

**МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ
КОМПЬЮТЕРНО-
ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ
КОРОНАРОГРАФИЯ**
у больных хирургического профиля

Под редакцией
академика РАМН В.Д. Федорова,
профессора Г.Г. Кармазановского

ББК 53.6 (54.102)

Ф 33

УДК 616.132.2-073.756.8

Авторы: Д.М. Акинфиев, Г.Г. Кармазановский, Л.С. Коков, А.Н. Коростелев, Е.В. Кондратьев, А.Ю. Лихарев, О.М. Несук, Е.М. Пивоварова, Т.М. Рузматов, Н.В. Тарбаева, В.Д. Федоров, В.Н. Цыганков, В.С. Широков, А.Б. Шляховой

Ф 33 Мультиспиральная компьютерно-томографическая коронарография у больных хирургического профиля / Под ред. В.Д. Федорова, Г.Г. Кармазановского. – М.: Издательский дом Видар-М, 2010. – 160 с.

ISBN 978-5-88429-146-1

Достоинствами метода МСКТ-КГ являются неинвазивность и возможность оценить не только просвет коронарной артерии, проходимость аортокоронарных шунтов и стентов, но и состояние стенки сосуда, структуру атеросклеротической бляшки, а также возможность визуализации полостей сердца, миокарда и анатомических структур в зоне исследования.

Авторы уделили большое внимание рассмотрению широкого спектра вопросов – от методики проведения и роли МСКТ-КГ в клинической практике до выработки показаний к ее применению в многопрофильном хирургическом стационаре.

Руководство предназначено для лучевых диагностов, осваивающих методику МСКТ-КГ, кардиологов, терапевтов, кардиохирургов, которые имеют возможность использовать данную неинвазивную методику более широко, а также для студентов старших курсов высших медицинских учебных заведений, курсантов образовательных учреждений послевузовского профессионального образования и всех, кому небезразлична проблема следования принципам здорового образа жизни.

УДК 616.132.2-073.756.8

ББК 53.6 (54.102)

ISBN 978-5-88429-146-1

© Д.М. Акинфиев, Г.Г. Кармазановский, Л.С. Коков, А.Н. Коростелев, Е.В. Кондратьев, А.Ю. Лихарев, О.М. Несук, Е.М. Пивоварова, Т.М. Рузматов, Н.В. Тарбаева, В.Д. Федоров, В.Н. Цыганков, В.С. Широков, А.Б. Шляховой, 2010

© Оформление. «Издательский дом Видар-М», 2010

Содержание

Авторский коллектив	5
Список сокращений	6
Введение	8
Глава 1. Ишемическая болезнь сердца <i>(В.Д. Федоров, А.Н. Коростелев, А.Б. Шляховой, О.М. Несук, Г.Г. Кармазановский)</i>	9
Глава 2. Традиционные методы диагностики ишемической болезни сердца <i>(В.Д. Федоров, О.М. Несук, А.Б. Шляховой, Е.М. Пивоварова)</i>	17
Глава 3. Факторы, влияющие на качество контрастирования коронарных артерий при МСКТ-КГ <i>(Н.В. Тарбаева, Е.В. Кондратьев, В.С. Широков)</i>	28
Глава 4. Постпроцессорная обработка данных МСКТ-КГ: достоинства и недостатки проспективной и ретроспективной синхронизации изображения с ЭКГ <i>(Е.В. Кондратьев, Н.В. Тарбаева, В.С. Широков)</i>	37
4.1. Основные требования для визуализации сердца с помощью КТ ...	37
4.2. Синхронизация данных с ЭКГ	40
4.3. Выбор оптимальной фазы сердечного цикла	41
4.4. Краткая сравнительная характеристика различных видов синхронизации	46
Глава 5. Оценка степени стеноза при постпроцессорной обработке данных МСКТ-КГ <i>(Е.В. Кондратьев)</i>	47
Глава 6. Болюсное контрастное усиление – параметры оптимального сканирования коронарных артерий <i>(Г.Г. Кармазановский, Е.В. Кондратьев)</i>	55
6.1. Оптимальное контрастное усиление коронарных артерий	55
6.2. Основные параметры внутривенного контрастного усиления	56
6.3. Выбор контрастного вещества	57
6.4. Объем контрастного вещества	57
6.5. Скорость введения контрастного вещества	58
6.6. Болюс физиологического раствора	59
6.7. Тип инъекции контрастного вещества	60
6.8. Подбор оптимального времени задержки	61
Глава 7. Подготовка пациента к МСКТ-КГ <i>(О.М. Несук, Н.В. Тарбаева, Е.М. Пивоварова)</i>	66
Глава 8. Корреляционная картина патологических изменений коронарных артерий на МСКТ и ангиографическом изображениях <i>(Г.Г. Кармазановский, Л.С. Коков, Н.В. Тарбаева, А.Ю. Лихарев, Д.М. Акинфиев)</i>	72
8.1. Неинвазивная диагностика состояния коронарных артерий	72

8.2. КТ-ангиография коронарных артерий	73
8.3. Методика ЭЛКТ-КГ и МСКТ-КГ	75
8.4. Инвазивная коронарография	76
8.5. Техника выполнения вентрикулографии	77
8.6. Интерпретация полученных данных	78
8.7. Сравнительная оценка МСКТ-КГ и КАГ	81
Глава 9. Лучевая нагрузка при МСКТ-коронарной и прямой ангиографии. Пути оптимизации протоколов исследований (Г.Г. Кармазановский, Л.С. Коков, В.Н. Цыганков, Е.В. Кондратьев, Н.В. Тарбаева)	88
Глава 10. Оценка риска оперативного вмешательства при ИБС у больных многопрофильного хирургического стационара (В.Д. Федоров, О.М. Несук, А.Н. Коростелев, Г.Г. Кармазановский, Л.С. Коков, Н.В. Тарбаева, Т.М. Рузматов)	98
Глава 11. Терапевтическая профилактика острого инфаркта миокарда (В.Н. Цыганков, О.М. Несук, А.Ю. Лихарев)	106
Глава 12. Рентгеноэндоваскулярные вмешательства при ИБС (Л.С. Коков, В.Н. Цыганков, А.Ю. Лихарев)	117
12.1. Принцип устройства и история создания стентов	118
12.2. Результаты планового стентирования	119
12.3. Экстренное стентирование	120
12.4. Использование стентов при сложных видах стенозов	120
12.5. Стентирование при остром инфаркте миокарда	121
12.6. Стентирование с применением стентов с лекарственным покрытием	123
12.7. Сравнение эффективности медикаментозной терапии ИБС и стентирования коронарных артерий	126
12.8. Антитромботическая терапия при стентировании	128
12.9. Внутрискелетовые рестенозы	129
Глава 13. Хирургические методы лечения ИБС (А.Н. Коростелев, А.Б. Шляховой)	132
Глава 14. Динамическое наблюдение в послеоперационном периоде. Бессимптомное течение коронарного атеросклероза (О.М. Несук, В.Д. Федоров, Н.В. Тарбаева)	144
Глава 15. Перспективы развития МСКТ-коронарографии, ее роль и место среди методов лучевой диагностики заболеваний коронарных артерий (Г.Г. Кармазановский, Е.В. Кондратьев, О.М. Несук)	151
15.1. Синхронизация с ЭКГ	151
15.2. КТ с двумя источниками излучения	152
15.3. Спектральная КТ	154

Авторский коллектив

Авторский коллектив – сотрудники Института хирургии им. А.В. Вишневского Минздравсоцразвития РФ

Д.М. Акинфиев – младший научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения

Г.Г. Кармазановский – профессор, заведующий отделом лучевой диагностики

Л.С. Коков – профессор, член-корреспондент РАМН

А.Н. Коростелев – профессор, заведующий отделением кардиохирургии

Е.В. Кондратьев – младший научный сотрудник отдела лучевой диагностики

А.Ю. Лихарев – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения

О.М. Несук – кандидат медицинских наук, заведующая консультативно-терапевтическим отделением

Е.М. Пивоварова – кандидат медицинских наук, врач-терапевт консультативно-терапевтического отделения

Т.М. Рузматов – врач-кардиохирург отделения кардиохирургии

Н.В. Тарбаева – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела лучевой диагностики

В.Д. Федоров – профессор, академик РАМН

В.Н. Цыганков – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения

В.С. Широков – младший научный сотрудник отдела лучевой диагностики

А.Б. Шляховой – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения кардиохирургии

Список сокращений

АГ – артериальная гипертензия
АКШ – аортокоронарное шунтирование
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ВПВ – верхняя полая вена
ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование
ДАД – диастолическое артериальное давление
ЗСН – застойная сердечная недостаточность
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИМ – инфаркт миокарда
ИМТ – индекс массы тела
КА – коронарная артерия
КАГ – коронарная ангиография
КГ – коронарография
КИ – кальциевый индекс
КТ – компьютерная томография
ЛЖ – левый желудочек
МОС – минутный объем сердца
МДКТ – мультidetекторная компьютерная томография
МПР – мультипланарные реконструкции
МРА – магнитно-резонансная ангиография
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
МСКТ-КГ – мультиспиральная компьютерно-томографическая коронарография
ОИМ – острая ишемия миокарда
ОКС – острый коронарный синдром
ОЦК – объем циркулирующей крови
ППТ – площадь поверхности тела
РФП – радиофармпрепарат
САД – систолическое артериальное давление

СД – сахарный диабет
ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
Стресс-ЭхоКГ – стресс-эхокардиография
УЗИ – ультразвуковое исследование
УО – ударный объем
ХПН – хроническая почечная недостаточность
ЧКА– чрескожная коронарная ангиопластика
ЧКВ – чрескожные коронарные вмешательства
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЧТКА – чрескожная транслюминальная баллонная коронарная ангиопластика
ЭКГ – электрокардиография
ЭЛКТ – электронно-лучевая компьютерная томография
ФВ – фракция выброса
ФИ – фракция изгнания
ФР – факторы риска

Введение

Ишемическая болезнь сердца в настоящее время является основной причиной летальности среди лиц старше 60 лет и представляет большую опасность для жизни, особенно при различных перегрузках организма и выполнении тяжелых оперативных вмешательств. Совершенствование технологий мультиспиральной компьютерно-томографической коронарографии (МСКТ-КГ) раскрывает новые возможности для неинвазивного выявления поражения коронарных артерий и определения степени их стеноза.

Общеизвестно, что МСКТ-КГ на многосрезовых (64 и выше) томографах имеет высокую диагностическую ценность в определении поражения коронарных артерий. Преимуществами метода являются неинвазивность и возможность оценить не только просвет коронарной артерии, проходимость аортокоронарных шунтов и стентов, но и состояние стенки сосуда, структуру атеросклеротической бляшки, а также возможность визуализации полостей сердца, миокарда и анатомических структур в зоне исследования.

Несмотря на то что основные показания к проведению МСКТ-КГ определены, до настоящего времени нет единого мнения во взглядах специалистов относительно места этой методики в существующих алгоритмах обследования кардиологических пациентов. Поэтому в данном руководстве авторы уделили большое внимание и рассматривают широкий спектр вопросов – от методики проведения и роли МСКТ-КГ в клинической практике до выработки показаний к ее применению в многопрофильном хирургическом стационаре. При этом следует отметить, что МСКТ является универсальным методом исследования не только в кардиохирургии, но и при лечении больных с заболеваниями легких, сосудов, печени, поджелудочной железы, желудка и других поражений, требующих выполнения обширных хирургических вмешательств.

Глава 1. Ишемическая болезнь сердца

*В.Д. Федоров, А.Н. Коростелев, А.Б. Шляховой,
О.М. Несук, Г.Г. Кармазановский*

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) и ее осложнения являются самыми частыми причинами летальности и стойкой утраты трудоспособности населения экономически развитых стран. На их долю приходится наибольшее количество случаев внезапной смерти. Высокая распространенность сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и смертность от них среди населения развитых стран требует ранней диагностики этих патологических состояний. Печально выглядит статистика и в Российской Федерации, где смертность от ССЗ составляет более 50%. Одна из причин этого – атеросклероз коронарных артерий (КА), приводящий к развитию ИБС и инфаркта миокарда (ИМ).

Острая боль в груди является частым патологическим состоянием и одной из наиболее частых причин госпитализации больных по экстренным показаниям. Типичными причинами возникновения болевых ощущений в грудной клетке являются ИБС, в том числе острый ИМ, тромбоз легочной артерии, аневризмы аорты или расслоение стенки аорты. Сходную симптоматику могут вызывать перикардиты, плевриты, пневмонии и ряд других заболеваний. Обычной тактикой в этих случаях является первоочередное исключение острой ишемии миокарда (ОИМ) на основании данных электрокардиографии (ЭКГ) и изучения ферментов крови. В случае подтверждения развивающегося ишемического приступа выполняют коронарографию и, при наличии соответствующего оборудования, радионуклидные исследования метаболизма миокарда. При отсутствии признаков ОИМ причина острой боли в груди устанавливается на основании дополнительных исследований, в частности рентгенографии или компьютерной томографии (КТ) органов грудной полости, ультразвукового исследования (УЗИ) сердца, лабораторных и инструментальных методов диагностики.

Такой рутинный подход имеет свои недостатки. Лабораторные признаки ишемии миокарда при патологии коронарных сосудов могут развиваться в течение шести и более часов от момента появления симптомов. В результате часть больных с острым коронарным синдромом не получают адекватного лечения из-за неправильной интерпретации начальных проявлений болезни. Среди пациентов с низким риском ишемического приступа при

отсутствии изменений на ЭКГ и нормальных показателях ферментов крови в динамике лишь единицы из них действительно страдают коронарной патологией. Однако исключение данной патологии и определение истинной причины болей в груди требует длительного времени. Как правило, необходимы госпитализация больных и проведение большого количества повторных исследований в условиях стационара.

К сожалению, обычные неинвазивные методы исследования, используемые для диагностики коронарной болезни сердца, такие как велоэргометрическая проба или тредмил-тест, стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ), сцинтиграфия миокарда с нагрузкой, не обладают желаемой точностью в диагностике поражений венечных артерий сердца, а в ряде случаев дают ложноположительные или ложноотрицательные результаты. К тому же они не дают представления о полной картине значимости изменений КА и возможном объеме хирургического вмешательства для реваскуляризации миокарда.

Еще до недавнего времени единственным методом точной диагностики ИБС была инвазивная коронарография (КАГ). Благодаря высокой информативности она заслуженно является «золотым стандартом». Но обычная инвазивная КАГ связана с необходимостью госпитализации пациента в стационар, а также с редкими, но возможными осложнениями, присущими любой инвазивной процедуре.

Считается, что *абсолютных противопоказаний для проведения КАГ нет.*

Относительные противопоказания

- Острая почечная недостаточность.
- Хроническая почечная недостаточность вследствие сахарного диабета (СД).
- Желудочно-кишечное кровотечение.
- Лихорадка неизвестной этиологии.
- Острые инфекционные заболевания.
- Острое нарушение мозгового кровообращения.
- Выраженная анемия.
- Злокачественная артериальная гипертензия, рефрактерная к медикаментозной терапии.
- Выраженные нарушения электролитного обмена.
- Выраженное нарушение психического состояния больного.
- Сопутствующие заболевания, значительно укорачивающие жизнь больного или резко увеличивающие риск последующих лечебных вмешательств.
- Отказ больного от дальнейшего лечения (эндоваскулярной терапии, аортокоронарного шунтирования (АКШ) после исследования.
- Интоксикация сердечными гликозидами.
- Документированный анафилактический шок на контрастное вещество в анамнезе.
- Выраженное поражение периферических артерий, ограничивающее артериальный доступ.

- Декомпенсированная сердечная недостаточность или острый отек легких.
- Выраженная коагулопатия.
- Бактериальный эндокардит с вовлечением аортального клапана.

После внедрения в практику методики МСКТ с болюсным внутривенным усилением появилась возможность проводить МСКТ-ангиографию любого бассейна, а при условии синхронизации с ЭКГ и МСКТ-коронарографию. МСКТ-коронарография – новая неинвазивная методика визуализации коронарных артерий. Современная МСКТ-64 не уступает инвазивным методам диагностики заболеваний периферических и коронарных артерий. При этом *МСКТ имеет ряд преимуществ перед селективной КАГ:*

- относительная простота выполнения диагностической процедуры,
- отсутствие возможных интра- и послеоперационных осложнений,
- скорость проведения исследования и получения информации,
- отсутствие необходимости в госпитализации.

Можно выделить следующие *области применения МСКТ сердца и коронарных артерий:*

- 1) выявление коронарного атеросклероза на основании выявления и количественной оценки коронарного кальциноза;
- 2) неинвазивная коронарография;
- 3) неинвазивная шунтография (артериальные и венозные шунты);
- 4) оценка анатомии и функции камер сердца при врожденных и приобретенных болезнях сердца;
- 5) КТ-ангиография аорты, легочной артерии, периферических артерий и вен.

Показания к применению метода

• Ишемическая болезнь сердца, особенно при решении задачи о необходимости хирургического лечения. По данным многочисленных исследований чувствительность и специфичность МСКТ в выявлении гемодинамически значимых стенозов у пациентов с ИБС в проксимальных и средних сегментах коронарных артерий составляет 86–97 и 90–95% соответственно.

• Наличие факторов риска развития ИБС, к которым относятся возраст (старше 40 лет для мужчин и старше 50 у женщин), мужской пол, уровень общего холестерина в крови выше нормы, высокое систолическое артериальное давление, дислипидемия, курение. Выявлены независимые факторы риска: повышенный уровень фибриногена, повышенный фактор VIIIc (один из факторов свертываемости крови), повышенный гомоцистеин C-реактивного белка и увеличение PAI-1 (ингибитор активатора плазминогена).

- Определение проходимости аортокоронарных шунтов и стентов.
- Подозрение на аномалии развития венечных артерий.
- Предоперационная оценка состояния КА у пациентов, которым планируются различные виды оперативных вмешательств на сердце (без реваскуляризации, например, протезирование клапанов сердца) или других органах.

• Определение индекса коронарного кальциноза. Цель проведения скрининга коронарного атеросклероза с помощью МСКТ – раннее выявление ате-

росклеротических поражений артерий на тех стадиях, когда отсутствуют симптомы ишемии миокарда и коронарные артерии на ангиограммах выглядят нормальными или малоизмененными. Скрининг пациентов с выраженным асимптомным коронарным атеросклерозом позволяет отнести их в группу лиц высокого риска и начать соответствующие профилактические мероприятия. В случаях установленного диагноза коронарного атеросклероза и ИБС томографические методы визуализации можно использовать для прогнозирования риска коронарных событий, отслеживания прогрессирования заболевания и, возможно, эффективности проводимого консервативного и оперативного лечения.

Следует отметить, что в отличие от других распространенных инструментальных методов раннего выявления (скрининга) коронарного атеросклероза, а также анализа факторов риска (ФР), КТ позволяет видеть прямые, а не косвенные признаки коронарного атеросклероза. В соответствии с данными морфологических исследований известно, что большинство атеросклеротических бляшек содержат кальцинаты. Небольшие депозиты кальция встречаются уже на ранних стадиях атеросклеротического процесса, начиная с липидных полос. Морфологические исследования показали высокую корреляцию между коронарным кальцинозом и степенью атеросклеротического поражения артерий. Выявление кальциноза коронарных артерий указывает на наличие у пациента коронарного атеросклероза. Однако наличие кальциноза коронарных артерий не является эквивалентом диагноза ИБС и обязательным показанием к коронарографии. Величина кальциевого индекса (КИ) коронарных артерий обязательно должна соотноситься с результатами клинического обследования, лабораторных методов и других методов диагностики.

В рекомендациях экспертов Европейского и Американского обществ кардиологов указывалось, что скрининг коронарного кальция с помощью МСКТ является важным методом выявления коронарного атеросклероза.

Проведение МСКТ с целью выявления кальциноза КА необходимо проводить:

- при обследовании мужчин в возрасте 40–65 лет и женщин в возрасте 50–75 лет без установленных ССЗ с целью скрининга начальных признаков коронарного атеросклероза;

- при обследовании пациентов, имеющих в соответствии с международными шкалами SCORE или NCEP промежуточный риск развития коронарных событий. Этот тест позволяет определить, относятся ли на самом деле эти пациенты (которые могут составлять до 40% популяции в возрасте старше 45 лет) к группе высокого или низкого коронарного риска;

- при обследовании в амбулаторных условиях пациентов с атипичными болями в грудной клетке при отсутствии установленного диагноза ИБС или с сомнительными результатами нагрузочных тестов;

- при установлении дифференциального диагноза между хронической сердечной недостаточностью ишемического и неишемического (кардиопатии, миокардиты) генеза.

По мере накопления научных данных эти показания могут уточняться.

Противопоказания к использованию метода

- Высокий индекс коронарного кальция (у таких пациентов высока вероятность значимого стеноза коронарных артерий и проведение МСКТ-коронарографии нецелесообразно, так как возникает необходимость в селективной КАГ).
- Высокая частота сердечных сокращений (более 80 уд/мин) перед обследованием.
- Наличие экстрасистолий или других форм аритмии (для адекватной синхронизации с ЭКГ необходим одинаковый промежуток *R-R*).
- Индивидуальная непереносимость контрастного вещества. (В связи с тем, что МСКТ коронарных артерий проводится с контрастным усилением, то есть с внутривенным введением йодсодержащего контрастного препарата, необходим предварительный контроль функции почек, а иногда и специальная предварительная подготовка. При выраженном нарушении функции почек предпочтительнее выбрать альтернативное исследование, так же как и в случае аллергических реакций на контрастный препарат. С учетом использования йодсодержащего контрастного вещества не следует забывать о неблагоприятном взаимодействии его с *метформин*ом (сиофором, глюкофажем). Поэтому требуется отмена метформина на 48 ч до и после исследования).
- Исследование противопоказано при беременности, так как МСКТ связана с рентгеновским облучением.

Метод позволяет врачу определиться, показано ли пациенту оперативное лечение или же пациента можно лечить консервативно. Выявленное сужение КА более чем на 50% свидетельствует о необходимости оперативного вмешательства. Программное обеспечение томографа позволяет оценить и структуру атеросклеротической бляшки. Результаты исследования представляются в виде снимков с изображением 3D-реконструкции сердца, MPR- и VRT-реконструкций коронарных артерий. В протоколе отмечается тип кровоснабжения сердца, при наличии атеросклеротических бляшек отмечается локализация, протяженность, структура бляшки, степень стеноза артерии в процентах. Прогностическое значение коронарного атеросклероза остается противоречивым вопросом. L.J. Shaw и соавт. (2003) сообщили о пятилетней общей смертности среди 10 377 пациентов без клинической симптоматики, которые прошли обследование по определению содержания кальция в коронарных артериях. В группе пациентов со счетом кальция (CS) более 400, и особенно более 1000, процент смертности был значительно большим по сравнению с группой больных, у которых счет кальция был менее 10. Предсказательная возможность подсчета кальция оказалась независимой от других сердечно-сосудистых факторов риска. Клинические результаты подсчета кальция по данному исследованию оказались следующими: пациенты с высоким значением кальция имеют больший риск смертности, но не только в результате сердечных приступов. Счет кальция также коррелирует с полом и возрастом больных. В случае наличия

обширных и массивных кальцификатов (объемный счет более 1000) МСКТ-ангиографию использовать не представляется возможным, поскольку кальцификаты затрудняют интерпретацию изображений, что может привести к переоценке степени коронарного стеноза. В нескольких исследованиях при сравнении диагностической точности МСКТ коронарных артерий с катетерной ангиографией специфичность составила 86–100%, чувствительность – 72–96%, положительное прогностическое значение (PPV) – 87–98%, отрицательное прогностическое значение (NPV) – 50% или большего уменьшения диаметра – 93–99%.

Наряду с оценкой состояния коронарного дерева, МСКТ коронарных артерий позволяет изучить клапанные структуры (кальциноз створок, аномалии развития клапанов, вегетации), выявлять поражения миокарда (рубцы, аневризмы, гипертрофии, разрывы), состояние полостей сердца и перикарда. Дополнительную информацию возможно получить при определении систолической функции миокарда с выявлением зон нарушенной сократимости. При использовании 256-срезового мультиспирального компьютерного томографа можно изучить перфузии миокарда и его жизнеспособности.

Еще одним преимуществом МСКТ коронарных артерий является возможность морфологической оценки бляшки без использования инвазивного внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ). Отмечена точность и сопоставимость измерений степени сужения артерий при МСКТ коронарных артерий с данными ВСУЗИ.

Незаменима в выявлении аномалий развития коронарного дерева и других крупных сосудов сердца, артериовенозных фистул 3D-модель, получаемая при реконструкции изображений. МСКТ коронарных артерий предоставляет важную информацию для хирурга-интервенциониста в ситуации хронических окклюзий КА, позволяя получить дополнительные данные, необходимые для выполнения реканализации пораженных артерий. Таким образом, МСКТ коронарных артерий объединяет в себе возможности нескольких диагностических методик: коронарографии, ЭхоКГ, МРТ сердца и ВСУЗИ.

В научной литературе описывается возможность этого метода визуализации для оценки прогноза коронарной болезни сердца. Было отмечено, что у пациентов с выявленными при КТ атеросклеротическими бляшками в венечных артериях даже без гемодинамически значимых сужений, т. е. не приводящих к развитию стенокардии, значительно возрастает риск развития острого коронарного синдрома или даже ИМ по сравнению с лицами с «чистыми» коронарными артериями. Поэтому пациентам, у которых при КТ было диагностировано то или иное поражение коронарных артерий, необходимы регулярный контроль у кардиолога, а также назначение раннего немедикаментозного и медикаментозного лечения для снижения сердечно-сосудистого риска.

Современные методики МСКТ позволяют в каждом случае получать не только данные для реконструкции КА, но и серию изображений с целью изучения размеров и объемов камер сердца и толщины миокарда в различные фазы сердечного цикла, а также, чтобы рассчитывать массу миокарда,

фракцию выброса (ФВ), ударный объем (УО), параметры локальной сократимости миокарда. У большинства пациентов с острым ИМ или постинфарктными рубцами МСКТ позволяет визуализировать область поражения как зону сниженной плотности на фоне контрастированного миокарда.

Распространенной областью клинического применения КТ-ангиографии в кардиологии стала неинвазивная шунтография. Первое сообщение об использовании КТ для оценки проходимости аортокоронарных шунтов было опубликовано еще в 1980 г. С появлением электронно-лучевой компьютерной томографии (ЭЛКТ) и дальнейшим совершенствованием технических возможностей томографа и компьютерных программ построения реконструкций информативность неинвазивной оценки проходимости шунтов существенно возросла. Информативность методики возрастает при комплексном анализе поперечных послойных изображений и трехмерных реконструкций коронарных шунтов. Диагностическая эффективность ЭЛКТ и МСКТ для оценки проходимости венозных аортокоронарных шунтов выше, чем при исследовании КА, что связано с большим диаметром и малой подвижностью шунтов. Чувствительность и специфичность этих методик для выявления стенозов и окклюзий венозных шунтов приближаются к 100%. Наряду с оценкой состояния венозных шунтов возможна визуализация аортоартериальных шунтов и их различных модификаций, например: Y-образные артериальные и артериовенозные конструкции. В настоящее время эти технологии особенно актуальны, так как при выборе техники операции предпочтение отдается артериальным шунтам или смешанным конструкциям. МСКТ дает хорошие результаты при оценке проходимости шунтов после коронарной реваскуляризации. Но только 62% проходимых трансплантатов может быть оценено в плане наличия значительного стеноза. Визуализация проксимального и дистального анастомозов, помимо определения контура просвета сосуда, представляет собой один из самых важных аспектов визуализации трансплантированных шунтов. Проксимальный анастомоз трансплантата в большинстве случаев может хорошо визуализироваться. Дистальный анастомоз из-за малого диаметра дистальных ветвей коронарных артерий обнаружить сложнее. При сравнении МСКТ и традиционной ангиографии в плане визуализации венозных и артериальных трансплантатов исследователи установили, что последняя может определять проходимость шунта с высокой чувствительностью и специфичностью – 93–98 и 94–100% соответственно. Проходимость трансплантированных шунтов при МРТ устанавливается с чувствительностью 90–98% и специфичностью 72–100%. Однако возможности этой методики ограничены слабой пространственной разрешающей способностью, большой длительностью исследования и искаженной визуализацией трансплантата при наличии металлических частей (эндопротез, зажимы по ходу трансплантатов грудной артерии). Оценка состояния коронарных эндопротезов при помощи МСКТ является более сложной, а ее результаты менее однозначными. Обычно удается визуализировать окклюзию эндопротеза, но частичный повторный стеноз не поддается точной оценке в результате наличия артефактов от металла и из-за маленького размера эндопротезов (менее 3 мм). В нескольких проведенных ранее ис-

следованиях с использованием 16- и 64-рядных КТ-сканеров была установлена чувствительность 75–83% и специфичность 90–96% обнаружения окклюзии эндопротеза, а для стеноза эндопротезов – менее значимые результаты (специфичность – 83–88%, чувствительность – 54–65%).

Следует отметить, что существуют факторы, затрудняющие интерпретацию МСКТ-исследований артериальных шунтов. К ним относятся артефакты от металлических скобок по ходу артериального шунта, ограничение поля исследования вследствие неполной задержки дыхания и вариантов вертикального расположения сердца. Кроме того, бывает затруднена диагностика стенозов артериальных шунтов из-за их малого диаметра и артефактов от скобок. Несомненным преимуществом МСКТ является универсальность этих диагностических систем. Так, в рамки одного исследования входит не только оценка состояния шунтов, но и диагностика различных послеоперационных осложнений, таких как медиастинит, воспалительные изменения грудины, мягких тканей, легких.

Стремительное развитие медицинских технологий в последнее десятилетие позволило использовать для визуализации различных сосудов неинвазивные способы получения изображения, которые в ряде случаев уже вытесняют традиционную инвазивную ангиографию. Стало возможным применение магнитно-резонансной ангиографии (МРА), ультразвукового дуплексного сканирования, компьютерной томографической ангиографии (КТ-ангиографии) с целью определения тактики реконструктивных сосудистых операций и контроля их результатов без использования традиционной коронарографии.

Список литературы

- Чазов Е.И. Руководство по кардиологии / Т. 4. Болезни сердца и сосудов. М.: Медицина, 1992.
- Achenbach S., Moshage W., Ropers D. et al. Noninvasive, three-dimensional visualization of coronary artery bypass grafts by electron beam tomography // *Am. J. Cardiol.* 1997. V. 79. P. 856–861.
- Achenbach S., Ropers D., Regenfus M. et al. Contrast-enhanced electron beam CT to analyse the coronary arteries in patients after acute myocardial infarction // *Heart.* 2000. V. 84. P. 489–493.
- Moshage W.E., Achenbach S., Seese B. et al. Coronary artery stenoses: three-dimensional imaging with electrocardiographically triggered, contrast agent-enhanced, electron-beam CT // *Radiol.* 1995. V. 196. P. 707–714.
- Raff G.L., Gallagher M.J., O'Neill W.W., Goldstein J.A. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005. V. 46(3). P. 552–557.
- Sinityn V.E., Achenbach S. Electron Beam Computed Tomography // In: *Coronary Radiology* / Ed. Oudkerk M. Berlin: Springer, 2004.
- Shaw L.J. et al. Prognostic value of cardiac risk factors and coronary artery calcium screening for all-cause mortality // *Radiol.* 2003. V. 228. P. 826–833.
- Rumberger J.A., Brundage B.H., Rader D.J., Kondos G. Electron beam computed tomographic coronary calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons // *Mayo Clin. Proc.* 1999. V. 74. P. 243–252.
- Marano R., Storto M.L., Maddestra N., Bonomo L. Non-invasive assessment of coronary artery bypass graft with retrospectively ECG-gated four-row multi-detector spiral computed tomography // *Eur. Radiol.* 2004. V. 14(8). P. 1353–1362.