

|  |     |
|--|-----|
| Предисловие к изданию на русском языке .....   | 8   |
| Предисловие к изданию на английском языке .....  | 9   |
| Коллектив авторов .....  | 10  |
| Список сокращений и условных обозначений .....   | 11  |
| <b>Глава 1. Визуализация: уместность, меры безопасности, развитие</b> .....  | 12  |
| <i>Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>   |     |
| Возникновение инциденталомы .....  | 13  |
| Критерии соответствия .....  | 13  |
| Image Gently .....   | 14  |
| Image Wisely .....   | 14  |
| <b>Глава 2. Визуализация грудной клетки</b> .....  | 16  |
| <i>Кристофер М. Страус, MD; Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>  |     |
| Радиографическая техника .....   | 16  |
| Интерпретация .....  | 17  |
| Боковая проекция .....   | 22  |
| Нормальная анатомия поперечного сечения грудной клетки .....   | 25  |
| Врожденные сосудистые аномалии .....   | 29  |
| Инородные тела, линии и катетеры .....   | 30  |
| Обнаружение воздуха в безвоздушных отделах .....   | 33  |
| «Прозрачное» легкое .....  | 36  |
| Воздушное пространство и интерстициальная болезнь легких .....   | 37  |
| Ателектаз .....  | 40  |
| Патологическое состояние плевры .....  | 42  |
| Отек легких .....  | 44  |
| Тромбоэмболия легочной артерии .....   | 46  |
| Инфекции .....   | 50  |
| Легочные узлы, объемные образования и карцинома легких .....   | 58  |
| Средостение и его патологическое состояние .....   | 65  |
| Увеличение камер сердца .....  | 68  |
| Заболевания аорты и кальцификация сосудов .....  | 72  |
| Травма .....   | 73  |
| Ключевые моменты .....   | 76  |
| <b>Глава 3. Визуализация брюшной полости</b> .....   | 78  |
| <i>Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>   |     |
| Обзорная рентгенография .....  | 78  |
| Оценка газового состава кишечника .....  | 83  |
| Газ в безвоздушных пространствах .....   | 86  |
| Исследование желудочно-кишечного тракта с контрастированием .....  | 88  |
| Базовая технология и протоколы одномоментной визуализации<br>(ультразвуковое исследование, компьютерная и магнитно-<br>резонансная томография) ..... | 97  |
| Визуализация органов или систем .....  | 100 |
| Острый живот .....   | 118 |
| Травма .....   | 131 |
| Ключевые моменты .....   | 133 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Глава 4. Визуализация органов малого таза, включая акушерское<br/>ультразвуковое исследование.....</b> | <b>136</b> |
| <i>Кэролайн Дональдсон, MD; Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>   |            |
| Визуализация мошонки.....   | 136        |
| Визуализация в гинекологии.....   | 138        |
| Визуализация в акушерстве.....  | 147        |
| Визуализация мочевого пузыря .....  | 149        |
| Визуализация предстательной железы.....   | 149        |
| Ключевые моменты .....  | 151        |
| <b>Глава 5. Визуализирующие исследования в педиатрии .....</b>  | <b>152</b> |
| <i>Итан А. Смит, MD; Уилбур Л. Смит, MD</i>   |            |
| Грудная клетка: новорожденные и младенцы .....  | 153        |
| Брюшная полость: новорожденный и младенец.....  | 159        |
| Грудная клетка: дети старшего возраста .....  | 166        |
| Брюшная полость: дети старшего возраста .....   | 172        |
| Онкология .....   | 174        |
| Скелет.....   | 178        |
| Резюме.....   | 180        |
| Ключевые моменты .....  | 181        |
| <b>Глава 6. Визуализация опорно-двигательного аппарата .....</b>  | <b>183</b> |
| <i>Николас Флоренс, MD; Стивен Томас, MD; Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>                                   |            |
| Нормальное развитие .....   | 183        |
| Варианты нормы.....   | 197        |
| Врожденные аномалии развития .....  | 200        |
| Травмы .....  | 204        |
| Стрессовые, атипичные и патологические переломы.....  | 241        |
| Умышленно нанесенная травма.....  | 247        |
| Артриты.....  | 247        |
| Опухоли .....   | 254        |
| Метаболические заболевания костей .....   | 263        |
| Инфекции .....  | 267        |
| Ключевые моменты .....  | 268        |
| <b>Глава 7. Визуализация мозга.....</b>   | <b>271</b> |
| <i>Боян Петрович, MD</i>  |            |
| Компьютерная и магнитно-резонансная томография.....   | 271        |
| Контрастные средства .....  | 272        |
| Нормальная анатомия .....   | 273        |
| Головная боль .....   | 275        |
| Изменения психического состояния .....  | 275        |
| Травма .....  | 275        |
| Поражение сосудов.....  | 281        |
| Опухоли .....   | 288        |
| Инфекции .....  | 290        |
| Гидроцефалия .....  | 293        |
| Деменция .....  | 294        |
| Рассеянный склероз .....  | 295        |
| Ключевые моменты .....  | 295        |
| <b>Глава 8. Визуализация головы и шеи .....</b>   | <b>298</b> |
| <i>Боян Петрович, MD</i>  |            |
| Травма .....  | 298        |
| Синусит .....   | 302        |
| Инфекция шеи.....   | 303        |
| Глазница.....   | 304        |
| Височная кость .....  | 307        |
| Сиаладенит .....  | 309        |

|   |            |
|---|------------|
| Щитовидная железа.....  | 309        |
| Врожденные пороки.....  | 311        |
| Опухоли шеи.....  | 314        |
| Ключевые моменты.....   | 316        |
| <b>Глава 9. Визуализация позвоночника.....</b>  | <b>318</b> |
| <i>Уильям Дж. Анкенбрандт, MD</i>   |            |
| Рекомендации по визуализации.....   | 318        |
| Интерпретация обзорных рентгенограмм и томограмм.....   | 321        |
| Травмы.....   | 338        |
| Спондилолиз и спондилолистез.....   | 347        |
| Дисцит и остеомиелит.....   | 354        |
| Визуализирующие послеоперационные исследования.....   | 357        |
| Артриты.....  | 358        |
| Опухоли костей и костного мозга.....  | 363        |
| Прочие заболевания.....   | 366        |
| Заболевания спинного мозга.....   | 369        |
| Резюме.....   | 374        |
| Ключевые моменты.....   | 375        |
| <b>Глава 10. Радиоизотопная медицина.....</b>   | <b>377</b> |
| <i>Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>  |            |
| Радиоактивные индикаторы и радиофармпрепараты.....  | 377        |
| Сцинтиграфия костей.....  | 378        |
| Визуализация гепатобилиарной системы.....   | 382        |
| Визуализация щитовидной и паращитовидной желез.....   | 385        |
| Визуализация почек.....   | 387        |
| Вентиляционно-перфузионное сканирование легких для<br>диагностики тромбоэмболии легочной артерии..... | 387        |
| Визуализирующие исследования в онкологии.....   | 391        |
| Визуализация сердца.....  | 393        |
| Визуализация функционирования желудочков.....   | 394        |
| Визуализация перфузии миокарда.....   | 394        |
| Ключевые моменты.....   | 398        |
| <b>Глава 11. Визуализация молочных желез.....</b>   | <b>400</b> |
| <i>Лимин Янг, MD, PhD; Лори Л. Фахардо, MD, MBA</i>   |            |
| Скрининговая маммография.....   | 401        |
| Что мы должны увидеть на маммограмме.....   | 402        |
| Ограничения маммографии.....  | 410        |
| Показания для ультразвукового исследования<br>и магнитно-резонансной томографии.....                  | 411        |
| Биопсия молочной железы.....  | 413        |
| Заболевания грудных желез у мужчин.....   | 415        |
| Другие визуализирующие технологии.....  | 416        |
| Предлагаемые решения в распространенных клинических<br>ситуациях.....                                 | 417        |
| Ключевые моменты.....   | 417        |
| <b>Глава 12. Интервенционная радиология.....</b>  | <b>420</b> |
| <i>Томас А. Фаррелл, MB, BCh</i>  |            |
| Доступные инструменты.....  | 421        |
| Сосудистые вмешательства.....   | 422        |
| Несосудистые вмешательства.....   | 441        |
| Ключевые моменты.....   | 445        |
| Ответы на вопросы и задания.....  | 447        |
| Предметный указатель.....   | 448        |

# Глава 1

## Визуализация: уместность, меры безопасности, развитие

Томас А. Фаррелл, MB, BCh

### СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Возникновение инциденталомы..... | 17 |
| Критерии соответствия .....      | 17 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| Image Gently.....  | 18 |
| Image Wisely ..... | 18 |

Прошло более века с тех пор, как Вильгельм Рентген открыл рентгеновские лучи. Сейчас влияние визуализирующих методов диагностики на лечение пациентов трудно переоценить. Инновации в методах и технологиях, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ), маммография, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), создали специальность, занимающую центральное место в медицинской практике. Однако эта эволюция привела к значительному увеличению совокупного воздействия ионизирующего излучения на население и потенциальному увеличению риска онкологических заболеваний.

С начала 1980-х гг. произошло семикратное увеличение частоты радиационного облучения населения Соединенных Штатов от медицинского излучения, при этом КТ является крупнейшим источником медицинского радиационного облучения. Отчет № 160 Национального совета по радиационной защите и измерениям 2009 г. «Воздействие ионизирующего излучения на население США» показал, что медицинское облучение пациентов — один из крупнейших источников радиационного воздействия на американцев, почти равный фоновому облучению. Хотя в Соединенных Штатах проживают около 5% населения мира, на эту страну приходится 12% всех радиологических процедур и около половины всех радионуклидных исследований. Было подсчитано, что около 29 000 потенциальных онкологических заболеваний может быть связано с КТ, проведенной в США в 2007 г.

Соединенные Штаты тратят на здравоохранение вдвое больше, чем любая другая страна в мире с высоким уровнем дохода и использованием визу-

ализирующих технологий. В 2016 г. Соединенные Штаты потратили 17,8% своего валового внутреннего продукта на медицинские расходы — в отличие от других стран, включая Канаду, Великобританию, Германию, Японию и Швецию, которые потратили от 9,6 до 12,4% валового внутреннего продукта на здравоохранение. Использование медицинских услуг в Соединенных Штатах было сравнимо с таковым в других странах — за исключением визуализирующих методов диагностики. В США было выполнено 118 МРТ на 1000 человек по сравнению со средним показателем во всех 11 странах 82 на 1000 человек. Аналогичным образом было выполнено 245 КТ на 1000 человек в США — по сравнению с 151 на 1000 человек в других странах.

Причины такого увеличения использования визуализирующих методов диагностики многочисленны и разнообразны, в том числе страх судебных разбирательств, механизмы оплаты и финансовые стимулы в системе здравоохранения США, а также необходимость самостоятельной консультации, поскольку многие врачи-нерадиологи имеют финансовый конфликт интересов в использовании собственного офисного диагностического оборудования для визуализации.

Радиологи должны сыграть несколько ролей в борьбе с чрезмерным использованием визуализирующих исследований. Они должны рекомендовать дополнительные визуализирующие исследования в своих заключениях только в том случае, если они соответствуют опубликованным руководствам, избегать общих рекомендаций по дополнительным исследованиям, которые «связывают руки» врачам, вынуждая их назначать дальнейшие исследования в основном в защитных целях.

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИНЦИДЕНТАЛОМЫ

Растущее использование изображений поперечного сечения, особенно при КТ, привело к увеличению обнаружения случайных находок, не связанных с клиническим показанием, по которому проводят исследование, — инциденталом. Распространенность инциденталомы надпочечников, по данным КТ, у пожилых пациентов составляет 10%. Кисты почек обнаруживают более чем в 40% случаев КТ брюшной полости. Подавляющее большинство инциденталом доброкачественные, но они представляют проблему как для врачей, так и для пациентов в связи с их возможной клинической значимостью и последующим лечением. Если радиолог считает, что инциденталома не имеет клинического значения, но включает ее в радиологический отчет, может последовать череда тестов, биопсий и других диагностических процедур, каждая из которых приводит к финансовым затратам и несет риск осложнений.

Однако если радиолог не сообщил об инциденталоме, но позже окажется, что это ранняя карцинома, может быть подан иск о злоупотреблении служебным положением. Рост количества инциденталом при обследовании частично обусловлен более частым использованием изображений поперечного сечения, а также может привести к ненужным исследованиям и лечению. Для решения этой проблемы Комитет по случайным находкам Американского колледжа радиологии (ACR — от англ. American College of Radiology) опубликовал серию руководств и официальных документов по тактике ведения при обнаружении инциденталом.

## КРИТЕРИИ СООТВЕТСТВИЯ

ACR, который был сторонником радиационной безопасности с момента своего создания в 1924 г., впервые разработал критерии соответствия в 1994 г., чтобы в первую очередь обратиться к использованию технологий визуализации. В настоящее время эти критерии соответствия охватывают 215 тем диагностической радиологии с более чем 1080 клиническими вариантами. Цель этой программы — позволить группе экспертов и заинтересованных сторон объективно определить преимущества и недостатки построения изображений на основе систематического обзора данных. Комитеты критериев соответствия (группы экспертов, состоящие более чем из 300 врачей, в том числе около 80 клинических специалистов из 20 нерадиологических медицинских организаций) систематически рассматривают доказательства для разработки руководств, которые помогут клиницистам выбрать наиболее подходящую методику

визуализации в зависимости от конкретных клинических ситуаций. Методология критериев соответствия основана на Руководстве пользователя метода соответствия Корпорации RAND и Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, где «ожидаемая польза для здоровья (например, увеличение продолжительности жизни, облегчение боли, снижение тревожности, улучшение функциональных возможностей) ощутимо превышает ожидаемые отрицательные последствия (например, смертность, заболеваемость, беспокойство, боль, потеря рабочего времени)». В каждом обзоре оценивают риск и преимущества визуализирующих исследований по нескольким показаниям или клиническим сценариям и на их основе выставляют баллы по шкале от 1 до 9, где верхний диапазон (7–9) означает, что проведение исследования в целом приемлемо и признано разумным подходом, а нижний диапазон (1–3) означает, что проведение исследования в целом неприемлемо и не является разумным подходом. Средний диапазон (4–6) указывает на неопределенный клинический сценарий. Разрабатывая эти рекомендации и поощряя их применение, ACR способствует лучшему использованию радиологических ресурсов и повышению качества ухода за пациентами. Многие из рекомендованных критериев соответствия включены в эту книгу. Они доступны бесплатно в Интернете ([www.acr.org](http://www.acr.org)).

Один из способов уменьшить количество ненужных исследований и способствовать разумному использованию ресурсов — это реализация информационной системы поддержки принятия клинических решений при назначении обследований. Применение этой системы для визуализации, которая обеспечивает подтвержденную обратную связь с лечащими врачами, привело к значительному снижению частоты использования МРТ поясничного отдела при боли в пояснице, МРТ головы при головной боли и КТ придаточных пазух носа. Шансы обнаружения острой тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) при использовании медицинскими работниками рекомендаций, представленных в системе поддержки принятия клинических решений, почти вдвое превышают вероятность верной диагностики при игнорировании предупреждений данной системы. Начиная с января 2020 г. внедрение системы поддержки принятия клинических решений для расширенной визуализации (КТ, МРТ, радиоизотопная медицина, включая ПЭТ и КТ) будет стимулироваться для возмещения расходов по программе Medicare, почти наверняка вскоре после этого такому же принципу последуют другие страховые компании в Соединенных Штатах. ACR сформирует основу для программного обеспечения, которое может быть использовано для выполнения критериев соответствия, способных повлиять на порядок назначения



визуализирующих исследований. Таким образом, система поддержки принятия клинических решений на основе критериев соответствия изменит практику назначения диагностических визуализирующих исследований.

## IMAGE GENTLY

У детей до их совершеннолетия есть масса времени, чтобы либо получить пользу, либо пострадать от выбора визуализирующих исследований, сделанного от их имени. Дети более восприимчивы к потенциально повышенному риску рака от ионизирующего излучения по следующим причинам.

- Они меньше, поэтому для любого заданного набора параметров КТ-сканирования эффективная доза облучения выше для меньших площадей поперечного сечения, эффект наиболее выражен у самых маленьких пациентов с меньшей массой тела и меньшей длиной лучевой кости.
- Они растут, поэтому их ткани более радиочувствительны, чем ткани взрослых.
- У них большая оставшаяся продолжительность жизни, что дает достаточно времени для латентного периода, в течение которого может развиваться злокачественное новообразование.

В 2007 г. была сформирована коалиция медицинских организаций во главе с ACR и Обществом детской радиологии для продвижения безопасных и высококачественных визуализирующих исследований в педиатрии. Основная цель заключалась в том, чтобы повысить осведомленность специалистов по визуализации о необходимости корректировки дозы облучения при работе с детьми. Получившаяся в результате кампания **Image Gently** первоначально была направлена на оптимизацию дозы для КТ, но теперь включает другие методы визуализации, такие как интервенционная радиология (ИР), флюороскопия и радиоизотопная медицина. Текущие рекомендации включают следующие положения.

- Обзор стандартных протоколов КТ для взрослых медицинским физиком с последующим изменением параметров воздействия для «правильного размера» протоколов для детей.
- Исключение пре- и постконтрастной отложенной КТ, поскольку она редко добавляет информацию у маленьких пациентов. Обычно для детей подходит однофазное сканирование.
- Сканирование только указанной области для получения необходимой информации.

Эти три рекомендации соответствуют принципу радиационной безопасности **ALARA**. Эта аббревиатура образована от as low as (is) reasonably achievable [дословно — «настолько низкий, насколько (яв-

ляется) разумно достижимым»], что означает принятие всех разумных усилий для минимизации воздействия ионизирующего излучения, насколько это возможно при проведении исследования, которое обеспечит визуализацию. Причем даже если это малая доза, но она не принесет прямой пользы, следует избегать ее использования.

## IMAGE WISELY

ACR и Радиологическое общество Северной Америки сформировали рабочую группу для решения проблемы радиационной защиты взрослых, опираясь на успех кампании **Image Gently** для детей. Целью рабочей группы было информирование медицинских работников о необходимости и возможностях избавиться от ненужных визуализирующих исследований и снизить количество излучения, используемого во время визуализации, до уровня, необходимого только для получения оптимальных медицинских изображений. В 2010 г. целевая группа расширилась за счет участия Американского общества радиологических технологий и Американской ассоциации физиков в медицине и разработала кампанию под названием **Image Wisely**, которая предоставляет образовательные ресурсы по этой теме. С момента своего создания кампания **Image Wisely** подчеркивала принцип **ALARA**, уделяя особое внимание соответствующим показаниям для обследования и оптимизации методов визуализации для обеспечения диагностического качества обследований. Для достижения этих целей было принято более 50 000 положений, в основном радиологами.

В 2012 г. Американский совет по внутренним болезням Foundation сотрудничал с Consumer Reports — некоммерческой организацией, занимающейся защитой прав человека, для разработки инициативы **Image Wisely**. Фонд пригласил девять медицинских организаций, включая ACR и Американское общество ядерной кардиологии, для каждого из пяти исследований или методов лечения, которые, по их мнению, использовали чрезмерно. На веб-сайте **Image Wisely** перечислены эти 45 исследований и методов лечения, 24 из которых напрямую связаны с диагностическим поиском. Медицинские организации, участвующие в этой инициативе, заслуживают похвалы за свое участие в кампании, поскольку их члены выполняют те самые исследования, которые они включили в свои списки, и это может отрицательно сказаться на их практике. Первый набор рекомендаций ACR **Image Wisely** был основан на пяти чрезмерно часто используемых визуализирующих исследованиях, которые можно было безопасно использовать для уточнения, что подтверждается опубликованными данными (табл. 1.1).

**Таблица 1.1** Американский колледж радиологии. Image Wisely: первая часть из пяти рекомендаций

1. Не назначайте визуализирующие исследования пациентам с головной болью неясной этиологии.
2. Не назначайте визуализирующие исследования при подозрении на ТЭЛА, если нет средней или высокой ее вероятности, согласно данным предварительного обследования.
3. Избегайте госпитализации или предоперационной рентгенографии грудной клетки амбулаторных пациентов, если нет признаков патологического состояния по данным анамнеза и результатам физического обследования.
4. Не назначайте КТ при подозрении на аппендицит у детей до получения результатов УЗИ.
5. Не проводите визуализирующее исследование при клинически незначимых кистах придатков

*Источник.* Использовано с разрешения: Johnson P.T., Bello J.A., Chatfield M.B. et al. New ACR choosing wisely recommendations: judicious use of multiphase abdominal CT protocols // J. Am. Coll. Radiol. 2019. Vol. 16. P. 56–60. DOI: 10.1016/j.jacr.2018.07.026.

Во второй части рекомендаций ACR Image Wisely (2017) три рекомендации определяют лечение при случайных находках (например, узелки щитовидной железы, тазовый конгестивный синдром и инвагинация тонкой кишки у взрослых), а две рекомендации сосредоточены на внутривенном введении контрастного вещества при КТ брюшной полости по протоколам, которые включают получение данных до контрастирования или отсроченно (после фаз воротной вены или нефрографии) (см. табл. 3.8, 3.9).

Хотя преимущества таких методов диагностики огромны и, безусловно, превышают риск, это верно только в том случае, если исследования назначены надлежащим образом и оптимизированы для получения изображения наилучшего качества при минимальной дозе облучения. Помимо финансовых затрат, ненужные и ненадлежащие методы визуализации наносят вред пациентам, подвергая их воздействию ионизирующего излучения и обнаруживая инциденталомы, лечение которых может вызвать дискомфорт и осложнения. Радиолог играет центральную роль в выборе наиболее подходящего визуализирующего обследования и протокола на основе показаний для каждого пациента, в своевременном сообщении результатов и указании, какие последующие анализы необходимы. Действия радиологов могут стать либо частью проблемы, либо частью решения — выбор за нами. Вперед, в следующее столетие визуализирующих методов диагностики!

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [www.acr.org/Clinical-Resources/ACR-Appropriateness-Criteria](http://www.acr.org/Clinical-Resources/ACR-Appropriateness-Criteria).
2. [www.imagegently.org](http://www.imagegently.org).
3. [www.choosingwisely.org](http://www.choosingwisely.org).
4. [www.Imagewisely.org](http://www.Imagewisely.org).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Berlin L. The incidentaloma: a medicolegal dilemma // Radiol. Clin. North Am. 2011. Vol. 49. P. 245–255.
2. [www.acr.org/Clinical-Resources/Incidental-Findings](http://www.acr.org/Clinical-Resources/Incidental-Findings).