



ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УДП РФ

Морозов С.П.  
Насникова И.Ю.  
Терновой С.К.

# **МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В МНОГОПРОФИЛЬНОМ СТАЦИОНАРЕ**

Учебно-методическое пособие

Москва - 2009

ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УДП РФ

Морозов С.П., Насникова И.Ю., Терновой С.К.

**МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ  
ТОМОГРАФИЯ В МНОГОПРОФИЛЬНОМ СТАЦИОНАРЕ**

**Учебно-методическое пособие**

Москва - 2009

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Управляющего  
делами - начальник Главного  
медицинского управления  
Управления делами Прези-  
дента Российской Федерации  
Академик РАН и РАМН



Миронов С.П.

# **МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В МНОГОПРОФИЛЬНОМ СТАЦИОНАРЕ**

## **Учебно-методическое пособие**

Морозов С.П., Насникова И.Ю., Терновой С.К.

---

**Авторы:**

**Морозов С.П.**, к.м.н., заведующий отделением рентгеновской диагностики и томографии ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова Росздрава

**Насникова И.Ю.**, д.м.н., профессор, заместитель главного врача ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, профессор кафедры лучевой диагностики и терапии Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова Росздрава

**Терновой С.К.**, д.м.н., профессор, академик РАМН, Главный специалист по лучевой диагностике ГМУ Управления делами Президента РФ, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова Росздрава

Авторы выражают благодарность сотрудникам, которые принимали участие в создании данного практического руководства: проф., д.м.н. Сеницыну В.Е., к.м.н. Арцыбашевой М.В., Бадюк М.И., Крючковой О.В., Максимовой С.Ю., Маряшевой Ю.А., к.м.н. Платицыну И.В., Сильченко Н.С.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Список сокращений .....</b>	<b>6</b>
<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Обзор развития и современные возможности МСКТ .....</b>	<b>9</b>
Физический принцип КТ .....	10
Проведение КТ-обследования .....	10
Обработка изображений .....	11
Клиническое применение КТ .....	12
Противопоказания для КТ .....	16
Перспективы развития КТ .....	17
Компьютерная томография в России .....	18
<b>2. Использование контрастных препаратов при МСКТ .....</b>	<b>20</b>
Общие характеристики йодсодержащих контрастных препаратов .....	20
Проведение МСКТ с внутривенным контрастированием .....	21
Побочные реакции на йодсодержащие контрастные препараты .....	23
Контраст-индуцированная нефропатия .....	24
<b>3. МСКТ головного мозга .....</b>	<b>26</b>
МСКТ-ангиография сосудов головного мозга .....	28
Перфузионная МСКТ головного мозга .....	30
<b>4. МСКТ головы и шеи .....</b>	<b>33</b>
Придаточные пазухи носа и орбиты .....	33
Височные кости .....	35
Мягкие ткани шеи и гортани .....	36
МСКТ-планирование дентальной имплантации .....	38
<b>5. МСКТ грудной клетки .....</b>	<b>40</b>
МСКТ для скрининга рака легкого .....	43
Тромбоэмболия ветвей легочной артерии (ТЭЛА) .....	44
<b>6. МСКТ сердца .....</b>	<b>47</b>
МСКТ-коронарография .....	47
Функциональная МСКТ сердца .....	51
<b>7. МСКТ-ангиография аорты и периферических сосудов .....</b>	<b>54</b>
<b>8. МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства .....</b>	<b>59</b>
МСКТ органов брюшной полости – базовая методика .....	60
МСКТ при синдроме острого живота .....	63

---

МСКТ при заболеваниях поджелудочной железы и желчных протоков .....	65
МСКТ желудка .....	67
МСКТ тонкой кишки .....	69
МСКТ-колонография (виртуальная колоноскопия).....	71
<b>9. МСКТ почек и надпочечников .....</b>	<b>73</b>
МСКТ почек и мочевыводящих путей .....	73
МСКТ надпочечников .....	77
<b>10. МСКТ малого таза .....</b>	<b>79</b>
<b>11. МСКТ всего тела (грудная клетка, брюшная полость,     малый таз) .....</b>	<b>82</b>
<b>12. МСКТ костно-суставной системы .....</b>	<b>85</b>
<b>13. МСКТ при политравме .....</b>	<b>87</b>
<b>Приложение .....</b>	<b>91</b>
Образец памятки для клинических отделений по проведению МСКТ с внутривенным контрастированием.....	91
Пример формы направления на МСКТ / МРТ.....	93
Пример опросного листа для пациентов, обследуемых методом МСКТ .....	95
Образец информированного согласия пациента на проведение компьютерной томографии с внутривенным введением йодсодержащих контрастных препаратов .....	96
Список рекомендуемой литературы .....	97

---

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

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

## ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

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

В-третьих, неотъемлемыми критериями качества являются *результатирующие характеристики* процесса, т.е. точность диагностики (прогностичность положительного и отрицательного результатов) и ее



влияние на принятие лечебных решений, которые определяются в научно-практических и научно-исследовательских работах.

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

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

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

## **1. ОБЗОР РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МСКТ**

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

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

Переход из XX в XXI век ознаменовался вторым ренессансом компьютерной томографии – созданием мультиспиральной методики (МСКТ). С последовательным появлением 4, 16, 64, 320-срезовой томографии открылись ранее недостижимые горизонты диагностики, принципиально изменившие диагностические подходы ко многим заболеваниям – появились МСКТ-ангиография, перфузионная МСКТ, виртуальная колоноскопия, 3-мерные реконструкции. Современное поколение томографов фактически ознаменовало переход от мультиспиральной к объемной (волюметрической) томографии. Параллельно с развитием техники с середины 70-х – начала 80-х годов XX века постоянно росло число томографических обследований, достигнув уровня в 1,5 млн. процедур, выполняемых во всем мире ежедневно. Во многих европейских клиниках может выполняться до 200 тысяч томографических исследований в год (около 4-8 тысяч обследований на 1 томограф), которые могут давать около 70% всей диагностической информации о пациентах.

## **ФИЗИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП КТ**

В основе КТ лежит количественный анализ степени поглощения рентгеновского излучения различными тканями. Рентгеновская трубка вращается в аксиальной плоскости вокруг тела пациента и испускает тонкий пучок излучения, который, проходя через исследуемый слой, ослабляется в разной степени для каждой точки и регистрируется блоком детекторов\*. Регистрация прошедшего через тело излучения осуществляется при разных положениях системы «трубка-детекторы», что позволяет создать плоскостное изображение исследуемого среза. Спиральная томография позволяет непрерывно обследовать все области тела пациента во время постоянного линейного движения стола (спиралевидное движение веерообразного луча через тело пациента) и исследовать одну анатомическую область за один период задержки дыхания с получением тонких соприкасающихся срезов. Мультиспиральная модификация основана на сочетании спиральной томографии и многорядных детекторов, что позволяет в несколько раз увеличить скорость обследования и провести исследование всего тела за одну задержку дыхания.

В настоящее время стандартом КТ является обследование с помощью мультиспирального томографа с возможностью получения от 4 до 64 срезов с временным разрешением 0,1-0,5 секунды (минимально доступная длительность одного оборота рентгеновской трубки составляет 0,3 секунды). Таким образом, длительность томографии всего тела с толщиной среза 0,5-0,6 мм составляет около 8-15 секунд, а результатом исследования являются несколько тысяч изображений. Фактически, современная МСКТ является методикой объемного исследования всего тела человека, т.к. полученные аксиальные томограммы составляют трехмерный массив данных, позволяющий выполнить любые реконструкции изображений, в т.ч. многоплоскостные реформации, виртуальные эндоскопии, объемный рендеринг. При этом разрешающая способность сохраняется одинаковой как для аксиальных проекций, так и для реконструкций в любой плоскости.

## **ПРОВЕДЕНИЕ КТ-ОБСЛЕДОВАНИЯ**

Большинство КТ-исследований (МСКТ-ангиография, МСКТ легких, головного мозга, костей и суставов) может проводиться без предварительной подготовки пациента. В некоторых случаях при выполнении исследований органов брюшной полости, забрюшинного пространства и кишечника требуется предварительное контрастирование кишечника позитивным (йод- или барий-содержащие препараты) или негативным (например, воздух или вода) контрастным веществом. Возможность вы-

полнения 3-мерных реконструкций органов брюшной полости требует использования негативных пероральных препаратов в сочетании с внутривенным введением йодсодержащих контрастных веществ. На некоторых приборах при проведении МСКТ-коронарографии у пациентов с частотой сердечных сокращений более 80 ударов в минуту применяются бета-блокаторы для урежения и стабилизации ритма, что является непременным условием хорошей синхронизации томографии с сердечным циклом.

Подавляющее большинство МСКТ-исследований может быть стандартизовано и проводиться рентгенолаборантом, т.е. МСКТ является одним из наиболее оператор-независимых методов лучевой диагностики. Соответственно, МСКТ-исследование, проведенное методически правильно и хранящееся в цифровом виде, может обрабатываться и интерпретироваться любым специалистом или консультантом или передаваться по телерадиологическим сетям без потери первичной диагностической информации.

Быстрота исследования является несомненным преимуществом МСКТ, так как редко превышает 5-7 минут (с учетом укладки пациента) и может проводиться у пациентов, находящихся в критическом состоянии и на ИВЛ. Однако время обработки и анализа результатов МСКТ занимает существенно больше времени, так как врач-рентгенолог обязан изучить и описать 500-2000 первичных изображений в разных окнах (до и после введения контрастного препарата), реконструкций, реформаций. Обязательным условием эффективной работы КТ является наличие 1-2 компьютерных станций, которые используются для выполнения обработки изображений (в частности, построения 3-мерных реконструкций) и являются шагом к созданию «синтетического» изображения (в т.ч. посредством интеграции на основе телерадиологических сетей с другим диагностическим оборудованием и электронным архивом).

### **ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Обработка диагностических изображений основана на математических алгоритмах, позволяющих не только повысить точность исследования, но и сделать результаты максимально наглядными, отражающими истинные характеристики патологического процесса. Основные методики анализа томографических изображений основаны на объединении множества тонких срезов (менее 1-2 мм) в единый объем с последующей реконструкцией изображений в другой плоскости или построением объемных моделей. На некоторых современных 64-спи-

ральных КТ все исследования, независимо от зоны исследования проводятся с 0,5 мм первичными срезами, что ещё больше стандартизирует методику. Наиболее часто применяются:

- многоплоскостные реконструкции (МПР) в сагиттальной, фронтальной, наклонных плоскостях;
- просмотр тонких срезов в режиме «кино»;
- просмотр «толстых» срезов (последовательность тонких срезов) с применением проекции максимальной интенсивности (МИП) для визуализации высококонтрастных структур, например, контрастированных сосудов, очагов в паренхиме легких;
- трехмерная (объемная) реконструкция анатомических структур (возможно выделение из трехмерного объекта области или участка и представление их в виде одного или нескольких трехмерных объектов);
- навигация, т.е. перемещение внутри трехмерного объекта для просмотра полостных структур (трахеи, бронхов, толстой кишки, сосудов) – виртуальная эндоскопия;
- трехмерные реконструкции воздухоносных структур для селективного отображения «слепков» трахеобронхиальной системы, гортани, толстой кишки (в т.ч. с использованием проекции минимальной интенсивности - МинИП).

### **КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КТ**

Преимущества КТ по сравнению с другими диагностическими методами очевидны (таблица 1). С ее появлением все больше неинвазивных диагностических обследований стало выполняться специалистами по лучевой диагностике. Соответственно, снизилась потребность в инвазивных диагностических манипуляциях (в т.ч. ангиографии). КТ существенно изменила алгоритмы клинической диагностики, в частности, стала обязательным методом исследования для выявления конкрементов в мочевых путях у большинства пациентов с почечной коликой. МСКТ с внутривенным контрастированием стала методом выбора для экстренной диагностики тромбоэмболии ветвей легочных артерий. В целом, с развитием томографии акцент в применении диагностических тестов сместился в область ранней (в т.ч. доклинической) диагностики и планирования лечения с максимальным сохранением качества жизни пациента.

**Таблица 1. Преимущества МСКТ**

- универсальность - возможность проведения скрининга (коронарные артерии, легкие, толстая кишка) и уточняющих исследований
- высокая скорость обследования (особенно важно для детей, пациентов с травмой и острыми состояниями, находящихся на искусственной вентиляции легких)
- возможность быстрого исследования всего тела (в т.ч. для стадирования опухоли, оценки проходимости магистральных сосудов)
- высокая пропускная способность оборудования (по сравнению с МРТ)
- стандартизованные исследования (низкая оператор-зависимость)
- возможность трехмерной (3D) и многоплоскостной реконструкции изображений

Исторически первым применением КТ было исследование головного мозга, открывшее новые горизонты в **неврологии и нейрохирургии**. В настоящее время КТ является методом выбора экстренной диагностики острых нарушений мозгового кровотока, нейротравмы. Применение перфузионной МСКТ позволяет оценивать капиллярный кровоток, нарушение которого является наиболее ранним признаком развития ишемического инсульта. Соответственно, МСКТ позволяет буквально за несколько секунд выявить ишемический инсульт, дифференцировать его от геморрагического, определить обратимость повреждения и показания к тромболитической терапии.

Возможности МСКТ в **ангиологии и кардиологии** полностью преобразили диагностические алгоритмы при таких распространенных заболеваниях и синдромах, как тромбоз легочной артерии, ишемическая болезнь сердца, аневризмы периферических сосудов и т.д. Высокая чувствительность МСКТ-коронарографии (до 97-98%) в диагностике атеросклеротических кальцинированных и «мягких» бляшек позволяет отказаться от проведения инвазивной ангиографии у пациентов без гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий по данным МСКТ. Кроме того, МСКТ-ангиография стала методом выбора для оценки состояния аорто-коронарных и маммарных шунтов. Проведение МСКТ-ангиографии при заболеваниях сонных артерий, грудной и брюшной аорты, перифери-

ческих сосудов позволяет определить показания к хирургическому вмешательству и его объем. В острых ситуациях у пациентов с травматическими повреждениями внутренних органов МСКТ-ангиография позволяет выявить источник продолжающегося кровотечения, т.е. определить показания для эмболизации поврежденного сосуда под контролем ангиографии или, в случае необходимости, для хирургического вмешательства. Диагностическая точность МСКТ-ангиографии сопоставима с информативностью классической рентгеновской ангиографии, вследствие чего в последние годы в большинстве крупных медицинских центров МСКТ стала основным методом диагностики заболеваний сосудов, а акцент применения методов интервенционной радиологии сместился в область лечения.

В **травматологии** основными преимуществами МСКТ являются возможность быстрого исследования в экстренных ситуациях и выполнения трехмерных реконструкций для оценки комплексной анатомии таких областей, как позвоночник, вертлужные впадины, кости лицевого черепа, кости стоп и кистей. У пациентов с дорожно-транспортной политравмой стандартным методом обследования становится МСКТ всего тела с оценкой состояния черепа и головного мозга, позвоночника, органов грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза. Несмотря на большой объем подобного исследования (сотни и тысячи томограмм), его высокая диагностическая ценность позволяет быстро поставить правильный диагноз, выявить угрожающие жизни повреждения и начать своевременное лечение.

МСКТ является методом выбора для дифференциальной диагностики образований паренхиматозных **органов брюшной полости и забрюшинного пространства**, особенно при неоднозначных результатах ультразвукового исследования. Основной объем МСКТ-исследований органов брюшной полости выполняется пациентам с онкологическими заболеваниями, часто в сочетании с МСКТ легких и малого таза для поиска отдаленных метастазов. МСКТ с динамическим внутривенным контрастным усилением позволяет дифференцировать очаговые поражения печени (гемангиомы, первичные опухоли, метастазы). Для диагностики и оценки степени распространенности опухолей пищеварительного канала используется МСКТ с пероральным (или зондовым) контрастированием тонкого и толстого кишечника. При проведении МСКТ поджелудочной железы используется сочетание перорального контрастирования двенадцатиперстной кишки водой и внутривенного контрастного усиления (паренхиматозная фаза), что позволяет выявлять даже небольшие опухоли и определять их местную распространенность.

Клиническая значимость КТ в **урологии** стала очевидной уже на первых этапах развития метода. К концу 80-х – началу 90-х годов XX века КТ стала стандартом диагностики рака почки. Постепенно исчезла потребность в проведении почечной ангиографии для дифференциальной диагностики кист и опухолей почки, а также венографии нижней полой вены для диагностики ее опухолевого тромбоза. Благодаря возможности измерения плотности тканей по шкале Хаунсфилда, появилась возможность точно выявлять жировую ткань в опухолях почек, являющуюся практически патогномичной для ангиомилипомы. Дифференциальная диагностика образований надпочечников (аденома, метастаз, феохромоцитомы) стала возможной благодаря способности КТ выявлять внутриклеточные липиды (плотность менее 15 единиц Хаунсфилда), характерные для аденомы.

У пациентов с почечной коликой МСКТ позволяет быстро провести обследование, во многих случаях – без необходимости внутривенного контрастирования, выявить уратные и другие рентген-негативные камни, а также возможные внепочечные причины болевого синдрома. Метод позволяет выявлять и небольшие конкременты в мочеточниках, что бывает проблематично при использовании других методов. Более того, определение объемной плотности конкремента позволяет предположить эффективность дистанционной литотрипсии и требуемое количество сеансов дробления камней. Потребность в выполнении традиционной рентгеновской урографии за последние два десятилетия постоянно снижалась – абсолютное число выполняемых урографий уменьшилось в 10-15 раз. У пациентов с гематурией КТ-урография фактически стала начальным, а зачастую и достаточным методом выявления переходно-клеточного рака любой локализации, от чашечек почек до мочевого пузыря.

МСКТ – метод быстрого исследования, что обеспечивает уменьшение артефактов от движения, в частности у детей, пациентов с травмой или острыми заболеваниями. Поэтому в перспективе МСКТ полностью заменит рентгенологическое и ультразвуковое исследования как методы экстренной диагностики. Уже сегодня установка МСКТ в приемном отделении позволяет проводить исследования всего тела у пациентов с политравмой, исключать за 1 исследование тромбоэмболию легочных артерий, расслоение аорты, переломы, кровоизлияния внутри черепной коробки, травмы легких и органов брюшной полости и таза, ставить диагноз ишемического инсульта в первые часы, выявлять источники внутренних кровотечений (таблица 2).



**Таблица 2.** Показания для экстренной МСКТ

- черепно-мозговая травма с симптомами повреждения мозга
- ОНМК
- острая боль в грудной клетке (при подозрении на массивную ТЭЛА, расслоение или разрыв аорты)
- политравма (в т.ч. дорожно-транспортная) с высокой вероятностью наличия угрожающих жизни повреждений
- разрывы внутренних органов, внутренние кровотечения
- переломы позвоночника, костей таза
- травма почки, поджелудочной железы
- острый панкреатит
- ранние послеоперационные осложнения (после УЗИ и рентгенографии)
- гнойно-деструктивные процессы
- почечная колика

### **ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ КТ**

Современная МСКТ является безопасным методом диагностики, приемлемым для большинства пациентов. **Абсолютных противопоказаний для КТ не существует.** Относительные противопоказания для обследования могут быть связаны с лучевой нагрузкой и переносимостью контрастных препаратов. Развитие технологий модуляции рентгеновского излучения на трубке и создание высокочувствительных детекторов привело к существенному снижению лучевой нагрузки на пациентов, сопоставимой со многими рентгенологическими исследованиями (4-8 мЗв).

С точки зрения радиационной безопасности, наиболее чувствительными и, соответственно, требующими повышенного внимания являются дети и беременные женщины, у которых МСКТ проводится по строжайшим показаниям, когда другие методы не могут дать результата. В обоих случаях при планировании МСКТ необходимо рассмотреть возможность использования альтернативного неионизирующего метода диагностики.

При исследованиях детей минимизация лучевой нагрузки достигается за счет защиты временем, расстоянием и экранированием. Защита временем заключается в уменьшении длительности исследования путем отказа от использования топограммы (особенно в 2-х про-

екция), уменьшения тока на рентгеновской трубке (80 кВ, 20-50 мАс), использования быстрой томографии со временем оборота трубки 0,3-0,5 секунды, уменьшения количества фаз томографии (например, только нативная и нефрографическая фазы исследования почек). В некоторых случаях применение седативных препаратов (внутривенно за 30-60 минут до начала исследования) позволяет получить наилучшее качество томограмм за максимально короткое время исследования.

При обследованиях беременных женщин используются те же принципы обеспечения радиационной безопасности. В частности, при обследовании по поводу тромбоэмболии легочной артерии зона томографии ограничивается основными ветвями легочных артерий, без оценки дистальных сегментов. В целях уменьшения лучевого воздействия на молочные железы в последнее время широко применяются висмутовые экраны, не оказывающие существенного эффекта на качество томографии.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КТ**

Развитие МСКТ происходит по нескольким основным направлениям. Во-первых, увеличивается число рядов детекторов (на рынке уже доступны 256 и 320-срезовые системы), что повышает временное разрешение и позволяет, например, провести КТ-коронарографию за 1-2 сердечных цикла. Кроме скорости в выполнении исследования такие приборы позволяют за тоже время изучить физиологические параметры сердца (включая фракцию выброса) и провести прямое изучение перфузии миокарда. Это стало возможным после создания широкого детектора (до 16 см), который перекрывает всю ширину исследуемой зоны (сердце, головной мозг). Во-вторых, создаются двухэнергетические системы, что позволяет повысить скорость исследования и, что более важно, приблизиться к уровню мягкотканной контрастности, доступному на сегодняшний день только МРТ. В-третьих, развиваются цифровые технологии с возможностью математической обработки изображений (например, создание многоплоскостных и 3D-реконструкций), компьютерного моделирования хирургических вмешательств, получения функциональной информации.

Уже сейчас МСКТ становится универсальным и стандартизированным методом диагностики, сочетающим высокую чувствительность МРТ, динамичность УЗИ (функциональные исследования) и доступность рентгеновского исследования. Сочетание КТ с позитронно-эмиссионной томографией (ПЭТ-КТ) делает молекулярную диагностику

возможной в условиях многопрофильной клиники, что позволяет существенно улучшить результаты диагностики и лечения пациентов с онкологическими, сердечно-сосудистыми и неврологическими заболеваниями. В перспективе одномоментные МСКТ-исследования коронарных артерий и сосудов всего тела человека, а также скрининговые обследования легких и кишечника, будут выполняться в многопрофильных стационарах как рутинные методики.

### **КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В РОССИИ**

Первые 2 компьютерных томографа в СССР были закуплены в 1977 году. Предпосылкой для этого решения стал врачебный консилиум с участием академиков Е.И. Чазова и Е.В. Шмидта у сложного пациента с заболеванием головного мозга. На консилиуме выяснилась недостаточность диагностических данных, необходимых для установления правильного диагноза и приняты рекомендации, указавшие на необходимость приобретения нового, уникального по своим возможностям, диагностического оборудования. Один из двух томографов предназначался только для исследования головного мозга – он был установлен в НИИ неврологии. Второй – в Центральной клинической больнице (запущен в эксплуатацию в 1978 году). Это был первый в стране и один из первых в мире КТ для исследования всего тела. В те годы это было неординарное решение, т.к. считалось, что аксиальная компьютерная томография нужна только для оценки головного мозга, а исследование всего тела можно проводить и другими способами. Однако в нашей стране такой подход к томографии был опровергнут очень быстро – первый сложный пациент был срочно обследован ещё до сдачи томографа в клиническую эксплуатацию. Официально работа нового кабинета началась в октябре 1978 года. Здесь же, в ЦКБ, в 1993 г. был установлен первый в стране спиральный томограф.

За последние 10 лет в России наблюдается значительный прирост числа компьютерных и магнитно-резонансных томографов (всего имеется около 1500 КТ- и 750 МР-систем по состоянию на конец 2007 года), в частности, благодаря реализации национального проекта «Здоровье». Однако потребность в данном оборудовании для России составляет около 4000 КТ и 2000 МР, т.е. в 3-4 раза больше, чем имеется на сегодняшний день. Следует здесь учесть и то, что часть томографов (точное количество неизвестно) не находится в клинической эксплуатации из-за технических проблем. В частности, из-за отсутствия новых рентгеновских трубок. Это общая серьезная проблема эксплуатации высо-

котехнологичных приборов. Фактором, сдерживающим распространение томографии в России, является отставание в специализированной подготовке квалифицированных кадров (врачей-рентгенологов и рентген-лаборантов), численность которых недостаточна даже для имеющегося парка диагностической аппаратуры.

По современным стандартам, для обеспечения диагностических потребностей многопрофильной больницы на каждые 500 коек требуется как минимум 1-2 компьютерных томографа с различной производительностью (16-срезовый томограф в приемном отделении и 16-64 срезовый для основных исследований), причем как минимум один из аппаратов должен работать в круглосуточном режиме. Также сохраняется значительная неоднородность как в распределении нового оборудования, так и в принципах его использования. Это выражается в значительном расхождении во взглядах специалистов относительно показаний к проведению томографии, недостаточном использовании контрастных препаратов и нерациональном использовании дорогостоящих методик.

Распространение томографических методов диагностики, повышение их точности заставляет вновь обратить внимание на необходимость дополнительной подготовки специалистов после клинической ординатуры по рентгенологии (субспециализация с выделением, в частности, торакальной, абдоминальной, урогенитальной, костно-суставной рентгенологии, нейрорадиологии и т.д.). Данный подход, реализуемый на базе крупных больниц, университетских клиник и научно-исследовательских институтов, позволит в полной мере раскрыть возможности неинвазивной диагностики и создаст основу качественной, доказательной клинической медицины в России.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ МСКТ

Развитие КТ, появление ангиографических неинвазивных методов диагностики привело к резкому увеличению потребности клиник в контрастных препаратах. Существенное увеличение применения контрастов стало возможным и благодаря совершенствованию самих йодсодержащих контрастных препаратов, которые стали более безопасными и доступными. Доля МСКТ-исследований с внутривенным контрастированием достигает 30-50% в зависимости от профиля лечебно-профилактического учреждения. В некоторых кабинетах применение контрастных препаратов достигло 65%. Таким образом, за год работы одного компьютерного томографа может расходоваться до 150-200 л контрастного препарата (50-100 мл на 1 пациента). **Следует помнить, что эксплуатация МСКТ без достаточного применения контрастных веществ значительно снижает диагностическую ценность информации, получаемой на данном приборе.**

Кроме того, контрастные препараты используются для улучшения дифференциации петель кишечника при томографии органов брюшной полости, особенно у астеничных пациентов. Классическим средством перорального контрастирования кишечника является раствор рентген-позитивного препарата или специальная суспензия бария для КТ. В последнее время все больше внимания уделяется применению рентген-негативных препаратов (воды) для контрастирования кишечника, так как этот подход не ухудшает качество трехмерных реконструкций. Различные схемы подготовки кишечника посредством перорального приема контрастных веществ обсуждаются в главе 8.

### ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЙОДСОДЕРЖАЩИХ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

В основе контрастирования при КТ лежит изменение плотности тканей, повышение разности степени адсорбции смежными тканями. Все рентгеноконтрастные препараты являются трийодированными производными бензойной кислоты. Молекула контрастного вещества транспортирует то или иное количество йода. Обязательными условиями качественного контрастирования является поступление достаточного количества йода в высокой концентрации с минимальной токсичностью. Плотность контрастного препарата определяется количеством атомов йода на 1 мл раствора, соответственно, для проведения стандартных исследований требуются препараты с концентрацией йода

270-320 мг йода/мл, а для ангиографических методик могут применяться препараты и с более высокой концентрацией йода.

Ионные йодсодержащие контрастные препараты (диатризоат, иодамид) обладают целым рядом недостатков, связанных с их высокой осмолярностью и высокой частотой развития побочных реакций при быстром внутривенном введении. Появление неионных низкоосмолярных (иогексол, иопромид) препаратов сопровождалось уменьшением частоты тяжелых побочных реакций в 5-7 раз, что превратило МСКТ с внутривенным контрастированием в доступную, амбулаторную, рутинную методику обследования. Неионные контрастные вещества стали препаратами выбора к концу 90-х годов, несмотря на их более высокую стоимость по сравнению с ионными средствами. Высокая скорость томографии, уменьшение толщины среза, необходимость четкой дифференциации сосудистых структур продолжают предъявлять новые требования к контрастным препаратам. Неионные димеры (йодиксанол) являются представителями наиболее современных контрастных препаратов, изоосмолярных плазме крови.

Все современные контрастные вещества достаточно гидрофильны и практически не связываются с белками. После внутривенного введения препараты распределяются в крови и поступают во внеклеточное пространство. Выведение препаратов осуществляется посредством клубочковой фильтрации (99%), через пот, слюну, слезную жидкость, желчь (1% суммарно).

Существуют также контрастные вещества с более высокой концентрацией йода (400 мг йода/мл). В России такие препараты не зарегистрированы. Но это не является препятствием для контрастирования коронарных артерий при МСКТ, т.к. концентрация йода не является определяющим критерием хорошей визуализации. Важен правильный расчет дозы йода и скорости введения контрастного вещества.

## **ПРОВЕДЕНИЕ МСКТ С ВНУТРИВЕННЫМ КОНТРАСТИРОВАНИЕМ**

При МСКТ водорастворимые йодсодержащие контрастные вещества вводятся внутривенно (обычно в локтевую вену через катетер диаметром 18-20 G) с помощью автоматического инжектора. Введение обеспечивается болюсно, в значительном объеме и с высокой скоростью. Для обеспечения оптимального контрастирования и дифференциации тканей в разные фазы поступления препарата применяются 2-колбовые автоматические инжекторы с «проталкиванием» болюса контрастного вещества физиологическим

раствором. Однако последнее необязательно. Хорошие результаты получаются и с применением 1-колбовых инжекторов.

Метод быстрой спиральной томографии, лежащий в основе МСКТ, обеспечивает высокую точность начала томографии в различные фазы контрастирования. Во многих приборах для этой цели используется автоматический запуск томографии при достижении заданной плотности контраста в определённом отделе сосуда. Это часто позволяет оптимизировать качество изображения, выполняя томографию на пике контрастирования.

Основными параметрами, определяющими характеристики контрастного исследования, являются скорость и длительность введения контрастного препарата. С практической точки зрения удобнее оперировать скоростью и объемом введения, которые в 95% случаев составляют 3-5 мл/с и 70-120 мл соответственно. В специальных разделах данного руководства приводятся рекомендуемые параметры внутривенного контрастирования, приемлемые для среднестатистического пациента с массой тела 70-80 кг. В зависимости от реальной массы тела, необходимо увеличивать или уменьшать указанные объем и скорость введения на 20-30% соответственно. Например, для проведения МСКТ-коронарографии у пациента с массой тела 110 кг необходимо ввести 110-120 мл препарата со скоростью 5,0-5,5 мл/с и концентрацией 350 мг йода/мл. У детей обычная дозировка контрастного препарата составляет около 2 мл на 1 кг массы тела.

Для определения момента поступления болюса контрастного препарата в область исследования и, соответственно, начала томографии используются несколько подходов. Наиболее рациональным в настоящее время является автоматический запуск томографии по триггеру болюса (например, технологии SmartPrep, SureScan и подобные). Методика тест-болюса позволяет более точно определить время циркуляции болюса и убедиться в надежности венозного доступа, однако является более оператор-зависимой. Наконец, использование заданной задержки начала томографии (обычно 24-30 секунд) является наименее точным и ненадежным методом получения томограмм в артериальную фазу контрастирования. Однако при отсутствии специальных программ программируемого старта и этот метод может дать удовлетворительный результат.

Артериальная фаза контрастирования обычно начинается спустя 18-22 секунды после внутривенного введения контрастного препарата. Однако начинать томографию ранее 25-30 секунд нецелесообразно, так как только к этому времени начинается «псевдоплато» артериальной фазы (истинное плато контрастирования возможно только для веноз-

ной фазы). В связи с высокой скоростью вращения рентгеновской трубки движение области томографии может опережать болюс контрастного препарата, поэтому при проведении МСКТ-ангиографии нижних конечностей необходимо снижать скорость томографии (увеличивать длительность спирали). Достаточный объем болюса физиологического раствора также может способствовать оптимизации артериальной фазы, увеличивая ее длительность и уменьшая артефакты от контраста в венах.

Паренхиматозно-венозная фаза исследования наступает через 20-30 секунд после артериальной фазы, т.е. через 45-60 секунд после начала внутривенного введения контрастного препарата. Наконец, выделительная фаза (для почек) достигает своего оптимума через 5-7 минут после введения контрастного препарата. В зависимости от области исследования могут использоваться дополнительные фазы исследования, обусловленные физиологией органов и клинической задачей.

### **ПОБОЧНЫЕ РЕАКЦИИ НА ЙОДСОДЕРЖАЩИЕ КОНТРАСТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ**

Побочные реакции при внутривенном введении йодсодержащих контрастных препаратов возникают у 1-3% пациентов, причем у большинства – это реакции легкой степени выраженности (ощущение тепла, крапивница, зуд, тошнота, рвота, изменение вкусовых ощущений), обычно не требующие лечения. Реакции средней степени выраженности (бронхоспазм, отек Квинке, брадикардия, одышка, ларингоспазм) крайне редки, но требуют внимания со стороны медицинского персонала кабинета КТ. Лечение этих реакций основано на применении атропина, кислорода, бета-2-агонистов и адреналина подкожно. Реакции тяжелой степени (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги, коллапс) крайне редки, могут развиваться у пациентов, имеющих в анамнезе тяжелые побочные реакции на йод или другие агенты, и требуют проведения реанимационных мероприятий.

Необходимо отметить, что все угрожающие жизни реакции развиваются в пределах первых 15-45 минут после внутривенного введения контрастного препарата, что требует контроля состояния пациента в течение как минимум получаса после исследования. Кроме того, важно помнить, что применение современных неионных изоосмолярных (йодиксанол) и низкоосмолярных (иогексол, иоверсол, иопромид) контрастных препаратов многократно (в 4-10 раз) снижает риск развития побочных реакций. При болюсном внутривенном введении частота побочных реакций ниже, чем при капельном введении.



В настоящее время внутривенное введение йодсодержащих контрастных препаратов противопоказано пациентам, имеющим в анамнезе тяжелые реакции на контрастные препараты (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги), страдающим бронхиальной астмой или аллергическими заболеваниями в тяжелой форме, гипертиреозом (табл. 3).

**Таблица 3.** Противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов

- тяжелые реакции на контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги)
- бронхиальная астма или аллергическое заболевание в тяжелой форме
- гипертиреоз
- тяжелая почечная или печеночная недостаточность

Проведение МСКТ с внутривенным контрастированием у пациентов, имеющих в анамнезе реакции на контрастные препараты легкой и средней степени тяжести (тошнота, рвота, крапивница, кожный зуд, бронхоспазм, отек Квинке, брадикардия), или пациентов, страдающих контролируемой бронхиальной астмой или аллергическими заболеваниями, возможно только по строгим показаниям. В первую очередь необходимо рассмотреть возможность применения альтернативного метода диагностики (МРТ, УЗИ). Если МСКТ неизбежна, то заблаговременно должна проводиться премедикация (преднизолон 30 мг per os за 12 и 2 часа до исследования), а для контрастирования должны применяться только неионные контрастные вещества с преимущественным применением изоосмолярных плазме крови препаратов.

### **КОНТРАСТ-ИНДУЦИРОВАННАЯ НЕФРОПАТИЯ**

У пациентов со сниженной функцией почек (повышенный креатинин сыворотки крови), страдающих диабетической нефропатией, застойной сердечной недостаточностью существенно повышен риск развития контраст-индуцированной нефропатии. Это нежелательное явление определяется как острое нарушение функции почек (повышение креатинина на 25% от исходного уровня или на 0,5 мг/дл), развивающееся в течение 48 часов после применения рентгеноконтрастных препаратов и сохраняющееся 2-5 суток. У большинства пациентов уровень креатинина

нормализуется через 7-12 дней. Потребность в проведении гемодиализа при контраст-индуцированной нефропатии возникает не более, чем у 1% пациентов. Однако к этому нужно всегда быть готовым.

При направлении на МСКТ с внутривенным контрастированием необходимо выявить следующие категории пациентов, у которых индивидуальный риск острой почечной недостаточности (ОПН), требующей проведения гемодиализа, может достигать 12-13%:

- страдающие почечной недостаточностью (уровень сывороточного креатинина более 1,5 г/дл или клиренс креатинина менее 60 мл/мин);
- страдающие сахарным диабетом и принимающие метформин;
- пациенты с внутрисосудистой гиповолемией (сердечная недостаточность III-IV функционального класса, цирроз печени, нефротический синдром, гипоонкотия, принимающие диуретики).

**Кроме того, необходимо обращать внимание на дополнительные факторы риска нефропатии:**

- возраст старше 70 лет;
- пациенты, имеющие систолическое артериальное давление менее 80 мм рт.ст.;
- пациенты, имеющие в анамнезе перенесенную острую почечную недостаточность, протеинурические заболевания почек, сахарный диабет, миеломную болезнь, подагру;
- лица, принимающие нефротоксические препараты (нестероидные противовоспалительные средства, аминогликозиды);
- пациенты, которым недавно (в пределах 1-3 дней) была проведена рентгеновская ангиография или планируется проведение рентгеновской ангиографии в ближайшие 3 дня после КТ с контрастированием.

Для этих пациентов необходимо рассмотреть возможность проведения МСКТ без применения йодсодержащих контрастных препаратов или выполнение МРТ и УЗИ. При необходимости проведения МСКТ у таких пациентов требуется предварительная подготовка (пероральная или внутривенная гидратация за 6-12 часов до исследования из расчета 1 мл физиологического раствора на 1 кг массы тела в час) и **приоритетное использование неионных изоосмолярных контрастных препаратов (йодиксанол)**. Применение нефротоксических медикаментов (нестероидные противовоспалительные препараты, дипиридамол, метформин) должно быть прекращено за 48 часов до МСКТ с внутривенным контрастированием, когда это клинически возможно.

### 3. МСКТ ГОЛОВНОГО МОЗГА

КТ головного мозга является базовой методикой визуализации при необходимости исключения очагового поражения головного мозга, несмотря на то, что возможности МРТ превосходят МСКТ в выявлении поражений головного мозга. Точность МСКТ с внутривенным контрастированием сопоставима с точностью МРТ при объемном поражении больших полушарий головного мозга и его оболочек (неопластических и гнойных процессах), однако существенно уступает ей при инфекционных и демиелинизирующих процессах. У пациентов с травмой головы МСКТ должна выполняться в экстренном порядке, с минимальной коллимацией рентгеновского пучка для детальной оценки переломов костей черепа, выявления внутричерепного кровоизлияния, контузии головного мозга. Трехмерные реконструкции в таких случаях особенно полезны для планирования последующих реконструктивно-пластических операций, особенно в сочетании с современными возможностями моделирования аллотрансплантатов из пластика для закрытия дефектов черепа. При подозрении на острое нарушение мозгового кровообращения МСКТ позволяет не только немедленно дифференцировать геморрагический и ишемический инсульты, но также прогнозировать конечную степень ишемического повреждения ткани мозга и определить показания для тромболитической терапии. С развитием технологии мультиспиральной томографии и программ подавления артефактов стала возможной МСКТ-диагностика инсультов в стволовых структурах мозга, т.е. в области, ранее доступной только для МРТ.

#### Показания

- ОНМК – дифференциальная диагностика геморрагического и ишемического инсульта, выявление осложнений;
- диагностика венозного тромбоза, субдуральной, эпидуральной гематомы, субарахноидального кровоизлияния;
- первичная диагностика опухоли головного мозга;
- диагностика гнойного менингита и его осложнений;
- головная боль, быстро прогрессирующая или сопровождающаяся очаговой неврологической симптоматикой или длительная (более 2-3 месяцев) головная боль, не объясняемая другими причинами;
- черепно-мозговая травма, сопровождающаяся потерей сознания, ликвореей, очаговой неврологической симптоматикой, внутричерепной гипертензией, эпилептическим приступом, рвотой, при наличии проникающего ранения, открытого или вдавленного перелома костей черепа, симптомов перелома основания черепа;

- диагностика селлярных опухолей (при невозможности проведения МРТ).

### **Противопоказания**

Общие противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов (если планируется КТ с внутривенным контрастированием):

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

Обычно не нужна. При обследовании пациентов с подозрением на ишемический инсульт (МСКТ-ангиография и/или перфузионная МСКТ), опухоль, менингит или абсцесс головного мозга (определение распространенности процесса) необходимо поставить периферический катетер (18-20 G).

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- лежа на спине, руки вдоль туловища. Исследование проводится в головной подставке. При невозможности наклона гентри голову пациента необходимо уложить с наклоном около 30°. МСКТ 16-64 можно проводит без наклона гентри.

*Контрастирование внутривенное:*

Необходимо при подозрении на неопластическое, инфекционное поражение головного мозга для уточнения структуры, контуров, границ, топографии патологических очагов.

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата (мл)	50
Объем физиологического раствора (мл, для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения (мл/с)	2-3
Задержка начала томографии (секунды)	50-60

*Фаза дыхания:*

- исследование проводится без задержки дыхания.

*Диапазон томографии:*

От угла нижней челюсти до конвекса. У пациентов с черепно-мозговой травмой МСКТ головы всегда должна включать исследование шейного отдела позвоночника (у детей – только при наличии строгих показаний).

*Параметры томографии:*

Исследование в шаговом режиме. Задняя черепная ямка обследуется с толщиной среза 2,5 мм, большие полушария головного мозга – 5,0 мм. Срезы располагаются параллельно орбито-меатальной линии (угол около 30°). По возможности глаза пациента располагаются вне зоны томографии (достигается за счет 30°-наклона плоскости томографии).

На МСКТ-64 возможна волюметрическая спиральная томография с коллимацией 0,5-0,625 мм, временем полного оборота трубки 0,5 секунды (без наклона гентри), исследованием головы и шейного отдела позвоночника с последующим построением трехмерных реконструкций.

*Реконструкция:*

При необходимости детальной оценки костей черепа возможна ретроспективная реконструкция тонких срезов из объема первичных МСКТ-данных. Многоплоскостные реконструкции волюметрических данных используются для оценки распространенности патологического процесса, уточнения связи со структурами головного мозга и его оболочек. Трехмерные реконструкции костей черепа для выявления небольших переломов и планирования последующего реконструктивно-пластического вмешательства.

## **МСКТ-АНГИОГРАФИЯ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

### **Показания**

- диагностика сосудистых заболеваний головного мозга (аневризмы, мальформации), в т.ч. у пациентов с субарахноидальным кровоизлиянием;
- при ишемическом инсульте – определение уровня окклюзии внутримозговых сосудов, визуализация путей коллатерального кровотока, контроль эффективности тромболизиса;
- выявление венозного тромбоза;
- оценка синусов твердой мозговой оболочки у пациентов с менигиомами.

### Противопоказания

Общие противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### Подготовка

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

Исследование проводится как дополнение к стандартной МСКТ головного мозга.

### Проведение исследования

*Укладка:*

- лежа на спине, руки вдоль туловища. Исследование проводится в головной подставке.

*Контрастирование внутривенное:*

Показатель	Значение
Объем контрастного препарата, мл	100-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения, мл/с	5
<b>Задержка начала томографии, секунды:</b>	
Артерии головного мозга	25 (8-10 сек от момента поступления болюса в восходящую аорту)
Артерии и вены (у пациентов с ОНМК)	35
Венография	45

*Фаза дыхания:*

- исследование проводится без задержки дыхания.

*Диапазон томографии:*

От второго шейного позвонка до конвекса головного мозга (направление снизу-вверх). Для одновременной оценки сосудов шеи и головного мозга томография начинается от дуги аорты. При выполнении МСКТ-венографии томография выполняется в направлении сверху-вниз.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- время оборота рентгеновской трубки 0,33-0,5 сек.

*Реконструкция:*

- МИП с толщиной среза 3-10 мм в 3-х плоскостях;
- объемный рендеринг сосудов Виллизиевого круга;
- МПР в искривленных плоскостях (необходимы при атеросклеротическом поражении интракраниальных артерий, при вазоспазме).

## **ПЕРФУЗИОННАЯ МСКТ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

### **Показания**

- диагностика ишемического инсульта в острейшей/острой стадии и дифференциация зон обратимого/необратимого повреждения ткани мозга;
- определение степени снижения мозгового кровотока при ишемическом инсульте;
- хронический стеноз экстра- и/или интракраниальных артерий;
- оценка опухолей головного мозга (определение зоны биопсии).

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### Подготовка

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

Исследование выполняется как дополнение к стандартной МСКТ головного мозга (после исключения геморрагического инсульта).

### Проведение исследования

*Укладка:*

- лежа на спине, руки вдоль туловища. Исследование проводится в головной подставке.

*Контрастирование внутривенное:*

Показатель	Значение
Объем контрастного препарата, мл	50
Скорость введения, мл/с	5-10
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	5
Задержка начала томографии, секунды	5

*Фаза дыхания:*

- исследование проводится без задержки дыхания.

*Диапазон томографии:*

Блок срезов (обычно 8-16) на уровне боковых желудочков головного мозга. При необходимости используются дополнительные блоки срезов на уровне конвекситальных отделов головного мозга с повторным введением контрастного препарата (при использовании МСКТ-320 исследование выполняют одним блоком для всех отделов мозга).

*Параметры томографии:*

- коллимация срезов – 4-8 мм (МСКТ-320 – 0,5 мм);
- напряжение на трубке – 80 кВ, 200 мА;
- время оборота трубки – 1 сек (8-16 срезов);
- динамическое томография – 50-60 фаз по 1 сек (8-16 срезов/сек, суммарно около 500 томограмм).



*Реконструкция:*

Построение параметрических карт (алгоритмы деконволюции или максимальной скорости контрастирования):

- объемная скорость мозгового кровотока (CBF)  
норма – 50-80 мл/100 г ткани/мин;
  - обратимое ишемическое повреждение – 10-25 мл/100 г ткани/мин;
  - необратимое ишемическое повреждение – менее 10 мл/100 г ткани/мин;
- объем мозгового кровотока (CBV) – зона снижения CBV соответствует необратимому ишемическому повреждению;
- среднее время циркуляции (МТТ).

Зона снижения объема мозгового кровотока обычно соответствует необратимому ишемическому повреждению ткани мозга. Область несовпадения зоны сниженной объемной скорости мозгового кровотока и зоны сниженного объема мозгового кровотока (CBF-CBV) соответствует **обратимому ишемическому повреждению** ткани мозга.

Основным преимуществом применения МСКТ у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения является возможность комплексной оценки паренхимы головного мозга, перфузии, обратимости ишемических изменений, состояния магистральных сосудов шеи и головы (наличие стенозов, расслоения). Таким образом, МСКТ способна в экстренном режиме ответить на все основные диагностические вопросы при ОНМК и заменить несколько других диагностических методик (МРТ, УЗИ, рентгеновская ангиография) – таблица 4.

**Таблица 4.** Алгоритм исследования при ОНМК

1. МСКТ головного мозга
2. МСКТ-ангиография сосудов шеи и головы (включает оценку мозговых синусов)
3. Перфузионная МСКТ (при отсутствии КТ-признаков геморрагического инсульта)

## 4. МСКТ ГОЛОВЫ И ШЕИ

### ПРИДАТОЧНЫЕ ПАЗУХИ НОСА И ОРБИТЫ

КТ придаточных пазух носа является одним из наиболее востребованных оториноларингологами дополнительных методов обследования пациентов, так как позволяет объективно оценить степень воспалительного процесса и выявить осложнения. С появлением 16-64-срезовой КТ наблюдается изменение подходов к проведению этого классического, рутинного томографического обследования. В настоящее время стандартным считается исследование с укладкой пациента на спину. Томография проводится тонкими срезами в аксиальной плоскости с последующей многоплоскостной (в первую очередь фронтальной) реформацией изображений. Применение контрастных препаратов существенно улучшило МСКТ-оценку распространенности опухолевых поражений придаточных пазух носа, однако предпочтительным методом обследования в таких случаях является МРТ. В оценке поражений орбиты МСКТ остается базовым методом, применяемым при опухолевом поражении, травме, воспалительных процессах.

#### Показания

- воспалительные заболевания околоносовых пазух, при отсутствии эффекта от антибактериальной терапии;
- планирование эндоскопических оперативных вмешательств и пластических корректирующих операций;
- оценка распространенности опухолевого процесса (определение стадии) и контроль эффективности лечения;
- подозрение на травматическое повреждение костей лицевого черепа с развитием гематосинуса, переломы стенок орбиты, костей основания черепа;
- аномалии развития.

#### Подготовка

Удалить съемные зубные протезы. При необходимости проведения исследования с контрастированием (определение локальной распространенности опухолей) уточнить наличие противопоказаний для внутривенного введения йодсодержащих препаратов, при необходимости провести гидратацию, премедикацию, установить периферический венозный катетер (20 G).

## **Проведение исследования**

### *Укладка:*

- на спине, руки вдоль туловища. Исследование проводится в головной подставке.

### *Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатели</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	50
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения, мл/с	3
Задержка начала томографии, секунды	80-100

### *Фаза дыхания:*

- исследование проводится без задержки дыхания.

### *Диапазон томографии:*

Аксиальные срезы от уровня лобных пазух до нижней челюсти. В случае обследования по поводу опухолевого поражения околоносовых структур томография выполняется до верхушек легких, после чего проводится исследование органов грудной клетки (выявление мета-статического поражения).

### *Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- низкодозовая томография – 120 кВ, 30-50 мАс;
- стандартные параметры томографии при использовании внутривенного контрастирования – 120 кВ, 100-200 мАс.

### *Реконструкция:*

- реформация изображений с получением корональных срезов (толщина 1-2 мм), перпендикулярных орбито-меатальной линии;
- трехмерные реконструкции костей лицевого черепа при переломах;
- аксиальные срезы (от основания верхнечелюстных пазух до лобных пазух) и корональные срезы (от основной пазухи до лобных пазух) в костном режиме.

## **ВИСОЧНЫЕ КОСТИ**

КТ височных костей выполняется у пациентов с инфекционным поражением среднего или внутреннего уха для определения распространенности процесса и выявления осложнений. У пациентов с различными вариантами снижения слуха КТ необходима для выявления причин нарушения проведения звуковой волны через структуры среднего уха, аномалий развития внутреннего уха, планирования имплантации электрода. У пациентов с нейросенсорной тугоухостью основным методом диагностики поражения вестибуло-кохлеарных нервов является МР-томография.

### **Показания**

- воспалительные заболевания среднего уха и их осложнения;
- определение степени и характера травматического повреждения;
- определение распространенности опухолевого процесса;
- аномалии развития.

### **Подготовка**

- не требуется.

### **Проведение исследования**

#### *Укладка:*

- на спине, руки вдоль туловища. Исследование проводится в головной подставке.

#### *Контрастирование внутривенное:*

- обычно не используется.

#### *Фаза дыхания:*

- исследование проводится без задержки дыхания.

#### *Диапазон томографии:*

- от верхних до нижних полюсов сосцевидных отростков.

#### *Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- напряжение на трубке 140 кВ, 300 мА.

#### *Реконструкция:*

- аксиальные томограммы каждой височной кости от уровня верхнего полукружного канала до рукоятки молоточка;
- корональные томограммы каждой височной кости от коленчатого ганглия до лицевого канала.

## **МЯГКИЕ ТКАНИ ШЕИ И ГОРТАНИ**

КТ шеи является стандартным методом оценки распространенности опухолевого процесса, выявления лимфаденопатии, причем исследование без внутривенного контрастирования является малоинформативным, так как позволяет выявить только крупные опухоли и не позволяет точно определить эффективность проводимого лечения. МРТ предпочтительна для оценки опухолей шеи и выявления периневральной инфильтрации в силу лучшей мягкотканной контрастности, однако точность МСКТ с контрастированием сопоставима с точностью МРТ. У пациентов, находящихся в тяжелом состоянии, а также при необходимости выявления эрозии костных структур, МСКТ является безальтернативным методом. У многих пациентов с опухолями гортани и глотки необходимо прибегать к помощи обоих томографических методов.

### **Показания**

- выявление опухолевого поражения глотки;
- определение местной и регионарной распространенности опухолевого поражения (выявление лимфаденопатии при раке глотки и слизистой оболочки полости рта, слюнных желез, гортани, щитовидной железы);
- определение протяженности воспалительного процесса, выявление заглоточных абсцессов, дифференциальная диагностика воспалительных и опухолевых процессов;
- врожденные заболевания (кисты жаберных щелей, кисты щитовидного протока, ларингоцеле и др.);
- травматическое повреждение трахеи, гортани, сосудов.

### **Подготовка**

Удалить съемные зубные протезы. При необходимости проведения исследования с контрастированием (определение локальной распространенности опухолей) уточнить наличие противопоказаний для внутривенного введения йодсодержащих препаратов, при необходимости провести гидратацию, премедикацию, установить периферический венозный катетер (20 G).

### **Проведение исследования**

#### *Укладка:*

- на спине с переразгибанием шеи, руки вдоль туловища.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
<b>Объем контрастного препарата, мл</b>	
Дифференциация лимфоузлов	50
Оценка васкуляризации опухолей	100
Компромисс	75
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения, мл/с	3
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Дифференциация лимфоузлов	30
Оценка васкуляризации опухолей	80
Компромисс	60

В целях улучшения визуализации опухоли, лимфоузлов и сосудов может проводиться двухфазное контрастирование, включающее I фазу (50 мл со скоростью 2 мл/с), II фазу (через 5 минут – 50 мл со скоростью 2 мл/с), и томография с задержкой 35 сек после II фазы введения препарата.

*Фаза дыхания:*

- при поверхностном дыхании или на вдохе (не желательно);
- не глотать во время томографии;
- при необходимости – фонация звука «и» (оценка голосовых связок), проба Вальсальвы (оценка грушевидных синусов).

*Диапазон томографии:*

От верхушек легких (при необходимости ниже) до основания черепа. В случае обследования по поводу опухолевого поражения дополнительно проводится исследование органов грудной клетки (для выявления метастазов).

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- томография в направлении снизу-вверх;
- при наличии в зоне исследования несъемных зубных протезов необходимо установить наклон гентри.

*Реконструкция:*

- оценка мягких тканей шеи – аксиальные срезы по 3-5 мм;

- оценка гортани – срезы по 1-2 мм, параллельные голосовым складкам;
- многоплоскостные реконструкции (в т.ч. фронтальные реконструкции для оценки костей основания черепа);
- МИП для оценки мелких сосудистых структур, васкуляризации опухолей;
- МинИП для оценки воздуходержащих структур (гортань, глотка и трахея);
- виртуальная ларингоскопия применяется для демонстрации неровностей и асимметрии гортани, в т.ч. в местах, труднодоступных для обычной ларингоскопии.

### **МСКТ-ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ**

До появления МСКТ с возможностью выполнения многоплоскостных реконструкций планирование дентальной имплантации осуществлялось на основе панорамных и внутриротовых рентгенограмм. Существенным недостатком этих методик является невозможность измерения толщины альвеолярного отростка, определения расстояния до канала нижнечелюстного нерва, что имеет принципиально важное значения для правильного расположения имплантов и предупреждения послеоперационных осложнений. Возможности МСКТ были высоко оценены стоматологами и ортодонтами, рутинно используемыми в настоящее время результаты дентальной МСКТ для оптимизации лечения пациентов. Совместно со стоматологами рентгенологи определяют плотность костной ткани, общее состояние верхней и нижней челюстей, выполняют измерения альвеолярного отростка, определяют соотношения зубов и прилежащих структур, таких как верхнечелюстная пазуха, нижнечелюстной канал, подбородочное отверстие.

#### **Показания**

- разметка и планирование дентальной имплантации;
- уточнения характера и степени поражения челюстей (кисты, опухоли).

#### **Подготовка**

- по-возможности удалить съемные зубные протезы.

## **Проведение исследования**

### *Укладка:*

- на спине, голова в подголовнике. Челюсти желательно отделить друг от друга каким-либо предметом (например, маленьким шприцем, помещенным между зубами).

### *Контрастирование внутривенное:*

- не требуется.

### *Фаза дыхания:*

- не глотать во время томографии.

### *Диапазон томографии:*

- верхняя и нижняя челюсти (с захватом нижнего края орбиты и подбородка).

### *Параметры томографии:*

- аксиальные срезы с коллимацией 0,5-0,625 мм;
- напряжение на трубке – 120 кВ, 335 мА.

### *Реконструкция:*

- панорамная реконструкция челюстей (например, Панорекс и т.п.);
- поперечные срезы (язычно-щечная плоскость) с миллиметровой линейкой;
- при необходимости – 3D объемный рендеринг, многоплоскостные реформации.



## 5. МСКТ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Рентгенологическое исследование грудной клетки остается базовым методом обследования пациентов с заболеваниями легких, в частности при подозрении на пневмонию или опухоль. Однако высокая степень вариабельности оценок рентгенограмм разными специалистами в сочетании с недостаточной точностью рентгенографии в дифференциальной диагностике заболеваний легких определяют необходимость проведения МСКТ грудной клетки с целью объективизации характера поражения паренхимы легких, грудной стенки, структур средостения. Применение внутривенного контрастирования обязательно у большинства пациентов с раком легкого для уточнения степени распространенности процесса, выявления инвазии в средостении, а также у пациентов с подозрением на тромбоэмболию ветвей легочной артерии. КТ высокого разрешения как отдельное исследование фактически уходит в прошлое, так как МСКТ с тонкой коллимацией рентгеновского пучка позволяет одновременно провести оценку и очаговых, и диффузных поражений легких. Кроме того, фронтальные и сагиттальные реконструкции изображения с той же точностью, что и аксиальные срезы, дают значительную дополнительную информацию и позволяют полностью отказаться от продольных томограмм. Применение низкодозовых методик дает возможность проводить МСКТ-мониторинг заболеваний легких, а также скрининг рака легкого у пациентов групп высокого риска (курильщики, пациенты страдающие асбестозом).

### Показания

- выявление изменений в легких, не отображающихся на рентгенограммах: первичные опухоли, метастазы диаметром от 1 мм, скрытые воспалительные поражения, бронхоэктазы, эмфизема легких;
- осложнения пневмонии, в т.ч. подозрение на абсцесс легкого, эмпиему плевры;
- атипично протекающие очаговые и инфильтративные изменения в легких (дифференциальный диагноз с туберкулезным и опухолевым процессом);
- определение стадии локальной и регионарной распространенности опухолей легких, средостения, плевры (состояние лимфоузлов, серозных полостей, наличие костной деструкции);
- детализация структуры легочной паренхимы при диффузных, интерстициальных поражениях легких;

- выявление и оценка лимфаденопатии (средостение, корни легких, подмышечные области, шея);
- мониторинг пациентов с лимфопролиферативными заболеваниями, пациентов с раком легкого после хирургических вмешательств, лучевой/химиотерапии;
- подозрение на расслоение и разрыв аневризмы аорты, эмболию, мальформации ветвей легочной артерии, хроническую тромбоэмболическую легочную гипертензию;
- травма диафрагмы, грудной клетки и/или органов грудной полости;
- уточнение локализации патологических изменений легких и состояния окружающих структур перед биопсией, бронхоскопией;
- медиастинит, синдром верхней полой вены, подозрение на опухоль средостения;
- опухоли пищевода, трахео-пищеводные и бронхо-пищеводные фистулы.

### **Подготовка**

- при подозрении на опухоль или перфорацию пищевода непосредственно перед исследованием пациент получает per os небольшое количество водного раствора йодсодержащего препарата (концентрация 1:20, 30 мл раствора);
- перед проведением исследования с контрастированием (определение распространенности опухолей, ТЭЛА) уточнить наличие противопоказаний для внутривенного введения йодсодержащих препаратов, при необходимости провести гидратацию, премедикацию, установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Проведение исследования**

#### *Укладка:*

- на спине с поднятыми руками;
- редко – на животе с поднятыми руками (дифференциальная диагностика застойных явлений в субплевральных отделах и фиброза, инфильтративных изменений и позиционного дистелектаза).

#### *Контрастирование внутривенное:*

Применяется при определении локальной распространенности опухолей, ТЭЛА, заболеваниях аорты, образованиях средостения (в т.ч.

лимфома), для дифференциации лимфоузлов от сосудов и других мягкотканых структур.

Параметр	Значение
<b>Объем контрастного препарата, мл</b>	
Дифференциация лимфоузлов	50
Оценка васкуляризации опухолей	100
Компромисс	75
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения, мл/с	3-4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Дифференциация лимфоузлов	30
Оценка васкуляризации опухолей	60
Компромисс	50

*Фаза дыхания:*

- стандарт: задержка дыхания на вдохе (после гипервентиляции несколькими циклами вдох-выдох), у пациентов с одышкой – при поверхностном дыхании;
- задержка дыхания на выдохе необходима для выявления признаков обструкции бронхиол (симптом «воздушной ловушки») и дифференциации их с уплотнениями по типу «матовых стекол».

*Диапазон томографии:*

- стандарт – от верхней апертуры грудной клетки до синусов;
- при раке легкого – от входа в грудную клетку до нижнего края печени.

*Параметры томографии:*

- коллимация: 0,5-1,0 мм;
- реконструкция с ядром высокого разрешения;
- напряжение на трубке 120 кВ, 100-750 мА (автоматическая регулировка);
- при повторных исследованиях может использоваться низкодозовая томография (20-40 мАс) с уменьшением лучевой нагрузки в 5-10 раз по сравнению со стандартной КТ.

### *Реконструкция:*

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

### **МСКТ ДЛЯ СКРИНИНГА РАКА ЛЕГКОГО**

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

### **Подготовка**

- без подготовки.

## **Проведение исследования**

### *Укладка*

- на спине с поднятыми руками.

### *Контрастирование внутривенное:*

- не применяется.

### *Фаза дыхания:*

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

### *Диапазон томографии:*

- от верхней апертуры грудной клетки до синусов.

### *Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- напряжение на трубке 120 кВ, 20-30 мАс.

### *Реконструкция:*

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

## **ТРОМБОЭМБОЛИЯ ВЕТВЕЙ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ (ТЭЛА)**

ТЭЛА является состоянием, требующим особого внимания и настойчивости со стороны терапевтов, хирургов и акушеров-гинекологов, так как сопровождается высокой летальностью, но зачастую имеет нетипичные клинические проявления. ТЭЛА часто не распознается при жизни пациента. Рентгенография имеет низкую чувствительность в выявлении ТЭЛА, обычно позволяя поставить диагноз уже при состоявшемся инфаркте легкого. Сцинтиграфия обычно проводится без оценки легочной вентиляции (только перфузионная методика) и имеет зачастую неопределенные результаты. Ангиопульмонография, считавшаяся в недавние времена «золотым стандартом» диагностики, является инвазивным исследованием и не всегда выполнима. Ангиопульмонография, однако, должна применяться для проведения селективной тромболитической терапии. Современная МСКТ-ангиопульмонография уже достигла диагностической точности традиционной ангиопульмонографии и позволяет выявлять даже субсегментарные тромбы. МСКТ-64 позволяет одновременно изучить камеры сердца и исследовать венозное русло таза и нижних конечностей. В любом случае при отрицательном результате МСКТ можно быть полностью уверенным в отсутствии у паци-

ента ТЭЛА, а при положительном результате – назначить ангиопульмонографию с лечебной целью.

### Показания

*Подозрение на ТЭЛА, в том числе:*

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

### Подготовка

- установить периферический венозный катетер (18-20 G);
- при обследовании по экстренным показаниям пациентов с неизвестной функцией почек необходимо использовать изоосмолярные контрастные препараты.

### Проведение исследования

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

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

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе (после гипервентиляции посредством нескольких циклов вдох-выдох) или при поверхностном дыхании.

*Диапазон томографии:*

- от верхней апертуры грудной клетки до синусов.

*Параметры томографии:*

- коллимация: 0,5-0,625 мм;
- напряжение на трубке 120 кВ, 100-750 мА (автоматическая регулировка);
- в случае выявления ТЭЛА производится томография области малого таза и нижних конечностей в отсроченную фазу контрастирования с целью выявления тромбоза глубоких вен.

*Реконструкция:*

- МИП во фронтальной плоскости для выявления дефектов наполнения (эмболов) в ветвях легочной артерии.

## 6. МСКТ СЕРДЦА

### МСКТ-КОРОНАРОГРАФИЯ

МСКТ-коронарография является неинвазивной методикой оценки состояния коронарных артерий, позволяющей выявить их патологические изменения и уточнить показания для выбора метода профилактики или лечения ишемической болезни сердца. Преимуществами метода являются *неинвазивность*, *быстрота* исследования (10-15 минут с укладкой пациента), возможность выполнения *в амбулаторных условиях* без применения седативных препаратов, *высокая информативность* с возможностью построения 3-мерных реконструкций и виртуальных проекций. Исследование проводится с кардиосинхронизацией после введения йодсодержащего контрастного препарата в локтевую вену.

Точность методики достигает 95-98%, что позволяет при отрицательном результате теста исключить наличие значимых стенозов коронарных артерий, а при положительном результате – определить показания для медикаментозной терапии, инвазивной коронарографии с баллонированием и стентированием или аорто-коронарного шунтирования. Наибольшую ценность представляет использование этого метода у пациентов среднего возраста (40-60 лет), имеющих факторы риска развития ишемической болезни сердца. Определение степени коронарного кальциноза в настоящее время может быть рекомендовано как метод скрининга у бессимптомных пациентов с факторами риска, с болями в области сердца неясного генеза или для контроля течения атеросклероза. В любом случае МСКТ-коронарография выполняется после определения кальциноза коронарных артерий.

#### Показания

- исключение значимых стенозов коронарных артерий у пациентов с низкой/средней вероятностью наличия ишемической болезни сердца;
- боль за грудиной неясной этиологии, эпизоды аритмии;
- оценка состояния коронарных стентов, аорто- и маммаро-коронарных шунтов;
- аномалии развития коронарных артерий;
- неоднозначные результаты коронарографии или нагрузочного теста;
- исключение значимых стенозов коронарных артерий перед хирургическими некоронарными вмешательствами;



- выявление тромбоза полостей сердца (при невозможности выполнения Эхо-КГ или МРТ).

### **Противопоказания**

- постоянная форма мерцательной аритмии, частые экстрасистолы;
- общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:
  - креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкМ/л);
  - тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
  - бронхиальная астма тяжелого течения;
  - гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G);
- в день исследования не следует принимать препараты, увеличивающие частоту сердечных сокращений (кофеин, атропин, теofilлин в/в);
- требуемая ЧСС < 65 уд/мин<sup>1</sup>: при ЧСС в покое > 65-70 уд/мин в ряде случаев необходимо использовать бета-блокаторы (50-100 мг метопролола за 30-60 минут до исследования) при отсутствии противопоказаний (синусовая брадикардия, атриовентрикулярная блокада, сердечная недостаточность, бронхиальная астма);
- для обеспечения максимальной сопоставимости результатов КТ-коронарографии и КАГ желательно дать пациенту 1 дозу нитроглицерина (при отсутствии противопоказаний) непосредственно перед началом исследования.

---

<sup>1</sup> Требуемое значение ЧСС зависит от типа компьютерного томографа. 320-срезовые томографы позволяют проводить МСКТ-коронарографию практически при любой ЧСС.

## Проведение исследования

*Укладка:*

- укладка на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

- для оптимальной дифференциации различных типов бляшек в коронарных артериях требуется уровень контрастирования коронарных сосудов около 300 ед. X;
- однофазное контрастирование оптимально для оценки коронарных артерий;

Показатель	Значение
Объем контрастного препарата, мл	70 (90 для тучных пациентов)
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	30
Скорость введения, мл/с	5 (6 для тучных пациентов)
Задержка начала томографии, секунды	20-40 (или автоматически)

- двухфазное контрастирование предпочтительно при необходимости оценки анатомии сердца (см. раздел «Функциональная МСКТ сердца»).

*Определение момента начала томографии:*

- прямое указание времени задержки – не рекомендуется из-за индивидуальной variability;
- триггер начала томографии (SmartPrep, SureScan и подобные):
  - спустя 10 секунд после введения контрастного препарата начинается низкодозовая томография в кино-режиме (0,5 кадров/с) на уровне восходящей аорты;
  - при достижении уровня контрастирования восходящей аорты 140 ед. X. томография сердца начинается с задержкой 6-7 сек;
- тест-болюс:
  - введение 20 мл контрастного препарата и 20 мл физиологического раствора со скоростью 5 мл/с;
  - спустя 10 секунд начинается низкодозовая томография (0,5 кадров/с) на уровне отхождения левой коронарной артерии от аорты;

- время задержки между началом введения контрастного препарата и началом томографии = время тест-болюса + 6 секунд.

*Фаза дыхания:*

- томография начинается через 5 секунд после задержки дыхания на вдохе;
  - ВНИМАНИЕ: Необходимо избегать задержки дыхания с усилием по типу пробы Вальсальвы, т.к. это блокирует поступление болюса в верхнюю полую вену.

*Диапазон томографии:*

- стандарт – от бифуркации трахеи до основания сердца (12-15 см);
- при оценке проходимости аорто-коронарных шунтов – от верхней апертуры грудной клетки до основания сердца (до 20 см).

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- временное разрешение – менее 200 мс (при ЧСС 70-80 уд/мин);
- фактор питча определяется по ЧСС на вдохе (обычно в диапазоне 0,2-0,3);
- ретроспективная синхронизация с ЭКГ:
  - непрерывная томография с одновременной записью ЭКГ и последующей ретроспективной реконструкцией изображений в различные фазы сердечного цикла;
  - напряжение на трубке 120-140 кВ и 400-750 мА (ЭКГ-модуляция);
  - ретроспективная синхронизация может использоваться даже при ЧСС свыше 120 уд/мин, однако оптимальное качество изображений достигается при ЧСС менее 70-80 уд/мин.
- проспективная синхронизация с ЭКГ:
  - томография осуществляется в конечно-диастолическую фазу сердечного цикла (75% RR);
  - напряжение на трубке 100-120 кВ и 450-800 мАс (в зависимости от массы тела);
  - обладает преимуществом пониженной лучевой нагрузки на пациента по сравнению с ретроспективной синхронизацией;
  - оптимальна при ЧСС менее 65 уд/мин.

*Реконструкции:*

1. В случае ретроспективной синхронизации с ЭКГ выполняется стандартная реконструкция аксиальных изображений, получен-

ных в момент, соответствующий 75% сердечного цикла (RR), т.е. концу диастолы. При неудовлетворительном изображении отдельных сегментов коронарных артерий (чаще всего среднего сегмента правой коронарной артерии) требуются дополнительные реконструкции в другие фазы сердечного цикла (выполняются автоматически или рентгенолаборантом):

- реконструкция в фазы 70-80% RR по 5% при стабильном ритме (70, 75, 80% RR);
- дополнительные реконструкции в фазы 35-45% RR по 5% при нестабильном ритме (35, 40, 45%).

2. В случае возникновения во время томографии экстрасистолии соответствующие изображения должны быть исключены из анализа (автоматически).

3. У полных пациентов целесообразна реконструкция изображений с толщиной среза 1,0-1,5 мм.

4. Построение изображений коронарных артерий:

- жесткое ядро реконструкции изображения – необходимо для выявления рестеноза коронарных стентов;
- реконструкции в искривленных плоскостях вдоль коронарных сосудов – полуавтоматически (оптимальны для оценки степени стеноза):
  - у пациентов с крупными кальцинированными бляшками в коронарных артериях, а также у пациентов с установленными стентами в коронарных артериях может потребоваться ручная коррекция трассы реконструкции.
- реконструкции с помощью проекций максимальной интенсивности (МИП) оптимальны для сопоставления с данными ангиографии;
- трехмерные реконструкции (объемный рендеринг) оптимальны для демонстрации анатомии – они передаются пациенту в виде «твердых» копий вместе с протоколом исследования;
- виртуальная коронароскопия оптимальна для демонстрации возможностей метода МСКТ-коронарографии.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МСКТ СЕРДЦА**

В подавляющем большинстве случаев проводится в рамках МСКТ-коронарографии. Показания для функциональной МСКТ сердца как самостоятельного исследования не определены. МСКТ часто выполняется

для исключения тромбоза полостей сердца перед кардиоверсией (при невозможности выполнения МРТ или чреспищеводной Эхо-КГ). С помощью МСКТ-64 с шириной блока детекторов до 16 см можно выполнять сочетанное определение состояния коронарных артерий и перфузии миокарда. Это позволяет при выявлении бляшки коронарной артерии одноmomentно определять значимость соответствующего стеноза на основании анализа регионарной сократимости и перфузии миокарда.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

- двухфазное контрастирование:
  - I фаза – 80 мл контрастного препарата со скоростью 5 мл/сек;
  - II фаза – 30 мл контрастного препарата и 30 мл физиологического раствора со скоростью 2,0 мл/сек;
  - болюс физиологического раствора – 20 мл со скоростью 2,5 мл/сек.

*Определение момента начала томографии:*

- триггер начала томографии (SmartPrep, SureScan и подобные):
  - спустя 10 секунд после введения контрастного препарата начинается низкодозовая томография в кино-режиме (0,5 кадров/сек) на уровне восходящей аорты;
  - при достижении уровня контрастирования восходящей аорты 140 ед. X. томография сердца начинается с задержкой 6-7 сек;
- тест-болюс:
  - введение 20 мл контрастного препарата и 20 мл физиологического раствора со скоростью 5 мл/сек;
  - спустя 10 сек начинается низкодозовая томография (0,5 кадров/сек) на уровне отхождения левой коронарной артерии от аорты;
  - время задержки между началом введения контрастного препарата и началом томографии = время тест-болюса + 6 секунд.

*Фаза дыхания:*

- томография начинается через 5 секунд после задержки дыхания на вдохе:

- **ВНИМАНИЕ:** Необходимо избегать задержки дыхания с усилием по типу пробы Вальсальвы, т.к. это блокирует поступление болюса в верхнюю полую вену.

*Диапазон томографии:*

- от бифуркации трахеи до основания сердца (12-15 см).

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- используется только ретроспективная синхронизация с ЭКГ.

*Реконструкции:*

- определение моментов конца систолы и конца диастолы производится на основании томограмм на уровне середины левого желудочка, реконструированных во все фазы сердечного цикла (0-100% RR) с интервалом 5%;
- выполняется реконструкция томограмм всего сердца в конечно-диастолическую и конечно-систолическую фазы;
- расчет функциональных параметров сердца: конечно-диастолический и конечно-систолический объем, ударный объем, фракция выброса, масса миокарда;
- анализ регионарной сократимости миокарда осуществляется на основании МПР-томограмм (по короткой оси, двухкамерный и четырехкамерный вид) во все фазы сердечного цикла;
- трехмерные реконструкции (объемный рендеринг) оптимальны для демонстрации анатомии.

## **7. МСКТ-АНГИОГРАФИЯ АОРТЫ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СОСУДОВ**

МСКТ-ангиография уже давно перешла из области «новых» методик исследования в область рутинного клинического применения. Несмотря на успешное многолетнее использование цветового дуплексного УЗИ-исследования и рентгеновской ангиографии существует потребность в применении диагностического метода, позволяющего неинвазивно и с высокой точностью оценить сосудистые структуры на большом протяжении. Именно таким методом и является МСКТ-ангиография, предоставляющая также возможность одновременной визуализации калибра и диаметра сосуда, возможность получать изображения под различными углами при единственном сборе данных, в труднодоступных для обычной ангиографии областях. МСКТ-ангиография является методом выбора при острых, угрожающих жизни сосудистых заболеваниях, таких как аневризма, разрыв, расслоение аорты, тромбоэмболия легочной артерии, мезентериальный тромбоз. Кроме того, именно данная методика в настоящее время используется как основной метод предоперационного исследования в хирургии аорты и периферических сосудов.

### **Показания**

**АОРТА:** аномалии дуги, коарктация, аневризмы, расслоение, стеноз, окклюзия, артериит, травматические разрывы, послеоперационные исследования (искусственные клапаны, протезирование аорты).

**СОННЫЕ АРТЕРИИ:** стеноз, аневризма, расслоение, извитой ход, петлеобразование.

**ЧРЕВНЫЙ СТВОЛ:** стеноз, синдром срединной дугообразной связки.

**ПЕЧЕНОЧНАЯ АРТЕРИЯ:** уточнения анатомии перед операцией, выявление стенозов или окклюзии после трансплантации печени.

**МЕЗЕНТЕРИАЛЬНЫЕ СОСУДЫ:** хроническая, острая ишемия, аневризмы.

**ПОЧЕЧНЫЕ АРТЕРИИ:** стеноз, аномалии развития, фибромускулярная дисплазия.

**АРТЕРИИ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ:** окклюзионная болезнь, аневризмы, постуральная компрессия подключичной артерии, синдром обкрадывания.

**ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ:** кровотечения, инфекции, тромбоз шунтов, аневризмы анастомозов.

### Противопоказания

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### Подготовка

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### Проведение исследования

*Укладка:*

- лежа на спине с поднятыми руками;
- руки вдоль туловища при исследовании сосудов шеи;
- при МСКТ-ангиографии грудного отдела аорты требуется синхронизация с ЭКГ (ретроспективная или проспективная).

*Контрастирование внутривенное:*

Для оптимального контрастирования сосудов желателен использовать контрастный препарат с концентрацией йода не менее 350 мг/мл.

Показатель	Значение
Концентрация йода, мг/мл	Желательно 350
Объем контрастного препарата, мл	100-150
Объем физиологического раствора, мл (для двух-колбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	5



<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Экстракраниальные артерии	20-25 сек Запуск по триггеру: 2 секунды от момента поступления болюса в восходящую аорту (120 ед.Х.) Расчет по тест-болюсу: время поступления контраста в восходящую аорту + 2 секунды
Грудной отдел аорты	25 сек Запуск по триггеру: 6 секунд от момента поступления болюса в восходящую аорту (120 ед.Х.) Расчет по тест-болюсу: время поступления контраста в восходящую аорту + 6 секунд
Брюшной отдел аорты	30 сек Запуск по триггеру: 6 секунд от момента поступления болюса в брюшную аорту (120 ед.Х.)
Артерии верхних конечностей	25 сек Запуск по триггеру: 6 секунд от момента поступления болюса в нисходящую аорту (120 ед.Х.)
Артерии нижних конечностей	30-35 сек Запуск по триггеру: 6 секунд от момента поступления болюса в инфраренальный отдел брюшной аорты (120 ед.Х.)

*Определение момента начала томографии:*

- прямое указание времени задержки – не рекомендуется из-за индивидуальной variability;
- тест-болюс:
  - одновременный запуск пробного введения 20 мл контрастного препарата и 20 мл физиологического раствора (скорость 5 мл/сек) и низкодозового томографии в кино-режиме (0,5 кадров/сек);
  - расчет времени задержки между началом введения контрастного препарата и началом томографии зоны интереса.

- триггер начала томографии – автоматический или полуавтоматический запуск томографии при поступлении болюса в зону исследования (достижение пороговой плотности около 100-120 ед.Х.).

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе при исследовании аорты;
- при исследовании сосудов шеи – не глотать и задержать дыхание;
- при исследовании сосудов брюшной полости – задержка дыхания или поверхностное дыхание;
- исследование без задержки дыхания при исследовании сосудов верхних и нижних конечностей.

*Диапазон томографии:*

- экстракраниальные артерии – от дуги аорты до виллизиева круга (направление снизу-вверх);
- грудной отдел аорты – от основания сердца до дуги аорты (направление снизу-вверх);
- артерии верхних конечностей – от дуги аорты до кистей (направление снизу-вверх);
- брюшной отдел аорты и его ветви – от диафрагмы до седалищных бугров (направление сверху-вниз);
- артерии нижних конечностей – от крыльев подвздошных костей до стоп (направление сверху-вниз).

*Параметры томографии:*

- при подозрении на расслоение, разрыв аорты или других крупных сосудов исследование начинается с нативного томографии для выявления гематомы;
- коллимация 0,5-0,625 мм;
- время оборота трубки 0,33-0,5 сек:
  - ВНИМАНИЕ: При проведении МСКТ артерий нижних конечностей необходимо увеличивать длительность спирали томографии, чтобы не «опередить» болюс контрастного препарата.
- напряжение на трубке 120-140 кВ.

*Реконструкция:*

- при МСКТ грудного отдела аорты с ретроспективной кардиосинхронизацией аксиальные томограммы реконструируются в диапазоне 60-75% RR;

- МПР в искривленных плоскостях вдоль сосудов (оптимальны для оценки степени стеноза):
  - грудной и брюшной отделы аорты – МПР и МИП в сагиттальной плоскости;
  - у пациентов с крупными кальцинированными бляшками в артериях, а также у пациентов с установленными стентами требуется ручная коррекция трассы реконструкции.
- реконструкции проекций максимальной интенсивности (МИП) оптимальны для сопоставления с данными ангиографии;
- трехмерные реконструкции (объемный рендеринг) оптимальны для демонстрации анатомии, передаются пациенту в виде «твердых» копий вместе с протоколом исследования;
- протокол автоматического вычитания костной ткани позволяет получить наиболее наглядные изображения сосудистого русла;
- виртуальная ангиоскопия оптимальна для демонстрации возможностей метода МСКТ-ангиографии.

## **8. МСКТ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА**

КТ с внутривенным контрастированием является основным методом дифференциальной диагностики очаговых поражений органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Применяется для обследования всех пациентов с онкологическими заболеваниями органов пищеварения для оценки местной, регионарной и отдаленной распространенности онкологического процесса. С развитием технологии МСКТ повысилась чувствительность метода в диагностике очаговых образований органов брюшной полости диаметром от 3-5 мм (мелкие кисты, метастазы, лимфоузлы), стала возможной дифференциация опухолевой инвазии сосудистых структур. Выполнение многоплоскостных и/или трехмерных реконструкций органов, прилежащих сосудистых и костных структур стало рутинным и неотъемлемым компонентом всех МСКТ-исследований.

С увеличением частоты применения контрастных препаратов изменились принципы подготовки кишечника – на смену классическому заполнению пищеварительного канала рентген-позитивным препаратом (раствор йодсодержащего вещества) пришли рентген-негативные препараты (вода, воздух). Это обусловлено необходимостью получения объемных изображений аорты и ее ветвей, мочевыводящих путей, качество трехмерной реконструкции которых снижается при использовании рентген-позитивных препаратов. Более того, растяжение двенадцатиперстной кишки и желудка водой в сочетании с внутривенным контрастным усилением (паренхиматозная фаза) позволяет провести МСКТ-холангиографию, точно оценить местную распространенность опухолей головки поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки и желудка. Большинство исследований органов брюшной полости вообще не требует контрастирования пищеварительного тракта.

Все большее значение приобретает применение КТ при острых хирургических заболеваниях, в частности, при панкреатите, аппендиците, забрюшинных флегмонах, перфорации кишечника, кишечной непроходимости. При остром панкреатите МСКТ с внутривенным контрастированием используется для первоначальной оценки степени поражения железы (некроз, скопление свободной жидкости) и для контроля ее состояния в ходе лечения. В хорошо оборудованных клиниках синдром «острого живота» может рассматриваться как показание для проведения КТ в экстренном порядке. КТ органов брюшной полости про-

водится как поисковая методика у пациентов с лихорадкой или болями неясного генеза и находящихся в септическом состоянии.

Современные компьютерные программы существенно расширили возможности МСКТ в диагностике заболеваний кишечника. Использование методики энтероклизмы (заполнение кишки водой) в сочетании с внутривенным введением спазмолитика и томографией в паренхиматозную фазу контрастирования позволяет четко дифференцировать стенку тонкой кишки и оценить распространенность опухолевого поражения. Виртуальная колоноскопия является одной из наиболее обсуждаемых методик лучевой диагностики, в силу ее относительной неинвазивности и высокой точности в выявлении полипов с высоким риском малигнизации. Однако целесообразность применения этого метода для скрининга рака толстой кишки остается спорной, так как распространенность полипов в популяции высока и в большинстве случаев требуется дообследование с помощью классической колоноскопии с биопсией.

## **МСКТ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ – БАЗОВАЯ МЕТОДИКА**

### **Показания**

- заболевания печени: стеатоз, цирроз, тромбоз портальной вены, синдром Бадда-Киари;
- доброкачественные и злокачественные образования печени;
- определение местной распространенности опухолей желудка, тонкой и толстой кишки, поджелудочной железы, селезенки, неорганных опухолей;
- выявление метастатического поражения печени при раке толстой кишки, поджелудочной железы, прямой кишки, желудка;
- абсцессы печени и селезенки;
- лихорадка неясного генеза;
- диагностика острых заболеваний желчного пузыря (при невозможности проведения УЗИ у пациентов с метеоризмом, избыточной массой тела и пр.);
- диагностика причины кишечной непроходимости;
- дифференциальная диагностика пальпируемых объемных образований брюшной полости.

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов (в ряде случаев возможно выполнение МСКТ без контрастирования):

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Подготовка кишечника**

- МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства проводится до рентгенологических исследований пищеварительного тракта с бариевой взвесью либо после полного её введения;
- контрастирование рентген-негативным препаратом используется при исследованиях с внутривенным контрастированием и 3D-реконструкцией артериальной фазы, при заболеваниях поджелудочной железы, блоке желчеотведения (МСКТ-холангиография):
  - в течение 1 часа перед исследованием необходимо принять внутрь около 1,5 л воды без газа;
  - для оптимального растяжения всех отделов тонкой кишки объем выпиваемой жидкости может быть увеличен до 2 л за 1,5 часа до начала исследования;
  - для оптимальной визуализации поджелудочной железы и двенадцатиперстной кишки рекомендуется внутривенное введение спазмолитика (глюкагон, бускопан) и пероральный прием 0,5 л воды непосредственно перед началом исследования. По-

ложение пациента на правом боку на столе томографа может улучшить растяжение двенадцатиперстной кишки водой.

- контрастирование рентген-позитивным препаратом – исследования по экстренным показаниям, диагностика послеоперационных осложнений, абсцессов в брюшной полости, выявление причины кишечной непроходимости:
  - подготовка раствора – 40 мл урографина, гипака, верографина на 1,0 л воды или использование специального контрастного препарата для контрастирования кишечника;
  - для контрастирования петель кишечника необходимо принять 1,0 л раствора контрастного препарата в течение 1 часа перед исследованием;
  - для оптимального контрастирования толстой кишки необходимо принять внутрь около 0,5 л раствора контрастного препарата вечером накануне исследования и 0,5-1,0 л утром в день исследования;
  - также может использоваться специальная суспензия сульфата бария для КТ.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Концентрация йода, мг/мл	320-350
Объем контрастного препарата, мл	100
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	30
Портально-венозная фаза	70 (40 сек после артериальной фазы)

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от купола диафрагмы до симфиза лонных костей.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-1,5 мм;
- многофазное исследование:
  - нативное исследование необходимо для выявления камней и кальцификатов;
  - артериальная фаза (наиболее информативна для оценки васкуляризации опухолей, оценки состояния артерий брюшной полости);
  - портально-венозная фаза (наиболее информативна для выявления метастатического поражения печени, дифференциации лимфоузлов);
  - в целях уменьшения лучевой нагрузки при контрольных обследованиях может выполняться томография только в отдельные фазы контрастирования (например, артериальная и портально-венозная фазы для выявления метастазов в печень).

*Реконструкция:*

- для уменьшения шума при обследовании пациентов с избыточной массой тела – реконструкция с толщиной среза 2,5-5 мм (в аксиальной и фронтальной плоскостях);
- многоплоскостные реконструкции, в т.ч. МИП по ходу крупных артериальных стволов для оценки васкуляризации патологических образований, для поиска лимфоузлов в брюшной полости;
- 3D объемный рендеринг – оценка взаиморасположения опухоли и сосудистых структур (выполняется после коррекции диапазона отображаемых значений шкалы Хаунсфилда).

## **МСКТ ПРИ СИНДРОМЕ ОСТРОГО ЖИВОТА**

### **Показания**

- подозрение на гнойно-деструктивный процесс;
- подозрение на расслоение и разрыв аневризмы брюшного отдела аорты;
- выявление источника внутрибрюшного кровотечения;
- травма брюшной полости;
- острый панкреатит;
- перфорация полого органа;
- выявление причины кишечной непроходимости.



### **Подготовка**

- обычно без подготовки.

Пероральное контрастирование необходимо при подозрении на перфорацию кишки, абсцесс, аппендицит, панкреатит: за 1 час до исследования пациент должен принять внутрь 500-1000 мл растворенного в воде контрастного вещества (20 мл йодсодержащего препарата на 500 мл воды).

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Концентрация йода, мг/мл	320-350
Объем контрастного препарата, мл	100
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	30
Портально-венозная фаза	70 (40 сек после артериальной фазы)

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до седалищных бугров.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-1,5 мм;
- многофазное исследование:
  - нативное исследование;
  - артериальная фаза – томография при поступлении болюса контрастного препарата в брюшную аорту (обычно спустя 20-30 секунд);
  - портально-венозная фаза – спустя 60-80 секунд от начала введения контраста или 40 секунд после артериальной фазы.

*Реконструкция:*

- МИП с толщиной среза 2-3 мм – оценка сосудов, поиск источника внутрибрюшного кровотечения;
- МПР во фронтальной и сагиттальной плоскости для демонстрации аорты и ее ветвей, степени распространения скоплений свободной жидкости.

## **МСКТ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ**

### **Показания**

- опухоли поджелудочной железы;
- острый и хронический панкреатит;
- травма поджелудочной железы;
- определение уровня и причины блока желчеотведения.

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 5-6 часов после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Подготовка кишечника**

- МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства проводится до рентгенологических исследований пищеварительного тракта с бариевой взвесью;

- контрастирование рентген-негативным препаратом – при проведении исследований с 3D-реконструкцией артериальной фазой, при заболеваниях поджелудочной железы, блоке желчеотведения (МСКТ-холангиография):
  - в течение 30 минут перед исследованием необходимо принять внутрь около 1 л воды без газа;
  - дополнительно 0,5 л воды пациент выпивает непосредственно перед началом исследования и располагается в положении на правом боку на столе томографа.

### **Проведение исследования**

#### *Укладка:*

- для максимального растяжения двенадцатиперстной кишки водой пациент располагается в положении на правом боку на столе томографа (после приема жидкости per os) в течение 3-5 минут, далее проводится МСКТ в положении пациента на спине с поднятыми руками.

#### *Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Ранняя артериальная фаза (только при поиске инсулиномы)	20-30
Поздняя артериальная фаза	30-40
Портально-венозная фаза	60-80 (40 сек после артериальной фазы)

#### *Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

#### *Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до крыльев подвздошных костей.

#### *Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- многофазное исследование:

- нативная фаза (необходима для выявления кальцификатов поджелудочной железы);
- ранняя артериальная фаза (используется только при поиске инсулиномы);
- поздняя артериальная фаза (наиболее информативна для диагностики опухолей поджелудочной железы);
- портально-венозная фаза (необходима для выявления метастатического поражения печени).

#### *Реконструкция:*

- у пациентов с избыточной массой тела рекомендуется проведение томографии с более высокими значениями напряжения на рентгеновской трубке (120-140 кВ) и реконструкция томограмм с толщиной среза 1,0-1,5 мм;
- многоплоскостные реконструкции в плоскости органов (например, искривленная фронтальная реконструкция вдоль поджелудочной железы и панкреатического протока);
- МИП в наклонных плоскостях для выявления опухолевой инвазии сосудов;
- МиниП – оценка желчных протоков во фронтальной плоскости (паренхиматозная фаза контрастирования);
- 3D объемный рендеринг – оценка взаиморасположения опухолей и сосудистых структур (выполняется после выбора и коррекции диапазона отображаемых значений шкалы Хаунсфилда).

## **МСКТ ЖЕЛУДКА**

### **Показания**

- определение местной и регионарной распространенности онкологического процесса.

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 5-6 часов после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Подготовка кишечника**

- МСКТ желудка проводится до рентгенологических исследований пищеварительного тракта с бариевой взвесью;
- контрастирование рентген-негативным препаратом:
  - в течение 30 минут перед исследованием необходимо принять внутрь около 1 л воды без газа;
  - непосредственно перед началом исследования пациент принимает внутрь еще 0,5 л воды, смесь лимонной кислоты и соды и располагается в положении на правом боку на столе томографа.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками, на животе, на правом или левом боку.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	30
Портально-венозная фаза	70 (40 сек после артериальной фазы)

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до крыльев подвздошных костей.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- многофазное исследование:
  - нативное исследование;
  - артериальная фаза;
  - портально-венозная фаза (наиболее информативная для определения границ опухоли и выявления вторичного поражения печени).

*Реконструкция:*

- для уменьшения шума – реконструкция с толщиной среза 3-5 мм;
- МПР в наклонных плоскостях, перпендикулярных стенке желудка;
- МИП – оценка васкуляризации;
- 3D объемный рендеринг – оценка взаиморасположения опухоли и сосудистых структур (выполняется после коррекции диапазона отображаемых значений шкалы Хаунсфилда).

## **МСКТ ТОНКОЙ КИШКИ**

### **Показания**

- опухолевое поражение тонкого кишечника;
- выявление причины хронической или рецидивирующей кровопотери;
- болезнь Крона.

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 5-6 часов после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G);
- установить назо-гастральный зонд;
- рекомендуется прием спазмолитика (глюкагон, бускопан, гиосцина бутилбромид в/в) за 15 минут до исследования.

### **Подготовка кишечника**

- МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства проводится до рентгенологических исследований пищеварительного тракта с бариевой взвесью;
- контрастирование рентген-негативным препаратом – заполнение кишечника через назо-гастральный зонд 2 л гипотонического раствора.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- положение пациента на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатели</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	30
Портально-венозная фаза	70 (40 сек после артериальной фазы)

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до седалищных бугров.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- многофазное исследование:
  - нативная фаза;
  - артериальная фаза (не требуется при болезни Крона);
  - портально-венозная фаза (наиболее информативна для оценки степени опухолевого поражения).

*Реконструкция:*

- МПР с толщиной среза 3-5 мм для определения степени распространенности онкопроцесса;
- МИП в наклонных плоскостях для выявления опухолевой инвазии сосудов.

## **МСКТ-КОЛОНОГРАФИЯ (ВИРТУАЛЬНАЯ КОЛОНОСКОПИЯ)**

### **Показания**

- выявление полипов и опухолей толстого кишечника.

### **Противопоказания**

- наличие дивертикулов и высокий риск перфорации кишечника.

### **Подготовка**

- МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства проводится до рентгенологических исследований пищеварительного тракта с бариевой взвесью;
- необходимо максимально возможное очищение толстой кишки за 2 дня до исследования (использование суппозиториев, пероральный прием Фортранса в объеме около 2-3 л);
- исследование проводится натощак (спустя как минимум 5-6 часов после еды);
- рекомендуется прием спазмолитика (глюкагон, бускопан, гиосцина бутилбромид внутривенно) за 15 минут до исследования;
- толстый кишечник заполняется CO<sub>2</sub> самостоятельно пациентом (воздух использовать нежелательно из-за его низкой степени всасывания) до появления у пациента болезненных ощущений (растяжение кишки).



## **Проведение исследования**

### *Укладка:*

- попеременное исследование пациента на спине/животе с поднятыми руками.

### *Контрастирование внутривенное:*

- не требуется.

### *Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

### *Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до седалищных бугров.

### *Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- полипозиционное исследование:
  - топограмма используется для контроля степени заполнения кишечника газом;
  - низкодозовая томография в положении пациента на спине;
  - низкодозовая томография в положении пациента на животе.

### *Реконструкция:*

- МПР во фронтальной плоскости и в наклонных плоскостях;
- программы автоматического выявления полипов (3D моделирование стенки кишки).

## 9. МСКТ ПОЧЕК И НАДПОЧЕЧНИКОВ

Значительная часть обследований в отделениях лучевой диагностики проводится пациентам с урологическими заболеваниями. Вследствие развития лучевой диагностики за последние 10 лет произошли существенные изменения диагностических алгоритмов. Например, КТ стала обязательным методом исследования у большинства пациентов с почечной коликой, гнойно-деструктивными заболеваниями почек, а акцент применения МР-томографии сместился в область диагностики заболеваний органов малого таза.

Клиническая значимость КТ в урологии стала очевидной уже на первых этапах развития метода. К концу 80-х – началу 90-х годов XX века КТ стала стандартом диагностики рака почки. Постепенно исчезла потребность в проведении почечной ангиографии для дифференциальной диагностики кист и опухолей почки, а также венографии нижней полой вены для диагностики ее опухолевого тромбоза. Благодаря возможности измерения плотности тканей по шкале Хаунсфилда появилась возможность точно выявлять жировую ткань в опухолях почек, являющуюся практически патогномоничной для ангиомиолипомы. Дифференциальная диагностика образований надпочечников (аденома, метастаз, феохромоцитомы) стала возможной благодаря способности КТ выявлять внутриклеточные липиды, характерные для аденомы (плотность ее обычно менее 15 единиц Хаунсфилда). У пациентов с гематурией КТ-урография фактически стала начальным, а зачастую и достаточным методом выявления переходно-клеточного рака любой локализации (от чашечек почек до мочевого пузыря). Соответственно, потребность в выполнении традиционной рентгеновской урографии за последние два десятилетия существенно снизилась.

### МСКТ ПОЧЕК И МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ

#### Показания

- дифференциальная диагностика объемных образований почек (кисты, опухоли, артерио-венозные мальформации);
- диагностика и стадирование опухолей почек и мочевыводящих путей;
- выявление стенозов почечных артерий;
- макрогематурия;
- выявление рецидива рака почки после резекции или нефрэктомии;
- почечная колика (МСКТ без внутривенного контрастирования);

- выявление причины обструкции мочеточника (МСКТ-урография);
- пиелонефрит, абсцесс почки;
- травма почки.

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Подготовка кишечника**

- контрастирование рентген-негативным препаратом:
  - в течение 1 часа перед исследованием необходимо принять внутрь около 1 л воды без газа;
- пероральное контрастирование выполняет также нефропротективную функцию за счет гидратации пациента, увеличения объема разведения и скорости элиминации йодсодержащего контрастного препарата.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	25-30
Нефрографическая фаза	90 (60 сек после артериальной фазы)
Урографическая фаза	400-600 (300-480 сек после нефрографической фазы)
Отсроченная урографическая фаза (при подозрении на уриному)	15-30 минут

Кортико-медуллярная, венозная и тубулярная фазы контрастирования почек (40-60 сек, 60-80 сек и 120 сек, соответственно) обычно не используются из-за недостаточной информативности по сравнению с нефрографической фазой.

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до седалищных бугров.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- многофазное исследование:
  - нативное исследование (может выполняться при пониженном напряжении на рентгеновской трубке – 40-50 мАс);
  - артериальная фаза (задержка 25-30 сек. от начала введения контрастного препарата) позволяет оценить состояние почечных артерий и отдифференцировать сосудистые образования;
  - нефрографическая фаза (задержка 90-100 сек. от начала введения контрастного препарата) наиболее информативна для выявления опухолей почек, гнойно-деструктивных очагов;
  - урографическая фаза (задержка 7-10 минут от начала введения контрастного препарата) может выполняться при пониженном напряжении на рентгеновской трубке – 40-50 мАс;

– отсроченная урографическая фаза используется для диагностики урином.

Протокол исследования может адаптироваться в зависимости от предварительного диагноза:

- для выявления конкрементов в мочевых путях у пациентов с почечной коликой используется только нативное сканирование;
- у пациентов с подозрением на вазо-уретральный конфликт для предварительного контрастирования мочевыводящих путей может использоваться введение 20 мл контрастного препарата за 5-7 минут до начала исследования, что позволит получить комбинированное изображение артерий и мочеточников;
- для уточнения причины обструкции мочеточника может проводиться МСКТ-урография, т.е. томография в урографическую фазу контрастирования (задержка 7-10 минут от начала внутривенного введения контрастного препарата);
- для диагностики стриктур уретры исследование может дополняться микцией (после достаточного наполнения мочевого пузыря контрастным препаратом) с выполнением исследования во время мочеиспускания и последующей трехмерной реконструкции мочеиспускательного канала.

*Реконструкция:*

- у пациентов с избыточной массой тела рекомендуется проведение томографии с более высокими значениями напряжения на рентгеновской трубке (120-140 кВ) и реконструкция томограмм с толщиной среза 1,0-1,5 мм;
- многоплоскостные реконструкции во фронтальной и сагиттальной плоскостях (возможно в наклонной плоскости для каждой почки в отдельности);
- МИП для визуализации камней в мочевых путях;
- 3D объемный рендеринг и МИП во фронтальной плоскости для представления почек, мочеточников, мочевого пузыря в урографическую фазу.

## **МСКТ НАДПОЧЕЧНИКОВ**

### **Показания**

- метод выбора для визуализации надпочечников;
- выявление и дифференциальная диагностика опухолей надпочечников (при наличии клинико-лабораторных показаний);
- дифференциальная диагностика аденомы, гиперплазии надпочечников.

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Подготовка кишечника**

- контрастирование кишечника рентген-позитивным препаратом:
  - в течение 0,5 часа перед исследованием необходимо принять внутрь около 500 мл раствора контрастного вещества (20 мл йодсодержащего препарата на 500 мл воды);
  - также может использоваться специальная суспензия сульфата бария для КТ.

## Проведение исследования

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

Показатель	Значение
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Портально-венозная фаза	60-80 сек
Отсроченная фаза	10-15 минут

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от диафрагмы до нижних полюсов почек.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- многофазное исследование:
  - нативное исследование (может выполняться при пониженном напряжении на рентгеновской трубке – 40-50 мАс);
  - портально-венозная фаза (наиболее информативная для дифференциации очаговых образований надпочечников);
  - отсроченная фаза (дифференциальная диагностика аденом надпочечников проводится с учетом степени вымывания контрастного препарата).

*Реконструкция:*

- у пациентов с избыточной массой тела рекомендуется проведение томографии с более высокими значениями напряжения на рентгеновской трубке (120-140 кВ) и реконструкция томограмм с толщиной среза 1,0-1,5 мм;
- многоплоскостные реконструкции во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

## 10. МСКТ МАЛОГО ТАЗА

С появлением МРТ значение КТ в исследованиях органов малого таза значительно уменьшилось. Это обусловлено высокой мягкотканной контрастностью МРТ, позволяющей четко дифференцировать границы и стенки органов малого таза, зональную анатомию простаты или матки. Соответственно, МРТ является базовым методом исследования при раке простаты, шейки матки, мочевого пузыря. КТ в основном используется для определения регионарной распространенности опухолевого процесса, выявления лимфаденопатии и изучения костного скелета. В этих случаях МСКТ проводится с захватом малого таза и брюшной полости.

Применение внутривенного и внутривагинального контрастирования в сочетании с трехмерными реконструкциями существенно расширяет возможности МСКТ в диагностике гнойно-деструктивных процессов, опухолей мочевого пузыря, прямой кишки. Для получения оптимальных результатов выполняется предварительное заполнение сигмовидной и прямой кишки раствором йодсодержащего контрастного препарата *per os* или *per rectum* с последующим проведением томографии в паренхиматозную фазу контрастирования.

### Показания

- первичное стадирование (определение местной и регионарной распространенности), контроль эффективности лечения и диагностика рецидива при раке мочевого пузыря, яичников;
- осложнения после операций: абсцессы, инфильтраты, кровоизлияния, свищи.

### Подготовка

- контрастирование кишечника рентген-позитивным препаратом:
  - подготовка раствора – 40 мл йодсодержащего контрастного препарата на 1,0 л воды (также может использоваться специальная суспензия сульфата бария для КТ);
  - для оптимального контрастирования толстой кишки необходимо принять внутрь около 0,5-1,0 л раствора контрастного препарата вечером накануне исследования и 0,5 л утром в день исследования;
  - контрастирование прямой кишки через клизму непосредственно перед началом исследования (в настоящее время практически не применяется);



- подготовка мочевого пузыря: для исследования мочевого пузыря необходимо его хорошее естественное наполнение (оценка стенок), для исследования остальных органов малого таза достаточно умеренного расправления:
  - у пациентов с мочевым катетером пузырь заполняется после перекрытия катетера или ретроградно через катетер.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	30
Паренхиматозная фаза	60-70
Отсроченная фаза (оценка мочевого пузыря)	600-900

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- от седалищных бугров до крыльев подвздошных костей;
- от седалищных бугров до диафрагмы (при стадировании опухолей).

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- многофазное исследование:
  - артериальная фаза (необходима для оценки васкуляризации опухолей);
  - паренхиматозная фаза (наиболее информативная для определения границ и распространенности опухоли);
  - отсроченная фаза – для проведения виртуальной цистоскопии.

*Реконструкция:*

- у пациентов с избыточной массой тела рекомендуется проведение томографии с более высокими значениями напряжения на рентгеновской трубке (120-140 кВ) и реконструкция томограмм с толщиной среза 1,0-1,5 мм;
- многоплоскостные реконструкции для оценки стенок органов малого таза и определения степени распространенности опухоли;
- МИП для визуализации камней и конкрементов, оценки васкуляризации опухолей.

## **11. МСКТ ВСЕГО ТЕЛА (ГРУДНАЯ КЛЕТКА, БРЮШНАЯ ПОЛОСТЬ, МАЛЫЙ ТАЗ)**

### **Показания**

- выявление лимфоаденопатии и отдаленных метастазов, контроль эффективности лечения лимфомы, меланомы, рака яичка, молочной железы, колоректального рака, шейки матки;
- определение местной и регионарной распространенности, выявление отдаленных метастазов, контроль эффективности лечения, диагностика рецидива рака почки, мочевого пузыря;
- поиск первичной опухоли при наличии метастазов из невыявленного очага;
- лихорадка неясного генеза, сепсис;
- скрининг заболеваний (только низкодозовая версия).

### **Противопоказания**

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:

- креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л);
- тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги);
- бронхиальная астма тяжелого течения;
- гипертиреоз.

### **Подготовка**

У пациентов с противопоказаниями для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов необходимо провести премедикацию, гидратацию и использовать изоосмолярные или низкоосмолярные контрастные препараты (см. главу 2).

- исследование проводится натощак (спустя как минимум 3 часа после еды);
- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

### **Подготовка кишечника**

- в большинстве случаев требуется контрастирование кишечника рентген-позитивным препаратом (раствор йодсодержащего контрастного препарата или специальная суспензия сульфата бария для КТ):

- для оптимального контрастирования толстой кишки необходимо принять внутрь около 0,5 л раствора контрастного препарата вечером накануне исследования и 0,5-1,0 л утром в день исследования.

### **Проведение исследования**

*Укладка:*

- на спине с поднятыми руками. Для уменьшения артефактов на уровне шеи одна рука может быть помещена вдоль туловища.

*Контрастирование внутривенное:*

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	50
Скорость введения, мл/с	3
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза	30
Паренхиматозная фаза	70

*Фаза дыхания:*

- исследование на вдохе.

*Диапазон томографии:*

- диапазон исследования включает область шеи, грудную клетку, брюшную полость и забрюшинное пространство, малый таз: исследование от основания черепа до седалищных бугров.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-1,5 мм;
- время оборота трубки – 0,35-0,7 сек;
- однофазное исследование – контроль опухолей, выявление лимфаденопатии:
  - томография от шеи до малого таза в паренхиматозную фазу контрастирования.
- многофазное исследование – первичное выявление метастатического поражения органов брюшной полости и малого таза:
  - нативная фаза – томография брюшной полости;
  - артериальная фаза – томография брюшной полости;
  - венозная фаза – томографии области шеи, грудной клетки, брюшной полости и малого таза;

– отсроченная фаза (по усмотрению врача).

*Реконструкция:*

- многоплоскостные реконструкции во фронтальной плоскости по 2-3 мм в венозную фазу (грудная клетка, брюшная полость и малый таз);
- первичный просмотр и распечатка мультиформатных пленок: аксиальные реконструкции по 5 мм;
- аксиальные срезы грудной клетки в легочном режиме по 5 мм.

## 12. МСКТ КОСТНО-СУСТАВНОЙ СИСТЕМЫ

Появление МСКТ произвело революции в травматологии и ортопедии, так как возможность трехмерного отображения костных структур резко повысила точность планирования оперативных вмешательств. Выявление рентгенологически скрытых переломов сложных анатомических областей (позвоночник, кисть, стопа, тазобедренный сустав), виртуальная экзартикуляция с определением степени вдавления костной пластинки, уточнение количества и расположения костных отломков стали рутинными показателями для проведения МСКТ. Возможность быстрого исследования всего тела вывела МСКТ на первый план среди диагностических методик, применяемых у пациентов с политравмой. С развитием технологий лазерного моделирования (стереолитографии) большую распространенность получило планирование реконструктивно-пластических операций и изготовление индивидуальных синтетических трансплантатов на основе данных МСКТ.

### Показания

- исследование пациента с политравмой (включая дорожно-транспортные происшествия);
- уточнение характеристик сложных переломов;
- травма позвоночника (в т.ч. травма ныряльщика);
- выявление внутрисуставных свободных тел;
- планирование оперативных реконструктивных вмешательств;
- отсутствие консолидации перелома;
- хронический остеомиелит (выявление секвестров);
- дегенеративные заболевания позвоночника, вертеброгенная радикулонейропатия (при наличии противопоказаний для МРТ);
- выявление разрывов внутрисуставной губы плечевого сустава (МСКТ-артрография);
- опухоли костей (МСКТ используется для диагностики остеонидной остеомы, выявления кальцификатов, но она уступает МРТ в оценке местной распространенности опухолевого процесса);
- подозрение на остеонекроз (МСКТ уступает МРТ в диагностике ранней стадии остеонекроза).

### Подготовка

- снять металлические предметы (украшения, съемные зубные протезы);
- при проведении МСКТ-артрографии плечевого сустава контрастное вещество (350 мг йода/мл) в объеме 3-5 мл и около 15

мл воздуха вводят в суставную полость непосредственно перед началом исследования;

- при проведении МСКТ-фистулографии контрастное вещество в необходимом объеме вводится в свищевой ход.

### **Проведение исследования**

#### *Укладка:*

- в зависимости от зоны исследования. В любом случае необходимо максимально возможное выравнивание соответствующей части тела пациента (особенно важно при исследовании шейного отдела позвоночника).

#### *Контрастирование внутривенное:*

- используется при диагностике абсцессов, опухолей мягких тканей, однако МРТ предпочтительна для стадирования опухолей.

#### *Диапазон томографии:*

- используется классическое правило рентгенологии – диапазон исследования конечности должен включать 2 ближайших сустава
- для получения оптимального пространственного разрешения должен использоваться минимально возможный размер поля исследования (FOV).

#### *Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- напряжение на рентгеновской трубке 120 кВ, 150-400 мАс;
- при обследовании области тела с наличием металлического импланта используются более высокие значения тока на трубке (до 600-700 мАс) и специальные алгоритмы реконструкции с подавлением артефактов.

#### *Реконструкция:*

- костный и стандартный фильтры;
- просмотр и печать аксиальных томограмм с толщиной среза 2-3 мм;
- МПР – сагиттальные, фронтальные, наклонные реконструкции с учетом анатомических особенностей;
- 3D объемный рендеринг для максимальной объективизации анатомических особенностей пациента и характеристик патологического процесса.

### **13. МСКТ ПРИ ПОЛИТРАВМЕ**

Пациенты, направленные на обследование с диагнозом «политравма» (в т.ч. после дорожно-транспортных происшествий), требуют немедленного выполнения исследования для выявления угрожающих жизни повреждений. В классической ситуации после стабилизации гемодинамики в первую очередь проводятся исследования органов грудной клетки (рентгенография) для выявления гемоторакса, пневмоторакса, переломов ребер. Затем ультразвуковое исследование органов брюшной полости для выявления свободной жидкости и повреждения органов. Следующим этапом проводят КТ головного мозга и шейного отдела позвоночника (при наличии неврологической симптоматики) для определения необходимости нейрохирургического вмешательства.

Однако в последние годы все большее внимание уделяется проведению экстренной МСКТ всего тела без или с внутривенным контрастированием. Это позволяет менее чем за 10 минут выявить повреждения головного мозга, позвоночника, органов грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза, аорты и ее ветвей, костей скелета.

#### **Показания**

- оценка состояния скелета, головного мозга и внутренних органов у пациентов с высокой вероятностью наличия угрожающих жизни повреждений.

#### **Противопоказания**

- при бесконтрастном исследовании – отсутствуют. При необходимости внутривенного введения контрастных препаратов – стандартные ограничения.

#### **Подготовка**

- установить периферический венозный катетер (18-20 G).

#### **Проведение исследования**

##### *Укладка:*

- положение пациента на спине, руки за головой (если возможно) или вдоль туловища;
- для уменьшения артефактов при томографии грудной клетки руки пациента могут быть закреплены над головой после исследования головы и шеи;



- в некоторых аппаратах необходима ЭКГ-синхронизация для получения четких изображений восходящей аорты;
- при обследовании пациентов, находящихся в тяжелом состоянии, на искусственной вентиляции легких под контролем реаниматолога, необходимо убедиться в возможности движения стола томографа без смещения дыхательных трубок, катетеров.

*Контрастирование внутривенное:*

- при подозрении на повреждение сосудов внутривенное контрастирование обязательно (даже при неизвестном уровне сывороточного креатинина и скорости клубочковой фильтрации).

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Концентрация йода, мг/мл	350
Объем контрастного препарата, мл	90-120
Объем физиологического раствора, мл (для двухколбового инжектора)	40
Скорость введения, мл/с	3,5-4
<b>Задержка начала томографии, секунды</b>	
Артериальная фаза (шея, грудная клетка, брюшная полость, малый таз)	25
Портально-венозная фаза (брюшная полость, малый таз)	70 (45 сек после артериальной фазы)
Выделительная фаза (брюшная полость и малый таз)	600

*Фаза дыхания:*

- задержка дыхания на вдохе при исследовании грудной клетки и брюшной полости. При ИВЛ начало томографии сразу после остановки искусственной вентиляции на 12-15 секунд. В остальных случаях – невзирая на дыхание.

*Диапазон томографии:*

- топограмма от свода черепа до седалищных бугров. Остановка после исследования головы для укрепления рук в верхнем положении.

*Параметры томографии:*

- коллимация 0,5-0,625 мм;
- ретроспективная синхронизация с ЭКГ при исследовании грудного отдела аорты в некоторых случаях;

- после исследования головы и шеи, руки пациента могут быть размещены над головой (для уменьшения артефактов при томографии грудной клетки);
- многофазное исследование:
  - нативное исследование – спиральная томография головы и шеи (диагностика гематомы);
  - артериальная фаза – томография шеи, грудной клетки, органов брюшной полости и малого таза (диагностика поврежденных аорты и ее ветвей);
  - портально-венозная фаза – брюшная полость, малый таз (диагностика повреждений внутренних органов);
  - выделительная фаза – брюшная полость, малый таз (при подозрении на разрыв мочеточника или мочевого пузыря).

*Реконструкция:*

- многоплоскостные реконструкции:
  - сагитальные и фронтальные реконструкции всего позвоночника;
  - сагитальные реконструкции грудного и брюшного отделов аорты, фронтальные реконструкции брюшного отдела аорты и подвздошных артерий;
  - фронтальные реконструкции головного мозга, грудной клетки, брюшной полости;
- 3D объемный рендеринг сложных анатомических областей, выявленных переломов, аорты и ее ветвей;
- параметры реконструкции аксиальных томограмм приведены в таблице:

<b>Область</b>	<b>Коллимация, мм</b>	<b>Реконструкция, мм</b>	<b>Окно реконструкции</b>
Голова	0,5-0,625	2,5	Костное/мягкотканное
Шея	0,5-0,625	2,5	Костное/мягкотканное
Грудная клетка	0,5-0,625	5	Костное/мягкотканное/ легочное

<b>Область</b>	<b>Колли- мация, мм</b>	<b>Реконструкция, мм</b>	<b>Окно реконструкции</b>
Брюшная полость	0,5-0,625	5	Стандартное
Малый таз	0,5-0,625	5	Стандартное
Суставы	0,5-0,625	1,25	Костное
Аорто- графия	0,5-0,625	2,5	Костное

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОБРАЗЕЦ ПАМЯТКИ ДЛЯ КЛИНИЧЕСКИХ ОТДЕЛЕНИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ МСКТ С ВНУТРИВЕННЫМ КОНТРАСТИРОВАНИЕМ

*Противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов:*

1. Тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги).
2. Бронхиальная астма или аллергические заболевания в тяжелой форме.
3. Гипертиреоз.
4. Тяжелая почечная и печеночная недостаточность.

Проведение МСКТ с внутривенным контрастированием у пациентов, имеющих в анамнезе *реакции легкой и средней степени тяжести* на йодсодержащие контрастные препараты (тошнота, рвота, крапивница, кожный зуд, бронхоспазм, отек Квинке, брадикардия), а также у пациентов, страдающих *контролируемыми бронхиальной астмой или аллергическими заболеваниями*, требует следующих действий:

1. Решение о назначении исследования принимается совместно лечащим врачом и врачом-рентгенологом. У тяжелых больных исследование проводится в присутствии лечащего врача;
2. Может проводиться премедикация (преднизолон 30 мг per os за 12 и 2 часа до исследования);
3. Применяются только неионные контрастные препараты.
4. У амбулаторных больных анамнез выясняется особо тщательно. Пациент должен быть оповещен о возможных осложнениях при исследовании с внутривенным контрастированием и подписать информированное согласие на процедуру.

При направлении на МСКТ с внутривенным контрастированием необходимо выявить следующие категории пациентов, имеющих повышенный риск развития контраст-индуцированной нефропатии (КИН):

1. Возраст старше 70 лет.
2. Имеющие систолическое артериальное давление менее 80 мм рт. ст.
3. Имеющие повышенный уровень сывороточного креатинина  $> 130$  мкмоль/л (для пациентов старше 60 лет желательна определение скорости клубочковой фильтрации).
4. Страдающие сахарным диабетом и принимающие метформин.

5. Имеющие в анамнезе перенесенную ОПН, протеинурические заболевания почек, сахарный диабет, миеломную болезнь.
6. С внутрисосудистой гиповолемией (сердечная недостаточность III-IV класса по NYHA, цирроз печени, нефротический синдром, гипоонкотия, диуретики и др.).
7. Принимающие нефротоксические препараты (НПВП, аминогликозиды и др.).
8. Пациенты, которым недавно (в пределах 1-3 дней) была проведена рентгеновская ангиография или планируется проведение рентгеновской ангиографии в ближайшие 3 дня после КТ с контрастированием.

*У этих пациентов необходимо:*

1. Рассмотреть возможность проведения обследования без применения йодсодержащих контрастных препаратов (МРТ, УЗИ).
2. За 24-48 часов до исследования отменить метформин, нефротоксические препараты, диуретики:
  - прием метформина может быть возобновлен не ранее 48 часов после исследования при наличии нормального уровня сывороточного креатинина.
3. Провести регидратацию: начать внутривенное или пероральное введение жидкости за 6-12 часов до исследования (из расчета 1 мл физиологического раствора на 1 кг массы тела в час) и продолжать в течение 12-24 часов после исследования.
4. У ряда пациентов может потребоваться защелачивание мочи путем внутривенного введения бикарбоната натрия (3 мл/кг/час непосредственно перед исследованием и 1 мл/кг/час в течение 6 часов после него).
5. Мониторинг уровня креатинина на 3 и 7 день после исследования.
6. Рекомендуется использовать изо- или низкоосмолярные контрастные препараты.

## ПРИМЕР ФОРМЫ НАПРАВЛЕНИЯ НА МСКТ / МРТ

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Возраст \_\_\_\_\_ И/б № \_\_\_\_\_

Диагноз \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Показания к исследованию (указать необходимые данные из анамнеза, ранее проведенные хирургические вмешательства, результаты предыдущих исследований, в т.ч. КТ, МРТ, R-графия, УЗИ, ПЭТ):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Область исследования (МСКТ/МРТ) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Задача исследования \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Противопоказаний для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов нет.

Противопоказаний для МРТ (водители ритма, инсулиновые и другие насосы, металлические клипсы на сосудах мозга, немедицинские металлы в теле и пр.) нет.

**Для женщин – исключить беременность.**

Информированное согласие пациента на исследование получено.

Дата \_\_\_\_\_

Лечащий врач (Ф.И.О., подпись) \_\_\_\_\_

Заполняется врачом-рентгенологом отделения:

Метод и область исследования \_\_\_\_\_

Дата и время исследования \_\_\_\_\_

В/в контрастирование \_\_\_\_\_

Подготовка \_\_\_\_\_

Без подготовки \_\_\_\_\_

Установить кубитальный катетер \_\_\_\_\_

Натощак \_\_\_\_\_

Бета-блокаторы (требуемая ЧСС <65 уд/мин) \_\_\_\_\_

Клизма в день исследования с утра \_\_\_\_\_

Полный мочевой пузырь :

Перорально

- 1 л воды без газа в течение 1 часа перед исследованием;
- принести с собой на исследование еще 0,5 л воды;
- 1 л раствора контрастного препарата в течение 1 часа перед исследованием;
- 0,5 л разведенного контраста вечером накануне исследования и 0,5 л разведенного контрастного препарата утром в день исследования.

Дополнительная информация (в случае отказа от проведения исследования – указание причины) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Врач-рентгенолог (подпись) \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

## ПРИМЕР ОПРОСНОГО ЛИСТА ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ, ОБСЛЕДУЕМЫХ МЕТОДОМ МСКТ

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Возраст \_\_\_\_\_

Область и методика исследования \_\_\_\_\_

### Опрос по противопоказаниям для внутривенного введения йодсодержащих контрастов

1. Были ли у Вас ранее исследования с внутривенным контрастированием?

2. Если да, то отмечались ли у Вас реакции на йодсодержащие контрастные препараты (рвота, крапивница, бронхоспазм, отек Квинке, брадикардия, шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги)? \_\_\_\_\_ (Да/Нет)

3. Ознакомьтесь с перечнем возможных противопоказаний и отметьте имеющиеся:

<b>Заболевания</b>	<b>Да/Нет</b> (при необходимости – введите дополнительную информацию)
Аллергия?	
Заболевания почек?	
Бронхиальная астма?	
Гипертиреоз?	
Сердечная недостаточность?	
Сахарный диабет?	
Подагра?	
Протеинурия?	

4. Принимаете ли Вы какие-либо препараты с возможным нефротоксическим действием (метформин, НПВП, аминогликозиды,  $\beta$ -адреноблокаторы) \_\_\_\_\_

Для пациентов женского пола: Есть ли вероятность, что Вы беременны? \_\_\_\_\_



**ОБРАЗЕЦ ИНФОРМИРОВАННОГО СОГЛАСИЯ ПАЦИЕНТА НА  
ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ВНУТРИВЕННЫМ  
ВВЕДЕНИЕМ ЙОДСОДЕРЖАЩИХ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Я \_\_\_\_\_,  
19\_\_\_\_\_ г. рождения, проживающий(ая) по адресу: \_\_\_\_\_  
находясь на лечении (обследовании) в \_\_\_\_\_,  
даю свое согласие на проведение компьютерной томографии с внутривенным введением неионного йодсодержащего контрастного препарата. Об ограничениях и возможных последствиях внутривенного введения неионного йодсодержащего контрастного препарата и связанном с ним риске информирован(а).

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Подпись \_\_\_\_\_

Пациент \_\_\_\_\_ расписался  
в моем присутствии.

Врач или зав. отделением \_\_\_\_\_  
(подпись)

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галански М., Прокоп М. Спиральная и многослойная компьютерная томография, пер. с англ. М.:МЕДпресс-информ, 2007.
2. Терновой С.К., Синицын В.Е., Гагарина Н.В. Неинвазивная диагностика атеросклероза и кальциноза коронарных артерий. М.: ООО "Издательство "Атмосфера", 2003.
3. Bruening R., Kuettner A., Floht Th. Protocols for multislice CT. 2nd ed. Springer, 2006.
4. Fishman E.K., Jeffrey Jr. R.B. Multislice CT: Principles, Techniques and Clinical Applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004
5. Kalender W.A. Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality and Applications, 2nd ed. New York: J. Wiley, 2006
6. Prokop M., Galanski M., van der Molen A.J., Schaefer-Prokop C.M. Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body. Stuttgart - New York: Thieme Verlag, 2003
7. The Royal college of Radiologists. Making the best use of clinical radiology guidelines. 6th ed. London: The Royal college of Radiologists, 2007
8. Thomsen H.S. Contrast Media: Safety Aspects and ESUR Guidelines. Heidelberg: Springer Verlag, 2005
9. Weissleder R., Wittenberg J., Harisinghani M.G. Primer of Diagnostic Imaging, 3rd ed. St. Louis: Mosby, 2002
10. Wiest P., Roth P. Fundamentals of emergency radiology. 1st ed. Saunders, 1996.

**Издание осуществлено при поддержке  
компании Никомед**



**ООО «Никомед Дистрибьюшн Сентэ»  
119049 г. Москва, ул. Шаболовка, д. 10, корп. 2, этаж 4**

