biology
Volunteer Clinical Professor of Radiology
and Imaging Sciences
Indiana University School of Medicine
Fort Wayne, Indiana

Joel A. Vilensky, PhD

Professor of Anatomy and Cell Biology
Indiana University School of Medicine
Fort Wayne, Indiana

Stephen W. Carmichael, PhD, DSc

Editor Emeritus, Clinical Anatomy
Professor Emeritus of Anatomy
Professor Emeritus of Orthopedic Surgery
Mayo Clinic
Rochester, Minnesota

Kenneth S. Lee, MD

Associate Professor of Radiology
Director, Musculoskeletal Ultrasound
Medical Director, Translational Imaging
University of Wisconsin School of Medicine
and Public Health
Madison, Wisconsin

Illustrations by **Frank H. Netter, MD**

Contributing Illustrator

Carlos A.G. Machado, MD

ELSEVIER

Лучевая анатомия

Атлас с иллюстрациями Неттера

ПЕРЕВОД ВТОРОГО ИЗДАНИЯ

ПЕРЕРАБОТНОЕ ИЗДАНИЕ

Эдвард Вебер

Джо А. Виленски
Стивен У. Кармайл

Кеннет С. Ли

Иллюстрации

Фрэнк Г. Неттер
Карлос А. Г. Мачадо

Перевод с английского

Н. В. Голубкина



Москва, 2020

УДК 611.9+616-073

ББК 53.6+28.8

Л87

Лучевая анатомия. Атлас с иллюстрациями Неттера / Вебер Э., Виленски Дж. А., Кармайкл С. У., Ли К. С.; пер. с англ. – М.: Издательство Панфилова, 2020. – 504 с.: ил.
ISBN 978-5-91839-108-2

Издание представляет собой цветной атлас, в котором современные диагностические изображения соответствуют иллюстрациям легендарного врача-художника Фрэнка Неттера, ставшими «золотым стандартом» при изучении нормальной анатомии человека. Тщательное сопоставление анатомических рисунков Неттера с рентгенограммами и томограммами способствует глубокому изучению топографической анатомии и возможностей лучевой визуализации в клинической практике.

Книга предназначена для специалистов в области лучевой диагностики.

УДК 611.9+616-073
ББК 53.6+28.8

Предупреждение

Авторы и Издатель полагают, что содержание этой книги соответствует современным рекомендациям и практике их применения, принятым ко времени публикации. Ввиду постоянной модификации медицинских знаний в соответствующих официальных рекомендациях, Читатель должен самостоятельно оценивать любую информацию. Читатели не должны пренебрегать другими официальными инструкциями и информацией в целях контроля, чтобы в сомнительных случаях обратиться за консультацией к специалисту. Читатель сам несет ответственность за любое диагностическое/лечебное применение, выбор и дозировку лекарственных препаратов.

Перевод этого издания был выполнен ООО «Издательство Панфилова» самостоятельно. При оценке и использовании любой информации, методов, формул или экспериментов, описанных в этой книге, практикующие специалисты и исследователи всегда должны полагаться на свой собственный опыт и знания. В связи с быстрым прогрессом в медицине необходимо проводить независимую верификацию диагнозов и дозировок любых лекарственных средств. В полном соответствии с законом Elsevier, авторы и редакторы не несут никакой ответственности в отношении перевода за причинение вреда здоровью и/или материальный ущерб людям или имуществу в связи с любой небрежностью или иными обстоятельствами, а также ущербом от любого использования или эксплуатации любых методов, продуктов, инструкций или идей, содержащихся в этой книге.

Каждый раздел данной книги защищен авторскими правами. Любое ее использование вне положений закона об авторском праве при отсутствии письменного согласия издательства недопустимо и наказуемо. Ни одна из частей данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения издательства.

This edition of **Netter's Concise Radiologic Anatomy 2nd Edition, Updated Edition by Edward C. Weber, Joel A. Vilensky, Stephen W. Carmichael, and Kenneth S. Lee** is published by arrangement with Elsevier Inc.

Это издание **Netter's Concise Radiologic Anatomy 2nd Edition, Updated Edition by Edward C. Weber, Joel A. Vilensky, Stephen W. Carmichael, and Kenneth S. Lee** публикуется по соглашению с Elsevier Inc.

Copyright © 2019, 2014, 2009 by Elsevier Inc. All rights reserved. ISBN 978-0-323-62532-6

© 2020 ООО «Издательство Панфилова» .
Перевод на русский язык, оригинал-макет, верстка, оформление

ISBN 978-5-91839-108-2

Предисловие

Диагностическая визуализация является неотъемлемой частью современных курсов топографической анатомии. Это в первую очередь свидетельствует о неуклонном росте изучения корреляционных клинических связей в рамках таких курсов. Поэтому рентгенограммы включены во все анатомические атласы и руководства по топографической анатомии. Эти изображения, как правило, являются обычными рентгеновскими снимками, аксиальными КТ/МРТ сканами (компьютерная томография/магнитно-резонансная томография), либо ангиограммами.

Поскольку такие изображения соответствуют технологическим мощностям диагностической визуализации, вероятно, 25-летней давности, они не отражают возможности интеграции компьютерной графики и лучевой диагностики. Эта интеграция привела к значительному расширению возможностей лучевых методов исследования при визуализации анатомических структур. Эффективная технология переформатирования визуальных данных в оптимальные плоскости, наилучшим образом иллюстрирующие анатомические/физиологические особенности, сегодня не ограничивается научными центрами. Графические рабочие станции в настоящее время являются общепринятым инструментом в практике диагностической визуализации. Дополнительные реконструктивные изображения и снимки являются важной частью диагностического процесса и, как правило, доступны всем специалистам, участвующим в лечении пациента, наряду с заключением врача лучевой диагностики, описывающего наиболее важные патологические признаки и анатомические особенности.

Такая ситуация привела нас к пониманию, что для любого студента, изучающего анатомию, будет целесообразно раннее знакомство с характерными визуализационными признаками клинически значимых анатомических структур, особенно на томограммах. Таким образом, в 2007 году мы решили создать атлас, который демонстрирует визуализационные возможности современных лучевых методов исследования. Для этого мы решили объединить современные диагностические снимки с анатомическими иллюстрациями из Атласа анатомии человека (Atlas of Human Anatomy) Фрэнка Неттера. Атлас Неттера стал «золотым стандартом» атласов нормальной анатомии человека. Его иллюстрации знакомы огромному числу студентов, прошедших курс топографической анатомии. Проводя параллели между изображением анатомических структур в атласе Неттера и на рентгенограммах и томограммах, эта книга способствует комфортному запоминанию особенностей визуализации в клинической практике.

При работе над вторым изданием атласа в наш коллектив влился д-р Kenneth S. Lee, работающий в Department of Radiology at the University of Wisconsin School of Medicine and Public Health. Область специализации Kenneth S. Lee — ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата. Мы пригласили д-ра Kenneth S. Lee стать автором Netter's Concise Radiologic Anatomy, так как включили в данное издание около десятка новых иллюстраций, сопоставляющих работы Неттера с ультразвукограммами. Мы не включали ультразвуковые изображения в первое издание этой книги, потому

что УЗИ обычно в меньшей степени, чем рентгенография, КТ и МРТ, обеспечивает полноценную визуализацию анатомических структур, показанных на иллюстрациях Неттера. Однако ультразвуковая анатомия становится частью современных курсов топографической анатомии и, в настоящее время, УЗИ является неотъемлемым компонентом многих медицинских специальностей. В этой связи, с помощью д-ра Kenneth S. Lee мы приводим примеры ультразвуковых изображений, хорошо соответствующих иллюстрациям Фрэнка Неттера.

Кроме ультразвуковых изображений, в этом издании мы обновили некоторые КТ/МРТ и добавили несколько новых, исправили неточности, найденные в первом издании, за которые мы приносим извинения перед каждым читателем, введенным в заблуждение нашими ошибками. Мы также удалили несколько иллюстраций, которые, по нашему мнению, не соответствовали снимку, как предполагалось изначально, и улучшили некоторые клинические и анатомические заметки, сопровождающие каждую иллюстрацию.

При отборе и создании иллюстраций для этого атласа нам часто приходилось выбирать между обычно используемыми диагностическими изображениями (аксиальные, фронтальные и сагиттальные проекции) и изображениями, полученными в результате применения самых передовых реконструктивных технологий, которые пока еще не часто встречаются в клинической практике, но наиболее ясно отражают анатомические структуры их взаимоотношения. Поэтому мы решили включить значительное число изображений, полученных с помощью передовых методов реконструкции, таких как программа проекций максимальной интенсивности и объемное («3D») изображение.

Мы понимаем, что обучение интерпретации рентгенограмм и томограмм требует обращения к топографической анатомии и верим, что наш атлас будет способствовать этому процессу, сокращая дистанцию между видом анатомической структуры в атласе нормальной анатомии и ее визуализацией в клинической практике.

**Edward C. Weber, Joel A. Vilensky,
Stephen W. Carmichael, Kenneth S. Lee**

Благодарности

Мы чрезвычайно благодарны всем, кто помогал нам в работе над этим атласом. Мы хотели бы поблагодарить издательство Elsevier за то, что наше предложение о книге было принято, а также Madelene Hyde, Elyse O'Grady и Marybeth Thiel за поддержку и помощь на каждом этапе работы. Практически ежедневно сотрудничая с Ms. Thiel, мы постоянно восхищались и поражались ее внимательному отношению и стремлению создать как можно более информативный атлас.

Мы также хотели бы поблагодарить студентов-медиков первого и второго годов обучения 2007 года из Indiana University School of Medicine–Fort Wayne за их предложения по улучшению содержания книги.

Мы выражаем свою признательность Robert Conner, MD, основавшему The Imaging Center in Fort Wayne в Индиане, где была проведена большая часть работы над изданием, и поддерживавшему наши усилия. The Imaging Center располагает отделениями рентгенологии, ультразвуковой и радиоизотопной диагностики, а также современными томографами, на которых выполняются диагностические исследования высочайшего технического уровня.

В заключение мы хотели бы поблагодарить пациентов, чьи снимки легли в основу данной книги, а также выразить свою признательность Frank Netter и Carlos Machado за их великолепное художественное представление анатомии человека.

Об авторах

Edward C. Weber родился и обучался в Филадельфии. Он получил степень бакалавра гуманитарных наук (BA) в Temple University и степень доктора остеопатической медицины (DO) в Philadelphia College of Osteopathic Medicine. Доктор Weber провел четыре года в Albert Einstein Medical Center в Филадельфии, из которых один год в интернатуре по хирургии и три года в ординатуре по рентгенологии. в 1980 г. Journal of the American Medical Association опубликовал его статью, в которой был предложен новый чрескожный метод вмешательства на желчных путях. После сертификации в American Board of Radiology в 1980 г. он открыл частную практику и в 1981 г. стал учредителем рентгенологической группы, основанной в Форт-Уэйне, штат Индиана. После 15 лет рентгенологической практики в клинике, Weber присоединился к The Imaging Center, частному амбулаторному учреждению. в кампусе Fort Wayne в Indiana University School of Medicine доктор Weber читает лекции по лучевой диагностике в программе курса топографической анатомии и является руководителем курса введения в клиническую медицину. У него есть жена Ellen, сын, окончивший Brown University и получивший ученые степени City University of New York, и дочь, окончившая Wellesley College и получившая степень магистра в Human Computer Interaction at Carnegie Mellon University. Ellen и доктор Weber праздновали его пятидесятый юбилей на вершине горы Килиманджаро, и провели много времени в своем доме в Big Sky, штат Монтана, где он является консультирующим рентгенологом в The Medical Clinic of Big Sky.

Joel A. Vilensky родом из Bayside, New York. Он преподавал топографическую анатомию в кампусе Fort Wayne в Indiana University School of Medicine более 30 лет. Он окончил Michigan State University в 1972 г. и получил степень магистра гуманитарных наук в University of Chicago в 1972 г. и степень доктора философии в University of Wisconsin в 1979 г. Он автор около 100 научных работ на различные темы, одна из них посвящена мировой эпидемии летаргического энцефалита 1920-х годов, которой также посвящена книга «Летаргический энцефалит: во время и после эпидемии» (Encephalitis Lethargica: During and After the Epidemic). в 2005 г. он опубликовал книгу при поддержке Indiana University Press: «Роса смерти: история люизита — американского оружия массового поражения, примененного в Первой мировой войне» (Dew of Death: The Story of Lewisite, America's World War I Weapon of Mass Destruction). Доктор Vilensky — сотрудник Clinical Anatomy, где он редактирует Compendium of Anatomical Variants. У Vilensky и его жены Deborah есть две дочери, одна из которых работает школьным администратором, а другая — юристом в Индианаполисе. Доктор Vilensky трудоголик, но ему нравится смотреть телевизор с женой, путешествовать и заниматься спортом.

Stephen W. Carmichael родом из г. Модесто, штат Калифорния (известный по фильму American Graffiti). Он проработал в Mayo Clinic 25 лет, из них 14 лет в должности заведующего отделением анатомии. Доктор Carmichael окончил Kenyon College, в ко-

тором получил степень доктора наук в 1989 г. Он также получил степень профессора анатомии в Tulane University в 1971 г. и является автором или соавтором более чем 140 публикаций в рецензируемых научных журналах и семи книг, большая часть которых посвящена мозговому веществу надпочечников. Carmichael является консультирующим редактором четвертого и пятого изданий Атласа анатомии человека (Atlas of Human Anatomy) и был главным редактором Clinical Anatomy с 2000 по 2012 г. Carmichael женат на докторе Susan Stoddard, у них есть сын, который работает в газете в Боулдере, Колорадо. Carmichael является сертифицированным подводником профессионального уровня и занимается подводной съемкой.

Kenneth S. Lee родом из Анн-Арбора, штат Мичиган. Он окончил University of Michigan in Ann Arbor, получив степень по микробиологии. Затем он поступил в Tufts University School of Medicine's Dual-Degree Program и окончил ее в 2002 г., получив диплом врача и степень магистра делового администрирования. Во время резидентуры в Henry Ford Hospital в Детройте, штат Мичиган, он получил премии Howard P. Doub, MD Distinguished First Year Resident, the RSNA Introduction to Research Scholarship, the RSNA Roentgen Resident/Fellow Research, the William R. Eyer, MD Distinguished Senior Resident, был номинирован на премию Henry Ford Hospital-wide Outstanding Resident и был главным ординатором с 2006 по 2007 гг. Он отдает должное своим учителям из Henry Ford Hospital докторам Marnix van Holsbeeck и Joseph Craig за то, что вдохновляли его на занятия в области ультразвукового исследования костно-мышечной системы. Dr. Lee присоединился к University of Wisconsin School of Medicine and Public Health в качестве клинического ординатора по лучевой диагностике, занимающегося ультразвуковым исследованием костно-мышечной системы в 2007 г. и стал работать на факультете с 2008 г. в качестве заведующего отделением. Затем он возглавил создание новой клиники MSK Ultrasound Clinic, которая показала рост в 600% при эксплуатации, обеспечивая качество, помощь, ориентированную на пациента в уникальной обстановке.

Исследовательские интересы доктор Lee включают научные и клинические исследования. Он собрал междисциплинарную научную группу по ультразвуковому исследованию костно-мышечной системы для развития и изучения метода эластографии с целью количественной оценки эластичности сухожилий при травме. Он работает как ведущий исследователь и помощник в многоступенчатых проспективных рандомизированных контролируемых исследованиях, изучая результаты методов лечения под контролем ультразвукового исследования, таких как введение плазмы, обогащенной тромбоцитами при спортивных травмах. Доктор Lee создал национальные и международные презентации своих исследований и является членом различных национальных сообществ в Radiological Society of North America (RSNA) и American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM).

Доктора Vilensky, Weber и Carmichael (совместно с Dr. Thomas Sarosi) также являются соавторами Medical Imaging of Normal and Pathologic Anatomy, и Drs. Weber и Vilensky (совместно с Alysа Fog) опубликовали книгу Practical Radiology: A Symptom-Based Approach.

О художниках

Frank H. Netter, MD

Фрэнк Неттер родился в 1906 году в Нью-Йорке. До поступления на медицинский факультет в New York University, где он получил диплом врача в 1931 году, Фрэнк Неттер изучал искусство в Art Students' League и в the National Academy of Design. в студенческие годы его наброски в блокноте привлекали внимание учащихся всего медицинского факультета и многих врачей, что обеспечивало ему некоторый доход как гонорар за иллюстрации для книг и статей. Даже после начала хирургической практики в 1933 году, работа иллюстратора приносила ему дополнительный заработок, но, в конце концов, он решил отказаться от врачебной практики, чтобы полностью посвятить себя творчеству. После службы в армии США во время Второй мировой войны, д-р Неттер начал длительное сотрудничество с фармацевтической компанией CIBA Pharmaceutical Company (в настоящее время Novartis Pharmaceuticals). Это 45-летнее сотрудничество привело к созданию экстраординарной коллекции медицинских рисунков, так хорошо знакомых врачам и широкому кругу специалистов других медицинских дисциплин.

В 2005 году Elsevier, Inc. приобрела коллекцию Неттера и все публикации у Icon Learning Systems. Более 50 публикаций полностью отражают иллюстраторское искусство д-ра Неттера и доступны в Elsevier, Inc. (www.elsevierhealth.com).

Работы Ф. Неттера являются лучшим примером использования иллюстраций для преподавания медицинских знаний. Коллекция медицинских иллюстраций Неттера из 13 книг, включающая значительную часть более чем из 20000 рисунков, созданных д-ром Неттером, была и остается одной из наиболее знаменитых среди когда-либо опубликованных медицинских работ. *Атлас анатомии человека Фрэнка Неттера*, впервые опубликованный в 1989 году, основан на анатомических рисунках из коллекции Неттера. Студенты-медики во всем мире считают этот атлас лучшим пособием по анатомии, и в настоящее время он переведен на 16 языков.

Иллюстрации Неттера ценятся не только за эстетические качества, но, что более важно, за интеллектуальное содержание. Как написал сам д-р Неттер в 1949 году: «...дать четкое представление о предмете исследования — вот цель и назначение иллюстраций. Неважно, насколько красив рисунок, как изящно и точно он выполнен, он не имеет ценности как медицинская иллюстрация, если не дает ясного представления с медицинской точки зрения». Рисунки д-ра Неттера доносят до нас его замысел, идею, точку зрения и методы выражения, что делает их такими значимыми.

Фрэнк Неттер, врач и художник, скончался в 1991 году.

Более подробную информацию о враче-художнике, чьи работы легли в основу коллекции Netter Reference collection, можно найти на сайте: <http://www.netterimages.com/artist/netter.htm>.

Carlos Machado, MD

Carlos Machado был выбран компанией Novartis в качестве преемника д-ра Неттера. Он остается главным художником, участвующим в пополнении коллекции медицинских иллюстраций Неттера.

Самостоятельно овладев искусством медицинского рисунка, кардиолог Carlos Machado привнес тончайшие обновления в некоторые оригинальные иллюстрации Неттера и создал много собственных рисунков в стиле Неттера в качестве его преемника. Фотореалистические способности и глубокое понимание сущности взаимосвязи врача и пациента характеризуют его живой незабываемый стиль. Способность глубоко погружаться в каждую исследуемую тему и изображаемый объект позволяет ему находиться среди лучших медицинских иллюстраторов современности.

Более подробно узнать его биографию и ознакомиться с его работами можно на сайте: <http://www.netterimages.com/artist/machado.htm>.

Содержание

Введение xxi

Раздел 1 **Голова и шея**

Череп, вид снизу	2
Череп, вид изнутри	4
Шея и кости нижних отделов черепа	6
Осевой позвонок	8
Шейный отдел позвоночника	10
Шейный спондилез	12
Позвоночная артерия, шея	14
Позвоночная артерия, атлант	16
Краниовертебральные связки	18
Мышцы шеи	20
Мышцы шеи	22
Лестничные и предпозвоночные мышцы	24
Правая подключичная артерия, место отхождения	26
Система общей сонной артерии	28
Щитовидная железа	30
Шея, аксиальный срез на уровне щитовидной железы	32
Полость носа	34
Перегородка носа	36
Перегородка носа, твердое и мягкое небо	38
Крыловидно-небная ямка	40
Нос и околоносовые пазухи	42
Обонятельные луковички	44
Ячейки решетчатой кости и клиновидные пазухи	46
Верхнечелюстная пазуха	48
Дно полости рта	50
Дно полости рта	52
Мышцы лица	54
Височно-нижнечелюстной сустав	56
Крыловидные мышцы	58
Язык и полость рта	60
Язык	62
Околоушная и поднижнечелюстная слюнные железы	64

Поднижнечелюстная и подъязычная слюнные железы	66
Глотка	68
Сонные артерии в области шеи	70
Щитовидная железа и основные сосуды шеи	72
Гортань	74
Носослезный проток	76
Глазница, фронтальный срез	78
Глазница, вид сбоку	80
Глазница, верхняя косая мышца и сухожилие	82
Глазница, вид сверху	84
Глазное яблоко	86
Внутреннее ухо	88
Лицевой нерв в канале	90
Барабанная полость (полость среднего уха)	92
Костный лабиринт	94
Верхний сагиттальный синус	96
Синусы твердой мозговой оболочки	98
Пещеристый синус	100
Венозная система головного мозга	102
Кора большого мозга и базальные ядра	104
Черепные нервы IX, X, XI	106
Ствол мозга	108
Зрительный путь	110
Преддверно-улитковый нерв (VIII)	112
Подъязычный нерв (XII) и канал	114
Головной мозг, артериальная система	116
Базиллярная и позвоночные артерии	118
Артерии головного мозга	120
Гипофиз	122

Раздел 2

Спина и позвоночник

Грудной отдел позвоночника	126
Поясничный отдел позвоночника	128
Строение поясничного позвонка	130
Поясничный отдел позвоночника	132
Крестец	134
Связки позвоночника	136
Желтая связка	138
Спинномозговые нервы, поясничный отдел	140
Спинальный мозг, нервные корешки	142

Мозговой конус и конский хвост	144
Межреберные сосуды и нервы	146
Венозное сплетение позвоночника	148
Спина, нижние околопозвоночные мышцы	150
Глубокие мышцы спины	152
Полуостистая мышца головы	154
Подзатылочный треугольник	156
Поясничная область	158

Раздел 3 **Грудь**

Молочная железа	162
Лимфатические узлы подмышечной области	164
Лимфатические узлы подмышечной области	166
Грудная клетка	168
Мышцы грудной стенки	170
Реберно-позвоночные и реберно-поперечные суставы	172
Внутренняя грудная артерия, передняя грудная стенка	174
Диафрагма	176
Медиальная поверхность левого легкого	178
Правое легкое сбоку	180
Сегментарные бронхи легких	182
Средостение	184
Легкое, лимфоотток	186
Грудной проток	188
Камеры сердца	190
Ветви дуги аорты	192
Сердце сзади	194
Сосуды сердца	196
Левая сторона сердца	198
Аортальный клапан	200
Пуповина	202
Артериальный проток и артериальная связка	204
Заднее средостение	206
Средостение сбоку справа	208
Средостение сбоку слева, аневризма	210
Грудной отдел пищевода	212
Пищеводно-желудочный переход	214
Непарная и полунепарная вены	216
Перикард, поперечный срез средостения	218

Раздел 4 ЖИВОТ

Прямая мышца живота	222
Мышцы передней брюшной стенки	224
Брюшная стенка	226
Паховая область	228
Квадратная мышца поясницы	230
Большая поясничная мышца	232
Нормальная почка и трансплантат	234
Области живота	236
Червеобразный отросток	238
Верхний этаж брюшной полости	240
Сальниковая сумка	242
Желудок	244
Желудок, слизистая оболочка	246
Двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа	248
Печень, сосудистая система	250
Желчные и панкреатические протоки	252
Селезенка	254
Селезенка	255
Желудочно-сальниковые артерии	256
Ворота печени	258
Чревный ствол, норма и варианты строения	260
Артерии тонкой кишки	262
Маргинальная артерия (Дрюмонда)	264
Вены тонкой кишки	266
Цистерна грудного протока	268
Лимфатические узлы брыжейки	270
Чревное сплетение	272
Надпочечник	274
Надпочечники и почки	276
Почки и брюшной отдел аорты	278
Почечные артерии, варианты строения	280
Почечная лоханка	282
Мочеточник, тазовый сегмент	284
Почки и мочеточники	286
Почки и кровеносные сосуды	288
Почка и печеночно-почечное углубление	290
Кровоснабжение правой почки	292
Органы брюшной полости и малого таза	294

Раздел 5 Таз и брюшина

Таз	298
Женский таз, круглая связка матки и яичник	300
Органы малого таза женщины	302
Маточные (фаллопиевы) трубы	304
Луковица полового члена	306
Матка и маточные трубы	308
Матка и придатки	310
Женская промежность	312
Глубокие слои женской промежности	314
Половой член, поперечный срез	316
Семенные пузырьки	318
Предстательная железа	320
Яичко и придаток яичка	322
Седалищно-прямокишечная ямка	324
Сфинктеры заднего прохода	326
Мышцы заднего прохода	328
Мужская промежность	330
Мочеточники	332
Общие, внутренние и наружные подвздошные артерии	334
Паховые лимфатические узлы	336
Преаортальные, подвздошные и паховые лимфатические узлы	338

Раздел 6 Верхняя конечность

Пояс верхней конечности	342
Плечевой сустав, суставная впадина лопатки	344
Грудино-ключичный сустав	346
Плечевой сустав, надостная мышца	348
Плечевой сустав, надостная мышца	350
Плечевой сустав, сухожилие двуглавой мышцы	352
Плечевой сустав	354
Четырехстороннее и трехстороннее отверстия	356
Подлопаточная мышца	358
Подмышечная артерия	360
Подмышечная область	362
Большая грудная мышца	364
Плечевое сплетение	366
Места прикрепления двуглавой и плечевой мышц	368

Локоть, вид спереди	370
Локоть, вид сбоку	372
Локоть, локтевой нерв	374
Локоть, канал локтевого нерва	376
Кости предплечья	378
Лучевая и локтевая кости	380
Предплечье, латеральная группа мышц	382
Предплечье, медиальная группа мышц	384
Разгибатели запястья	386
Сгибатели запястья	388
Кости запястья	390
Запястье, кости и сустав	392
Запястье, связки ладонной поверхности	394
Запястье, тыльные связки	396
Запястье, запястный канал	398
Запястье, запястный канал (продолжение)	400
Запястье, локтевой нерв	402
Кости кисти и запястья	404
Пястно-фаланговые суставы	406
Кисть	408
Межфаланговые суставы	410
Межфаланговые суставы (продолжение)	412

Раздел 7 **Нижняя конечность**

Подкожная вена	416
Артерии нижней конечности	418
Тазобедренный сустав	420
Кровоснабжение головки бедренной кости	422
Подвздошно-гребешковая сумка	424
Четырехглавая мышца бедра	426
Передняя поверхность бедра	428
Глубокие мышцы бедра	430
Седалищный нерв	432
Седалищный нерв, ягодичная область	434
Ягодичная область	436
Аксиальные срезы бедра	438
Коленный сустав, вид сверху	440
Коленный сустав, вид спереди	442
Коленный сустав, вид сбоку	444

Крестообразные связки	446
Пяточное (ахиллово) сухожилие	448
Общий малоберцовый нерв	450
Кости стопы	452
Кости стопы (продолжение)	454
Пяточная кость	456
Мышцы голеностопного сустава	458
Предплюсневый канал	460
Сухожилия малоберцовых мышц голеностопного сустава	462
Сухожилия малоберцовых мышц голеностопного сустава (продолжение)	464
Дельтовидная связка	466
Дельтовидная связка (продолжение)	468
Сухожилие короткой малоберцовой мышцы	470
Подошвенный апоневроз	472
Мышцы подошвы стопы, второй слой	474

Введение

Технологии лучевой визуализации являются «окном», сквозь которое сегодня рассматривается анатомия человека. Мы изучаем анатомию, посещая лекции, читая текстовые руководства и электронные веб-страницы, рассматривая рисунки, например в атласе Неттера, а также препарирова трупы. Иногда важнейшие анатомические структуры видны нам во время хирургических вмешательств. Однако с внедрением минимально инвазивной хирургии с использованием оптоволоконного оборудования, вводимого через мелкие разрезы, возможность визуализации внутренних структур значительно снизилась. в настоящее время анатомия человека изучается практикующими клиницистами в основном с помощью визуализационных технологий. По этой причине современное знание топографической анатомии предполагает изучение именно этих методов визуализации внутренних структур.

Мы не даем полного описания физических процессов, лежащих в основе различных видов лучевых методов исследования. Для получения этой информации следует обратиться к введению в лучевую диагностику. Здесь мы кратко представляем некоторые основные физические принципы и уникальный вклад каждой методики в клиническую медицину, а также показываем, как они соотносятся с великолепными рисунками в атласе Неттера.

Рентгенография

Рентгенография, для регистрации результатов которой ранее использовалась пленка, а сейчас — цифровая аппаратура, является основным методом лучевой диагностики. Рентгеновские лучи формируются в рентгеновской трубке электронами, ударяющимися о металлическую мишень. к значимым



для лучевой диагностики характеристикам рентгеновского излучения относятся количество используемых фотонов (измеренное в миллиамперах [мА] тока, приложенного к трубке) и распределение энергии между этими фотонами (измеренное по пиковому кивольтажу [кВп]). мА рентгеновского луча должно быть достаточно для адекватного проникновения в исследуемую область тела. кВп луча влияет на взаимодействие фотонов рентгеновского луча с тканями, содержащими различное количество атомов с различным атомным весом. Для атомов с большим ядром характерно захватывание или рассеивание фотонов рентгеновского луча. Вследствие этого, кВп влияет на контрастное разрешение между различными типами тканей. Сформированный рентгеновский луч, направленный на пациента, сужен или колимирован для ограничения

экспозиции на определенную область тела. Лучи, проходящие сквозь ткани тела пациента, но не поглощенные или не рассеянные ими, формируют видимое изображение в том месте, где либо сталкиваются с люминисцентным экраном для экспонирования пленки, либо активируют множество чувствительных к рентгеновским лучам фотоэлементов при цифровой рентгенографии. Характеристики чувствительных элементов, захватывающих рентгеновский луч после их прохождения сквозь ткани, определяют пространственную разрешающую способность изображения.

Отображение структурных особенностей при такой проекционной технике нередко ограничено наложением анатомических структур, расположенных по ходу рентгеновского луча. Однако если анатомия области, оценка которой необходима для постановки диагноза, однозначна, а естественная контрастность тканей высока, как на большинстве снимков в ортопедии, это редко создает какие-либо трудности. Простая рентгенография предплечья, например, для выявления или оценки перелома, обеспечивает хорошую визуализацию основных анатомических структур. Для четкой визуализации различных анатомических областей разработаны методы прицельного наведения и тщательного позиционирования пациента. Рентгенография обеспечивает очень высокую пространственную разрешающую способность и до сих пор является важной составляющей обследования пациента. Проекционная рентгенография обеспечивает ясное изображение структур сложной формы, что невозможно достичь путем просмотра послойных изображений.

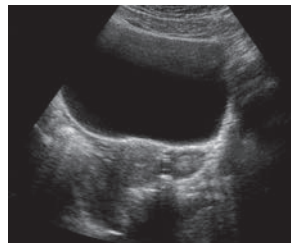
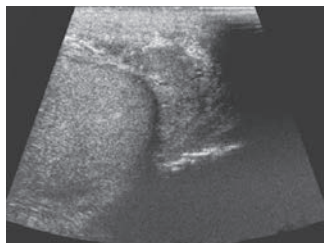
При необходимости контрастность рентгенограммы может быть повышена в результате перорального приема рентгеноконтрастного вещества или инъекции йодосодержащего контрастного препарата. Видеорентгеноскопия в реальном времени обеспечивает наблюдение физиологических процессов, что в большинстве случаев недостижимо при КТ или МРТ. к примеру, исследование, выполняемое при проглатывании пациентом суспензии сульфата бария под контролем видеорентгеноскопии, обеспечивает визуализацию удивительно быстрых движений во время акта глотания. Подобным образом, исследование после инъекции йодосодержащего контрастного препарата непосредственно в исследуемый сосуд обеспечивает высокое пространственное, контрастное и временное разрешение. Эта методика позволяет великолепно визуализировать анатомические особенности сосудов, но считается инвазивной процедурой вследствие необходимости пункции артерии и проникновения в просвет глубоко лежащих сосудов. Исследование, при котором требуется инъекция в периферическую вену, не считается инвазивным.

Рентгенологическое исследование в той или иной проекции, будь то обычная рентгенография, исследование с барием или ангиография позволяет отобразить отдельные анатомические структуры так, чтобы они наилучшим образом коррелировали с рисунками в Атласе Неттера.

УЗИ

Высокочастотные звуковые волны распространяются от датчика, помещенного на кожу пациента или внутри полости на поверхность слизистой, после этого отраженные волны превращаются в яркие пиксели на мониторе сонографа. Частота кадров при УЗИ достаточно высока для получения изображения «в реальном времени». Вы-

сокочастотные датчики при УЗИ позволяют достичь очень высокой пространственной разрешающей способности. Практически только диагностическая ультразвуковая визуализация выполняет-

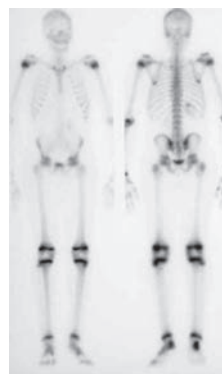


ся методом «свободной руки» и не ограничена строго аксиальной или сагиттальной проекцией. Неограниченное осевое отклонение и положение ультразвукового изображения в руках опытного врача ультразвуковой диагностики позволяет великолепно визуализировать анатомические структуры. Ультразвуковое исследование в реальном времени позволяет в любом направлении проследить анатомические структуры сложной формы, а перекрывающиеся структуры — визуализировать раздельно. Анатомические структуры на ультрасонограммах обычно нечасто соответствуют их представлению в атласе Неттера, тем не менее этот атлас можно использовать для их изучения перед выполнением сложных ультразвуковых исследований. Новые технологии компьютерной графики могут расширить перспективы ультразвуковой диагностики уже в ближайшем будущем.

Мы представляем в книге примеры анатомических областей, при исследовании которых для визуализации ключевых структур или их взаимоотношений, изображенных на иллюстрациях Неттера, может применяться ультразвук. Такие изображения явились основой значительно переработанной части этого второго издания.

Радиоизотопная диагностика

Радиоизотопная медицина использует нестабильные радиоактивные изотопы — источники ионизирующего излучения, которые «помечены» фармацевтическими препаратами, влияющими на их биологический распад. Характер или распределение источника гамма-излучения определяется, обычно, гамма-камерой. Как правило, радиоизотопные снимки обеспечивают информацию о функции, но не дают высокого пространственного разрешения. При выявлении и оценке заболевания радиоизотопные изображения отражают биохимические и физиологические процессы, значимые для постановки диагноза. Например, радионуклидная остеосцинтиграфия позволяет оценить распространенность метастатического процесса в костях с высокой чувствительностью и выявить опухоли, которые не визуализируются при рентгенографии.



в настоящее время возрастает важность молекулярной визуализации, которая часто выходит за рамки простых морфологических данных, полученных при традиционных методах. Ярким примером является ПЭТ (позитронная эмиссионная томография), которая позволяет выявить опухоли, неразличимые даже при современных режимах КТ и МРТ. Более того, ПЭТ позволяет получить важную ин-

формацию о метаболизме опухоли, которую не может предоставить простая визуализация ее формы и размера. Отсутствие в этой книге радиоизотопных изображений, таких как радионуклидная остеосцинтиграфия, не умаляют важности данной технологии для медицины, однако отражает факт невозможности сопоставления таких изображений с иллюстрациями Неттера.

Компьютерная томография

При КТ сканировании используются рентгеновские трубки и матрицы детекторов, вращающиеся вокруг пациента. Оценка поглощения рентгеновских лучей при различных по-



ложениях и углах обрабатываются путем преобразования Фурье, благодаря которому получают поперечные сечения. Изображения, полученные в поперечной плоскости, не единственное преимущество, обеспеченное компьютерной томографией, по сравнению с проекционными рентгенограммами, она также значительно улучшает контрастное разрешение тканей. Для усиления контраста между различными структурами часто используют пероральные и йодированные внутривенные контрастные препараты.



Стали доступны новые поколения КТ-сканеров, которые перешагнули обычное «ежегодное обновление модели», претерпев значительные изменения возможности визуализации. в течение двух последних десятилетий КТ проделала путь от двухминутного исследования с возможностью получения одного аксиального среза толщиной 1 см до внедрения сканеров, способных получить практически одновременно 64 изображения в поперечном сечении толщиной до миллиметра менее чем за треть секунды. Такое значительное улучшение временного разрешения позволяет выполнять КТ-ангиографию (ранее это исследование было недоступно, так как введенное контрастное вещество покидает сосудистое русло очень быстро). Время оптимального усиления после введения контрастного вещества варьирует в зависимости от особенностей тканей, таких как клеточный состав и васкуляризация. Быстрые КТ-сканы обладают возможностью точной синхронизации получения томограмм с учетом особенностей функции исследуемого органа. Например, идеальное время для визуализации печени составляет примерно 65 секунд от начала внутривенного введения контрастного вещества.

Обработка данных первичных поперечных срезов, полученных при КТ, может быть также важна, как и само сканирование. Диапазон КТ-плотности некоторых тканей превышает возможности зрительного анализатора человека, способного различать только около 16 оттенков серого цвета. Выбор ширины спектра сканирования, воспринимаемого человеческим глазом, представляет собой «окно», при этом основная плотность КТ визуализируется как средний оттенок серого на этом уровне. Настройка КТ

на исследование в окне костной ткани может не дать никакой полезной информации о мягкотканых структурах. Регулировка окон и уровней являются основными настройками визуализации.

Очевидно, наиболее актуальной для этого атласа является возможность современной КТ-визуализации в виде объемных данных, где каждый воксел занимает определенный объем в трехмерном изображении. Разнообразные методы реконструкции позволяют отобразить КТ-данные множеством различных способов без искажения пространственных соотношений. Таким образом, на современном этапе получение снимков при КТ — это уже не создание простых аксиальных срезов, отражение анатомических взаимоотношений в аксиальных, фронтальных и сагиттальных, косых и нелинейных проекциях, но также трехмерная визуализация.

Графическая рабочая станция, на которой интерпретируются томограммы, стала медицинским инструментом. Эта книга показывает, что внедрение современного поколения КТ-сканеров, позволило считать этот вид исследования общепринятым в медицинской практике, при этом визуализация анатомических структур в значительной степени соответствует или даже совпадает с великолепными анатомическими иллюстрациями в атласе Неттера.

Магнитно-резонансная томография

Для клинического применения МРТ используются электромагнитные свойства спина протонов воды, которые изменяют магнитное поле. Другими словами, при возвращении протона в исходное состояние после отклонения его спина в приложенном магнитном



поле он испускает радиочастотный импульс. Частота и амплитуда испускаемого сигнала зависит от физико-химических свойств среды, силы магнитного поля, интервалов между приложенными импульсами и между приложенным импульсом и обратным радиочастотным сигналом. Для контрастного усиления при МРТ используются несколько внутривенных препаратов, содержащих гадолиний, обладающий сильными парамагнитными свойствами.

Для сканирования различных областей тела доступен целый ряд магнитных катушек. На контрастирование тканей влияет время и характер импульсов МР-последовательностей. Высокоинтенсивный МР-сигнал обратного радиочастотного эхо при формировании томограммы отображается ярким цветом. Доступно большое разнообразие последовательностей импульсов при МРТ. Некоторые из этих последовательностей дают высокоинтенсивный сигнал от жидкости. Другие последовательности специально подавляют МР-сигнал от жира. Большая часть протоколов МРТ включают не только визуализацию в нескольких анатомических проекциях, но также ряд специальных последовательностей импульсов МРТ, которые могут точно отразить характе-

ристики тканей. Применение таких протоколов зависит от исследуемой области тела и предполагаемых патологических изменений.

В то время как рентгеновская томография до сих пор ограничена аксиальной плоскостью сканирования, МРТ позволяет визуализировать анатомические структуры во всех трех ортогональных плоскостях — аксиальной, сагиттальной и фронтальной. В некоторых модулях МРТ доступны волюметрические установки для преобразования изображений аналогично КТ. В то время как многоплоскостные и волюметрические возможности МРТ теперь сравнимы с КТ, точность контрастного разрешения мягких тканей при МРТ до сих пор не имеет себе равных. Это часто позволяет обнаружить патологические изменения, не выявленные с помощью других диагностических методов. В измененных тканях содержание жидкости часто повышено, и это отчетливо визуализируется на многих последовательностях МРТ. Многочисленные МР-томограммы, приведенные в этом атласе, показывают, как МРТ позволяет визуализировать такие анатомические детали, которые еще недавно можно было отчетливо увидеть только в анатомическом атласе, секционной или во время оперативного вмешательства. В настоящий момент МРТ также может обеспечить высокую пространственную разрешающую способность, иногда отображая тонкие анатомические особенности, которые в естественных условиях видны только при увеличении. На большей части рисунков в атласе Неттера изображены очень мелкие анатомические детали, которые полностью соответствуют отображенным нами МР-томограммам.

Подбор снимков для атласа

При подборе и создании иллюстраций для этого атласа авторам часто приходилось выбирать между обычно используемыми диагностическими снимками в аксиальной, фронтальной и сагиттальной проекциях, и снимками, созданными в результате реконструкции, которые нечасто встретишь в клинической практике, но которые яснее отражают анатомические структуры и их взаимоотношения. Однако обычно мы делали выбор в пользу реконструированных снимков, полученных с помощью программы проекций максимальной интенсивности и объемной (3D) визуализации.

Другим требованием при отборе томограмм было соответствие «идеалу». Идеальная анатомия, показанная на рисунках Неттера, отлично подходит для изучения взаимоотношений анатомических структур, однако не всегда соответствует их виду в «реальной жизни». Прекрасным примером является надпочечник. Если специалист по лучевой диагностике посмотрит на иллюстрацию Неттера с изображением надпочечника, он, вероятно, подумает: «Я никогда не видел, чтобы надпочечник так выглядел». Мы посчитали важным выбрать снимки, отражающие такие несовпадения.

Отдельным иллюстрациям Неттера прекрасно соответствовали ранее опубликованные и аннотированные изображения, и мы посчитали эффективным их использование, тем самым признавая работу, хорошо выполненную другими исследователями. Некоторые изображения в этом атласе были предоставлены The Imaging Center in Fort Wayne в Индиане и отделениями лучевой диагностики University of Wisconsin, Мэдисон, штат Висконсин.

Оригинальный материал, представленный в этой книге, получен при рутинном клиническом сканировании на базе небольшого независимого центра лучевой диагно-

стики. Во избежание высокой лучевой нагрузки использовались стандартные немодифицированные протоколы КТ-сканирования. Для книги отбирались томограммы пациентов, прошедших рутинное сканирование по медицинским показаниям, и не использовались изображения, полученные в университетах или лаборатории крупной фирмы. Все исследования выполнялись на доступном оборудовании, повсеместно применяемом в клинической практике для лучевой диагностики. The Imaging Center оснащен аппаратом MPT Infinion корпорации Philips, КТ-сканером Brilliance 40 и графической рабочей станцией Extended Brilliance Workspace (EBW) производства компании Philips.

Ультразвуковые изображения костно-мышечной системы, представленные в данном атласе, были получены при рутинных клинических ультразвуковых исследованиях опорно-двигательного аппарата, выполненных в University of Wisconsin Sports и Spine Imaging Center.

Некоторые изображения, приведенные в этом атласе, явились результатом будничной работы отделения лучевой диагностики. Интерпретацию томограмм можно рассматривать как цифровую «аутопсию», демонстрирующую анатомические особенности пациента, при этом основным рабочим инструментом служит компьютерная мышь, а не скальпель.

Наконец, мотивацией выбора диагностических изображений, соответствующих иллюстрациям Неттера, послужил, прежде всего, интерес к преподаванию анатомии. Однако в клинической практике решение, какое исследование необходимо пациенту — КТ или МРТ — обычно продиктовано необходимостью выявить патологические изменения, на которые указывают клинические данные. Поскольку возможности визуализации быстро развиваются, это нередко затрудняет выбор оптимального диагностического метода в каждом клиническом случае. При принятии таких решений лечение пациента безусловно выиграет от консультации со специалистом по лучевой диагностике. в качестве прекрасного примера алгоритма принятия решений мы рекомендуем «ACR Appropriateness Criteria», подготовленные Американской коллегией радиологов.