

УДК 616-073.756.8(075.8)
ББК 53.4я73
М80

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебного пособия для системы послевузовского профессионального образования врачей

Рецензенты:

Вишнякова М.В. — д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой лучевой диагностики, руководитель рентгенологического отдела МОНКИ им. М.Ф. Владимирского;
Трофимова Т.Н. — д-р мед. наук, проф., зам. генерального директора, главный врач российского-финского холдинга «АВА Петер», зав. курсом лучевой диагностики ФУП ГМА им. И.И. Мечникова.

Коллектив авторов:

Морозов С.П. — канд. мед. наук, зав. отделением рентгеновской диагностики и томографии ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, доц. кафедры лучевой диагностики и терапии ММА им. И.М. Сеченова;

Насникова И.Ю. — д-р мед. наук, заместитель главного врача ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, проф. кафедры лучевой диагностики и терапии ММА им. И.М. Сеченова;

Синицын В.Е. — д-р мед. наук, проф., зав. курсом лучевой диагностики и терапии факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова.

Под общей редакцией:

Терновой С.К. — акад. РАМН, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой лучевой диагностики и терапии ММА им. И.М. Сеченова, Главный специалист по лучевой диагностике ГМУ Управления делами Президента РФ.

Авторы выражают благодарность сотрудникам, которые принимали участие в подготовке материалов: канд. мед. наук Арцыбашевой М.В., Бадюл М.И., канд. мед. наук Крючковой О.В., Максимовой С.Ю., Маряшевой Ю.А., канд. мед. наук Платицыну И.В., Сильченко Н.С.

Морозов С.П., Насникова И.Ю., Синицын В.Е.

М80 Мультиспиральная компьютерная томография / Под ред. С.К. Тернового. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 112 с.
ISBN 978-5-9704-1020-2

В пособии изложены основные вопросы клинического применения рентгеновской компьютерной томографии в многопрофильной клинике. В краткой форме представлены технические данные и вопросы применения и обработки изображений, получаемых на спиральных и мультиспиральных томографах. Приводятся клинические примеры, показания и противопоказания к проведению всех видов исследований. Описываются контрастные препараты и правила их применения. В отдельных главах приводятся протоколы исследования всех органов и тканей организма. Даются рекомендации по протоколам введения контрастных веществ при исследовании различных органов.

Адресовано врачам-рентгенологам, специалистам по лучевой диагностике, клиническим ординаторам по специальности «рентгенология», врачам-клиницистам.

УДК 616-073.756.8(075.8)
ББК 53.4я73

Права на данное издание принадлежат издательской группе «ГЭОТАР-Медиа». Воспроизведение и распространение в каком бы то ни было виде части или целого издания не могут быть осуществлены без письменного разрешения правообладателей.

© Коллектив авторов, 2008

© Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2009

ISBN 978-5-9704-1020-2

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	6
Введение	7
ГЛАВА 1. Обзор развития и современные возможности МСКТ	9
Физический принцип КТ	10
Проведение КТ-обследования	11
Обработка изображений	12
Клиническое применение КТ	12
Противопоказания для КТ	16
Перспективы развития КТ	17
Компьютерная томография в России	18
ГЛАВА 2. Использование контрастных препаратов при МСКТ	21
Общие характеристики йодсодержащих контрастных препаратов	21
Проведение МСКТ с внутривенным контрастированием	23
Побочные реакции на йодсодержащие контрастные препараты	24
Контраст-индуцированная нефропатия	26
ГЛАВА 3. МСКТ головного мозга	28
МСКТ-ангиография сосудов головного мозга	30
Перфузионная МСКТ головного мозга	32
ГЛАВА 4. МСКТ головы и шеи (соавтор М.В. Арцыбашева)	35
Придаточные пазухи носа и орбиты	35
Височные кости	38
Мягкие ткани шеи и гортани	39
МСКТ-планирование дентальной имплантации	41
ГЛАВА 5. МСКТ грудной клетки	44
МСКТ для скрининга рака легкого	48
Тромбоэмболия ветвей легочной артерии (ТЭЛА)	49

ГЛАВА 6. МСКТ сердца (соавтор Н.С. Сильченко)	53
МСКТ-коронарография	53
Функциональная МСКТ сердца	58
ГЛАВА 7. МСКТ-ангиография аорты и периферических сосудов (соавтор М.И. Бадюл)	60
ГЛАВА 8. МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства	65
МСКТ органов брюшной полости — базовая методика	68
МСКТ при синдроме острого живота	71
МСКТ при заболеваниях поджелудочной железы и желчных протоков	72
МСКТ желудка	75
МСКТ тонкой кишки	77
МСКТ-колонография (виртуальная колоноскопия)	79
ГЛАВА 9. МСКТ почек и надпочечников	81
МСКТ почек и мочевыводящих путей	81
МСКТ надпочечников	85
ГЛАВА 10. МСКТ малого таза	88
ГЛАВА 11. МСКТ всего тела (грудная клетка, брюшная полость, малый таз)	92
ГЛАВА 12. МСКТ костно-суставной системы	95
ГЛАВА 13. МСКТ при политравме	98
Приложение	102
Образец памятки для клинических отделений по проведению МСКТ с внутривенным контрастированием	102
Противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов	102
Пример формы направления на МСКТ/МРТ	104

Пример опросного листа для пациентов, обследуемых методом МСКТ	106
Образец информированного согласия пациента на проведение компьютерной томографии с внутривенным введением йодсодержащих контрастных препаратов	107
Список рекомендуемой литературы	108

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ед. X. — единицы Хаунсфилда (от англ. HU — Hounsfield units)
КАГ — коронароангиография
кВ — киловольт
КИН — контраст-индуцированная нефропатия
КТ — компьютерная томография
мАс — миллиампер в секунду
мЗв — миллизиверт
МинИП — проекция минимальной интенсивности
МИП — проекция максимальной интенсивности
МПР — многоплоскостная реформация
МРТ — магнитно-резонансная томография
МСКТ — мультиспиральная (многосрезовая, многодетекторная) компьютерная томография
ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения
ОПН — острая почечная недостаточность
ТЭЛА — тромбоэмболия легочной артерии
Эхо-КГ — эхокардиография
CBF — объемная скорость мозгового кровотока
CBV — объем мозгового кровотока
G — единица измерения диаметра венозных катетеров
MTT — среднее время циркуляции

ВВЕДЕНИЕ

Идея подготовки учебного пособия по проведению обследований методами компьютерной и магнитно-резонансной томографии (КТ и МРТ) зародилась достаточно давно. Фактические основания для этого возникли около 10–15 лет назад, когда началось стремительное развитие и внедрение в клиническую практику томографического оборудования с постоянным появлением новых методик и диагностических возможностей. Дефицит специализированных обучающих программ и курсов для врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов выражается расхождениями в подходах к проведению томографических исследований, что снижает точность диагностики и дискредитирует значение лучевой диагностики в современной медицине. Строго говоря, в настоящее время отсутствует стандартизованный подход (протоколы), применяемый для исследования пациента в разных клиниках страны. Нет единства в обработке полученного материала, выполнении твердых копий и в правилах введения контрастных препаратов.

Сегодня вопросы стандартов диагностики и лечения являются одними из наиболее актуальных направлений развития отечественного здравоохранения. Увеличение бюджетного финансирования, развитие механизмов защиты прав пациентов, укрепление страховой медицины предъявляют все более высокие требования к качеству диагностики.

Согласно принципам доказательной медицины оценка качества любого процесса состоит из нескольких компонентов.

Во-первых, качество определяется базовыми характеристиками процесса, т.е. оснащенностью больницы, уровнем диагностического оборудования и дополнительных устройств (например, в случае КТ — это наличие ЭКГ-монитора и автоматического инжектора), адекватным обеспечением расходными материалами, контрастными препаратами, наличием квалифицированного персонала.

Во-вторых, качество зависит от процессуальных характеристик, т.е. правильности проведения исследования, включая подготовку пациентов, контроль показаний и противопоказаний, анализ и интерпретацию результатов, наличия преемственности в проведении диагностических исследований (выполнения твердых копий и архивирования), организации работы диагностического отделения (медицинский менеджмент).

В-третьих, неотъемлемыми критериями качества являются результирующие характеристики процесса, т.е. точность диагностики (прогностичность положительного и отрицательного результатов) и ее влияние на принятие лечебных решений, которые определяются в научно-практических и научно-исследовательских работах.

Опираясь только на технические характеристики диагностического оборудования, без учета правильности и полноценности его использования, квалификации персонала, без проведения постоянного самоконтроля в виде научно-практических работ по оценке точности диагностики, обеспечить качественный диагностический процесс невозможно.

Данное пособие направлено на процессуальный компонент обеспечения качества диагностики, стандартизацию методик проведения исследований. В первой части издания представлены все основные методики КТ, доступные на современных 4—64-срезовых томографах. В данном пособии, предназначенном для использования в качестве справочного и обучающего материала, приводятся основные показания и противопоказания для исследований, подготовка пациентов, методики проведения исследований, включая укладку, особенности внутривенного контрастирования (приводятся протоколы для одно- и двухколбовых инжекторов), фазы дыхания, диапазон и основные параметры томографии (для 16—64-срезовых аппаратов), реконструкцию и документирование результатов.

Объединение опыта многопрофильной Кремлевской медицины, научно-обоснованных принципов Академической медицины и высокоспециализированных подходов Кардиологического центра позволяет рекомендовать стандарты проведения МСКТ и МРТ.

Глава 1

Обзор развития и современные возможности МСКТ

Согласно результатам множества опросов, компьютерная томография входит в список наиболее значимых изобретений человечества. Это связано с тем, что с появлением и развитием КТ (I—IV поколения) в конце 70-х и начале 80-х гг. произошла революция в медицине, отмеченная в 1979 г. вручением Нобелевской премии по физиологии и медицине Годфри Хаунсфилду и Алану Кормаку. В последующие годы КТ прочно заняла свое место как один из наиболее значимых методов диагностики болезней человека.

В течение последних двух десятилетий XX в. интерес исследователей и врачей перемещался между КТ и МРТ. В 80-х гг. появилась электронно-лучевая томография, первая система для мультиспирального исследования сердца. Однако развитие классической КТ шло умеренными темпами, и интерес к методике несколько снизился, так как все основные инновации касались МРТ (развитие высокопольной томографии, быстрые методики исследования, функциональная томография, МР-ангиография). Первый ренессанс КТ произошел в 1989 г., когда появилась спиральная технология томографии, резко возросла скорость исследования и точность диагностики. С этого момента деление КТ на поколения аппаратов перестало существовать.

Переход из XX в XXI в. ознаменовался вторым ренессансом компьютерной томографии — созданием мультиспиральной методики (МСКТ). С последовательным появлением 4, 16, 64, 320-срезовой томографии (рис. 1, см. цв. вклейку) открылись ранее недостижимые горизонты диагностики, принципиально изменившие диагностические подходы ко многим заболеваниям: появилась МСКТ-ангиография, перфузионная МСКТ, виртуальная колоноскопия, трехмерные реконструкции. Современное поколение томографов фактически ознаменовало переход от мультиспиральной к объемной (волюметрической) томографии. Параллельно с развитием техники с середины 70-х и начала 80-х гг. постоянно росло число томографических обследований, достигнув уровня в 1,5 млн. процедур, выполняемых во всем

Реконструкция

- Стандартная реконструкция для печати на пленке — аксиальные срезы по 5 мм с ядром реконструкции высокого разрешения для легких и стандартным ядром реконструкции для средостения.
- Многоплоскостные реконструкции во фронтальной и сагиттальной плоскостях.
- У пациентов с избыточной массой тела рекомендуется проведение томографии с более высокими значениями напряжения на рентгеновской трубке (120–140 кВ) и реконструкция томограмм с толщиной среза 1,0–1,5 мм.
- МИП с толщиной среза 3–5 мм для поиска мелких узелков в паренхиме легких и их дифференциации от сосудистых структур.
- МинИП для оценки бронхиального дерева, при эмфиземе.
- 3D-объемный рендеринг — предоперационное планирование, сосудистые мальформации.
- Волюметрическая оценка узловых образований легких с расчетом времени удвоения объема очага применяется для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных поражений.
- Оценка степени накопления контрастного препарата узловыми образованиями легких (повышение плотности узла более 15 HU подозрительно в отношении злокачественного характера).

МСКТ ДЛЯ СКРИНИНГА РАКА ЛЕГКОГО

Скрининг рака легкого с помощью КТ рассматривается как одно из перспективных направлений развития профилактической медицины. По данным исследования ELCAP, при КТ выявлялись рентгенологически скрытые опухоли. Для скрининга рака легкого используется низкодозовая МСКТ (20–40 мАс), позволяющая снизить лучевую нагрузку в 5–10 раз по сравнению со стандартной КТ. Основной проблемой скрининга является обнаружение у большинства пациентов неопределенных узелковых образований в легких, впоследствии оказывающихся доброкачественными (ложно-положительные находки). В целях дифференциации злокачественных очагов используются повторные исследования с интервалом 6–12 мес и волюметрической оценкой выявленных образований.

Подготовка

Без подготовки.

Проведение исследования**Укладка**

На спине с поднятыми руками.

Контрастирование внутривенное

Не применяется.

Фаза дыхания

Задержка дыхания на вдохе (после гипервентиляции посредством нескольких циклов вдох-выдох).

Диапазон томографии

От верхней апертуры грудной клетки до синусов.

Параметры томографии

- Коллимация 0,5–0,625 мм.
- Напряжение на трубке 120 кВ, 20–30 мАс.

Реконструкция

- МИП с толщиной среза 3–5 мм для поиска мелких узелков в паренхиме легких и их дифференциации от сосудистых структур.
- Волюметрическая оценка узловых образований легких с расчетом времени удвоения объема очага.

ТРОМБОЭМБОЛИЯ ВЕТВЕЙ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ (ТЭЛА)

ТЭЛА является состоянием, требующим особого внимания и неотложности со стороны терапевтов, хирургов и акушеров-гинекологов, так как сопровождается высокой летальностью, но зачастую имеет нетипичные клинические проявления. ТЭЛА часто не распознается при жизни пациента. Рентгенография имеет низкую чувствительность в выявлении ТЭЛА, обычно позволяя поставить диагноз уже при состоявшемся инфаркте легкого. Сцинтиграфия, как правило, проводится без оценки легочной вентиляции (только перфузионная методика) и имеет зачастую неопределенные результаты. Ангиопульмонография, считавшаяся до недавнего времени золотым стандартом диагностики, является инвазивным исследованием и не всегда выполняется. Она, однако, должна применяться для проведения селективной тромболи-

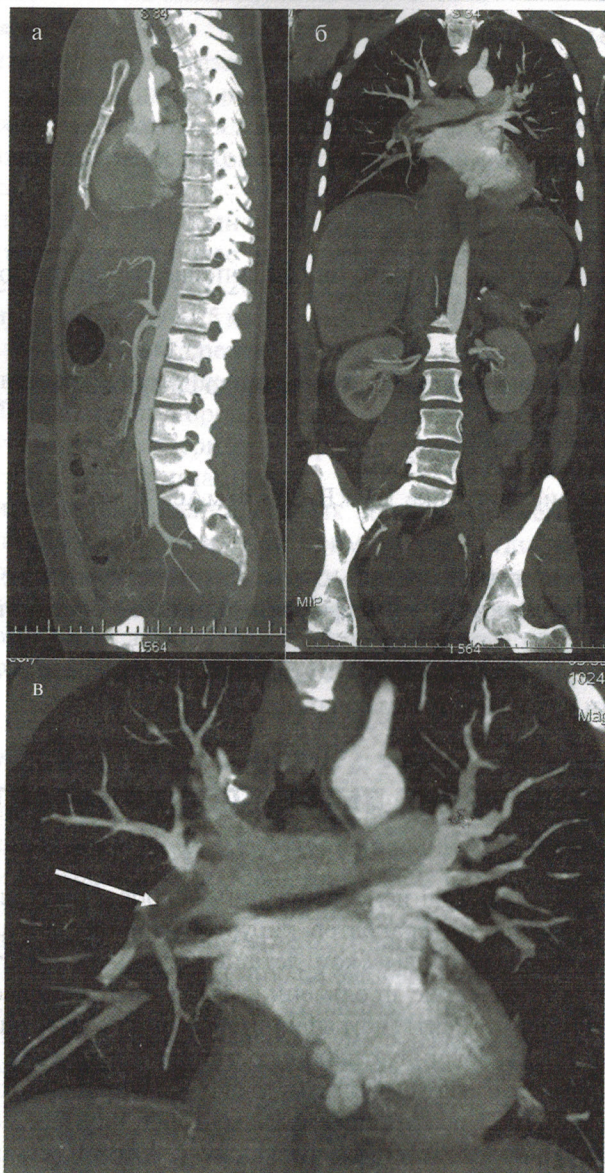


Рис. 17. МСКТ всего тела с внутривенным контрастированием с реконструкцией в сагиттальной (а) и фронтальной (б) плоскостях. Определяются тромботические массы в ветвях правой легочной артерии (стрелка)

тической терапии. Современная МСКТ-ангиопульмонография уже достигла диагностической точности традиционной ангиопульмонографии и позволяет выявлять даже субсегментарные тромбы. МСКТ-64 дает возможность одномоментно изучить камеры сердца и исследовать венозное русло таза и нижних конечностей. В любом случае при отрицательном результате МСКТ можно быть полностью уверенным в отсутствии у пациента ТЭЛА, а при положительном результате назначить ангиопульмонографию с лечебной целью (рис. 17).

Показания

Подозрение на ТЭЛА, в том числе:

- атипичная боль в грудной клетке, кровохарканье;
- одышка неясной этиологии;
- обследование пациентов с тромбозом глубоких вен нижних конечностей и таза, с наличием отека одной ноги;
- повышенный уровень D-димера ($\geq 0,2$ мг/л);
- сомнительный результат вентилиционно-перфузионной скinti-графии или невозможность ее проведения.

Подготовка

Установить периферический венозный катетер (18–20 G).

При обследовании по экстренным показаниям пациентов с неизвестной функцией почек необходимо использовать изосмолярные контрастные препараты.

Проведение исследования

Укладка

На спине с поднятыми руками.

Контрастирование внутривенное

Показатель	Значение
Объем контрастного препарата, мл	100
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения, мл/с	4
Задержка начала томографии, с	
Легочные артерии	6–7 с от момента поступления болюса в легочный ствол (120 HU)
Малый таз и нижние конечности (в случае выявления ТЭЛА)	Венозная фаза (задержка 60–80 с)