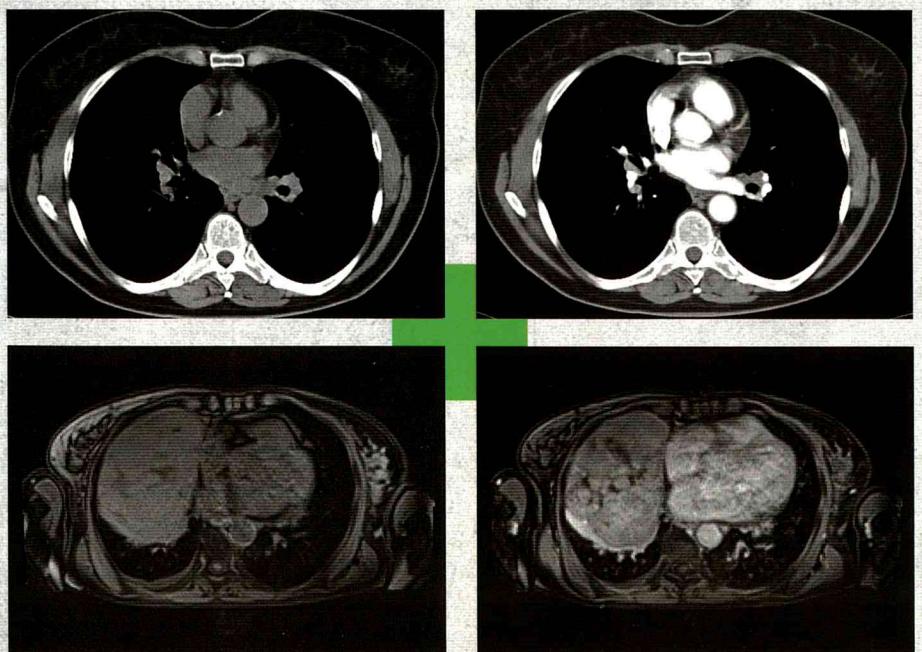


ФГБУ Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина

Б.И. Долгушин, И.Е. Тюрин, А.Б. Лукьянченко,  
Б.М. Медведева, Е.Л. Дронова, В.О. Панов

**Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием  
в онкологии**



Москва  
2014

ФГБУ Российский онкологический научный центр  
им. Н.Н. Блохина

Б.И. Долгушин, И.Е. Тюрин, А.Б. Лукьянченко,  
Б.М. Медведева, Е.Л. Дронова, В.О. Панов

**Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием  
в онкологии**

Москва  
2014

УДК 616-073:616-006  
ББК 53.6:55.6  
С 76

Коллектив авторов:

Б.И. Долгушин, И.Е. Тюрин, А.Б. Лукьянченко, Б.М. Медведева,  
Е.Л. Дронова, В.О. Панов

Технические редакторы: О.Н. Стрельцова, И.В. Погребняков

### **Стандарты РКТ- и МРТ-исследований с внутривенным контрастированием в онкологии**

Третье издание, дополненное  
М: 2014 г.

ISBN 978-5-4253-0770-5

## **Стандарты РКТ- и МРТ-исследований с внутривенным контрастированием в онкологии**

Б.И. Долгушин, И.Е. Тюрин, А.Б. Лукьянченко,  
Б.М. Медведева, Е.Л. Дронова, В.О. Панов

Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина

Вольфган Шима (Wolfgang Schima)<sup>1,2</sup>, Гельмут Рингл (Helmut Ringl)<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Отделение радиологии и диагностической визуализации, Клиника Göttlicher Heiland

<sup>2</sup>Отделение радиологии, Медицинский университет Вены, Австрия

### **1. Введение**

Ежегодно во всем мире и в России увеличивается количество высокотехнологического медицинского оборудования для лучевой диагностики, полноценное использование которого просто немыслимо без осознанного применения современных контрастных препаратов. В первую очередь это касается использования различных методик внутривенного контрастирования на многосрезовых компьютерных и магнитно-резонансных томографах у онкологических больных, позволяющих достоверно выявлять злокачественные новообразования, сокращать количество неоправданных оперативных вмешательств, а также адекватно оценивать эффективность проводимой химио- и лучевой терапии, радиочастотной абляции, химиоэмболизации и криодеструкции опухолевых тканей.

Современные методики КТ исследований головного мозга, области шеи, грудной клетки, брюшной полости и забрюшинного пространства, области таза и конечностей, использующиеся в онкологии, основаны на **обязательном** применении контрастных препаратов. Практика показывает, что при нативных (без контрастного усиления) исследованиях не отображается множество важной и полезной информации, позволяющей оценить истинную природу и степень распространенности патологических изменений. При этом следует понимать, что качество исследования в значительной степени определяется количеством, скоростью введения и концентрацией контрастного вещества, а интерпретация полученных результатов зависит от правильного понимания особенностей контрастирования выявляемых новообразований.

В связи с развитием многосрезовых технологий сканирования значительно повысилось качество отображения состояния внутренних органов по сравнению с пошаговым и односрезовым сканированием. Значительно уменьшилось время получения изображений, в частности артериальная фаза контрастирования печени может быть получена в течение 8–10 секунд на 16-срезовом томографе и 5 секунд на 64-срезовом аппарате. При этом скорость введения контрастного вещества должна быть не менее 2,5 мл/сек, а достаточный объем рентгеноконтрастного препарата может не превышать 70–100 мл. Именно поэтому расчеты всех соответствующих параметров методик контрастирования необходимо базировать на технических характеристиках применяемых рентгеновских компьютерных или магнитно-резонансных томографов.

Общеизвестно, что автоматический инжектор с объемом колбы от 100 мл является наилучшим инструментом для внутрисосудистого введения контрастных веществ, обеспечивающим единое (болясное) его поступление с достаточно высокой скоростью, значительно повышая плотность контрастированной крови в сосудах и укорачивая время наступления пика контрастирования паренхиматозных органов. Для получения достаточно «протяженного» болюса требуется сравнительно большой объем рентгеноконтрастных веществ. Большинство из них довольно легко переносятся пациентами и не вызывают аллергических реакций.

Основная часть современных рентгеноконтрастных средств (РКС) для инъекционного введения является экстрацеллюлярными (внеклеточными) контрастирующими агентами, представляющими собой трийодзамещенные ароматические соединения, т.е. имеющие в своей основе бензольное кольцо и содержащие три или шесть атомов йода (см. табл. 1).

По сравнению с ионными препаратами, неионные РКС на практике доказали большую безопасность, что выражается в меньшей токсичности, меньшем вазодилатационном эффекте, а также в меньшей способности высвобождать гистамин и другие медиаторы анафилактоидных реакций.

Тем не менее в отдельных случаях умеренно выраженные побочные реакции на введение любых РКС могут наблюдаться у пациентов с бронхиальной астмой, гематологическими и метаболическими нарушениями (серповидно-клеточной анемией, полицитемией, миеломной болезнью, феохромоцитомой).

Поэтому, чтобы предотвратить возможные осложнения и гарантировать безопасность как пациентов, так и медицинского пер-

сонала, перед началом исследования с внутривенным контрастированием необходимо получить письменное согласие пациента, а в случае возникновения побочных (аллергических) реакций обеспечить немедленное проведение соответствующей интенсивной терапии.

У пациентов с повышенным риском возникновения аллергических реакций и сниженной функцией почек следует проводить предварительную терапию глюокортикоидами и антигистаминными препаратами, использовать внутривенную или пероральную гидратацию, а также отказаться от приема мочегонных и нефротоксических препаратов в день исследования.

**Противопоказанием** для проведения рентгеновской компьютерной томографии являются беременность и выраженная почечная недостаточность.

В последнее десятилетие стало очевидно, что при исследовании многих органов и систем у онкологических пациентов, МРТ является методом выбора, учитывая его высокую чувствительность, высокую мягкотканую контрастность и отсутствие ионизирующего излучения. К редким исключениям можно отнести случаи, когда МРТ не может быть выполнено из-за:

- а) тяжелого состояния пациентов, что требует применения специального оборудования для поддержания их жизни;
- б) наличия общеизвестных противопоказаний (водители ритма и т.д.)

**Абсолютные противопоказания к использованию МРТ:**

- Крупные металлические ферромагнитные (т.е. изготовленные из металла, способного взаимодействовать с магнитным полем) имплантаты.
- Металлические ферромагнитные искусственные клапаны сердца.
- Металлические ферромагнитные имплантаты в зоне исследования (брюшная полость, малый таз).
- Электронные водители сердечного ритма.
- Имплантированные электронные системы для дозированного введения лекарственных препаратов.
- Другие электронные системы регуляции состояния пациента и/или его жизнеобеспечения.
- Несоответствие между параметрами аппарата и антропометрическими данными пациента при исследовании с помощью МРТ-систем с недостаточным размером зазора магнита и/или жесткой приемной катушки.

**Относительные противопоказания к использованию МРТ:**

- Выраженнаяclaustrophobia (требует анестезиологического пособия)

Введение магнитно-резонансных контрастных средств (МРКС) при МРТ-исследованиях онкологических пациентов необходимо не всегда (о чем мы указываем в соответствующих разделах), но оно может быть полезным для повышения информативности во многих случаях. Считается что при МРТ-исследованиях ЦНС введение МРКС позволяет выявлять зоны нарушения гемато-энцефалического барьера. В других органах и тканях диагностически более ценным является не сам факт накопления МРКС в тех или иных тканях и структурах, а динамика этого процесса. Например, при МРТ-исследованиях печени оценка особенностей кровоснабжения выявленных новообразований в артериальную, портальную и отсроченные фазы позволяет корректно высказываться об их природе. Однако следует учитывать, что несмотря на гораздо более низкую токсичность МРКС по сравнению с РКС (см. табл. 1 и 2), при решении вопроса о проведении МРТ с внутривенным контрастированием следует исходить из предположения, что риск от их введения превышает возможную ценность получаемой информации.

**Противопоказаниями для внутривенного контрастирования при МРТ являются:**

- гиперчувствительность к компонентам МРКС с риском развития анафилактоидной и других аллергических реакций
- острые почечные недостаточности
- хроническая почечная недостаточность 4-й и 5-й стадии (при скорости клубочковой фильтрации ниже 30 мл/мин)
- беременность и лактация (использование возможно только по жизненным показаниям)

**С предельной осторожностью МРКС следует использовать:**

- у пациентов с хронической почечной недостаточностью 3-й стадии (при скорости клубочковой фильтрации в диапазоне 30–60 мл/мин)
- у детей первого года жизни
- при наличии у пациента в анамнезе аллергических реакций на другие медицинские препараты, бронхиальной астмы, тяжелой недостаточности кровообращения и эпилепсии

В последних двух группах пациентов данные МРКС нельзя вводить в дозах более 0,1 ммоль/кг в процессе одного исследования, а между повторными инъекциями данных МРКС должно пройти не менее 7 дней. Кроме того, при использовании этих препаратов обязательно измерение сывороточного уровня креатинина (расчет скорости клубочковой фильтрации) и адекватное клиническое обследование до введения препарата.

К препаратам, имеющим повышенный риск развития нефрогенного системного фиброза, относят: гадодиамид (Омникан<sup>®</sup>), гадоверсетамид (Оптимарк<sup>®</sup>) и гадопентетовую кислоту (Магневист<sup>®</sup>). В то же время следует отметить, что Магневист<sup>®</sup> имеет существенно большую стабильность хелатного комплекса по сравнению с гадодиамидом и гадоверсетамидом).

Макроциклические хелатные комплексы гадолиния с высокой стабильностью, например, гадобутрол (Гадовист<sup>®</sup>), имеют минимальный риск развития нефрогенного системного фиброза, и абсолютных противопоказаний к их введению в стандартной дозе при тех или иных заболеваниях почек нет.

Прежде чем перейти к стандартным протоколам проведения МРТ у онкологических пациентов, учитывая большое разнообразие названий и акронимов одних и тех же импульсных последовательностей (или их модификаций), применяемых ведущими фирмами-производителями, приведем названия основных последовательностей и их акронимов в алфавитном порядке (для того, чтобы специалистам было легче адаптировать предлагаемые нами стандарты к конкретным МРТ-системам):

- Градиентное эхо – Gradient/Field Echo – GE, GRE, FE
- Быстрое градиентное эхо со спойлингом (spoiled) – T1-FE, FLASH, SPGR, MPSPGR, RSSG, RF-spoiled FE
- Сверхбыстрое градиентное эхо – T1-FFE, T2-FFE, THRIVE, TurboFLASH/tfl, VIBE, FGRE, Fast SPGR, FMSPGR, VIBRANT, FAME, LAVA, SARGE, fast FE, RADIANCE, QUICK 3D (последовательности THRIVE, VIBE, VIBRANT, FAME, LAVA, SARGE, RADIANCE, QUICK 3D – обычно выполняются в трехмерном режиме)
- Сверхбыстрое градиентное эхо с подачей перед основной последовательностью предварительного инвертирующего 180-градусного импульса (magnetization preparation –

- преднамагничивание) – MPRAGE, IR-TFE, T1-TurboFLASH/tfl, T2-TurboFLASH/tfl, IR-FSPGR, DE-FSPGR, Fast FE
- Диффузионно-взвешенное изображение – DWI
  - Инверсия-восстановление – Inversion Recovery – IR, IRM
  - Быстрая инверсия-восстановление – Fast/Turbo Inversion Recovery – Fast IR, FSE IR, FIR, IR TSE, TIR, TIRM, Turbo IR
  - (Быстрая) инверсия-восстановление с подавлением сигнала жировой ткани – Short Time Inversion Recovery – STIR, STIR TSE, Turbo STIR, Fast STIR или вышеупомянутые последовательности быстрой инверсии-восстановления с указанием на наличие подавления сигнала жировой ткани – fat saturated – FS (fs)
  - (Быстрая) инверсия-восстановление с подавлением сигнала свободной жидкости – Fluid Attenuated Inversion Recovery – FLAIR, FLAIR TSE, Turbo FLAIR, Fast FLAIR, TIRM dark fluid – отметим, что у фирмы General Electric название FLAIR употребляется для получения как обычных FLAIR Т2ВИ, так и для FLAIR Т1ВИ; аналогичная система обозначений – у приборов фирмы Siemens – Т1- и Т2ВИ TIRM dark fluid
  - Спиновое эхо – Spin Echo – SE
  - Быстрое спиновое эхо – Fast/Turbo Spin Echo – FSE/TSE
  - Сверхбыстрое спиновое эхо – UFSE, SSH-TSE, SSTSE, HASTE, SS-FSE, FSE-ADA, (Super) FASE, DIET

При отсутствии отдельных режимов на имеющемся в распоряжении медицинского учреждения оборудовании, не требующих введения препаратов для искусственного контрастирования (например, МРТ с получением диффузионно-взвешенных изображений), соответствующие пункты настоящих стандартов можно исключить. Однако недостаточная скорость выполнения динамического исследования после введения контрастных препаратов в тех случаях, когда характер взаимодействия тканей и органов с контрастным веществом является типичным и введение контрастных средств является обязательным для полноценной диагностики, требует указания невозможности проведения динамического исследования с введением контрастного вещества по стандартному протоколу либо полного отказа от проведения исследования. Заключение о наличии или отсутствии онкологического заболевания при невозможности проведения динамического РКТ или МРТ-исследования должно обязательно сопровождаться указанием на неполноценный характер полученных в таком исследовании данных.

## **2. МРТ-исследование области головы**

*Стандартный протокол нативного исследования головного мозга:*

- a) Аксиальные Т2ВИ TSE/FSE (Turbo/Fast Spin Echo)
- b) Сагittalные Т2ВИ FLAIR (по возможности с подавлением жировой ткани)
- b) Аксиальные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR

*Внутривенное введение экстракеллюлярных МРКС:*

- г) Аксиальные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR
  - д) Коронарные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR
  - е) Сагittalные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR
- (вместо пунктов г, е) могут быть выполнены 3D Т1ВИ MPRAGE или 3D Т1ВИ сверхбыстро градиентное эхо с изотропным разрешением и последующим восстановлением изображений в трех ортогональных проекциях).

Введение МРКС абсолютно необходимо при поиске возможных метастазов, для первоначальной оценки местной распространенности первичных опухолей головного мозга, для определения динамики выявленных патологических изменений (особенно при анализе эффективности проводимого лечения). Существующие сомнения в целесообразности введения МРКС при любых первичных объемных образованиях головного мозга следует отнести к вопросам медико-социальной сферы (существенное повышение стоимости исследования). При поиске метастазов в головном мозге именно введение МРКС очень часто является решающим этапом успеха диагностического процесса (рис. 2.1). При выявлении первичных злокачественных опухолей головного мозга применение МРКС (рис. 2.2) позволяет более точно определить объем и границы поражения на фоне перифокального отека, что, разумеется, может иметь принципиальное значение при выборе тактики лечения, в частности при определении объема возможного оперативного вмешательства или лучевой терапии.

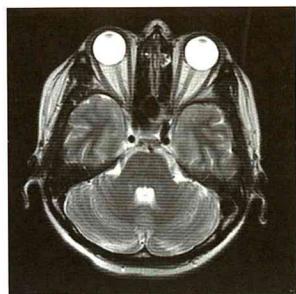


Рис. 2.1 а

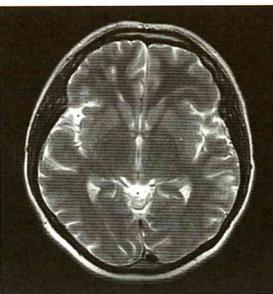


Рис. 2.1 б

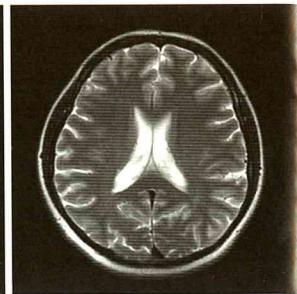


Рис. 2.1 в



Рис. 2.1 г

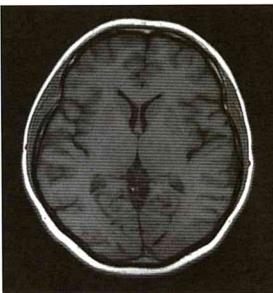


Рис. 2.1 д

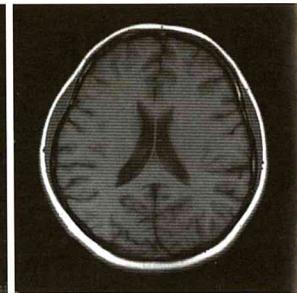


Рис. 2.1 е

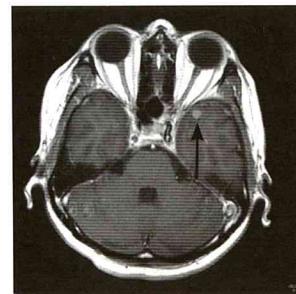


Рис. 2.1 ж

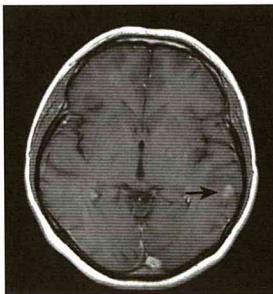


Рис. 2.1 з

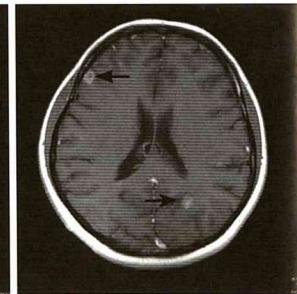


Рис. 2.1 и

Рис. 2.1. Пациентка П. 45 лет. Метастазы гранулемато-клеточной опухоли яичников в головной мозг. МРТ-исследование головного мозга в аксиальных проекциях. При нативном исследовании на Т2ВИ (а-в) и Т1ВИ (г-е) признаков метастатического процесса не выявлено. После введения МРКС (ж-и) определяются множественные очаги накопления МРКС (стрелки), которые являются отображением метастатического поражения

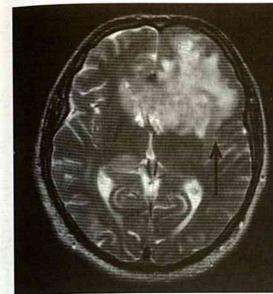


Рис. 2.2 а

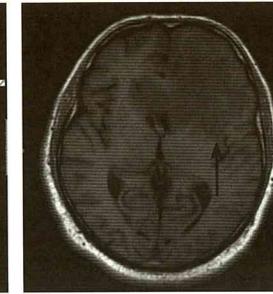


Рис. 2.2 б

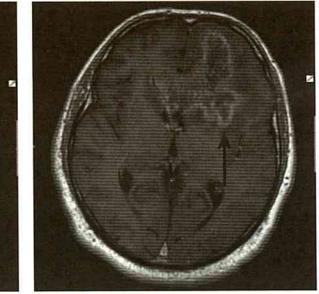


Рис. 2.2 в

Рис. 2.2. Пациентка Ш. 62 лет. Глиома головного мозга. МРТ-исследование головного мозга в аксиальных проекциях. При нативном исследовании на Т2ВИ (а) и Т1ВИ (б) в левой лобной доле определяется крупная опухоль без четких границ с инфильтративным распространением на правую лобную долю и перифокальным отеком (стрелки). После внутривенного введения МРКС (в) границы опухоли дифференцируются в виде гиперинтенсивной каймы (стрелка)

### 3. МРТ-исследование позвоночника и спинного мозга

**Стандартный протокол нативного исследования позвоночника и спинного мозга:**

- Сагittalные Т2ВИ TSE
- Коронарные Т2ВИ TSE
- Аксиальные Т2ВИ (только в зоне интереса)
- Коронарные Т2ВИ TSE с подавлением сигнала жировой ткани или STIR
- Сагittalные Т1ВИ TSE/SE или TIR

**Внутривенное введение экстракапсулярных МРКС:**

- Сагittalные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR
  - Коронарные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR
  - Аксиальные Т1ВИ TSE/SE или Т1ВИ TIR/FLAIR (только в зоне интереса)
- (вместо пунктов е-з) может быть выполнено 3D Т1ВИ сверхбыстрое градиентное эхо с изотропным разрешением и последующим восстановлением изображений в трех ортогональных проекциях)

Введение МРКС абсолютно необходимо для визуализации опухолевого поражения оболочек спинного мозга и медуллярного вещества, для оценки истинных размеров первичных опухолей медуллярного вещества и/или оболочек спинного мозга (рис. 3.1.), оценки динамики выявленных изменений, уточнения состояния межпозвоночных дисков и паравертебральных мягких тканей и, естественно, при динамической оценке изменений на фоне проводимого лечения.

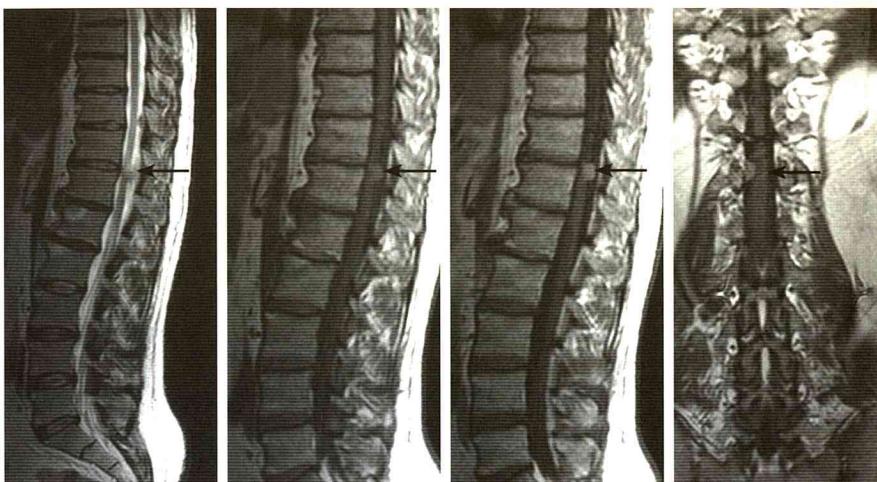


Рис. 3.1 а

Рис. 3.1 б

Рис. 3.1 в

Рис. 3.1 г

Рис. 3.1. Пациент С. 60 лет. Добропачественная опухоль оболочек спинного мозга. МРТ-исследование нижнегрудного отдела позвоночника в сагиттальных (а-в) и фронтальной (г) проекциях. При нативном исследовании на Т2 ВИ (а) и Т1 ВИ (б) в позвоночном канале на уровне межпозвонкового диска Th<sub>11-12</sub> выявляется объемное узловое образование, контуры которого сливаются с медуллярным веществом спинного мозга (стрелки). После введения МРКС признаков вовлечения медуллярного вещества спинного мозга (в, г) не обнаружено (стрелки)

## 4. Исследование области шеи

### 4.1. РКТ-исследование

Использование болясного внутривенного контрастирования при исследовании области шеи значительно увеличивает объем диагностической информации, позволяя оценивать связь различных опухолевых образований с магистральными сосудами и проводить их дифференциальную диагностику (рис. 4.1.1, 4.1.2).

При исследовании шеи начальным уровнем сканирования служит уровень слуховых проходов, конечным – уровень бифуркации трахеи. На односрезовых компьютерных томографах используется коллимация 3–5 мм, смещение стола в пределах 5–8 мм при интервале реконструкции 2–4 мм. На многосрезовых томографах величина коллимации и скорость смещения стола определяется количеством рядов детекторов в сканирующей системе. Чем оно больше, тем меньше величина коллимации и выше скорость сканирования.

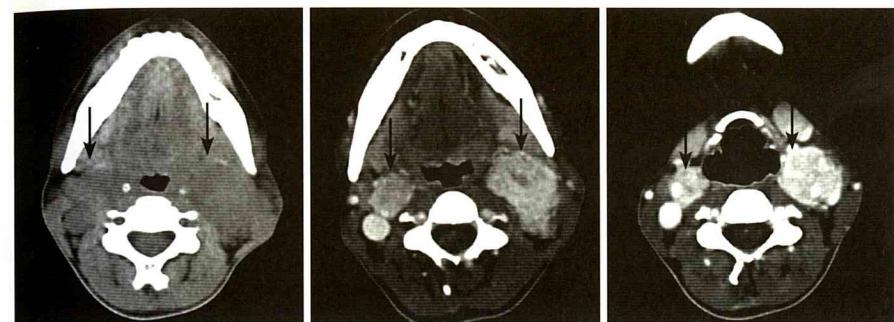


Рис. 4.1.1 а

Рис. 4.1.1 б

Рис. 4.1.1 в

Рис. 4.1.1. Пациент М. 30 лет. Двусторонние каротидные параганглиомы (хемодектомы). РКТ-исследование области шеи в аксиальных проекциях. При нативном исследовании (а) в мягких тканях шеи с двух сторон определяются узловые образования, контуры которых представляются нечеткими (стрелки). После внутривенного введения РКС в венозную фазу (б, в) в образованиях расположенных вдоль сосудистых пучков отмечается выраженная аккумуляция контрастного вещества (стрелки)

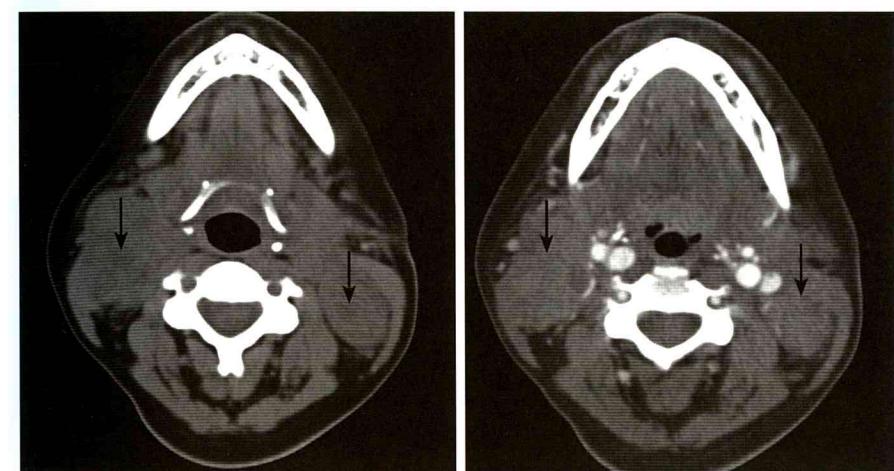


Рис. 4.1.2 а

Рис. 4.1.2 б

Рис. 4.1.2. Пациентка Ж. 39 лет. Метастазы в лимфатические узлы шеи из НПО. РКТ-исследование области шеи в аксиальных проекциях. При нативном исследовании (а) в средней трети шеи вдоль сосудистых пучков определяются узловые образования без четких контуров (стрелки). После внутривенного введения РКС его накопление в узлах в венозную фазу (б) определяется незначительно (стрелки)

При подозрении на новообразование в области шеи исследование выполняется в нативном режиме, в артериальную и венозную фазы исследования и при необходимости дополняется отсроченной фазой. В артериальную фазу сканирование следует выполнять в каудокраниальном направлении, от дуги аорты до основания черепа, а в венозную фазу – в обратном, краниоакаудальном направлении (по ходу венозного кровотока).

Получение артериальной и венозной фаз необходимо для определения источника кровоснабжения опухоли, выявления ее собственной сосудистой сети и исключения тромбоза магистральных сосудов.

В большинстве случаев целенаправленное РКТ-исследование области шеи позволяет ответить на большинство клинических вопросов. В отдельных случаях МРТ-исследование используется как дополнительный инструмент для решения отдельных проблем после РКТ-исследования (Hermans R, Eur Radiol 2006). Недавние исследования показали, что диффузно-взвешенная МР-томография может быть очень полезной в определении бессимптомных метастазов в лимфоузлах нормальных размеров (Vandecaveye V, Radiology 2009).

**Таблица 1**

	Протоколы РКТ-исследования области шеи:		
	4-рядный	16-рядный	64-рядный
Коллимация	4 × 1 мм	16 × 0,75 мм	64 × 0,6 мм
Питч	1,25	0,75	1
кВ	120	120	120
мА·с	Care dose Ref mA·с 150	Care dose Ref mA·с 150	Care dose Ref mA·с 160
Параметры разрешения: Толщина среза / Интервал разрешения Kernel : S(oft) или B(one)	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S + B	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S + B	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S + B
Контрастное вещество @ концентрация	Взрослые: 100 мл @ 300–370 мг йода	Взрослые: 100 мл @ 300–370 мг йода	Взрослые: 100 мл @ 300–370 мг йода
Скорость потока	2,5 мл/с	2,5 мл/с	2,5 мл/с
Задержка	40 с	50 с	50 с

**Таким образом, применение внутривенного контрастирования при РКТ-исследованиях области шеи требуется практически во всех случаях (как при первичном исследовании, так и при динамическом наблюдении).**

#### 4.2. МРТ-исследование



Рис. 4.2.1 а

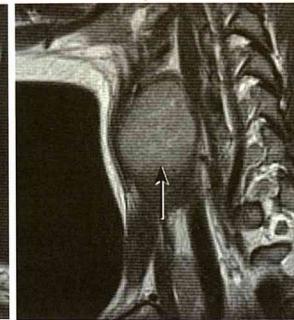


Рис. 4.2.1 б

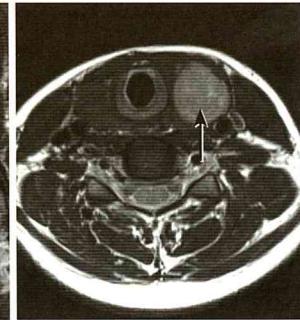


Рис. 4.2.1 в



Рис. 4.2.1 г

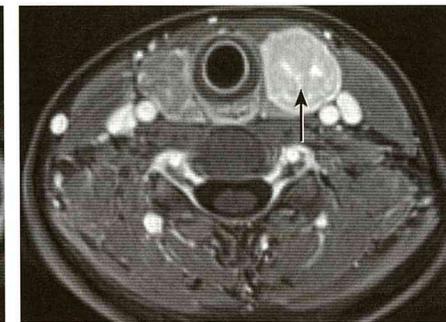


Рис. 4.2.1 д

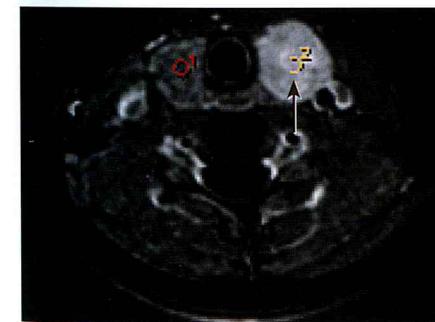


Рис. 4.2.1 е

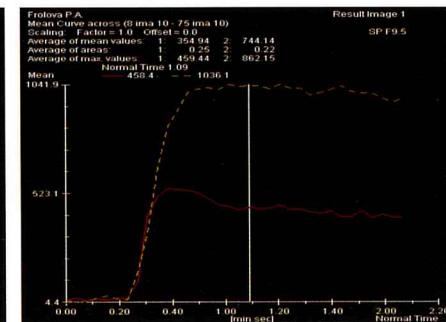


Рис. 4.2.1 ж

Рис. 4.2.1. Пациентка Ф. 18 лет. Фолликулярный рак левой доли щитовидной железы. МРТ-исследование области шеи во фронтальной (а), сагиттальной (б) и аксиальных (в-е) проекциях. При нативном исследовании на T2 ВИ (а-в) в левой доле щитовидной железы определяется гиперинтенсивное узловое образование с несколько нечеткими, ровными контурами (стрелки), на T1 ВИ (г) контуры изоинтенсивного образования представляются нечеткими (стрелка). После введения МРКС в артериальную фазу (д) отмечается негомогенное контрастирование опухоли, контуры которой определяются четко, рас-

пространения в прилежащие ткани нет (стрелка). График прохождения МРКС (ж) подтверждает наличие значительного кровоснабжения опухолевой ткани (е, ж – желтые кривые) по сравнению с неизмененной долей щитовидной железы (е, ж – красные кривые).

*Стандартный протокол нативного исследования области щеч:*

- а) Сагиттальные T2ВИ TSE
  - б) Коронарные T2ВИ TSE
  - в) Аксиальные T2ВИ в зоне интереса
  - г) Аксиальные T2ВИ в зоне интереса с подавлением сигнала жировой ткани или STIR
  - д) Аксиальные T1ВИ TSE/SE T1ВИ и сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH в зоне интереса
    - ep2d\_diff\_b 0\_500\_1000
    - ep2d\_diff\_ADC

## Внутривенное введение экстракеллюлярных МРКС

- е) Аксиальные T1ВИ TSE/SE или сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH в зоне интереса
  - ж) Коронарные T1ВИ TSE/SE или сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH  
(вместо пунктов е, ж) может быть выполнено 3D T1ВИ сверхбыстрое градиентное эхо с изотропным разрешением и последующим восстановлением изображений в трех ортогональных проекциях)

При МРТ-исследованиях органов и тканей области шеи МРКС дятся по индивидуальным показаниям. В качестве примера можно привести наблюдение, когда при нативном исследовании у пациентки с опухолью левой доли щитовидной железы создавалось впечатление о наличии инвазии смежных тканей (задне-наружный контур опухоли четко не дифференцировался). После введения МРКС становится понятно, что смежные ткани в процесс не вовлечены (рис. 4.2.1).

## 5. Исследования области груди

## 5.1. РКТ-исследование

Использование болясного внутривенного контрастирования при сканировании области груди является неотъемлемой составной частью исследования, так как позволяет изучать внутренние просветы сосудов и камеры сердца, отличать сосуды от прилежащих мягкотканых анатомических структур и патологических образований, а при необходимости определять степень накопления контрастного вещества в патологических образованиях. Без введения контрастного

вещества не представляется возможным отличить кровь в просвете сосуда от стенки сосуда, выявить сужение внутреннего его просвета за счет тромбообразования, а также утолщение, расслоение или повреждение сосудистой стенки (рис. 5.1.1.).

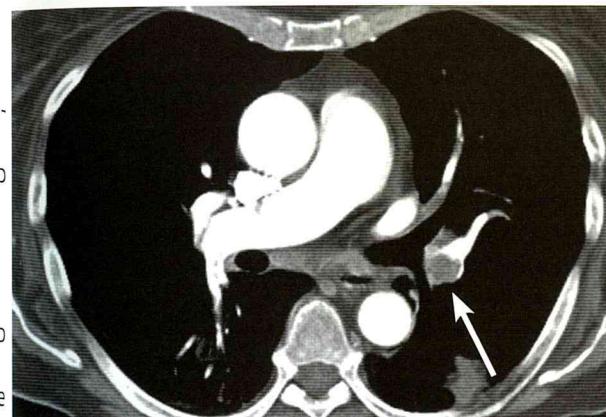


Рис. 5.1.1. Пациент А. 50 лет. Тромбозэмболия левой ветви легочной артерии. РКТ-исследование области груди в аксиальной проекции. В артериальную фазу в просвете левой ветви легочной артерии визуализируется эмбол (стрелка)

При нативном РКТ-исследовании достаточно отчетливо видны лишь внешние контуры сосудов в грудной полости, причем только в тех случаях, когда они окружены жировой или легочной тканью.

Для сканирования выбирается минимально возможное время обогорта трубы, максимально возможная величина смещения стола за один оборот трубы и минимально возможная величина коллимации. Протяженность зоны сканирования выбирается с учетом физиологических возможностей пациента задерживать дыхание и находиться в вынужденном положении на спине с заведенными за голову руками. Чем больше количество рядов детекторов в сканирующей системе, тем меньше величина коллимации и большая протяженность зоны

же, тем меньше величина коллимации и больше протяженность зоны сканирования. Это позволяет повысить пространственное разрешение и создать адекватные условия для построения двух- и трехмерных преобразований. Современные 16-срезовые и более мощные томографы позволяют без труда проводить сканирование всей области груди при величине коллимации 0,6–1,2 мм.

Перед внутривенным контрастированием всем больным проводят нативное исследование всей анатомической области. Оно необходимо для первичного анализа патологических изменений в легочной ткани, плевре и средостении. Нативное исследование позволяет выявить обызвествления в лимфатических узлах, стенках сосудов, внутрисосудистых тромбах, а также рентгеноконтрастные инородные тела, которые могут быть пропущены после введения контрастного вещества.

Наконец, бесконтрастное исследование помогает выбрать оптимальное положение и протяженность зоны сканирования.

Внутривенное болясное введение неионного контрастного вещества должно осуществляться через гибкий внутривенный катетер, который устанавливается в вену конечности, предпочтительно в вену локтевого сгиба.

При исследовании взрослых пациентов контрастное вещество вводится в объеме 80–100 мл (2 мл/кг), при концентрации йода 240–370 мг/мл, со скоростью 2–4 мл/с. После введения боляса контрастного вещества осуществляется введение солевого боляса (физиологического раствора) в объеме до 50 мл.

Следует помнить, что объем вводимого контрастного вещества зависит от веса пациента и должен увеличиваться при исследованиях пациентов с избыточным весом или при снижении концентрации йода в контрастном веществе.

При обследовании больных раком легкого, пациентов с новообразованиями средостения, увеличением лимфатических узлов средостения и корней легких, другими опухолевыми процессами внутривенное болясное контрастирование направлено на детальное изучение топографии новообразований (рис. 5.1.2.), их взаимоотношения с прилежащими анатомическими структурами, прежде всего крупными сосудами, камерами сердца, и ателектазированной легочной тканью. Второй задачей является определение особенностей контрастирования самого патологического образования, например, избыточное накопление контрастного препарата в гиперваскулярных опухолях (некоторые виды карциноидов) или отсутствие накопления в кистах и участках некроза.

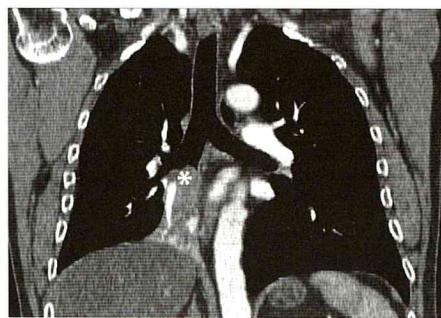


Рис. 5.1.2 а



Рис. 5.1.2 б

Рис. 5.1.2. Пациент X. 52 лет. Центральный рак правого легкого, ателектаз нижней доли. Реконструкция РКТ-исследования области груди во фронтальной (а) и сагиттальной (б) проекциях. Внутривенное контрастирование позволяет разграничить опухолевый узел (\*), левое предсердие (+) и ателектазированную легочную ткань (→)

**РКТ-исследования области груди, которые не могут выполняться без внутривенного болясного контрастирования:**

- Известное или предполагаемое новообразование области средостения и корня легкого – первичное исследование, исследование перед хирургическим вмешательством
- Известное или предполагаемое новообразование плевры и грудной стенки – первичное исследование, исследование перед хирургическим вмешательством
- Известное или предполагаемое увеличение лимфатических узлов средостения и корней легких – первичное исследование (рис. 5.1.3.)
- Определение стадии злокачественной опухоли в грудной полости перед хирургическим вмешательством или перед началом лечения
- Тромбоэмболия легочной артерии
- Одиночное округлое образование в легком – для проведения динамической компьютерной томографии
- Аномалия развития легкого – первичное исследование или исследование перед хирургическим вмешательством
- Локальные инфильтративные изменения в легком – в случаях дифференциальной диагностики злокачественного и доброкачественного процесса

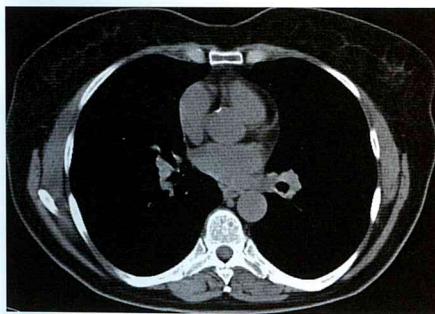


Рис. 5.1.3 а

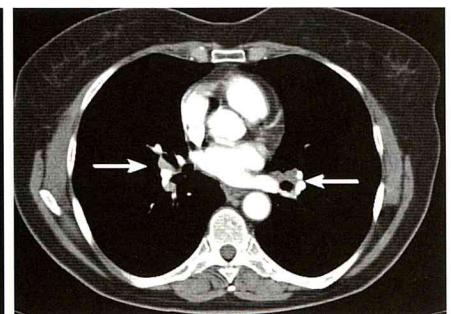


Рис. 5.1.3 б

Рис. 5.1.3. Пациентка X. 55 лет. Метастазы рака ободочной кишки в лимфатические узлы корней легких. РКТ-исследование области груди в аксиальных проекциях. При нативном исследовании (а) увеличенные лимфатические узлы неотличимы от крупных сосудов. При внутривенном контрастировании в артериальную fazу (б) отчетливо видны увеличенные лимфатические узлы в корнях легких (стрелки)

Введение контрастного вещества возможно и в других клинических ситуациях, если это необходимо для правильной оценки изменений в грудной полости. В остальных случаях КТ-исследование области груди может проводиться без внутривенного контрастирования.

В настоящее время РКТ с применением болясного контрастного усиления по-прежнему остается основным методом установления стадии распространения рака легкого, оценки Т-стадии и М-стадии (т.е. наличия метастазов в надпочечниках и головном мозге). Ее диагностическая достоверность в оценке N-стадии ограничена. По этой причине в сомнительных случаях РКТ-исследование следует дополнять ПЭТ/КТ, если это возможно.

Таблица 2

РКТ-протоколы:						
	4-рядный		16-рядный		64-рядный	
	Надпочечники без контраста	С контрастом	Надпочечники без контраста	С контрастом	Надпочечники без контраста	С контрастом
Коллимация	4 × 2,5 мм	4 × 2,5 мм	16 × 1,5 мм	16 × 0,75 мм	64 × 0,6 мм	64 × 0,6 мм
Питч	1,5	1,5	1,5	1,15	1	1
кВ	120–140	120–140	120	120–140	120–140	120–140
mA·с	Care dose Ref mA·с 120	Care dose Ref mA·с 120	Care dose Ref mA·с 120	Care dose Ref mA·с 120	Care dose Ref mA·с 180	Care dose Ref mA·с 180
Параметры реконструкции: Толщина среза / Интервал реконструкции Kernel : S(oft) или L(un) Kernel : S(oft) или L(un)	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S + L	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S + L Опт: 1/1 мм L	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S + L Опт: 1/1 мм L	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S + L Опт: 1/1 мм L
Контрастное вещество @ концентрация	Взрослые: 90 мл @ 300–370 мг йода		Взрослые: 90 мл @ 300–370 мг йода		Взрослые: 90 мл @ 300–370 мг йода	
Скорость введения	2,5 мл/с		2,5 мл/с		2,5 мл/с	
Задержка	30 с		30 с		35 с	

Относительно небольшой группой патологических процессов, при которых для проведения КТ контрастное вещество обычно не вводят, являются диффузные заболевания легочной паренхимы, например, саркоидоз или гистиоцитоз, а также неопухолевые заболевания трахеи и бронхов, в частности бронхэктомии.

*В целом внутривенное болясное контрастирование показано при первичном РКТ-исследовании у всех больных с предполагаемым опухолевым заболеванием, при всех исследованиях перед оперативными вмешательствами, а в ряде случаев и при динамическом наблюдении в процессе лучевой или химиотерапии.*

## 5.2. МРТ-исследование

**Стандартный протокол нативного исследования области груди:**

- а) Коронарные Т2ВИ сверхбыстро спиральное эхо HASTE с задержкой дыхания или синхронизированное с дыхательным циклом
- б) Коронарные Т2ВИ сверхбыстро спиральное эхо HASTE с подавлением сигнала жировой ткани или сверхбыстро спиральной эхо HASTE TIRM с задержкой дыхания или синхронизированное с дыхательным циклом
- в) Сагittalные Т2ВИ сверхбыстро спиральное эхо HASTE с задержкой дыхания или синхронизированное с дыхательным циклом
- г) Аксиальные Т1ВИ сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с задержкой дыхания

**Внутривенное введение экстрацеллюлярных МРКС:**

При динамическом исследовании пациент в процессе введения МРКС должен размещаться на деке томографа. Скорость введения составляет 2,0–3,0 мл/сек для 0,5 молярных МРКС в дозе 0,2 мл/кг массы тела и 2,0–2,5 мл/сек для 1,0 молярных МРКС в дозе 0,1 мл/кг массы тела. Временные параметры динамического исследования должны учитывать 6–8 сек для достижения препаратом правых отделов сердца.

- д) три динамических аксиальных Т1ВИ сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с задержкой дыхания через зону интереса с временным разрешением 15–20 сек
- е) Коронарные и/или сагittalные Т1ВИ сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с задержкой дыхания через зону интереса (целесообразно в каждом случае определять индивидуально)

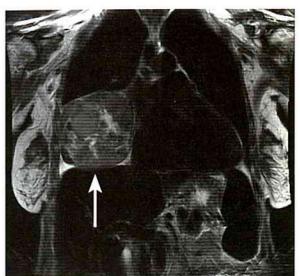


Рис. 5.2.1 а



Рис. 5.2.1 б

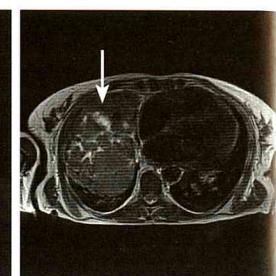


Рис. 5.2.1 в



Рис. 5.2.1 г

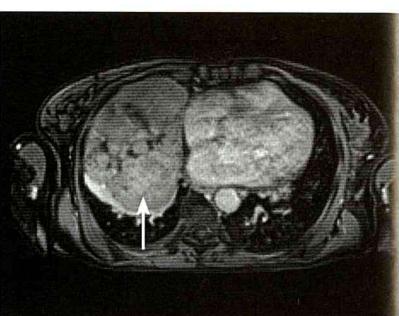


Рис. 5.2.1 д



Рис. 5.2.1 е



Рис. 5.2.1 ж

Рис. 5.2.1. Пациентка С. Болезнь Кастельмана. МРТ-исследование области груди в трех ортогональных проекциях в T2 (а–в), в аксиальных проекциях в нативную (г) и венозную фазы (д). МР-ангиография (е–ж). В наддиафрагмальных отделах правого гемиторакса определяется многоузловая мягкотканная опухоль неоднородной структуры с четкими бугристыми контурами (а–г), высокой степени васкуляризации (д) (стрелки). По данным МР-ангиографии (е–ж) крупных сосудов в опухолевой массе не визуализируется: в нижних отделах опухоли определяется единичный извитой артериальный сосуд (е), в верхней части опухоли – венозные сосуды (ж) сливаются с абберрантной веной, впадающей в верхнюю полую вену. При этом ветвь нижней базальной легочной вены огибает опухоль по наружному заднему контуру, не «погружаясь» в ее толщу

МРТ области груди может применяться в самых различных ситуациях, в частности для оценки состояния органов и тканей средостения, элементов грудной стенки. Целесообразность применения МРКС определяется в каждом конкретном случае, что обусловлено возможностью получения предполагаемой дополнительной информации, например, для оценки степени васкуляризации опухоли средостения.

В качестве примера приводим наблюдение пациентки С. с болезнью Кастельмана, у которой было выявлено многоузловое объемное образование в наддиафрагмальных отделах правого гемиторакса с ателектазом средней доли правого легкого (рис. 5.2.1).

Суммируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что данное новообразование является хорошо васкуляризированной опухолью переднего средостения без достоверных признаков прорастания прилежащих структур.

## 5. Исследование молочных желез (МР-маммография)

**Стандартный протокол нативного исследования молочных желез:**

- Аксиальные T2ВИ TSE с подавлением сигнала жировой ткани или STIR с построением суммарного MIP-изображения
- Коронарные T2ВИ TSE с подавлением сигнала жировой ткани или STIR с построением суммарного MIP-изображения
- Аксиальные T1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности высокого разрешения (лучше 3D), желательно с подавлением сигнала жировой ткани (fs)

**Внутривенное введение экстрацеллюлярных МРКС:**

В процессе введения МРКС пациент должен размещаться на деже томографа (внутри него). При динамическом исследовании скорость введения должна составлять 3,0–3,5 мл/сек для 0,5 молярных МРКС в дозе 0,2 мл/кг массы тела и 2,5–3,0 мл/сек для 1,0 молярных МРКС в дозе 0,1 мл/кг массы тела.

Первое исследование в пункте г) проводится до введения МРКС – соответственно временные параметры динамического исследования должны учитывать 12–14 сек для достижения препаратором левых отдаленных сердца, после чего запускаются оставшиеся протоколы динамического исследования.

- 5–7 динамических аксиальных T1ВИ сверхбыстрое градиентное эхо (лучше 3D) с времененным разрешением 60–80 сек с последующим автоматическим (или вручную) вычитанием из изображений, полученных после введения МР-контрастных средств, изображений, полученных до введения.

- д) Аксиальные Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности высокого разрешения (лучше 3D), желательно с подавлением сигнала жировой ткани (fs)
- е) Сагиттальные Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности высокого разрешения (лучше 3D), желательно с подавлением сигнала жировой ткани (fs) – только при необходимости через зоны интереса.

У онкологических пациентов МР-маммография проводится только с внутривенным введением МРКС. Основным контингентом для МР-маммографии являются женщины репродуктивного возраста с развитой железистой тканью или с выраженным фиброзными изменениями молочных желез при наличии отягощенного анамнеза (наличие в семье рака молочной железы по женской линии, выявление мутаций BRCA1 и BRCA2 или хромосомных аберраций, связанных с повышенным риском возникновения рака молочной железы и т.д.). МР-маммография считается очень эффективной в выявлении мультифокального и билатерального поражения молочных желез. При высокой чувствительности МР-маммографии без контрастного усиления (до 86–98% по разным оценкам) ее специфичность не превышает в лучшем случае 60%, поэтому **данное исследование без введения МРКС у онкологических пациентов представляет собой нецелесообразным**.

Следует помнить, что при исследовании пациенток с сохраненным менструальным циклом МР-маммографию следует проводить в I фазу цикла (на 9–12-й день) или 2–5-й день после окончания менструации. Исследования, выполненные в ненадлежащую фазу менструального цикла или на фоне приема любых гормональных препаратов, могут дать ложноположительный результат. Ошибки также могут возникать при небольших доброкачественных образованиях (до 0,3 см), лежащих непосредственно вблизи кровеносных сосудов.

В качестве примера приводим наблюдение пациентки К. 68 лет. После правосторонней мастэктомии по поводу мультифокального долькового рака протоков правой молочной железы при контрольной МР-маммографии левой молочной железы в верхне-внутреннем ее квадранте выявлено очаговое образование с четкими, ровными контурами, гиперинтенсивное на Т2ВИ STIR (рис. 6.1 а) и гипоинтенсивное на Т1ВИ (рис. 6.1 в). На диффузионно-взвешенных МР-томограммах (рис. 6.1 б) этот очаг имеет также повышенный сигнал (стрелки).

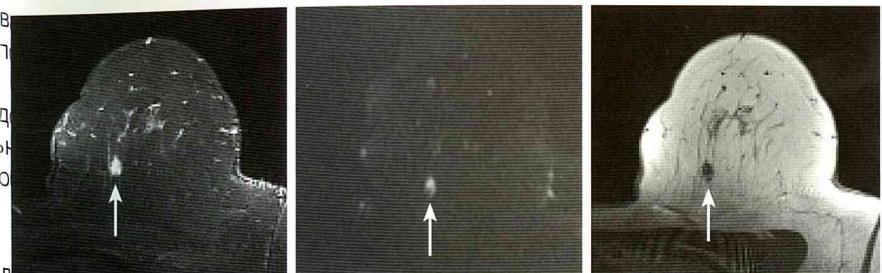


Рис. 6.1 а

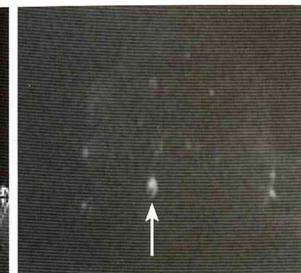


Рис. 6.1 б

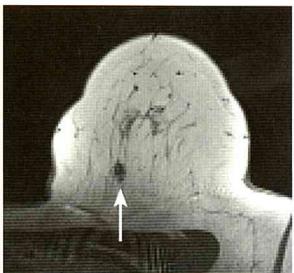


Рис. 6.1 в



Рис. 6.1 г



Рис. 6.1 д

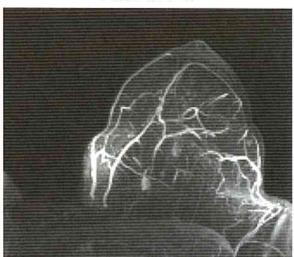


Рис. 6.1 е

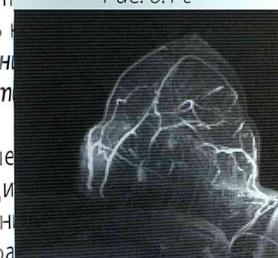


Рис. 6.1 ж

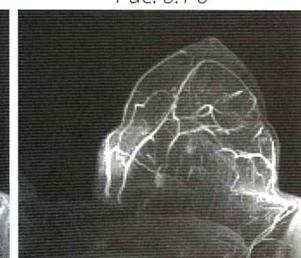


Рис. 6.1 з

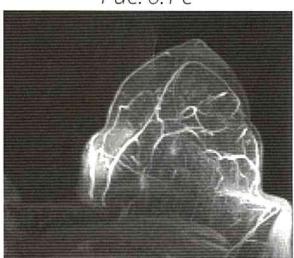


Рис. 6.1 и

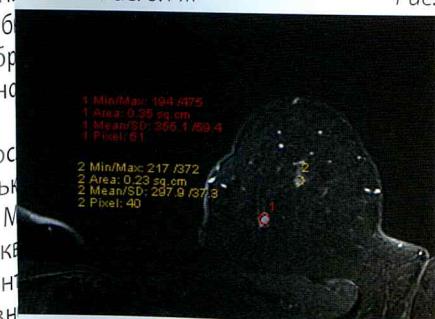


Рис. 6.1 к

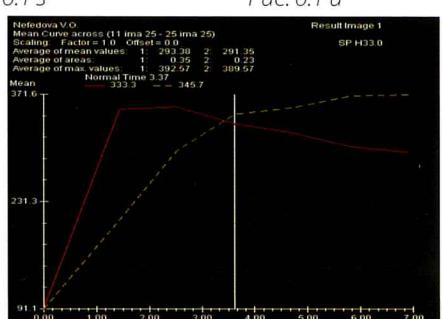


Рис. 6.1 л

Рис. 6.1. Пациентка К. 68 лет. Метастаз рака молочной железы. Серия МР-томограмм левой молочной железы до (а–в) и после (г–и) внутривенного введения контрастного вещества. График прохождения МРКС (к, л) – объяснения в тексте

Серия динамических МР-маммограмм с введением МРКС (рис. 6.1 а-г) выявляет активное накопление в этом очаге МР-контрастного препарата, с кривой пассажа контрастного вещества типичной для злокачественных образований: быстрое увеличение МР-сигнала в 2-3-й минуте с вымыванием к 6-й минуте (рис. 6.1 к-л). При гистологическом исследовании диагноз метастаза рака молочной железы был подтвержден.

## 7. Исследования области живота

### 7.1. РКТ-исследование

Диагностика и дифференциальная диагностика новообразований печени, почек и поджелудочной железы основана на оценке особенностей их васкуляризации и гемодинамических характеристик. Наиболее значимые результаты при этом достигаются путем сравнения данных, полученных в нативную фазу до начала введения контрастного вещества (рис. 7.1.1.а, 7.1.2.а) и в две другие последующие фазы исследования (артериальную и венозную) (рис. 7.1.1 б, 7.1.2 б, в). В некоторых случаях при необходимости также выполняется отсроченная фаза спустя 5-10 мин (рис. 7.1.2.г).

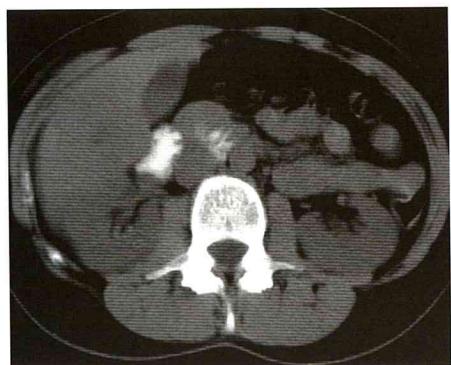


Рис. 7.1.1 а

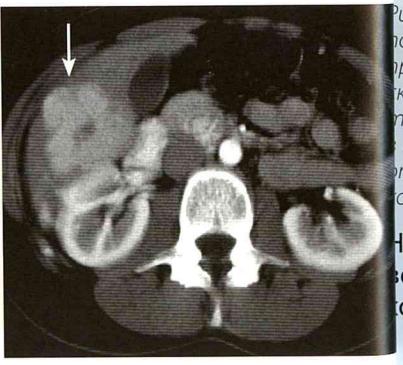


Рис. 7.1.1 б

Рис. 7.1.1. Пациентка Х. 30 лет. Фокальная узловая гиперплазия правой доли печени. Исследование области живота в аксиальных проекциях. При нативном исследовании очаговые изменения в печени не визуализируются. После внутривенного введения в артериальную фазу (б) в правой доле печени стало определяться гиперваскуляризованное узловое образование с четкими, волнистыми контурами (стрелка)

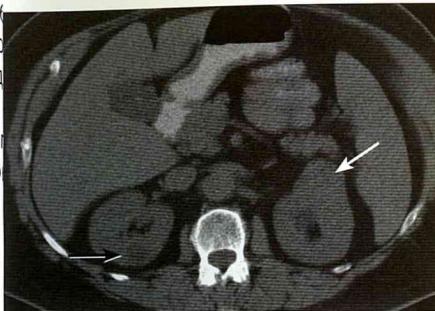


Рис. 7.1.2 а

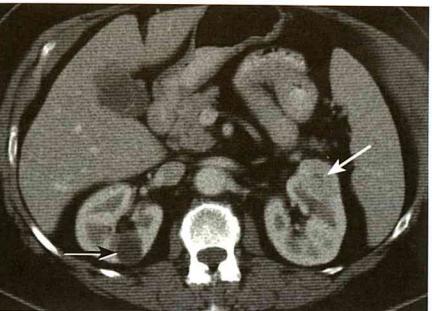


Рис. 7.1.2 б

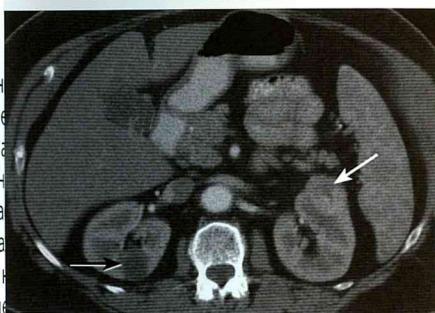


Рис. 7.1.2 в

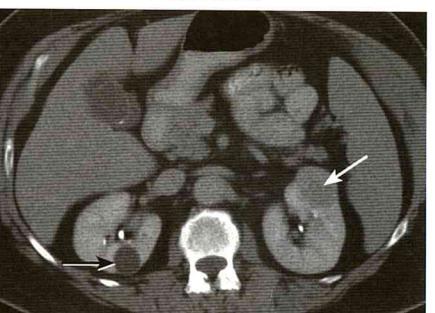


Рис. 7.1.2 г

Рис. 7.1.2. Пациент У. 50 лет. Почечно-клеточный рак (хромофонный вариант) левой почки и простая киста правой почки. РКТ-исследование области живота в аксиальных проекциях. В передних отделах с/з левой почки в нативную фазу определяется практически изоплотная опухоль с бугристой поверхностью (а), интенсивно накапливающая контрастный препарат в кортико-медуллярную фазу (б), с последующим его «вымыванием» в нефрографическую (в) и экскреторную (г) фазы исследования (белые стрелки). В задних отделах с/з правой почки визуализируется простая киста без признаков аккумуляции контрастного препарата во все фазы исследования (черные стрелки)

Несмотря на то что возможности нативного РКТ-исследования довольно ограничены, существует ряд причин, обуславливающих необходимость ее проведения:

- визуализация кальцинатов и кровоизлияний в очагах;
  - идентификация жировой дистрофии печени;
  - дифференциальная диагностика ангиомиолипом, липосарком, мезентериального панникулита.
1. Нативное сканирование области живота на односрезовых аппаратах выполняется срезами 5-10 мм, шагом стола 7-12 мм с индексом реконструкции 5-10 мм. На многосрезовых томографах исследование может проводиться при меньшей величи-

не коллимации. В частности, 4-срезовые аппараты позволяют уменьшить коллимацию до 2,5 мм, 16-срезовые и более многослойные аппараты создают условия для субмиллиметрового сканирования, при котором величина коллимации достигает 0,6 мм.

2. После внутривенного введения контрастного препарата, выполняются повторные серии сканирований в артериальную, венозную и отсроченную фазы исследования (при исследовании почек оценивается кортикомедуллярная, нефрографическая и выделительная фазы).
3. В качестве контрастного вещества целесообразно использовать неионные рентгеноконтрастные препараты в объеме 70–120 мл (в зависимости от веса пациента) при концентрации йода 300–370 мг/мл.
4. Методика исследования может быть основана на фиксированной задержке между началом инъекции контрастного препарата и началом сканирования. При этом используется усреднение времени прохождения болюса через зону интереса при введении контрастного вещества в локтевую вену. Для получения контрастного усиления сканирование стартует спустя 20–28 секунд (при скорости 2,5–3 мл/с соответственно) после начала введения контрастного препарата. Для получения венозной фазы – спустя 60–70 сек. Отсроченная фаза исследования выполняется через 5–10 мин. При использовании тестового болюса время задержки определяется после пробного введения 10–15 мл контрастного вещества предварительного динамического сканирования. Современные многосрезовые аппараты позволяют автоматически определять время начала сканирования. Для этого в программе типа Care Bolus на аксиальном срезе выбирается зона интереса, обычно внутри изображения брюшной аорты, после чего начинается синхронное введение контрастного вещества и динамическое сканирование. При достижении порога плотности (обычно 100 – 150 HU) динамическое сканирование автоматически прекращается, стол перемещается в исходное положение и начинается спиральное сканирование выбранной зоны интереса.

5. Отдельным пациентам, перенесшим многократные инъекции химиопрепаратов, следует снизить скорость введения контрастного вещества до 1,8–2,0 мл/сек ввиду повышенной опасности разрыва поврежденных венозных сосудов. При введении контрастного вещества через подключичный катетер скорость не ограничена.

**Исследования органов и тканей области живота, которые не могут выполняться без внутривенного болюсного контрастирования:**

- Выявление очаговых и инфильтративных образований в печени, почках и поджелудочной железе
- Уточнение количества и характера выявленных изменений
- Корректная топическая диагностика и оценка связи новообразований (первичных опухолей и метастатически измененных лимфатических узлов) с крупными артериями, венами и прилежащими органами
- Исследование сосудов (РКТ-ангиография)
- Исследование чашечно-лоханочной системы почек и мочеточников (РКТ-урография)

*Таким образом, внутривенное контрастирование при исследовании области живота следует выполнять во всех случаях, если не имеется серьезных противопоказаний к применению рентгеноконтрастных препаратов, к которым следует относить острую и хроническую артериальную фазы контрастного усиления сканирование стартует спустя 20–28 секунд (при скорости 2,5–3 мл/с соответственно) после начала введения контрастного препарата. Для получения венозной фазы – спустя 60–70 сек. Отсроченная фаза исследования выполняется через 5–10 мин. При использовании тестового болюса время задержки определяется после пробного введения 10–15 мл контрастного вещества предварительного динамического сканирования. Современные многосрезовые аппараты позволяют автоматически определять время начала сканирования. Для этого в программе типа Care Bolus на аксиальном срезе выбирается зона интереса, обычно внутри изображения брюшной аорты, после чего начинается синхронное введение контрастного вещества и динамическое сканирование. При достижении порога плотности (обычно 100 – 150 HU) динамическое сканирование автоматически прекращается, стол перемещается в исходное положение и начинается спиральное сканирование выбранной зоны интереса.*

РКТ-протоколы:			
Фаза	без контрастирования	4-рядный	
Коллимация	4 × 2,5 мм	4 × 1 мм	4 × 1 мм
Питч	1,5	1,5	1,5
кВ	120	120	120
mA·с	Care dose Ref mA·с 100	Care dose Ref mA·с 120 – 150	Care dose Ref mA·с 120 – 150
Параметры реконструкции: толщина среза / интервал	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S Опт: 1/1 мм S	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S Опт: 1/1 мм S
контрастное вещество @ концентрация		140 мл @ 300–370 мг йода	140 мл @ 300–370 мг йода
скорость введения + задержка		4 – 6 мл/с KB + 10 с	Задержка между сканами данных: 20 с

**Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием в онкологии**

**Таблица 4**

**КТ-протоколы:**

Фаза	16-рядный		
	без контрастирования	артериальная	венозная
Коллимация	16 × 1,5 мм	16 × 1,5 мм	16 × 1,5 мм
Питч	1,25	1,25	1,25
кВ	120	120	120
мА·с	Care dose Ref mA·с 100	Care dose Ref mA·с 140	Care dose Ref mA·с 140
Параметры реконструкции: Толщина среза / Интервал реконструкции Kernel : S(oft)	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S Opt: 1/1 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S Opt: 1/1 мм S
Контрастное вещество @ концентрация	150 мл @ 300–370 мг йода	150 мл @ 300–370 мг йода	150 мл @ 300–370 мг йода
Скорость введения + задержка	4 – 6 мл/с KB + 15 с	Задержка между сканами данных: 16 с	Задержка

**Таблица 5**

**КТ-протоколы:**

Фаза	64-рядный		
	без контрастирования	артериальная	венозная
Коллимация	64 × 0,6 мм	64 × 0,6 мм	64 × 0,6 мм
Питч	1	1	1
кВ	120	120	120
мА·с	Care dose Ref mA·с 200	Care dose Ref mA·с 220	Care dose Ref mA·с 220
Параметры реконструкции: Толщина среза / Интервал реконструкции Kernel : S(oft)	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S Opt: 1/1 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S Opt: 1/1 мм S
Контрастное вещество @ концентрация	140 мл @ 300–370 мг йода	140 мл @ 300–370 мг йода	140 мл @ 300–370 мг йода
Скорость введения + задержка	4 мл/с KB + 16 с или 6 мл/с KB + 12 с	Задержка между сканами данных: 40 с	Задержка

**Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием в онкологии**

**Таблица 6**

**МРТ-протоколы:**

Фаза	4-рядный		
	без контрастирования	артериальная	венозная
Коллимация	4 × 2,5 мм	4 × 1 мм	4 × 1 мм
Питч	1,5	1,5	1,5
кВ	120	120	120
мА·с	Care dose Ref mA·с 100	Care dose Ref mA·с 120–150	Care dose Ref mA·с 120–150
Параметры реконструкции: Толщина среза / Интервал реконструкции Kernel : S(soft)	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S Opt: 1/1 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S
Контрастное вещество @ концентрация	140 мл @ 300–320 мг йода	140 мл @ 300–320 мг йода	140 мл @ 300–320 мг йода
Скорость введения	5 мл/с	5 мл/с	5 мл/с
Задержка	Care Bolus + 20	Care Bolus + 20	Care Bolus + 20

**Таблица 7**

**МРТ-протоколы:**

Фаза	16-рядный		
	без контрастирования	артериальная	венозная
Коллимация	16 × 0,75 мм	16 × 0,75 мм	16 × 1,5 мм
Питч	1,5	1,5	1,5
кВ	120	120	120
мА·с	Care dose Ref mA·с 100	Care dose Ref mA·с 140	Care dose Ref mA·с 140
Параметры реконструкции: Толщина среза / Интервал реконструкции Kernel : S(soft)	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S Opt: 1/1 мм S	аксиальная + корональная ориентация: 3/2 мм S
Контрастное вещество @ концентрация	150 мл @ 300–370 мг йода	150 мл @ 300–370 мг йода	150 мл @ 300–370 мг йода
Скорость введения	5 мл/с	5 мл/с	5 мл/с
Задержка	Care Bolus + 20	Care Bolus + 20	Care Bolus + 20

Таблица 8

КТ протоколы:

Фаза	64-рядный		
	без контрастиро- вания	артериальная	венозная
Коллимация	64 × 0,6 мм	64 × 0,6 мм	64 × 0,6 мм
Питч	1	1	1
кВ	120	120	120
мА·с	Care dose Ref mA·с 200	Care dose Ref mA·с 200–260	Care dose Ref mA·с 32
Параметры реконструкции: Толщина среза / Интервал реконструкции Kernel : S(oft)	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S Опт: 1/1 мм S	аксиальная + коронарная ориентация: 3/2 мм S Опт: 1/1 мм S
Контрастное вещество @ концентрация		140 мл @ 300–370 мг йода	140 мл @ 300–370 мг йода
Скорость введения		5 мл/с	5 мл/с
Задержка		Care Bolus + 25	Задержка между сканами данных 25 с

## 7.2. МРТ-исследование

При исследовании органов живота МРТ в некоторых случаях преной фазе исследования РКТ как в чувствительности, так и в специфичности. Грамотное использование специальных последовательностей позволяет уверенно диагностировать различные патологические состояния, не прибегая к дополнительному использованию контрастных препаратов (рис. 7.2.1. а, б).



Рис. 7.2.1 а

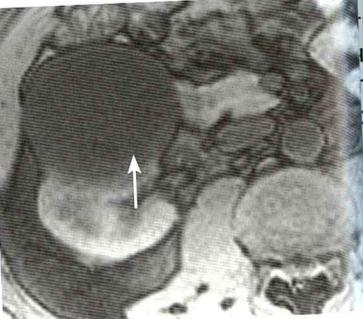


Рис. 7.2.1 б

Рис. 7.2.1. Пациент X, 52 лет. Кистозная форма рака правой почки. МРТ-исследование живота в аксиальных проекциях. На T2 ВИ (а) содержимое кистозного образования предста-  
вляется достаточно гомогенным, в то время как на T1 ВИ (б) даже без внутривенного ко-  
нтрастирования отчетливо определяется солидный компонент кистозной опухоли (стрелка).

Б.И. Долгушин, И.Е. Тюрин, А.Б. Лукьянченко, Б.М. Медведева, Е.Л. Дронова, В.О. Панов

нако перечень подобных заболеваний весьма ограничен (противозаветные кисты, гемохроматоз, жировая инфильтрация, большинство зернозных гемангиом, достаточно крупный солидный компонент истозных опухолях). Во всех остальных случаях отказ от применения контрастных препаратов может привести к диагностическим ошибкам.

Использование внутривенного контрастирования при абдоминальных исследованиях позволяет дифференцировать доброкачественные и злокачественные образования в печени, поджелудочной железе и почках. При этом характер контрастирования в целом отличается от такого при РКТ, что обусловлено экстрацеллюлярным характером как йодосодержащих, так и большинства парамагнитных контрастных препаратов.

И МРТ-исследование для внутривенного контрастирования применяются парамагнитные препараты на основе гадолиния. Достаточной является доза из расчета 0,2 мл препарата на кг массы тела пациента. Контрастное вещество вводится в локтевую вену вручную с помощью автоматического инжектора в количестве 15–20 мл (в зависимости от веса пациента). Первая серия МР-срезов выполняется сразу же после окончания внутривенного введения препарата, согласно общепринятым представлениям соответствует артери-

альной фазе исследования. Для получения портовенозной фазы исследования у пациентов с выраженным нарушением функции почек, поскольку применение гадолинийсодержащих препаратов этих больных может спровоцировать нефрогенный системный фиброз – редкое, но потенциально опасное для жизни человека заболевание, ведущее к поражению кожи, скелета, мышц (в т.ч. сердца), печени и почек.

В необходимости этой категории пациентов рекомендуется пропилить премедикацию глюкокортикоидами и блокаторами гистаминовых H<sub>1</sub>-рецепторов либо отказаться от введения контрастного вещества. Для оперативного реагирования в неотложных случаях необходимо иметь наготове соответствующие медикаменты и инструменты (в т.ч. интубационную трубку и аппарат искусственного дыхания). В случае тяжелых функциональных расстройств почек для

выведения контрастного препарата из организма рекомендуется воспользоваться одним из методов гемодиализа.

**Стандартный протокол нативного исследования области живота**

- Аксиальные Т2ВИ TSE с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом
- Аксиальные Т2ВИ сверхбыстрые спиновые эхо последовательности (HASTE) с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом
- Коронарные Т2ВИ сверхбыстрые спиновые эхо последовательности (HASTE) с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом
- Сагittalные Т2ВИ сверхбыстрые спиновые эхо последовательности (HASTE) с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом при необходимости через зону интереса
- Косая коронарная (по длиннику желчного пузыря или вдоль хода долевых протоков) Т2ВИ MP-панкреатохолангиохолография MRCP (например, 2D HASTE) с задержкой дыхания или 3D Т2ВИ TSE или сверхбыстрое градиентное эхо синхронизированное с дыхательным циклом (чаще проводят с подавлением сигнала жировой ткани)
- Аксиальные DWI ( $b=50\ldots600\ldots800$ ) с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом
- Аксиальные Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности (TurboFLASH) с задержкой дыхания

**Внутривенное введение экстрацеллюлярных МРКС:**

При динамическом исследовании пациент в процессе введения МРКС должен находиться на деке МР-томографа. Скорость введения составляет 2,0–3,0 мл/сек для 0,5 молярных МРКС в дозе 0,2 мл/кг массы и 2,0–2,5 мл/сек для 1,0 молярных МРКС в дозе 0,1 мл/кг массы. Временные параметры динамического исследования должны учитывать 12–14 сек для достижения препаратом брюшной части аорты.

- Аксиальные динамические Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности (TurboFLASH) с задержкой дыхания в артериальную фазу (20–25 сек сразу после введения МРКС), портальная венозная фаза (40–60 сек после введения МРКС) и паренхиматозная фаза (фаза равновесия) (120–160 сек после введения МРКС).
- Коронарные Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности (TurboFLASH) с задержкой дыхания



Рис. 7.2.2 а



Рис. 7.2.2 б



Рис. 7.2.2 в



Рис. 7.2.2 г

с 7.2.2. Пациентка Г. 45 лет. Метастазы рака молочной железы в печень. МРТ печени в аксиальных проекциях с использованием гепатоспецифического контрастного препарата. В правой доле печени только в ГСФ выявляются два метастаза размером менее 1 см (стрелки). Данные метастазы не определяются ни в нативную фазу на Т2ВИ (а) и Т1ВИ (б), ни в венозную (в) фазу исследования

- Аксиальные Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности (TurboFLASH) с задержкой дыхания на 10-й минуте после введения МРКС.

Стандартный протокол исследования печени с применением гепатоспецифических контрастных средств должен быть таким же, как и при использовании экстрацеллюлярных препаратов (а–к), в дополнение к которому следует выполнять одну или 2 гепатоспецифические фазы (л).

- Аксиальные Т1ВИ сверхбыстрые градиентные эхо последовательности (TurboFLASH) с задержкой дыхания на 20-й и 30-й минутах после введения ГС-МРКС.

Гепатоспецифические (гепатобилиарные) контрастные препараты можно отнести к гибридным контрастным веществам, которые обеспечивают 2-этапное «усиление» паренхимы печени: на I этапе – в артериальном и центральных отделах может симулировать фокальную узловую гиперплазию (белая стрелка), однако «вымывание» контраста из очага распространенным внеклеточным контрастным препаратом, на II этапе – такие препараты (в частности, гадоксетовая кислота, Gd-EOB-DTPA) активно поглощаются гепатоцитами (через 10–20 мин), что приводит к последовательному нарастанию интенсивности отображения паренхимы и усилению степени контрастности между тканью печени и негепатоцелялярными новообразованиями. Другими словами, очаги в печени, содержащие гепатоциты, не «усиливаются» в ГСФ и лучше различимы фоне контрастированной паренхимы (рис. 7.2.2, 7.2.3.), в то время как гепатоцелялярные образования активно накапливают ГС-МРКС (рис. 7.2.4).



Рис. 7.2.3 а



Рис. 7.2.3 б

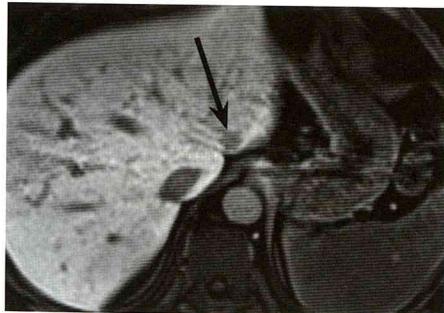


Рис. 7.2.3 в



Рис. 7.2.3 г

Рис. 7.2.3. Пациент Х. 60 лет. Солитарный метастаз колоректального рака в левую долю печени. МРТ печени в аксиальных проекциях с использованием гепатоспецифического контрастного препарата. В левой доле печени в нативную фазу определяется гипотенсивный на Т1ВИ очаг размером 1,0 см в диаметре (а), выраженно накапливающий контрастный препарат в артериальную фазу (б) и «вымывающийся» в ГСФ (в). На ДВ-МРТ  $b=50$  очаг имеет повышенную интенсивность (г)

выраженное контрастирование очага в артериальную фазу с рубцом и усиленной интенсивностью в ГСФ (белая стрелка), однако «вымывание» контраста из очага в венозную фазу свидетельствует о его негепатоцелялярной (метастатической) природе (черная стрелка).



Рис. 7.2.4 а



Рис. 7.2.4 б



Рис. 7.2.4 в



Рис. 7.2.4 г

Рис. 7.2.4. Пациентка Ж. 30 лет. Фокальная узловая гиперплазия левой доли печени. МРТ печени в аксиальных проекциях с использованием гепатоспецифического контрастного препарата. В левой доле печени визуализируется очаг фокальной узловой гиперплазии (трелки), практически изоинтенсивный на Т1ВИ в нативную фазу (а) и выразительно гипертенсивный в артериальную фазу (б). В венозную фазу (в) отмечается «вымывание» контрастного препарата из опухолевых тканей с контрастированием центрального рубца. Повторное контрастирование тканей ФУГ визуализируется в гепатоспецифическую фазу (г)

## 8. Исследования области таза

### 8.1. РКТ-исследование

Как и при исследовании органов брюшной полости и забрюшинного пространства, при исследованиях области таза у онкологических пациентов внутривенное введение контрастных препаратов **необходимо использовать всегда.**

Нативное сканирование органов таза на односрезовом аппарате следует начинать от уровня крыльев подвздошных костей до симфиза, при толщине среза 5–8 мм и интервалом реконструкции 3–5 мм. При этом обязательным является пероральное контрастирование разведенным контрастным веществом не менее чем за 6 часов исследования. При необходимости, непосредственно перед сканированием может выполняться ректальное контрастирование (до 500 мл) и вагинальное – введение сухого марлевого тампона во влагалище.

Сканирование для оценки состояния матки и ее придатков следует выполнять в 2 фазы, используя стандартную задержку 25–30 секунд. Скорость внутривенного введения контрастного вещества может составить 2–4 мл/сек. В тоже время для оценки состояния стенок мочевого пузыря, наоборот, лучше использовать отсроченное сканирование – после заполнения его контрастированной мочой. При подозрении на тромбоз вен таза задержка сканирования должна быть увеличена до 120–130 сек.

#### РКТ-исследование органов таза с внутривенным болюсным контрастированием необходимо для:

- Выявления и дифференциальной диагностики новообразований матки и предстательной железы
- Оценки связи опухоли с окружающими тканями
- Улучшения визуализации тазовых лимфатических узлов, установления их связи с сосудами и прилежащими органами

Несмотря на широкий диапазон возможностей метода РКТ, МРТ-графия считается методом выбора для оценки состояния шейки и матки, яичников. Уточнение характера новообразований яичников, деструкции и шейки матки в значительной степени зависит от правильности выполнения МРТ (Engin G, Eur Radiol 2006; Sala E, AJR 2007).

### 8. МРТ-исследование

Стандартный протокол нативного исследования органов малого таза у женщин:

- Сагittalные T2ВИ TSE
- Коронарные T2ВИ TSE
- Аксиальные T2ВИ TSE (вдоль и поперек полости матки)
- Аксиальные T2ВИ TSE (вдоль или поперек полости матки) с подавлением сигнала жировой ткани или STIR
- Аксиальные DWI ( $b=50\ldots600\ldots800$ ) с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом
- Коронарные или аксиальные – при подозрении на поражение яичников; сагittalные – при подозрении на поражение матки или ее шейки; коронарные/аксиальные/сагittalные – в наиболее информативной проекции – при поражении стенки мочевого пузыря; аксиальные – при поражении стенки прямой кишки T1ВИ TSE/SE, или сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH с высоким разрешением

#### внутривенное введение экстрацеллюлярных МРКС:

в динамическом исследовании в процессе введения МРКС пациент должен размещаться на деке МР-томографа (внутри последнего), скорость введения – 2,0–3,0 мл/сек для 0,5 молярных МРКС в дозе 0,5 мл/кг массы тела, 2,5–3,0 мл/сек для 1,0 молярных МРКС в дозе 1,0 мл/кг массы тела). Временные параметры динамического исследования должны учитывать 16–18 сек для достижения препаратором южной части аорты

- 5–10 динамических коронарных или аксиальных – при подозрении на поражение яичников; сагittalных – при подозрении на поражение матки или ее шейки; коронарных/аксиальных/сагittalных – в наиболее информативной проекции – при поражении стенки мочевого пузыря, аксиальные – при поражении стенки прямой кишки T1ВИ TSE/SE, или 2D сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH
- Коронарные или аксиальные – при подозрении на поражение яичников; сагittalные – при подозрении на поражение матки или ее шейки; коронарные/аксиальные/сагittalные – в наиболее информативной проекции – при поражении стенки мочевого пузыря; аксиальные – при поражении стенки прямой кишки T1ВИ TSE/SE, или сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH с высоким разрешением

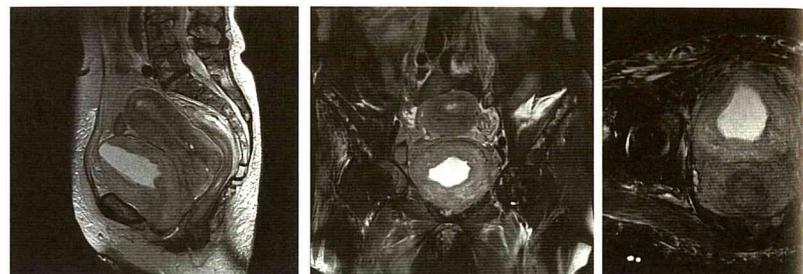


Рис. 8.2.1 а

Рис. 8.2.1 б

Рис. 8.2.1 в

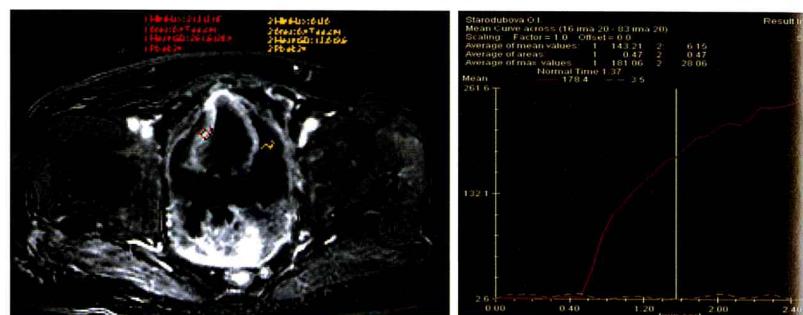


Рис. 8.2.1 г

Рис. 8.2.1 д

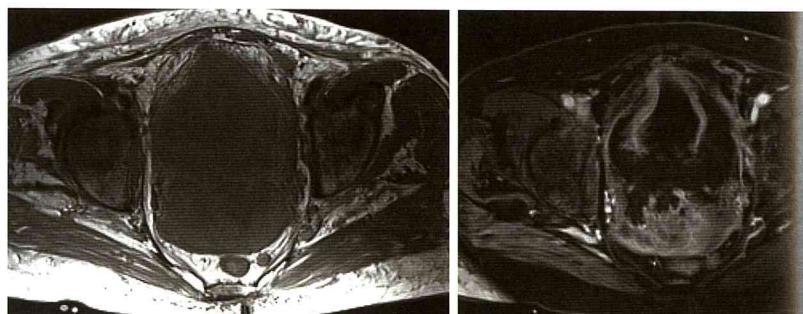


Рис. 8.2.1 е

Рис. 8.2.1 ж

Рис. 8.2.1. Пациентка Ж. 45 лет. Опухоль мочевого пузыря. МРТ таза: на Т2ВИ в оригинальных проекциях (а-в) слои стенки мочевого пузыря и структуры стенок матки не дифференцируются. После введения МРКС маловыраженное накопление препарата в мышечном слое (г-д – 2-желтое) по сравнению со слизистой мочевого пузыря (1-красное) позволяет визуализировать опухоловую инфильтрацию передней стенки матки (ж), что невозможно по нативным Т1 ВИ (е)

РТ-исследования пациенток с сохраненным менструальным циклом следует проводить в I фазу менструального цикла (на 10–14 день) и на 3–7 день после окончания менструации. Введение МРКС осуществляется по необходимости и в индивидуальном порядке, после суждения необходимости введения МРКС со всеми заинтересованными специалистами.

Введение МРКС при МРТ органов малого таза может быть целесообразным, например, для оценки степени прорастания стенок при гистологических изменениях, мочевого пузыря или прямой кишки, которые имеют иные особенности кровоснабжения, чем неизмененные ткани.

Следует подчеркнуть, что МРТ органов малого таза у женщин с внутривенным контрастированием следует проводить только в случаях недостаточной информативности нативного исследования (с. 8.2.1).

**Стандартный протокол нативного исследования органов малого таза у мужчин**

- Сагittalные Т2ВИ TSE
- Коронарные Т2ВИ TSE
- Аксиальные Т2ВИ TSE (перпендикулярно уретре)
- Аксиальные Т2ВИ TSE с подавлением сигнала жировой ткани или STIR (перпендикулярно уретре)
- Аксиальные DWI ( $b=50\ldots 1000\ldots 2000$ ) с задержкой дыхания или синхронизированные с дыхательным циклом
- Аксиальные – при подозрении на поражение предстательной железы или стенки прямой кишки, коронарные/аксиальные/сагittalные – в наиболее информативной проекции – при поражении стенки мочевого пузыря Т1ВИ TSE/SE или сверхбыстрое градиентное эхо TurboFLASH с высоким разрешением

#### **Внутривенное введение экстрацеллюлярных МРКС:**

В динамическом исследовании пациент в процессе введения МРКС должен размещаться на деже томографа (внутри него), скорость введения – 2,5–3,5 мл/сек для 0,5 молярных МРКС в дозе 0,2 мл/кг массы тела, 2,5–3,0 мл/сек для 1,0 молярных МРКС в дозе 0,1 мл/кг массы тела. Временные параметры динамического исследования приведены в таблице (вычетом) 16–18 сек для достижения препаратором нижней полой аорты

- 5–10 динамических аксиальных Т1ВИ 2D или 3D сверхбыстрое градиентное эхо с высоким разрешением через зону интереса с временным разрешением не более 15 сек

- 3) Аксиальные – при подозрении на поражение предстательной железы или стенки прямой кишки, коронарные/аксиальные сагиттальные – в наиболее информативной проекции – при поражении стенки мочевого пузыря T1ВИ TSE/SE или сверхвысокое градиентное эхо TurboFLASH с высоким разрешением.

В целом МРТ органов малого таза у мужчин с внутривенным контрастированием может проводиться в случаях недостаточной информативности нативного исследования.

Клинический пример. У пациента М. 66 лет, страдающего раком предстательной железы при МРТ на нативных Т2ВИ (рис. 8.2.2 а, в) и Т2ВИ с подавлением жировой ткани (рис. 8.2.2 б, г) в правой части передней доли предстательной железы округлый очаг со сниженным сигналом, который на диффузионно-взвешенных изображениях при b=800 (рис. 8.2.2 д), наоборот – имел повышенный сигнал. При динамической МРТ (после введения МРКС) в очаге (рис. 8.2.2 е–ж) определялось повышенное накопление контрастного препарата, что позволило заподозрить его опухолевый характер, что было подтверждено при гистологическом исследовании (ацинарнаяadenокарцинома).

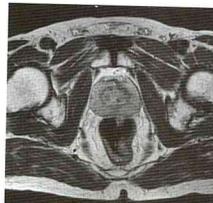


Рис. 8.2.2 а

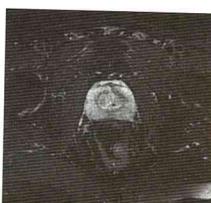


Рис. 8.2.2 б

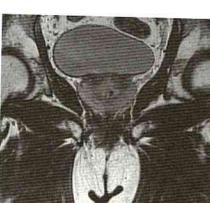


Рис. 8.2.2 в



Рис. 8.2.2 г



Рис. 8.2.2 д



Рис. 8.2.2 е

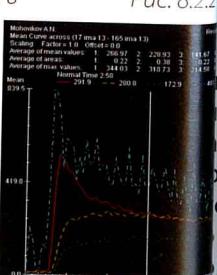


Рис. 8.2.2 ж

Рис. 8.2.2. Пациент М. 66 лет. Рак предстательной железы. МРТ таза: нативные исследования (а–д), серия динамических Т1ВИ после введения МРКС (е–ж): активное накопление МРКС в этой зоне (ж – 1-красный) в сравнении с парауретральной тканью (ж – 2-желтый) и, особенно, фиброзированным участком (ж – 3-зеленый). В артерии (ж – 4-синий) снижение сигнала более выражены.

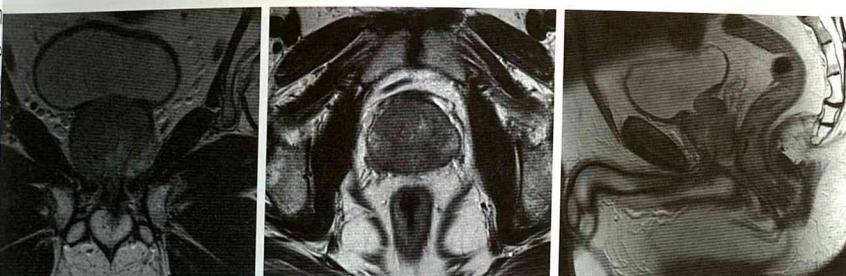


Рис. 8.2.3 а

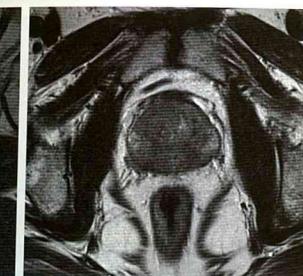


Рис. 8.2.3 б



Рис. 8.2.3 в



Рис. 8.2.3 г



Рис. 8.2.3 д

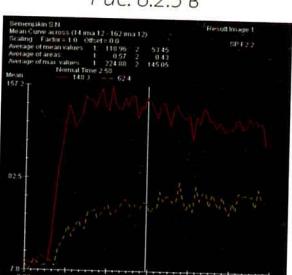


Рис. 8.2.3 е

Рис. 8.2.3. Пациент С. 50 лет. Рак предстательной железы. МРТ таза. На серии Т2ВИ в ортогональных проекциях (а–в) основной объем предстательной железы имеет сниженную интенсивность сигнала. По заднему контуру правой доли (в) отмечается локальное нарушение целостности капсулы предстательной железы с распространением опухоли за ее пределы. Диффузионно-взвешенные изображения (г) подтверждают почти тотальное поражение предстательной железы. Серия динамических Т1ВИ (д–е) в аксиальной плоскости (в) выявила выраженное повышение МР-сигнала в пораженной ткани (е – 1-красный) по сравнению с остатками неизмененной ткани (е – 2-желтый)

следует подчеркнуть, что выраженное накопление МРКС теми или иными элементами предстательной железы и/или другими органами таза само по себе не является однозначно патологическим. При раке предстательной железы введение МРКС необходимо в качестве этапа комплексной МРТ-диагностики данного заболевания. Всех остальных случаях решение о проведение МРТ-исследования органов малого таза у мужчин с введением МРКС принимается индивидуально.

## 9. Исследования костно-мышечной системы

### 9.1. РКТ-исследование

Как известно, при планировании хирургического лечения больных с первично-костными или мягкоткаными опухолями конечностей одним из наиболее важных признаков, характеризующих местную распространенность процесса, считается степень взаимосвязи опухоли с магистральными сосудами, т.к. именно этот фактор может определять целесообразность и объем оперативного вмешательства. Несмотря на то что РКТ не является методом прямого изображения сосудов, более информативными в данном случае можно считать мультиплоскостные реконструкции (рис. 9.1.1. а, б, в, г).



Рис. 9.1.1 а

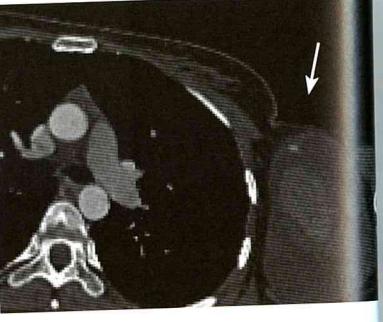


Рис. 9.1.1 б



Рис. 9.1.1 в

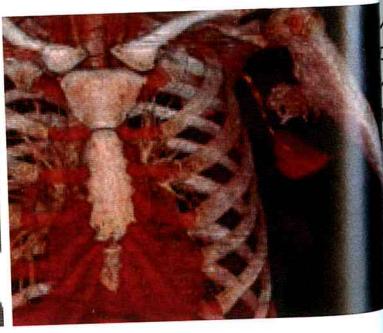


Рис. 9.1.1 г

Рис. 9.1.1. КТ-исследование области левого плечевого пояса. Озлокачествление хрящевого экзостоза левой плечевой кости с формированием массивного компонента опухоли. А – нативное исследование, Б – исследование с контрастированием – тесное прилежание магистрального сосуда к опухоли (стрелка), В – МПР, Г – ГРТ.

Выделяют несколько основных вариантов взаимоотношений магистральных сосудов с опухолью:

- Сосуды считаются интактными, если они расположены рядом с опухолью, но отчетливо визуализируются на всем своем протяжении и отделены от нее разделительными жировыми прослойками
- Сосуды считаются вовлеченными в опухолевый процесс с высокой степенью вероятности, если при РКТ с внутривенным контрастированием определяется сужение их просвета, неровность стенок или инфильтрация опухоли вплоть до выхода в просвет сосуда
- Вовлечение сосудов в опухолевый процесс можно подозревать при отсутствии упомянутых прослоек на отдельных срезах при нативном исследовании. При внутривенном болюсном контрастировании сосуды могут располагаться внутри опухоли или проходить непосредственно по ее поверхности. При отсутствии видимых деформаций стенок или сужений просвета сосудов судить о степени инвазии в них опухолевой ткани чрезвычайно сложно. Ориентировочными признаками могут служить степень охвата сосуда опухолью в поперечном сечении и протяженность прилежания опухоли к сосуду. Например, для аорты эти значения составляют более 1800 по окружности и более 3 см по длине

Сосуды хорошо дифференцируются при нативном исследовании на фоне окружающей жировой клетчатки как при РКТ, так и при МРТ, однако в зоне массивных опухолевых образований сосуды отчетливо визуализируются лишь при внутривенном контрастировании. Именно таких случаях, при планировании оперативных вмешательств необходимо применение внутривенного контрастирования.

При РКТ: контрастный препарат вводится с помощью автоматического шприца со скоростью 2–4 мл/сек в количестве не более 100–150 мл (300–370 мг/мл).

При МРТ: контрастный препарат через локтевую вену можно вводить и вручную (не более 10–20 мл – также в зависимости от веса пациента), сразу по окончании введения (без задержек) выполняются –протоколы в различных проекциях.

Ясность особенностей взаимоотношений опухоли и магистральных сосудов, несомненно, повышается при анализе получаемых РКТ/МРТ-изображений в 3 ортогональных плоскостях.

## **9.2. МРТ-исследования**

Стандартный протокол нативного МРТ-исследования опорно-двигательного аппарата (определяется строго индивидуально в зависимости от пораженного анатомического отдела скелета).

- а) Сагиттальные T2ВИ TSE
- б) Сагиттальные T2ВИ TSE с подавлением сигнала жировой ткани или STIR
- в) Коронарные T2ВИ TSE
- г) Коронарные T2ВИ с подавлением сигнала жировой ткани STIR
- д) Коронарные PDBVI TSE
- е) Коронарные PDBVI TSE с подавлением сигнала жировой ткани
- ж) Аксиальные T2ВИ TSE
- з) Аксиальные T1ВИ TSE
- и) Аксиальные DWI ( $b=50\ldots600$ )
- к) Коронарные или сагиттальные T1ВИ TSE/SE или сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с подавлением сигнала жировой ткани
- л) Аксиальные T1ВИ сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с подавлением сигнала жировой ткани

Внутривенное введение экстракапиллярных МРКС:

При динамическом исследовании пациент в процессе введения должен размещаться на деке томографа (внутри него), скорость введения – 4,0–5,0 мл/сек для 0,5 молярных МРКС в дозе 0,2 мл/кг массы тела, 3,0–4,0 мл/сек для 1,0 молярного МРКС в дозе 0,1 мл/кг массы тела. Временные параметры динамического исследования приведены с учетом (вычетом) 12–14 сек для верхнего плечевого пояса и 18 сек – для структур таза и нижних конечностей

м) количество динамических серий (сагиттальных, коронарных, аксиальных) определяется строго индивидуально в каждом конкретном случае. Т1ВИ 3D сверхбыстро градиентное эхо через зону интереса с временным разрешением не более 2–3 сек, с возможным включением в зону исследования питающей (или близлежащей) артерии. При невозможности проводить исследование с подобным временным разрешением можно обойтись динамической МРТ с временным разрешением 15–20 сек, но специфичность такого исследования будет недостаточной.

- н) Коронарные или сагиттальные T1ВИ TSE/SE или сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с подавлением сигнала жировой ткани

о) Аксиальные Т1ВИ сверхбыстро градиентное эхо TurboFLASH с подавлением сигнала жировой ткани

МРТ с внутривенным контрастированием возможно проводить в различных целях, что определяется соответствующим опытом и задачами исследования. По данным отдельных авторов, внутривенное контрастирование при опухолях костей может позволить дифференцировать опухолевую ткань среди участков некроза и кровоизлияний, а иногда помогает при выборе места биопсии пораженной кости, другое возможное применение контрастирования – оценка степени метаморфоза костной опухоли в процессе химио- или лучевой терапии. При мягкотканых опухолях применение контрастирования может улучшать их визуализацию, но не повышает чувствительность МРТ. Корректность оценки местной распространенности новообразований мягких тканей также существенно не меняется.

таким образом, внутривенное контрастирование целесообразно применять большинству онкологических пациентов при РКТ- и МРТ-исследованиях головного и спинного мозга, области шеи, грудной клетки, живота, малого таза и костно-мышечной системы.

Для первичных пациентов с подозрением на наличие злокачественной опухоли, а также при определении стадии опухолевого процесса перед началом специального лечения РКТ-исследование с внутривенным болячесным контрастированием можно считать обязательной процедурой. Несоблюдение этого правила может привести к серьезным диагностическим ошибкам и выбору неправильной тактики лечения. Единственным исключением из этого правила является непереносимость контрастных препаратов. Таких случаях вместо РКТ следует выполнять МРТ.

**Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием в онкологии**

**Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием в онкологии**

**Таблица 9. Иодсодержащие водорастворимые рентгеноконтрастные средства**

Международное непатентованное название	Торговое название, номер регистрация, страна	Производитель (официальное название), страна	Локальный представитель в Российской Федерации (официальное название)	Ионность, осмолярность, тип строения молекулы	Концентрация йода, мг/мл	Остальная концентрация, мОsm/kg H <sub>2</sub> O	Вязкость при 20°C, мПа·с	Вязкость при 37°C, мПа·с	Na <sup>+</sup> , мг/мл	Ca <sup>2+</sup> , мг/мл	Тип стабилизатора и его концентрация, мг/мл
Ультравист® 370 П N002600 от 09.07.2010 (рок действия не ограничен)	Бayer (Германия)	ЗАО «Байер»	ЗАО «Байер»	Неионный низкомолекулярный мономер	370 мг/мл	770	22,0	10,0	См. тип стабилизатора	См. тип стабилизатора	CaNa <sub>2</sub> -EDTA 0,01 мг/100 мл
Иопромид П N0014828/01 01.07.2008	Бayer (Германия)	ЗАО «Байер»	ЗАО «Байер»	Неионный низкомолекулярный мономер	300 мг/мл	590	8,9	4,7	См. тип стабилизатора	См. тип стабилизатора	CaNa <sub>2</sub> -EDTA 0,01 мг/100 мл
Иопромид П N0014828/01 01.07.2008	Тайко Хэлсээ, Канада	Covidien AG Representative Office in Russia	Тайко Хэлсээ, Канада	Неионный низкомолекулярный мономер	240 300 350	470-530 620-680 750-810	Крысы – 12 г мышь 16,5 г йода/кг	4,0-5,3 7,0-8,6 12-14,6	3,1 5,0 6,1	нет	нет
Иогексол	Омнипак	ДжИИ Улслека, Ирландия ИДА Бизнес Парк, Карригохилл, Ко. Корк	000 «ДжИИ Хэлске Никомед Дистрибуишн»	Неионный низкомолекулярный мономер	240 300 350	510 640 780	Мышь – 11,7 йода/кг	5,6 11,6 12,3	3,3 6,1 10,6	нет	Na <sub>2</sub> -EDTA (0,1 mg/ml)
Иодиксанол	Визпатак	ДжИИ Улслека, Ирландия ИДА Бизнес Парк, Карригохилл, Ко. Корк	000 «ДжИИ Хэлске Никомед Дистрибуишн»	Неионный низкомолекулярный димер	270 320	290 290	Мышь – 21 г йода/кг	11,3 25,4	5,8 11,4 (19 mM)	0,04	Na <sub>2</sub> -EDTA (0,3 mM)
Иодамидол	Йодамидро	Патеон, Италия СпA, Испания	ЗАО «Милакс»	Неионный низкомолекулярный	300 370	616 736	Данные фирмой не представлены	8,8 9,4	1,87 4,7 (19 mM)	0,07	Na <sub>2</sub> -EDTA 0,33 mM
Гадобутрол П N0195461 от 29.01.2009 (рок действия не ограничен)	Бayer (Германия)	ЗАО «Байер»	ЗАО «Байер»	Локальный представитель в Российской Федерации (официальное название)	Концентрация активного компонента, мг/моль/МПА·с	Остальная концентрация тела, мг/моль/МПА·с	Гревакационная активность R <sub>1</sub> в водном растворе при напряжении 100 мА·с	Гревакационная активность R <sub>1</sub> в водном растворе при напряжении 200 мА·с	Вязкость при 20°C, мПа·с	Вязкость при 37°C, мПа·с	Тип хелатирующей кости и его дополнительная концентрация, %, мг/мл
Гадовист® П N0195461 от 29.01.2009 (рок действия не ограничен)	Бayer (Германия)	ЗАО «Байер»	ЗАО «Байер»	Макропротеин, неионный	21,8	1,0 моль/л	23 моль/кг массы тела, В/в, мыши	5,6 (в плазме при напряженности магнитного поля 1,0 T, (моль/с) <sup>1</sup> )	5,6 (в плазме при напряженности магнитного поля 1,5 T, (моль/с) <sup>1</sup> )	4,96	Макроциклический ионный, ВГ-Д33А 0,1%
Гадовергет-мид	Омникан	Малинкорт Инк., США Mallinckrodt Inc., USA	Covidien AG Representative Office in Russia	Неионный линейный желатин (DTPA-ВМЕА)	0,5 моль/л 16,8	16,545 мг/кг веса	Нет данных	5,2 (в плазме при напряженности магнитного поля 0,47 T)	5,2 (в плазме)	Нет данных	Берегамид 25,4 мг/мл
Гадодинамид	Омникан	ДжИИ Улслека Ирландия ИДА Бизнес Парк, Карригохилл, Ко. Корк	000 «ДжИИ Хэлске Никомед Дистрибуишн»	Линейный	16,9	0,5 моль/л	Нет данных	3,8	Нет данных	3,1	2,0
Гадопентетовая кинкота	Магневист® П N015832/01 от 30.06.2009 (рок действия не ограничен)	Бayer (Германия)	ЗАО Байер	Линейный ионный	22,5	0,5 моль/л	8 моль/кг массы тела крысы	5,0 (в плазме при напряженности магнитного поля 0,47 T)	4,1 (в плазме)	3,7 (в плазме)	DTPA-ВМА 5%

\* - Величины стабильности Омнискана и Оптимарка и концентрации дополнительных хелаторов в % для них взяты из публикации Invest. Radiol. 2008, v. 43, p. 819.

**Таблица 11. Гадолинийсодержащие гепатотропные водорастворимые магнитно-резонансные контрастные средства**

Международное нестандартное название	Локальный производитель (официальное название), страна	Торговое наименование, номер регистрационного удостоверения в РФ и год регистрации	Производитель в Российской Федерации (официальное название)	Тип строения молекулы, концепция	Острая токсичность LD <sub>50</sub> , моль/кг	Концентрация активного компонента, мг и моль/мл	Массы тела мыши при в/в введении	Г <sub>1</sub> релаксационная активность R <sub>1</sub> в плазме крови (моль с) <sup>-1</sup>	Г <sub>2</sub> релаксационная активность R <sub>2</sub> в плазме крови при напряженности магнитного поля 1,5 T, (моль с) <sup>-1</sup>	Г <sub>1</sub> релаксационная активность R <sub>1</sub> в плазме крови при напряженности магнитного поля 3,0 T, (моль с) <sup>-1</sup>	Вязкость при 20°C, мПа·с	Тип хелатора комплекса и его концентрация, мг/мл
Примовист®	Bayer (Германия)	ЛСР 0033252/07 от 17.10.2007 ( срок действия не ограничен)	ЗАО «Байер»	Линейный ионный	0,25 моль/л	10 ммоль/Кг,	23,5	8,7 (в плазме при напряженности магнитного поля 0,47 T)	6,9 (в плазме)	6,2 (в плазме)	Нет данных	DTPA-ЕОВ ионный 0,5%
Гадоксевая кислота												

Отметим, что в столбце данные «Острая токсичность LD<sub>50</sub>...» приведены в разных единицах и получены в различных условиях. В целом сравнивать их не корректно.

## одержание

Введение .....	3
МРТ-исследование области головы .....	9
МРТ-исследование позвоночника и спинного мозга .....	11
Исследование области шеи .....	12
4.1. РКТ-исследование .....	12
4.2. МРТ-исследование .....	15
Исследования области груди .....	16
5.1. РКТ-исследование .....	16
5.2. МРТ-исследование .....	21
Исследование молочных желез (МР-маммография) .....	23
Исследования области живота .....	26
7.1. РКТ-исследование .....	26
7.2. МРТ-исследование .....	32
Исследования области таза .....	38
8.1. РКТ-исследование .....	38
8.2. МРТ-исследование .....	39
Исследования костно-мышечной системы .....	44
9.1. РКТ-исследование .....	44
9.2. МРТ-исследования .....	46

ФГБУ Российский онкологический научный центр  
им. Н.Н. Блохина

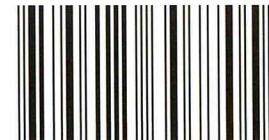
Стандарты РКТ- и МРТ-исследований  
с внутривенным контрастированием в онкологии

Сдано в набор 01.08.2014. Подписано в печать 07.10.2014.  
Бумага офсетная. Формат 60×80 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 3,02. Тираж 3000 экз.  
Заказ №268.

Издательство ООО «ВПП».  
127238, Москва, Ильменский пр, д. 1, стр. 6

ISBN 978-5-4253-0770-5



9 785425 307705 >