

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**АО «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЦЕНТР
ХИРУРГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.ВАХИДОВА»**

«СОГЛАСОВАНО»

Начальник отдела по координации
научно-исследовательской
деятельности

Т.А. Набиев

« » _____ 2016г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник Главного управления
науки и учебных заведений

У.С. Исмаилов

« » _____ 2016г.

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ С КОНТРАСТИРОВАНИЕМ
КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ В ДИАГНОСТИКЕ
ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА**

(Методические рекомендации)

Ташкент -2016

Организации разработчики:

- АО «Республиканский Специализированный Центр Хирургии им. акад. В.Вахидова»

Составители:

1. Икрамов А.И. – д.м.н., проф., зав. кафедрой «Лучевой диагностики»
ТашиУВ

2. Джураева Н.М. - к.м.н., зав. отд. МРТ и КТ АО «РСЦХ им. акад. В.Вахидова»

3. Пирназаров М.М. - врач отделения МРТ и КТ АО «РСЦХ им. акад. В.Вахидова»

4. Амирхамзаев А.Т. - врач отделения МРТ и КТ АО «РСЦХ им. акад. В.Вахидова»

5. Максудов М.Ф. – к.м.н., зав. отделением лучевой диагностики клиники им. М. Федоровича

Рецензенты:

1. Зуфаров М.М. – д.м.н., профессор, зам. директора «РСЦХ им. акад. В.Вахидова»

2. Курбанов Р.Д. – д.м.н., проф. директор Республиканского Специализированного Центра Кардиологии

Методические рекомендации утверждены на заседании Ученого Совета АО «РСЦХ им. академика В.Вахидова» от: «08» сентября 2016 г.

Председатель – д.м.н., проф. Калиш Ю.И.

Публикация посвящена использованию метода мультиспиральной компьютерно-томографической коронароангиографии (МСКТ КА) в диагностике ишемической болезни сердца (ИБС).

В данных методических рекомендациях сформулированы показания и противопоказания к применению метода МСКТ КА. Также дано подробное описание методики сканирования, внутривенного контрастирования коронарных артерий (КА) с использованием индивидуального протокола исследования в зависимости от гемодинамических показателей и веса пациента, анализа полученных изображений. Приведены образцы заключений, описаны преимущества и недостатки метода.

Предлагаемые методики исследования коронарных артерий (КА) могут быть использованы как для обследования больных с предполагаемым, так и с уже установленным диагнозом ИБС для выбора оптимальной тактики лечения пациента. Кроме того, у пациентов после проведения стентирования КА и коронарного шунтирования, МСКТ КА проводится с целью определения проходимости стентов и шунтов.

Методические рекомендации предназначены для врачей лучевой диагностики, врачей рентгенэндоваскулярной хирургии, кардиологов, сердечно-сосудистых хирургов, а также врачей других специальностей, связанных с проблемой ИБС.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	5
Актуальность темы	6
Показания и противопоказания к применению мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерий с внутривенным контрастированием	10
Возможные осложнения и способы их устранения ..	11
Методика проведения мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерий	11
Подготовка пациента и оборудования к исследованию ..	12
Построение реконструкций	15
Нормальная анатомия коронарных артерий	17
Типы кровоснабжения сердца	21
Варианты и аномалии отхождения коронарных артерий....	24
Анализ томограмм, результаты мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерии и формулировка заключений ...	30
Алгоритм оценки полученных изображений и протоколы описания мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерии	31
Результаты собственных исследований	39
Выводы	45
Литература	46

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АКШ – аорто-коронарное шунтирование

АК – аортальный клапан

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМ – инфаркт миокарда

КА – коронарная артерия

КВ – контрастное вещество

ЛЖ – левый желудочек

ЛКА – левая коронарная артерия

ЛОА – левая огибающая артерия

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

МСКТ КА – мультиспиральная компьютерная томография коронарных артерий

ПЖ – правый желудочек

ПКА – правая коронарная артерия

ПП – правое предсердие

ССС – сердечно-сосудистая система

ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Болезни сердечно-сосудистой системы (ССС) и в первую очередь ИБС являются для нашей страны одной из важнейших медико-социальных проблем, что обусловлено их высокой долей в структуре заболеваемости, первичной инвалидности и смертности. Смертность от ССЗ в Узбекистане составляет около 50% среди всех причин смерти [13].

Следует отметить, что реальное количество больных ИБС существенно больше. По данным российского регистра острых коронарных событий (РЕКОРД) почти у половины больных с острой коронарной недостаточностью первым проявлением ИБС является инфаркт миокарда (ИМ). Следовательно, что в 50–60% случаев заболевание остается нераспознанным и только 40–50% всех больных ИБС знают о наличии у них данной патологии [14].

Основной причиной ИБС, как известно, является атеросклероз КА. Длительное время заболевание протекает бессимптомно благодаря незначительной степени стенозирования просвета сосуда, ремоделированию сосудистой стенки, развитию коллатерального кровообращения. Таким образом, чрезвычайно важной задачей является ранняя диагностика атеросклероза КА до возникновения клинических проявлений заболевания.

Своевременная диагностика ИБС, правильная оценка как ближайшего, так и отдаленного прогноза, выявление риска возможной смерти позволяют повысить выживаемость, качество жизни пациентов, дают возможность определить характер, тип и экстренность лечебного вмешательства, а также минимизировать сопутствующие экономические затраты [15].

Коронарная ангиография (КАГ) признана «золотым стандартом» в изучении анатомии коронарного русла, количественной оценки степени коронарного стеноза. Однако, большое число пациентов, у которых выполняется эта процедура не нуждаются в хирургической реваскуляризации миокарда. Кроме того, КАГ сопровождается 2-3% серьезных осложнений и 0,1-0,3% летальности [16]. Также следует отметить, что КАГ ограничивается

внутрипросветной оценкой венечных сосудов. Отсутствие прямой визуализации состояния стенок КА не позволяет выявить ранние проявления атеросклероза еще до сужения просвета сосуда. В связи с этим очевидна необходимость широкого использования в клинической практике эффективных неинвазивных методов диагностики поражений КА, особенно на ранних стадиях их развития.

Благодаря появлению спиральной и мультиспиральной КТ появилась методика КТ-ангиографии (КТА), которая стала использоваться для оценки состояния коронарных артерий и проходимости венозных и артериальных коронарных шунтов [9].

Внедрение в клиническую практику многослойной спиральной компьютерной томографии (МСКТ) открыло широкие перспективы для определения степени выраженности коронарного кальциноза и неинвазивной оценки анатомии, состояния стенок и степени стенозирования КА.

Согласно данным экспертов [5,10,11], проведение нативной МСКТ с целью выявления кальциноза КА оправдано в следующих ситуациях:

1. Обследование мужчин в возрасте 40–75 лет и женщин в возрасте 50–75 лет без установленных сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) с целью скрининга коронарного атеросклероза при наличии факторов риска его развития.

2. Обследование в амбулаторных условиях пациентов с атипичными болями в грудной клетке при отсутствии установленного диагноза ИБС или с сомнительными результатами нагрузочных тестов.

3. Обследования пациентов, имеющих, по данным международных шкал SCORE или NCEP, промежуточный риск развития коронарных событий. Этот тест позволяет определить, относятся ли на самом деле подобные пациенты (которые могут составлять до 40% популяции в возрасте старше 45 лет) к группе высокого или низкого коронарного риска.

4. Проведение дифференциального диагноза между хронической сердечной недостаточностью ишемического и неишемического (кардиопатии, миокардиты) генеза. Однако, скрининг коронарного кальциноза наиболее

применим в эпидемиологических исследованиях. Для пациента в амбулаторной практике с подозрением на ИБС наиболее информативна мультиспиральная компьютерная томография коронарных артерий (МСКТ КА).

По данным многочисленных проспективных исследований, мета-анализов и наших собственных исследований, чувствительность и специфичность МСКТ КА в выявлении гемодинамически значимых стенозов у пациентов с ИБС в проксимальных и средних сегментах КА составляет 91–97 и 82–94%, соответственно. Очевидно, что МСКТ КА обладает высокой отрицательной прогностической значимостью, то есть позволяет исключить диагноз ИБС, не прибегая к инвазивной коронарографии [7, 11].

В 2005–2013 гг. были опубликованы данные нескольких исследований по оценке чувствительности и специфичности МСКТ КА в выявлении гемодинамически значимых стенозов КА. Их результаты совершенно очевидно продемонстрировали существенное снижение процента сегментов КА, не поддающихся диагностической интерпретации с увеличением числа спиралей и сокращением времени оборота трубки (при применении 4-спиральных систем трудности в интерпретации тех или иных сегментов коронарного русла встречались в 10–35%, у 64-спиральных систем – в 0–6%). Применение двухтрубчатых систем и томографов с широкими детекторами дало схожие результаты. Следует отметить, что современные томографы при оптимизации протоколов исследования позволяют выполнять КТ-ангиографические исследования сердца и сосудов с низкой лучевой нагрузкой. Эквивалентная доза излучения при МСКТ КА 3,8 мЗв [2], почти в два раза ниже, чем при традиционной КАГ 6,0 мЗв [17].

МСКТ КА также используется для оценки проходимости коронарных стентов (КС). Коронарные стенты четко визуализируются при МСКТ КА, однако в некоторых случаях артефакты от металла могут затруднять визуализацию их внутреннего просвета. Новые модели МСКТ, использующие тонкие срезы и улучшенные алгоритмы реконструкции изображений, позволяют существенно улучшить визуализацию внутреннего просвета стентов.

На сегодняшний день МСКТ КА позволяет достоверно оценивать внутренний просвет стентов диаметром от 3 мм. Для надежной визуализации просвета более мелких стентов потребуются новые технические решения в устройстве систем МСКТ. Наряду с оценкой состояния коронарного дерева, МСКТ КА позволяет изучить клапанные структуры (кальциноз створок, аномалии развития клапанов, вегетации), выявляет поражения миокарда (рубцы, аневризмы, гипертрофию, разрывы), состояние полостей сердца и перикарда. Дополнительную информацию дает определение сократительной функции миокарда с выявлением зон с нарушением сократимости миокарда. На 256-срезовом МСКТ стало возможным изучение перфузии миокарда и его жизнеспособности. МСКТ КА позволяет с высокой точностью оценивать проходимость венозных (ВКШ) и артериальных коронарных шунтов (АКШ). Чувствительность и специфичность МСКТ КА для оценки проходимости шунтов 91-100%.

ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ МСКТ КА

Показания к выполнению МСКТ КА [3,10]:

1. МСКТ КА у пациентов с предполагаемым или сомнительным диагнозом ИБС, когда отсутствуют явные показания к проведению КАГ.
2. Предоперационная оценка состояния КА для исключения значимых стенозов перед хирургическими некоронарными вмешательствами.
3. Неинвазивная оценка состояния АКШ/ВКШ, коронарных стентов диаметром 3 мм и более.
4. Диагностика аневризм и врожденных аномалий КА.
5. Неоднозначные результаты КАГ (при подозрении на остиальный стеноз или при отсутствии контрастирования КА или шунта).
6. Необходимость одновременной оценки состояния миокарда (рубцовые зоны, зоны гипокинеза) и КА.

Противопоказания:

1. Постоянная форма мерцательной аритмии, частые экстрасистолы (из-за невозможности синхронизации с ЭКГ);
2. Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йодсодержащих контрастных препаратов;
3. Наличие аллергии на контрастный препарат;
4. Заболевания щитовидной железы;
5. Креатинин сыворотки крови $> 1,5$ мг/мл (>130 мкм/л);
6. Бронхиальная астма тяжелого течения;
7. Беременность;
8. Сахарный диабет.

ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Осложнения при проведении МСКТ КА могут возникать в виде аллергических реакций на использование препаратов для внутривенного контрастирования или анестезии. Возможны местные болевые реакции на внутривенное введение КВ. Купирование приступов осуществляется препаратами согласно медицинским стандартам, принятым в таких случаях.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

МСКТ КА выполняют в амбулаторных условиях, без наркоза и седации. Исследование занимает не более 10 минут аппаратного времени (без учета подготовки пациента и анализа результатов) и при этом обеспечивает высокую информативность при диагностике патологических изменений КА.

Перед исследованием пациенту рекомендуется отказаться от приема кофеинсодержащих продуктов, физической нагрузки за 12 часов до исследования, очистить от волосяного покрова кожу в области передней стенки грудной клетки для оптимальной фиксации кардиоэлектродов.

Так как сердце является непрерывно движущимся органом, для четкой визуализации КА используется специальная программа синхронизации получаемых изображений с электрокардиографией (ЭКГ). Синхронизация с ЭКГ обеспечивает оптимальное качество изображения. Следовательно, одним из неперемennых условий четкой визуализации и получения качественных изображений КА и отсутствия артефактов от движения является ЧСС не выше 65 уд/мин. При необходимости рекомендуется проконсультироваться с лечащим врачом и назначение бета-блокаторов для снижения ЧСС до оптимального уровня (до 65 уд/мин).

Предварительно необходимо сдать анализ крови для определения уровня мочевины и креатинина, так как необходимо исключить возможные побочные эффекты, связанные с нарушением функции почек.

В случае наличия у пациента сахарного диабета и приема метформина, рекомендуется отмена метформина за 48ч до и после исследования, в связи с неблагоприятным взаимодействием последнего с КВ.

Важно понимать, что правильный отбор и подготовка пациентов - залог успешного проведения диагностической процедуры и получения высокоинформативных изображений.

ПОДГОТОВКА ПАЦИЕНТА И ОБОРУДОВАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЮ

Предварительная подготовка оборудования включает в себя проверку технического состояния инжектора и кардиомонитора. Контрастное вещество (КВ) и физиологический раствор необходимо подогреть до 37 градусов по Цельсию для снижения вязкости КВ, что уменьшает вероятность возникновения возможных осложнений и обеспечивает высокую скорость внутривенного введения препарата.

МСКТ КА производится натошак, после установки венозного ангиокатетера диаметром 18-20 G в правую кубитальную вену (по возможности). Укладка пациента зависит от места установки ангиокатетера (справа, слева), для удобного подключения инжектора и кардиомонитора.

Инструктаж пациента перед обследованием включает:

- Тренировку задержки дыхания – очень важно во время исследования исключить дыхательные и прочие движения грудной клетки. В случае, если пациент не может задерживать дыхание до 30 сек, пациенту необходимо делать очень медленный выдох, для минимизации дыхательных движений грудной клетки и исключения возникновения “ступенек” (артефакт) от дыхательных движений.

- Осведомление пациента, что введение йодсодержащего КВ может вызвать ощущение тепла по ходу вены.

Сканирование рекомендуется начинать через 10-15 мин после укладки для стабилизации пульса и АД.

После подготовки оборудования, инструктажа и укладки пациента производится МСКТ КА.

Первоначально выполняют две сканограммы во фронтальной и боковой проекции с обязательным захватом области интереса. Данные проекции используют для планирования последующего аксиального сканирования и для предварительной оценки тени средостения и состояния легочной паренхимы. Далее осуществляют нативное аксиальное сканирование от нижнего края легочных синусов до надключичной области, что позволяет детально оценить состояние органов грудной клетки, более точно выделить область интереса для последующего сканирования с внутривенным болюсным контрастированием. Затем отмечают протяженность сканирования в зависимости от вида исследования:

1. При проведении МСКТ КА:

- верхняя граница краниальнее корня аорты на 2 см
- нижняя граница каудальнее верхушки сердца на 2 см с установлением триггера на восходящий отдел аорты

2. При определении проходимости АКШ:

- верхняя граница краниальнее дуги аорты на 2 см
- нижняя граница каудальнее верхушки сердца на 2 см с установлением триггера на восходящий отдел аорты

3. При определении проходимости МКШ:

- верхняя граница краниальнее подключичных артерий
- нижняя граница каудальнее верхушки сердца на 2 см с установлением триггера на восходящий отдел аорты

Непосредственно перед началом исследования для обеспечения оптимального контрастирования КА пациенту необходимо принять 0,15-0,5 мг таблетированной или аэрозольной формы нитроглицерина сублингвально (при отсутствии непереносимости препарата).

Приводим два варианта определения времени начала сканирования:

- Триггер начала сканирования (SmartPrep, SureScan и подобные) устанавливается на восходящий отдел аорты: через 10 секунд после введения КВ начинается низкодозовое сканирование в кино-режиме (0,5 кадров/с) на уровне восходящего отдела аорты. При достижении уровня контрастирования восходящего отдела аорты 140 HU следует начинать сканирование сердца через 6-7 сек (автоматически или вручную).
- Тест-болюс: введение 20 мл контрастного препарата и 20 мл физиологического раствора со скоростью 5 мл/с. Через 10 сек. начинается низкодозовое сканирование (0,5 кадров/с) на уровне отхождения ЛКА от аорты. При этом определяется промежуток времени между началом введения КВ и началом сканирования время тест-болюса + 6 секунд (т.е. сканирование начинается через 4-5 секунд после задержки дыхания на вдохе).

Необходимо избегать задержки дыхания с усилием по типу пробы Вальсальвы, т.к. это блокирует поступление болюса в верхнюю полую вену (ВПВ).

Протокол сканирования рекомендуется выбирать в зависимости от ЧСС и сердечного ритма:

1. Спиральный режим и ретроспективная синхронизация с ЭКГ (сбор данных происходит в течение всего сердечного цикла, однако для построения изображений выбирается наиболее информативная фаза). Следует отметить, что в этом режиме доза излучения рентгеновской трубки меняется в зависимости от фазы сердечного цикла (максимальная интенсивность дозы облучения отмечается в диастолу).

2. Пошаговый режим и проспективная синхронизация с ЭКГ (сканирование происходит лишь в определенную фазу сердечного цикла в середине диастолы, 75% R-R).

Следовательно, при наличии аритмии, экстрасистолии, нестабильной ЧСС необходимо использовать спиральный режим и ретроспективную

синхронизацию с ЭКГ, и соответственно при стабильном пульсе и ЧСС не выше 60-65 уд\мин пошаговый режим и проспективную синхронизацию.

Напряжение на трубке необходимо установить на 80-120 кВ и силу тока 300-660 мАс (в зависимости от массы тела пациента).

ПОСТРОЕНИЕ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Анализ и обработку всех полученных изображений выполняют на рабочей станции с применением специального пакета программ для различных видов реконструкций КА. В случае ретроспективной синхронизации с ЭКГ выполняется стандартная реконструкция аксиальных изображений, полученных в момент, соответствующий 75% фазе сердечного цикла (RR), т.е. к концу диастолы. При неудовлетворительной визуализации отдельных сегментов КА (чаще всего среднего сегмента правой коронарной артерии (ПКА)) требуются дополнительные реконструкции в другие фазы сердечного цикла. Реконструкция фазы 70-80% RR по 5% при стабильном ритме (70, 75, 80% RR), для дополнительной реконструкции выбирается фаза 35-45% RR по 5%, при нестабильном ритме (35, 40, 45%).

В случае возникновения экстрасистолии во время сканирования, соответствующие изображения должны быть исключены из анализа (при проспективной синхронизации – автоматически, при ретроспективной - вручную).

У пациентов с избыточным весом для более четкой визуализации КА целесообразно производить реконструкцию изображений толщиной среза 1,0-1,5 мм.

При построении изображений КА для определения проходимости стентов используется фильтр «жесткое ядро» реконструкции изображения, необходимый для выявления рестеноза коронарных стентов (КС). Реконструкции в искривленных плоскостях вдоль коронарных сосудов производятся полуавтоматически. У пациентов с наличием крупных кальцинированных бляшек в КА, а также у пациентов с установленными КС в

КА может потребоваться ручная коррекция трассы реконструкции. Реконструкции с помощью проекций максимальной интенсивности (МИП) оптимальны для сопоставления результатов МСКТ КА с данными КАГ. Трехмерные реконструкции (объемный рендеринг) следует применять для демонстрации анатомии КА с наложением изображений КА на 3D изображение сердца (рис.1)



Рисунок 1. Трехмерная реконструкция сердца и коронарных артерий

НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

Для адекватного анализа полученных изображений важное значение имеет знание нормальной анатомии сердца и КА (рис. 2), а также аномалий развития КА. В связи с этим на следующих схемах мы представляем посрезовые схемы сердца и КА, анатомические варианты отхождения и аномалии развития КА, типы кровоснабжения сердца.

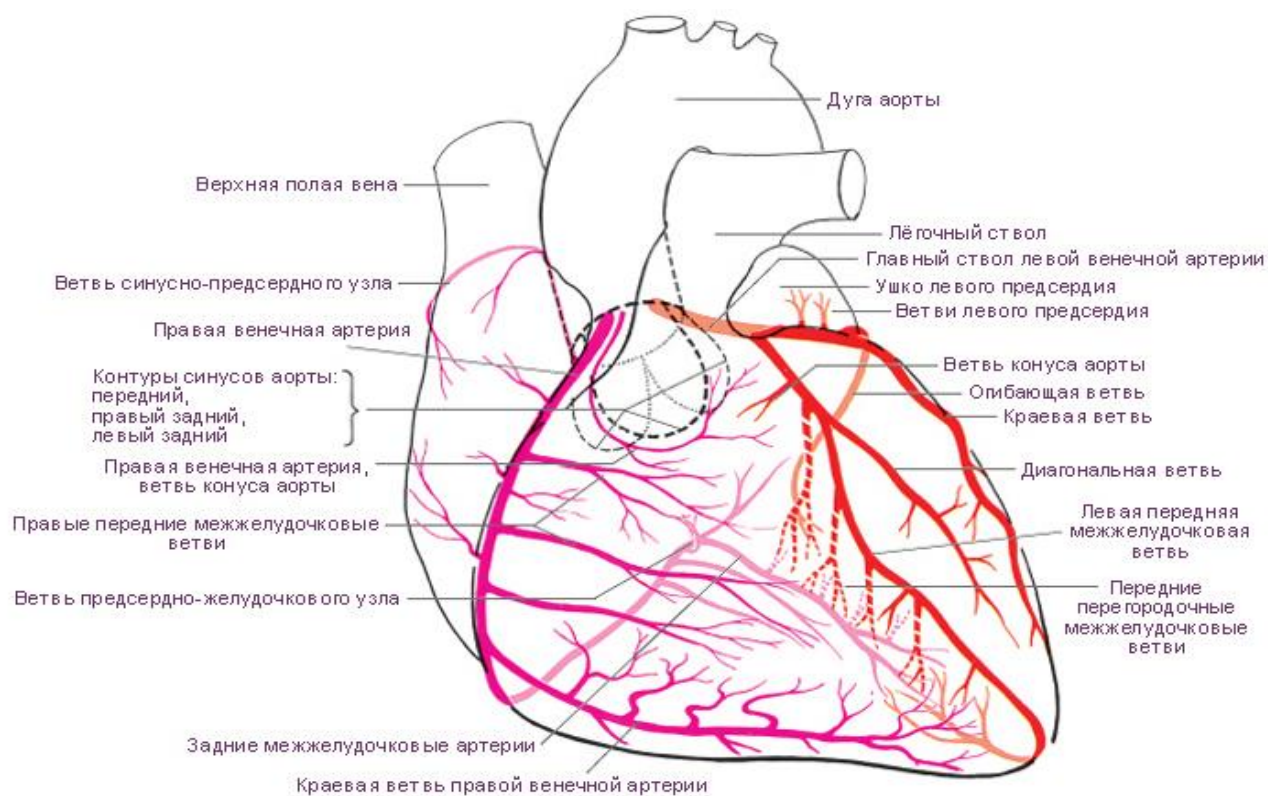


Рисунок 2. Схематичное изображение сердца и коронарных артерий.

Предложены различные классификации ветвей венечных артерий [18]. Наименования ветвей венечных артерий, представленные в Международной анатомической номенклатуре, мы приводим ниже.

Номенклатура артерий сердца

Правая венечная артерия (рис 6)	<i>Arteria coronaria dextra</i>
Ветвь артериального конуса	<i>R. coni arteriosi</i>
Ветвь синусно-предсердного узла	<i>R. nodi sinuatrialis</i>
Предсердные ветви	<i>Rr. Antriales</i>
Правая краевая ветвь	<i>R. marginalis dexter</i>
Промежуточная предсердная ветвь	<i>R. atrialis intermedius</i>
Задняя межжелудочковая ветвь	<i>R. interventricularis posterior</i>
Перегородочные межжелудочковые ветви	<i>R. r. interventriculares septales</i>
Ветвь предсердно-желудочкового узла	<i>R. nodi atrioventricularis</i>
Правая заднелатеральная ветвь	<i>R. posterolateralis dexter</i>
Левая венечная артерия	<i>Arteria coronaria sinistra</i>
Передняя межжелудочковая ветвь (рис 3)	<i>R. interventricularis anterior</i>
Ветвь артериального конуса	<i>R. coni arteriosi</i>
Латеральная ветвь	<i>R. lateralis</i>
Перегородочные межжелудочковые ветви	<i>R. r. interventriculares septales</i>
Огибающая ветвь (рис 5)	<i>R. circumflexus</i>
Анастомотическая предсердная ветвь	<i>R. atrialis anastomoticus</i>
Предсердно-желудочковые ветви	<i>Rr. Atrioventriculares</i>
Левая краевая ветвь (рис 4)	<i>R. marginalis sinister</i>
Промежуточная предсердная ветвь	<i>R. atrialis intermedius</i>
Задняя ветвь левого желудочка	<i>R. posterior ventriculi sinistri</i>
Ветвь синусно-предсердного узла	<i>R. nodi sinuatrialis</i>
Ветвь предсердно-желудочкового узла	<i>R. nodi atrioventricularis</i>



Рисунок 3. Передняя межжелудочковая ветвь



Рисунок 4. Левая краевая ветвь



Рисунок 5. Левая огибающая ветвь

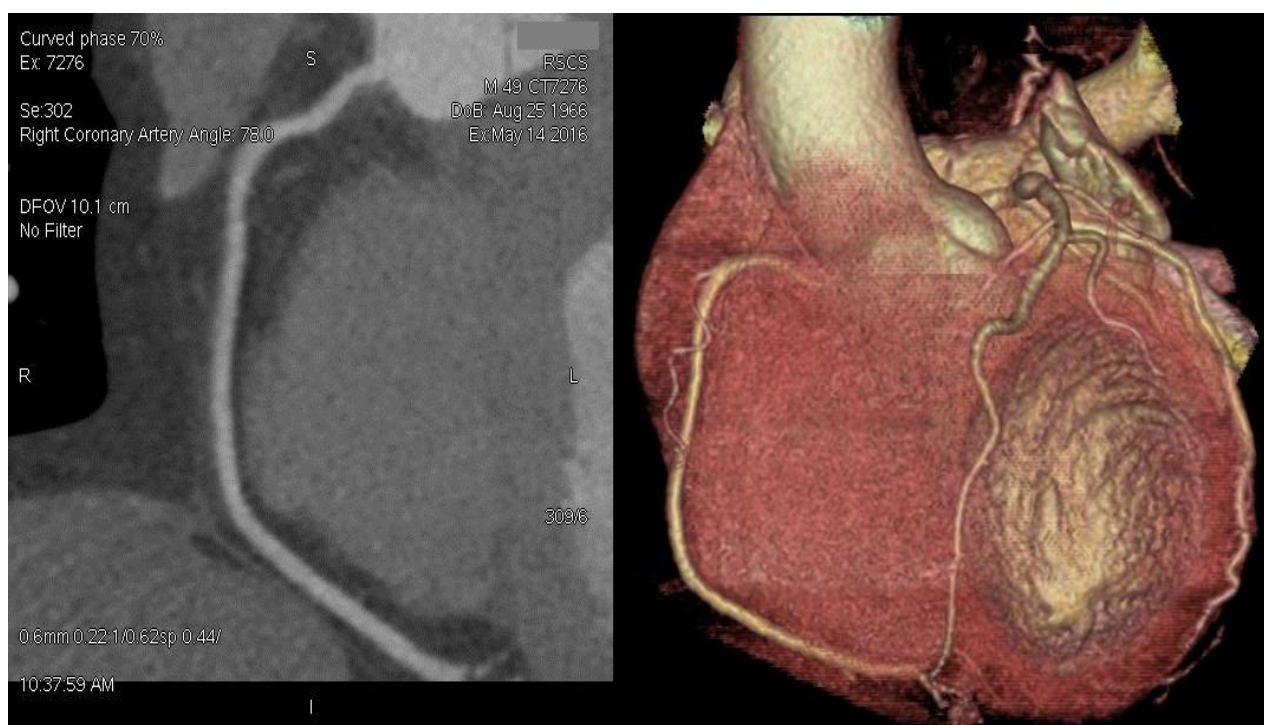


Рисунок 6. Правая коронарная артерия

ТИПЫ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ СЕРДЦА

Под типом кровоснабжения сердца понимают преобладающее распространение правой и левой КА по задней поверхности сердца. Анатомическим критерием оценки преимущественного типа распространения КА служит бессосудистая зона по задней поверхности сердца, образованная пересечением венечной и межжелудочковой борозд – стух. В зависимости от того, какая из артерий – правая или левая достигает этой зоны, выделяют преимущественный правый или левый тип кровоснабжения сердца (рис 8, 9). Артерия, достигающая этой зоны, всегда отдает заднюю межжелудочковую ветвь, которая проходит по задней межжелудочковой борозде по направлению к верхушке сердца и снабжает кровью заднюю часть межжелудочковой перегородки (МЖП). Описан еще один анатомический признак для определения преимущественного типа кровоснабжения. Замечено, что ветвь к атриовентрикулярному узлу всегда отходит от преобладающей артерии, т.е. от артерии, имеющей наибольшее значение в питании кровью задней поверхности сердца. Таким образом, при преимущественном правом типе кровоснабжения сердца ПКА обеспечивает питание правого предсердия (ПП), правого желудочка (ПЖ), задней части межжелудочковой перегородки и задней поверхности левого желудочка (ЛЖ). ПКА при этом представлена крупным стволом, а левая огибающая артерия (ЛОА) выражена слабо. При преимущественном левом типе кровоснабжения сердца, ПКА представлена тонкой ветвью и короткими дистальными ветвями на диафрагмальной поверхности ПЖ, а задняя поверхность ЛЖ, задняя часть МП, атриовентрикулярный узел и большая часть задней поверхности желудочка получают кровь из хорошо выраженной крупной ЛОА. Кроме того, выделяют также сбалансированный тип кровоснабжения, при котором правая и левая КА вносят примерно равный вклад в кровоснабжение задней поверхности сердца (рис 7). Понятие «преимущественный тип кровоснабжения сердца» хотя и условно, однако основано на анатомическом строении и распределении КА на поверхности сердца. Поскольку масса ЛЖ значительно больше правого, а ЛКА

всегда снабжает кровью большую часть ЛЖ, 2/3 МЖП и стенку ПЖ, очевидно, что ЛКА является преобладающей в кровоснабжении сердца в норме. Тем не менее, понятие «преимущественный тип кровоснабжения сердца» является правомочным, применяется для оценки анатомических находок при коронарографии и имеет большое практическое значение при определении показаний к реваскуляризации миокарда.

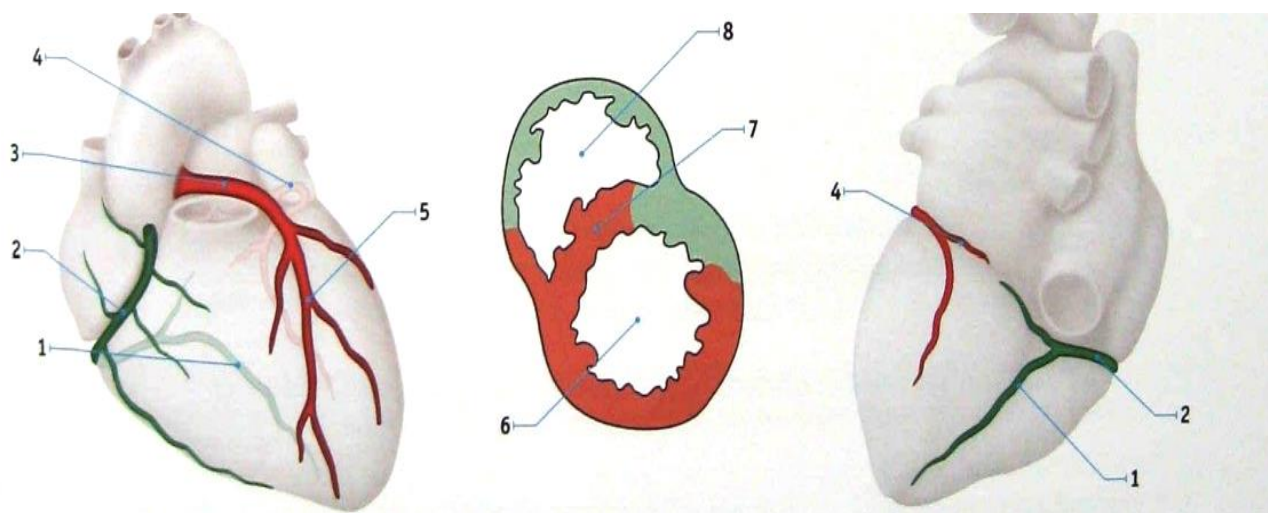


Рисунок 7. Сбалансированный тип коронарного кровоснабжения.

Красным цветом выделена зона кровоснабжения миокарда левой коронарной артерией.
Зеленым цветом выделена зона кровоснабжения миокарда правой коронарной артерией.

- 1.Задняя межжелудочковая ветвь
- 2.Правая венечная артерия
- 3.Левая венечная артерия (ствол)
- 4.Огибающая ветвь

- 5.Передняя межжелудочковая ветвь
- 6.Левый желудочек
- 7.Межжелудочковая перегородка
- 8.Правый желудочек

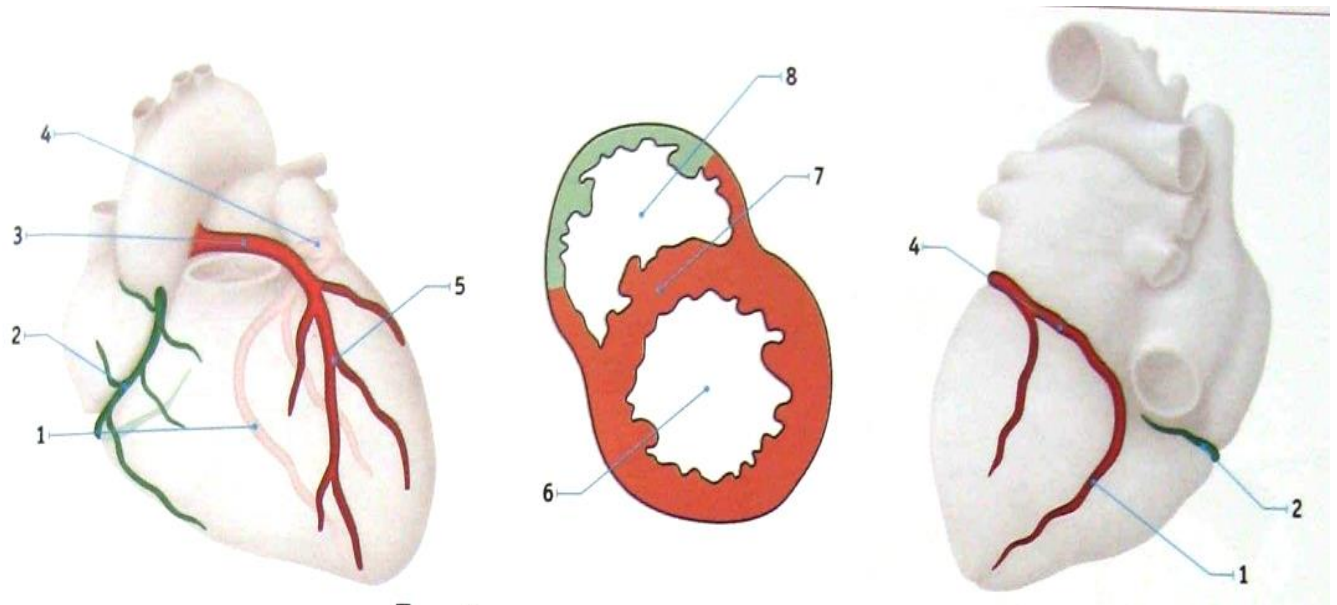


Рисунок-8. Левый тип коронарного кровоснабжения.

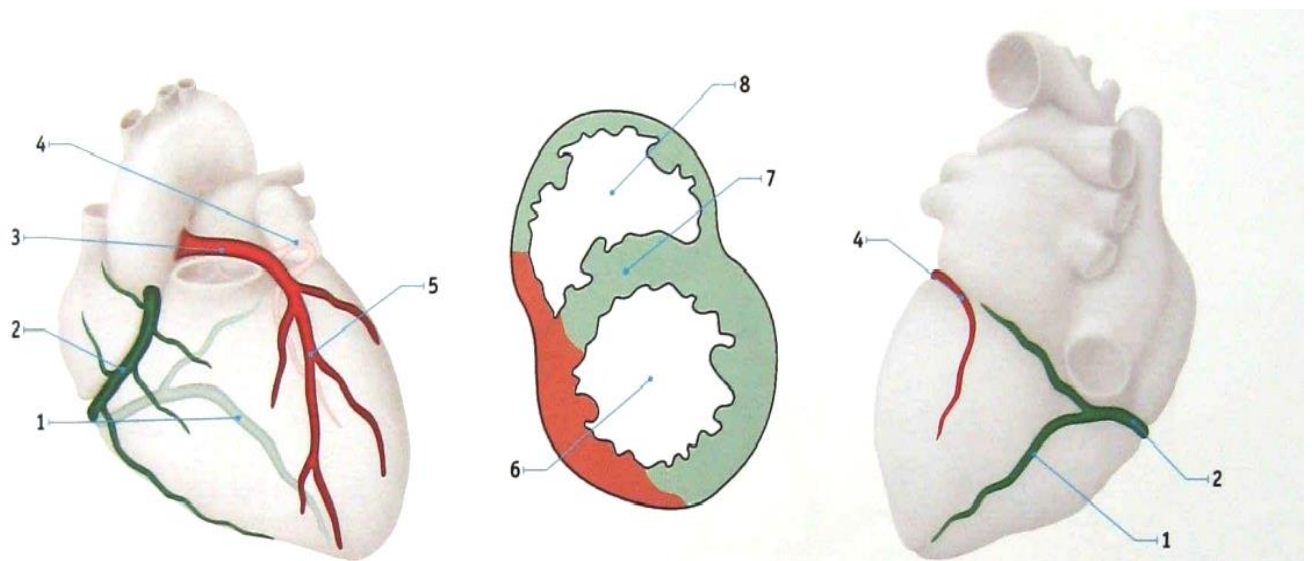


Рисунок-9. Правый тип коронарного кровоснабжения.

ВАРИАНТЫ И АНОМАЛИИ ОТХОЖДЕНИЯ КРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

Наиболее информативную классификацию аномалий развития КА предложили P. Angelini и соавт. (1999):

Аномалии отхождения и хода КА:

Отсутствие левого главного ствола (раздельное отхождение ПМЖВ и ЛОА).

Аномальное расположение коронарного устья в пределах корня аорты или около синусов Вальсальвы (для каждой артерии):

- высокое;
- низкое;
- комиссуральное;

Аномальное местоположение коронарного устья вне нормальных коронарных аортальных синусов:

- правый задний (некоронарный) аортальный синус;
- восходящая аорта;
- левый желудочек;
- правый желудочек;
- легочная артерия.

Варианты:

- LCA, отходящая от заднего наружного синуса;
- Cx, отходящая от заднего наружного синуса;
- LAD, отходящая от заднего наружного синуса;
- RCA, отходящая от переднего правого наружного синуса;
- эктопическое отхождение (вне наружного синуса) любой коронарной артерии от легочной артерии:

от переднего левого синуса; от легочного ствола; от легочной ветви;

- дуга аорты;
- безымянная артерия;
- правая каротидная артерия;
- внутренняя грудная артерия;

- бронхиальная артерия;
- подключичная артерия;
- нисходящая грудная аорта.

Аномальное отхождение коронарного устья от противоположного коронарного синуса (который может иметь объединенное происхождение или смежное двойное отверстие).

Варианты:

- RCA, отходящая от левого переднего синуса с аномальным ходом (рис 11):
 - позади атриовентрикулярной борозды или ретрокардиально;
 - ретрокардиально;
 - между аортой и легочной артерией (рис 11, 3B);
 - интрасептально;
 - кпереди от легочного ствола или перикардиально;
 - позади межжелудочковой борозды;
- LAD, отходящая от правого переднего синуса с аномальным ходом (рис 10):
 - между аортой и легочной артерией (рис 10, 2B);
 - интрасептально;
 - кпереди от легочного ствола или перикардиально;
 - позади межжелудочковой борозды;
- Cx, отходящая от правого переднего синуса с аномальным ходом (рис 10, 2A):
 - позади атриовентрикулярной борозды;
 - ретроаортально;
- LCA, отходящая от правого переднего синуса с аномальным ходом (рис 10, 2E):
 - позади атриовентрикулярной борозды или ретрокардиально;
 - ретрокардиально;
 - между аортой и легочной артерией;
 - интрасептально;
 - кпереди от легочного ствола или перикардиально;
 - позади межжелудочковой борозды;

Единая коронарная артерия (рис 12).

- Аномалии, свойственные коронарной анатомии.
 - врожденный стеноз устья или атрезия (LCA, LAD, RCA, Cx):
 - ямка коронарного устья;
 - эктазия или аневризма коронарного устья;
 - отсутствие коронарной артерии;
 - гипоплазия коронарной артерии;
 - интрамуральная коронарная артерия (мышечные мостики);
 - субэндокардиальный ход коронарных артерий;
 - коронарное пересечение;
 - аномальное отхождение задней нисходящей артерии от передней нисходящей ветви или септальной пенетрирующей ветви;

Если присутствует единственное общее устье, предполагают «единую» коронарную артерию.

- Аномалии коронарного завершения.
 - несоответствующие артериолярные/капиллярные разветвления;
 - фистула от RCA, LCA или инфундибулярной артерии:
 - в правый желудочек;
 - правое предсердие;
 - коронарный синус;
 - верхнюю полую вену;
 - легочную артерию;
 - легочную вену;
 - левое предсердие;
 - левый желудочек;
 - множественные в правый + левый желудочки.
- Аномальные коллатеральные сосуды.

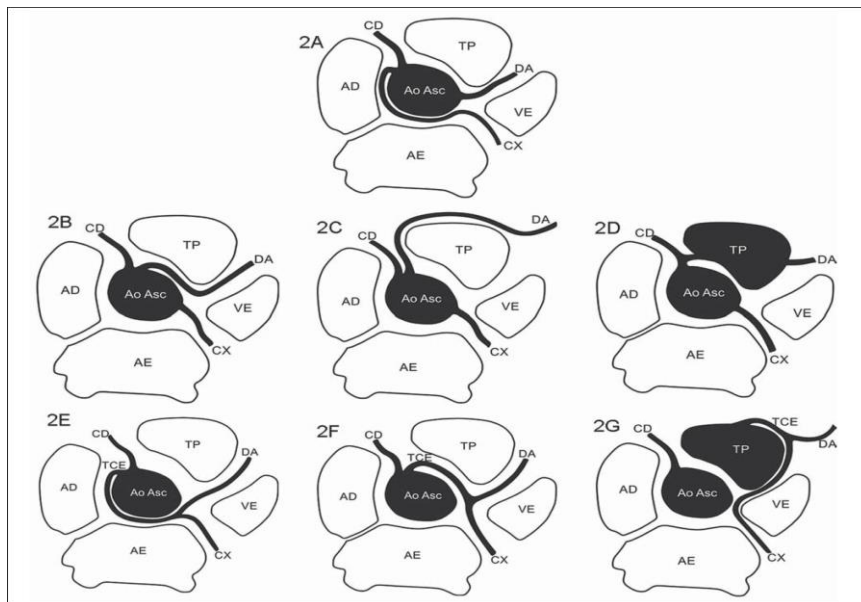


Рисунок 10. Аномальное отхождение левой коронарной артерии.

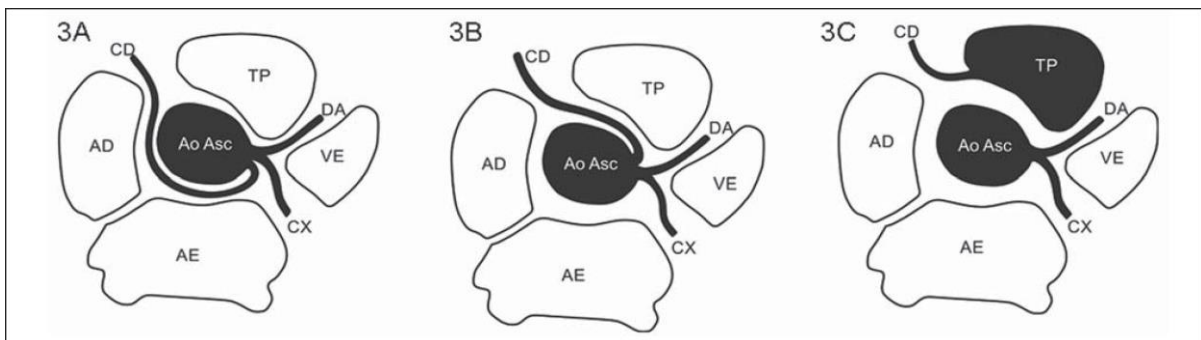


Рисунок 11. Аномальное отхождение правой коронарной артерии.

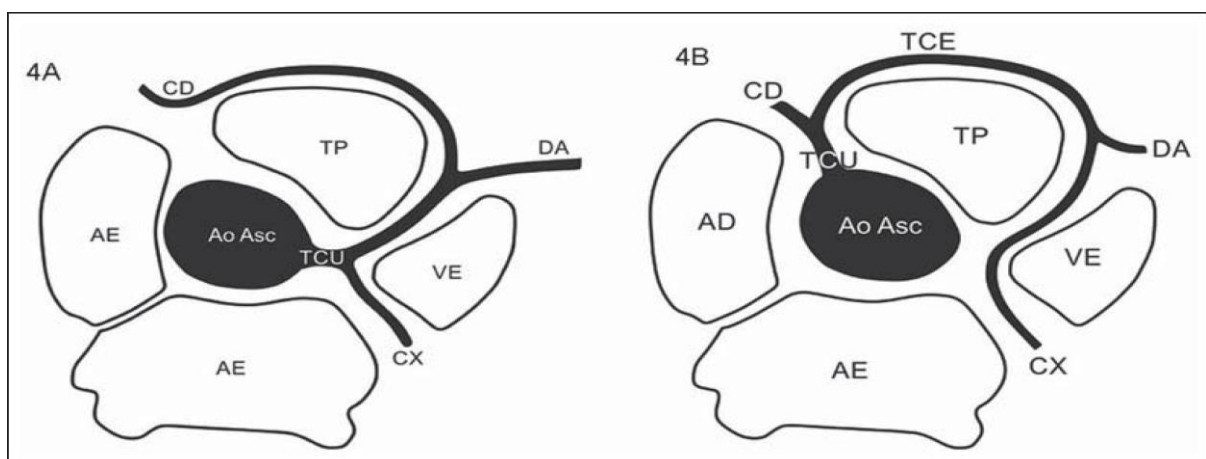


Рисунок 12. Отхождение коронарных артерий единым стволом.

Полученные в аксиальной плоскости срезы реконструируются на специализированные срезы сердца: по продольной (1), горизонтальной (2) и короткой осям (3) (рис 13):

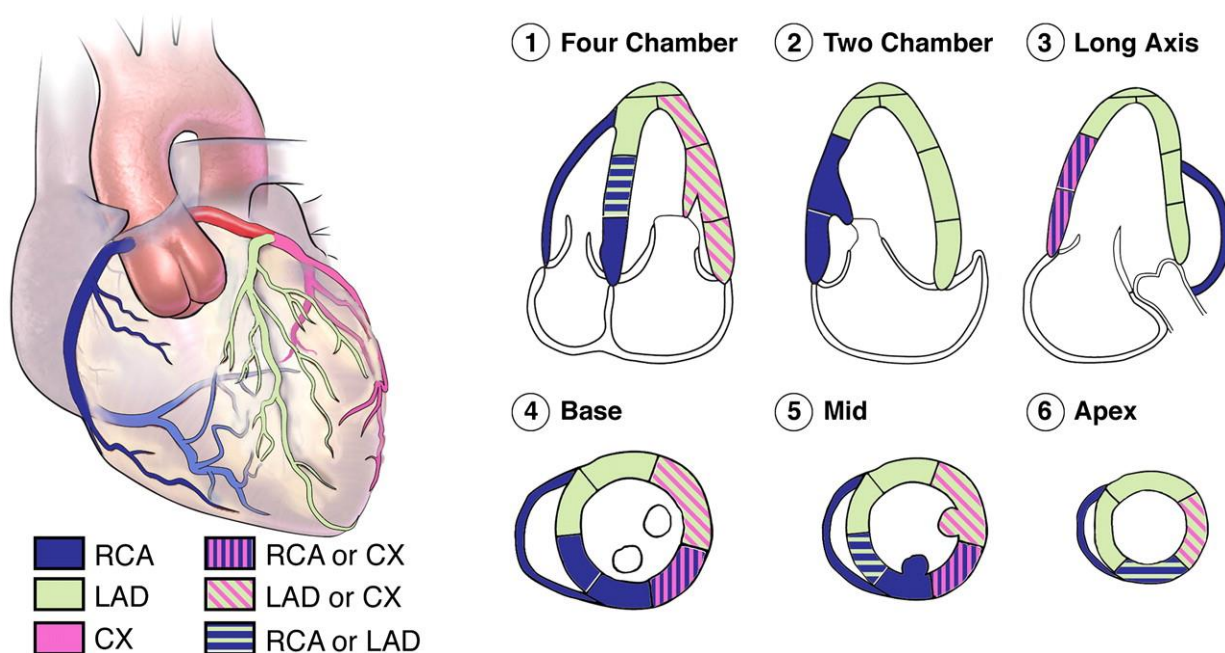


Рисунок 13. Схемы бассейнов КА и стандартные кардиологические срезы

Для топика изменений в стенках левого желудочка пользуются 17 или 20 сегментным анализом. Ниже представлена 20 сегментная модель ЛЖ (рис 14).

1. сегмент передней стенки на уровне основания
2. сегмент переднеперегородочной стенки на уровне основания
3. сегмент нижнеперегородочной стенки на уровне основания
4. сегмент нижней стенки на уровне основания
5. сегмент нижнебоковой стенки на уровне основания
6. сегмент переднебоковой стенки на уровне основания
7. сегмент передней стенки на уровне средней трети
8. сегмент переднеперегородочной стенки на уровне средней трети
9. сегмент нижнеперегородочной стенки на уровне средней трети

10. сегмент нижней стенки на уровне средней трети
11. сегмент нижнебоковой стенки на уровне средней трети
12. сегмент переднебоковой стенки на уровне средней трети
13. сегмент передней стенки на уровне верхушки
14. сегмент переднеперегородочной стенки на уровне верхушки
15. сегмент нижнеперегородочной стенки на уровне верхушки
16. сегмент нижней стенки на уровне верхушки
17. сегмент нижнебоковой стенки на уровне верхушки
18. сегмент переднебоковой стенки на уровне верхушки
19. верхушечный сегмент
20. верхушечный сегмент

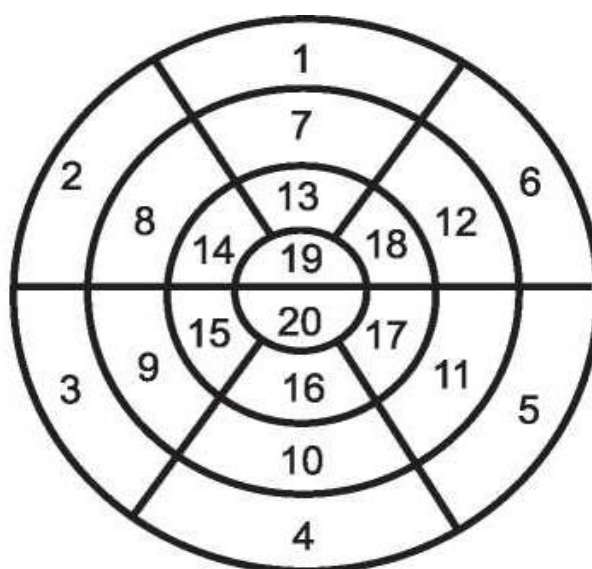


Рисунок 14. 20 –сегментное деление левого желудочка

АНАЛИЗ ТОМОГРАММ, РЕЗУЛЬТАТЫ МСКТ КА И ФОРМУЛИРОВКА ЗАКЛЮЧЕНИЙ

Анализ полученных томограмм всегда начинается с общего осмотра всех серий и проекций, затем построительного анализа органов и систем в поле зрения, необходимых измерений, количественной и качественной оценки состояния КА.

В общий осмотр входит оценка выбранного протокола исследования, качества изображений, наличия артефактов, особенностей строения органов и систем в поле зрения, представленных на изображениях.

Построительный анализ включает в себя изучение органов грудной клетки в поле зрения, анатомии сердца и магистральных сосудов. Также необходимо отметить наличие или отсутствие объемных образований на уровне исследования, провести анализ состояния сердца и магистральных сосудов. На нативных сканограммах определяется степень кальциноза КА и при необходимости производится количественный анализ по шкале Агатсона. Следующим этапом осуществляется количественный анализ функционального состояния сердца (фракция выброса, минутный объем, ударный объем, конечный систолический и диастолический объем).

Затем производится анализ состояния КА: место отхождения КА, морфология синусов Вальсальвы, ход и ветвление сосудов, тип кровоснабжения, определение наличия, протяженности и степени сужения КА, тип атеросклеротической бляшки.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ПРОТОКОЛЫ ОПИСАНИЯ МСКТ КА

1. Просмотр «сырых» данных для оценки качества полученных изображений.

2. Просмотр ЭКГ синхронизации на консоле оператора для выявления и удаления экстрасистол и асинхронизированных сканограмм.

3. Просмотр нативных сканограмм для оценки коронарного кальциноза и в случае необходимости обработки с помощью специальной программы “CaScore”.

4. Просмотр всех органов и структур в поле зрения на наличие патологических изменений.

5. Обработка данных: выбор фазы - систола (40%), диастола (0%) и 75% фаза для обработки с помощью специальной программы для построения реконструкции коронарного дерева.

6. Оценка КА производится в 75% фазу на МИП режиме с помощью специальной прослеживающей просвет сосуда программы “Tracking”. При этом программа не всегда автоматически распознают просвет КА, так как не во всех случаях представляется возможным получить оптимальное контрастирование КА. Плотность контрастирования зависит от фракции выброса и ударного объема ЛЖ, степени концентрации КВ в сосудистом русле, возможного блока проходимости ВПВ при глубоком вдохе, скорости введения КВ, наличия участков стеноза в области устья КА и т.д.

7. Построение из полученных в аксиальной плоскости изображений специализированных кардиологических срезов: по продольной, горизонтальной и короткой осям сердца.

8. Оценка объема камер и состояния клапанного аппарата сердца.

9. Оценка состояния миокарда с помощью программы миокардиальный анализ (сократимость, перфузия, толщина миокарда).

10. Оценка сократительной способности миокарда в кинорежиме.

11. Калькуляция параметров функционального состояния сердца (фракция выброса, минутный объем, ударный объем, конечный систолический и диастолический объем ЛЖ).

МСКТ - коронарография

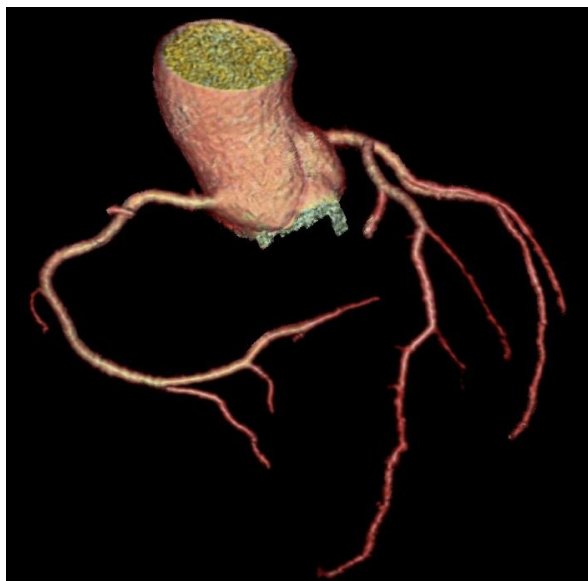


Рисунок 15. Трехмерная реконструкция коронарных артерий

При внутривенном введении «Юнигексол 350» в количестве 75 мл произведена серия мультислайсных аксиальных срезов, с последующим воспроизведением реконструктивных ангиограмм КА. Исследование выполнено при синхронизации с ЭКГ.

ЧСС=58 уд в мин.

Обычный тип отхождения КА от синусов Вальсальвы. КА хорошо развиты, левый тип кровоснабжения (рис 15).

Сердце расположено обычно. Стенки артерий с наличием единичных мягких бляшек. Отмечается расширение левых отделов сердца. Диаметр среза по короткой оси ЛЖ в конце диастолы -78 мм (в норме до 55 мм).

Восходящий отдел аорты D=29 мм, нисходящий отдел грудной аорты D=18 мм

Конечный систолический объем – 123,4 мл.

Конечный диастолический объем -192,3 мл.

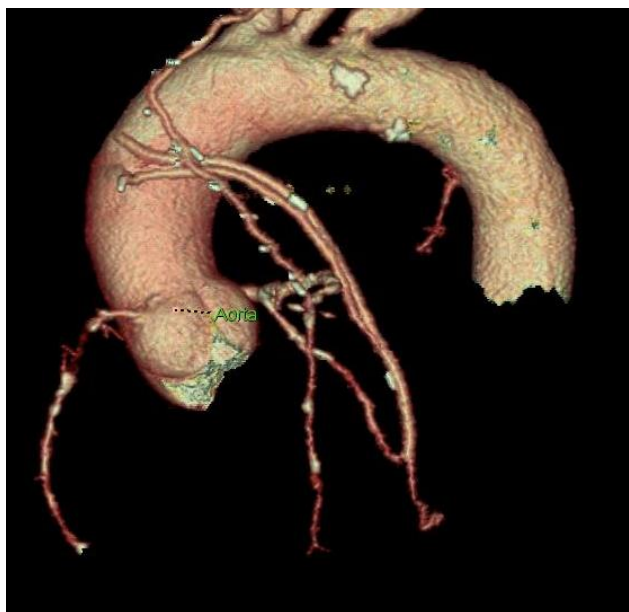
Ударный объем – 68,9 мл.

Фракция выброса –35,8 %

Минутный объем – 4 л/мин.

Коронарные артерии	Проксимальная часть (d, мм)	Средняя часть (d, мм)	Дистальная часть (d, мм)
Правая коронарная артерия (ПКА)	2,6-3,2	2,3-2,6	Представлена ЗМЖВ и ВОК до 2,0 мм
Левая коронарная артерия (ЛКА)	Ствол протяженностью 11 мм, D=2,7-3,0		
Передняя межжелудочковая ветвь (ПМЖВ) <i>(отходят две диагональные ветви)</i>	2,4-2,7	2,1-2,3	1,3-1,7
Огибающая ветвь <i>(отходит одна ветвь ВТК1)</i>	2,5-2,8	1,8-2,0	1,9-1,6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: МСКТ признаки начальных проявлений атеросклероза коронарных артерий. Расширение левых отделов сердца. Снижение фракции выброса.



МСКТ - коронарография + шунтография

При внутривенном введении «Юнигексол 350» в количестве 100 мл произведена серия мультислайсных аксиальных срезов, с последующим воспроизведением реконструктивных ангиограмм артерий сердца. Исследование выполнено при ЧСС= 56 уд/мин.

Рисунок 16. Трехмерная реконструкция коронарных артерий и АКШ.

СПО МКШ-ПМЖВ, АКШ – ВТК1, ВТК2.

Визуализируется 3 шунта:

1. Маммарный шунт проходим на всем протяжении, визуализируется до анастомоза со с/3 ПМЖВ, диаметром 1-2 мм.
2. АКШ, расположенный в восходящем отделе аорты визуализируется на всем протяжении до анастомоза со с/3 огибающей артерии.
3. АКШ, расположенный каудальнее вышеописанного шунта на 11 мм (ближе к луковиче аорты), визуализируется на протяжении 10 мм, далее окклюзирован (рис 16).

Ствол ЛКА протяженностью 5 мм D=2,6-2,8 мм, сужен до 0,3-0,8 мм/75%.

ПМЖВ диаметром в области устья 2,7 мм, далее на всем протяжении до дистального сегмента множественные стенозы до 0,1-0,8 мм (рис 17).

Огибающая артерия: в области устья стеноз до 0,3 мм, далее 1,2-1,4 мм с наличием множественных стенозов до 0,4 мм/80-90%. Дистальнее анастомоза визуализируется на протяжении 2 см.

ПКА визуализируется в проксимальной части на протяжении 1 см D=1,5-1,7 мм, далее окклюзирована на протяжении 1 см, дистальнее со множественными участками стеноза до 0,1-0,5 мм/90%.

Отмечается выраженное обеднение периферического кровотока.

Сердце расположено обычно. Камеры сердца нормальных размеров. Толщина миокарда ЛЖ равномерная (11-12 мм).

Восходящий отдел аорты D= 36 мм

Нисходящий отдел грудной аорты D= 27 мм

Конечный систолический объем –55,4 мл

Конечный диастолический объем -178,7 мл

Ударный объем – 123 мл

Фракция выброса –69 %

Минутный объем – 7,5 л/мин

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: СПО АКШ и МКШ, стентирования ПМЖВ. МСКТ признаки выраженного атеросклероза коронарных артерий, с окклюзией проксимальной части ПКА и множественными стенозами (75-90%) в ПМЖА И ОА. Картина двух функционирующих шунтов МКШ-ПМЖВ, АКШ-ОА; один нефункционирующий аортокоронарный аутовенозный шунт.

МСКТ-коронарография

При внутривенном введении «Юнигексол 350» в количестве 75 мл произведена серия мультислайсных аксиальных срезов, с последующим воспроизведением реконструктивных ангиограмм артерий сердца. Исследование выполнено при синхронизации с ЭКГ. СП стентирования ПМЖВ (рис 18). ЧСС=48 уд в мин.

Обычный тип отхождения коронарных артерий от синусов Вальсальвы. Коронарные артерии хорошо развиты, правый тип кровоснабжения. Сердце расположено обычно. Камеры сердца нормальных размеров.

Стенки артерий с наличием множественных мягких и кальцинированных бляшек (рис 17).

Восходящий отдел аорты D=40 мм, нисходящий отдел грудной аорты D=26 мм

Конечный систолический объем –44,9 мл.

Конечный диастолический объем -146,7 мл.

Ударный объем –101,9 мл.

Фракция выброса –69,4 %

Минутный объем –4,9 л/мин.

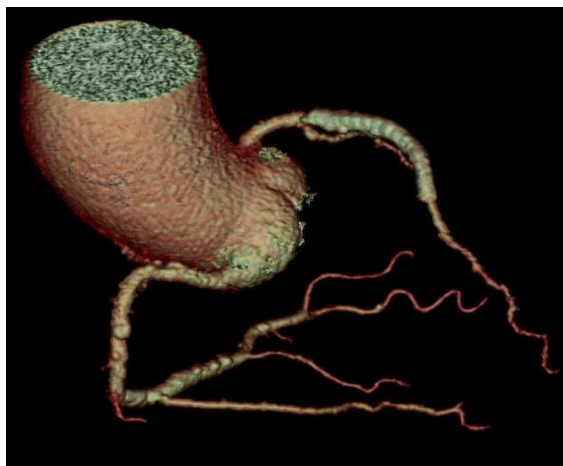


Рисунок-17. Трехмерная реконструкция коронарных артерий

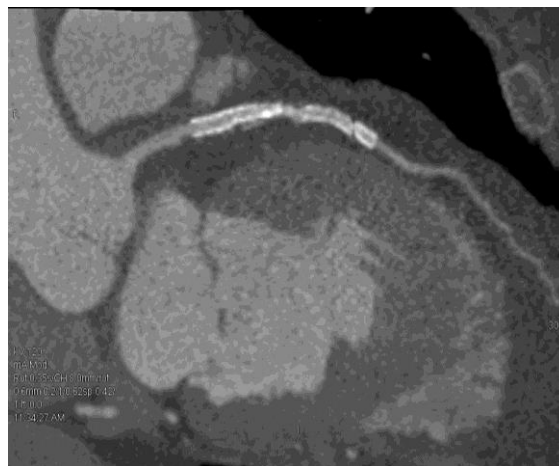


Рисунок 18. Продольный срез ПМЖВ

Коронарные артерии	Проксимальная часть (d, мм)	Средняя часть (d, мм)	Дистальная часть (d, мм)
Правая коронарная артерия (ПКА)	3,9-4,0, стеноз до 2,2 мм/30%	3,2-3,9	2,2-2,7
Левая коронарная артерия (ЛКА)	Ствол протяженностью 15 мм, D=2,7-3,2		
Передняя межжелудочковая ветвь (ПМЖВ) <i>(отходит одна диагональная ветвь)</i>	Стент протяженностью 52 мм, проходим. Просвет D=0.9- 1.4 мм	1,7-1,5	0,7-1,2
Огибающая артерия (ОА) <i>(отходит одна ветвь ВТК1)</i>	Сужен до 1,0 мм/60%, 1,6-1,8	1,5-1,6	Сужен до 0,4 мм/95% 1,4-1,5 мм

* процентное значение стеноза артерий указано по площади сечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: СП стентирования ПМЖВ. МСКТ признаки выраженного атеросклероза коронарных артерий. Стенозы ПКА и ОА. Стент проходим.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С 2014 по 2016 г.г. в отделении МРТ и КТ АО “РСЦХ им. академика В.Вахидова” обследовано 200 пациентов с подозрением на патологические изменения КА и с установленным диагнозом ИБС. Из них лиц мужского пола 132, женского 68 пациентов (диаграмма-1).

Из общего количества пациентов атеросклеротическое поражение КА обнаружено у 195 пациентов (97,5%), аномалии развития КА у 15 пациентов (7,5%) (диаграмма-6).

Следует отметить, что чаще всего встречалось аномальное отхождение ЛКА (53,3%) (диаграмма-8).

При распределении пациентов по типу кровоснабжения смешанный тип наблюдался у наибольшего количества пациентов – 138 (69%) (диаграмма - 2).

Наиболее часто (105 пациентов, 53,8%) наблюдалось однососудистое поражение КА, двухсосудистое поражение у 52 пациентов (26,7%) (диаграмма -7).

У наибольшего количества пациентов – 65 (32,5%) было выявлено стенозирование КА до 50-60%, стеноз до 60-70% у 35 (17,5%) пациентов, 70-80% у 26 пациентов, и наименьшее количество пациентов со стенозированием КА 80% и более у 23 (11,5%) (диаграмма -9).

У 46 пациентов (23%) выявлено наличие стеноза КА менее 50%, и у 5 (2,5%) пациентов атеросклеротического поражение КА не обнаружено (диаграмма-9). Таким образом, 51 пациенту (25,5%) после проведения МСКТ КА исключена необходимость проведения инвазивной КАГ. Соответственно, экономическая эффективность составила 3 967 170 616 сум.

Расчёт экономического эффекта от сокращения сроков временной нетрудоспособности производился по формуле Т.И. Искандарова (2005) с учетом заболеваемости ИБС в Узбекистане по данным ВОЗ (560 на 100 000 взрослого населения):

$$Э_{вр} = (D_1 - D_2) \times (G + E) \times H - 0,15 \times K$$

Где D_1 – среднее число дней нетрудоспособности одного больного по данному заболеванию до внедрения методики;

Д2- среднее число дней трудоспособности по данному заболеванию после внедрения;

Г - среднедневная выработка одного работающего, сум/ день:

Е - средний размер пособия по ВУТ, сум / день;

Н – масштаб внедрения (число больных в год, на которых ожидается распространить или уже распространён новый метод лечения);

0,15 - нормальный коэффициент эффективности;

К-предполагаемые затраты на внедрение данного метода.

$$\text{Э вр} = (D1 - D2) \times (G + E) \times N - 0,15 \times K = (5 - 1) \times (4736 + 3788,8) \times 116480 - 0,15 \times 300\,000 = 3\,967\,170\,616 \text{ сум}$$

Характеристика больных, включенных в исследование, представлены в следующих таблицах:

Диаграмма-1. Распределение пациентов по возрасту и половой принадлежности.

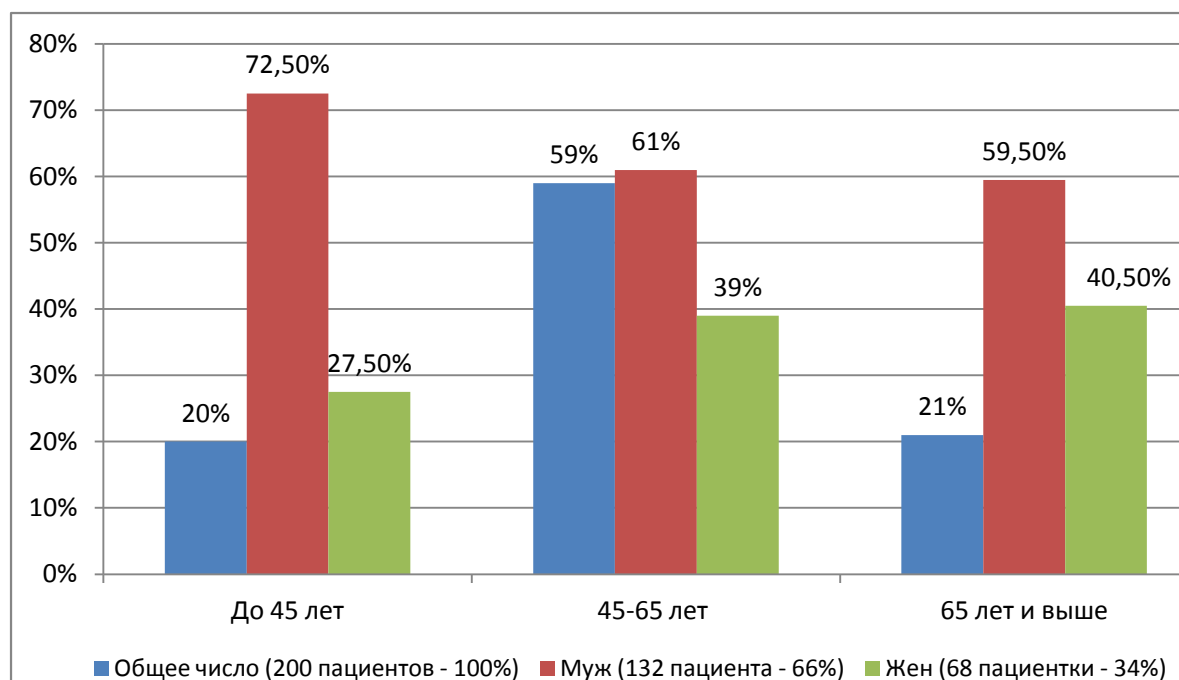


Диаграмма-2. Распределение пациентов по типу кровоснабжения.

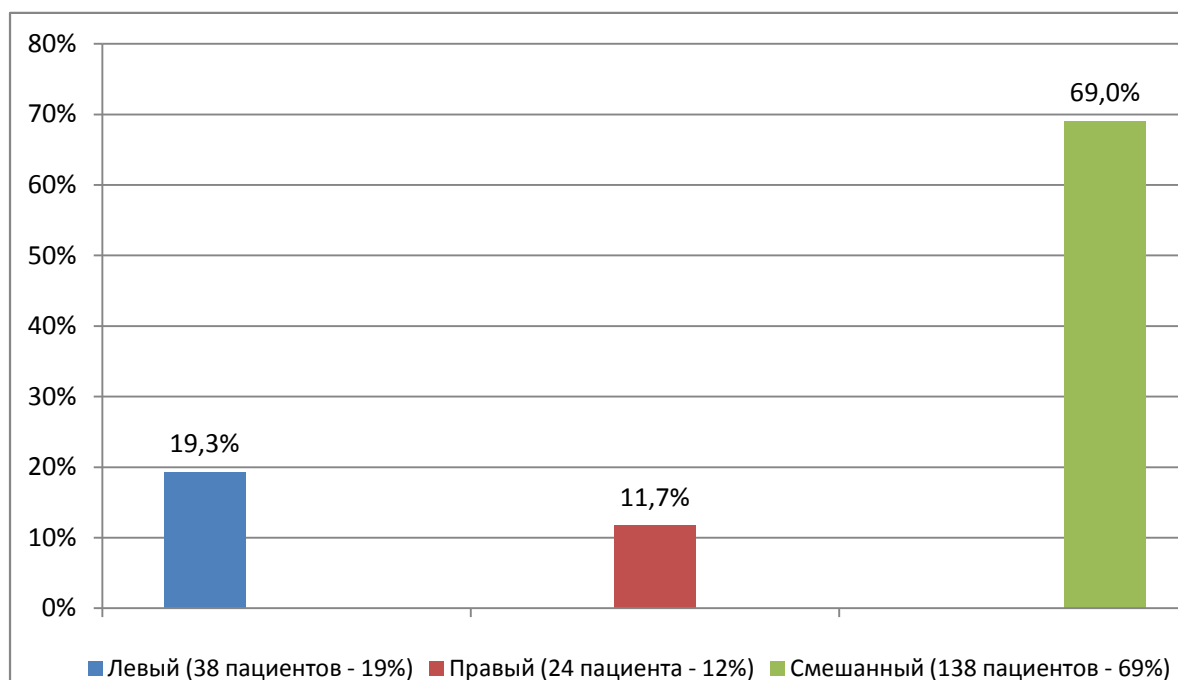


Диаграмма-3. Распределение пациентов по конечному систолическому объему ЛЖ

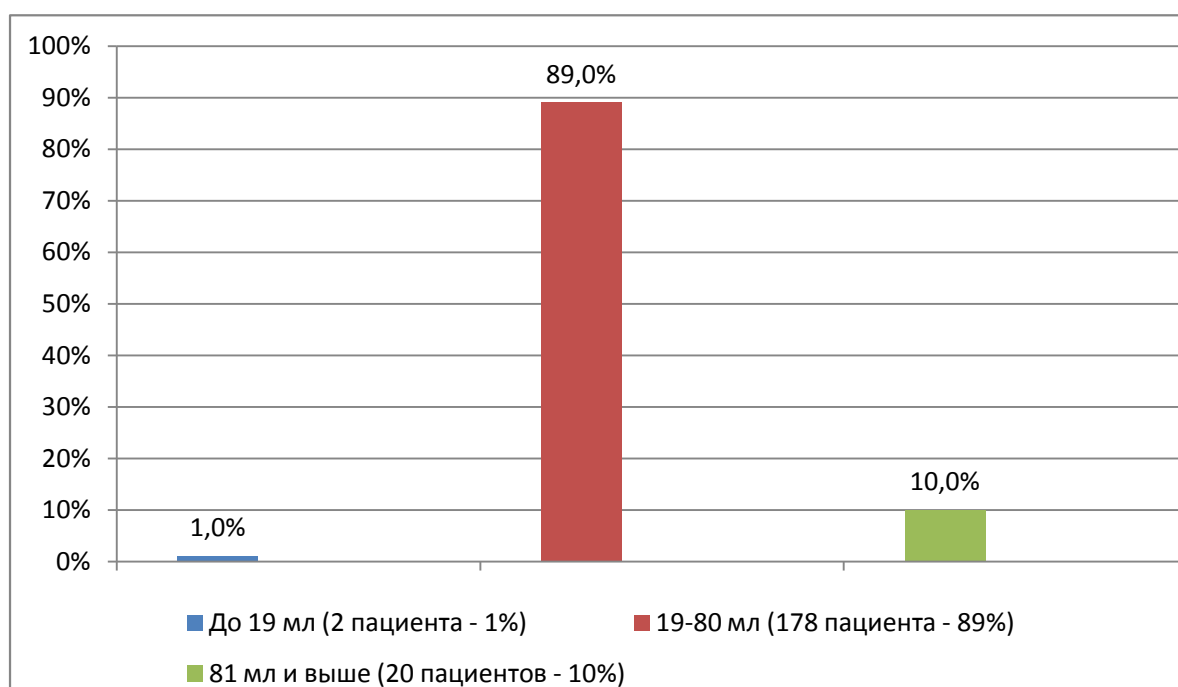


Диаграмма-4. Распределение пациентов по конечному диастолическому объему ЛЖ

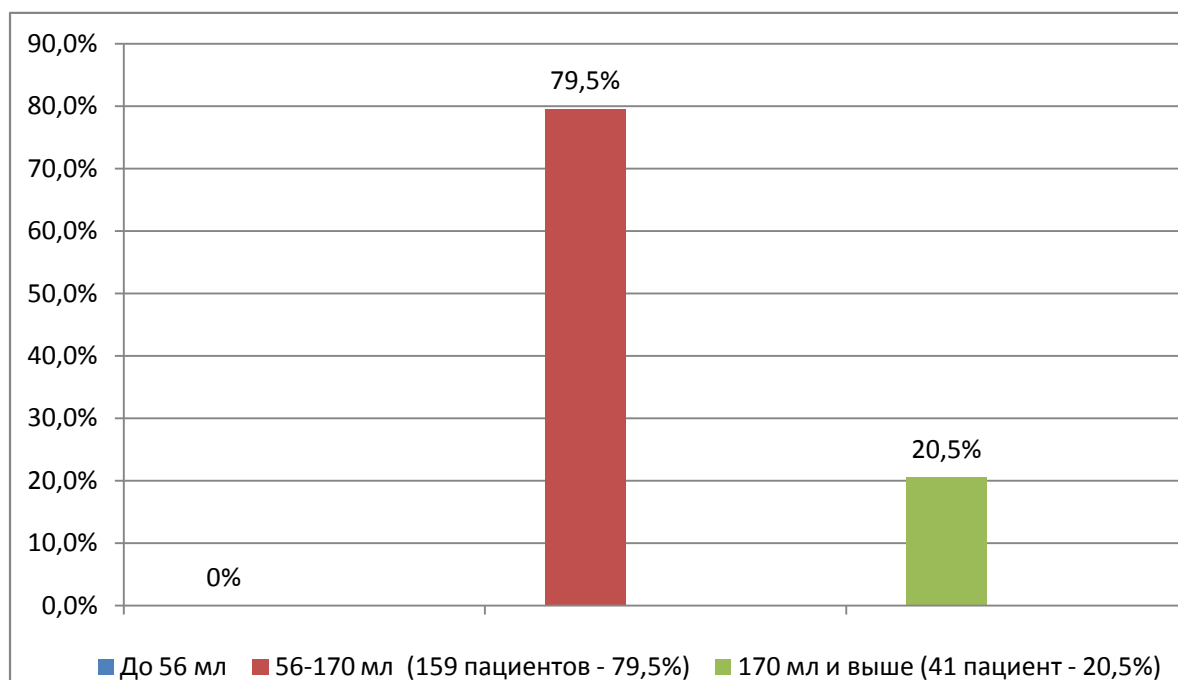


Диаграмма-5. Распределение пациентов по ударному объему ЛЖ

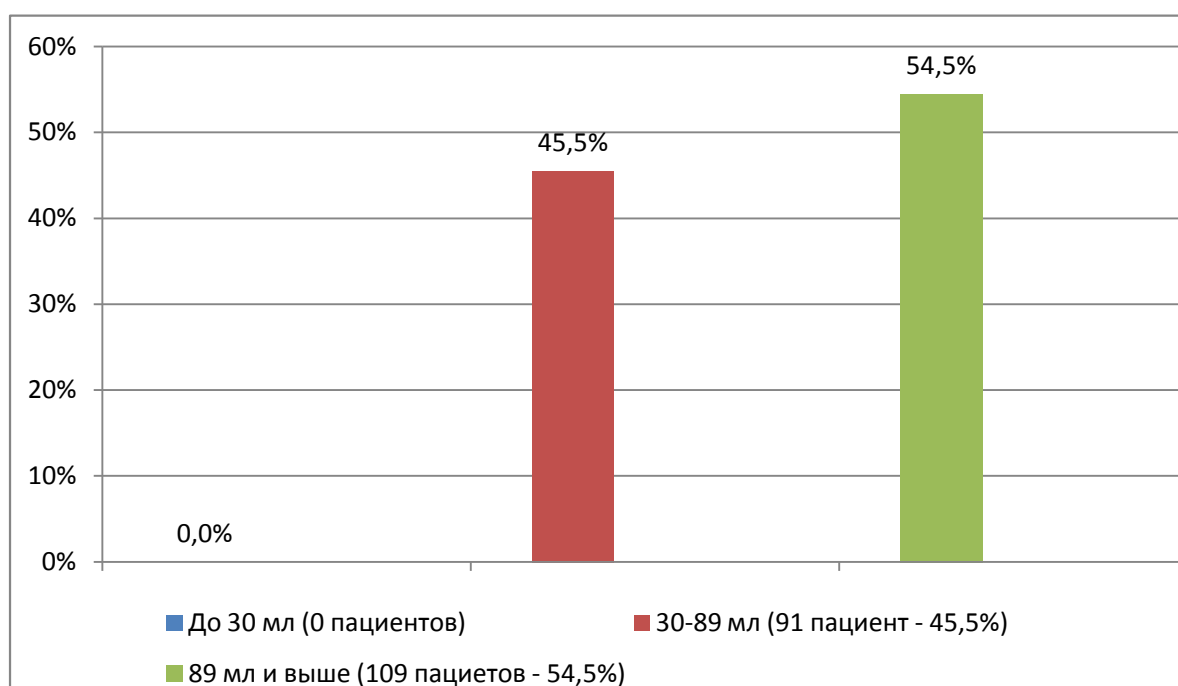


Диаграмма-6. Структура поражения коронарных сосудов

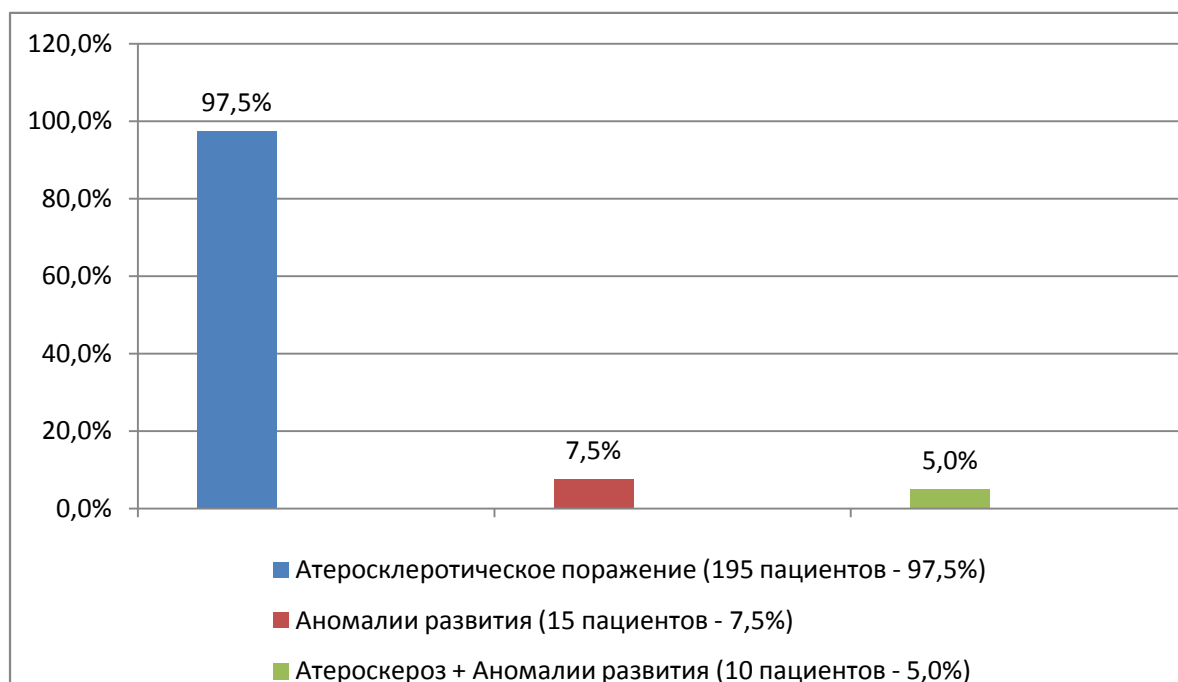


Диаграмма-7. Распределение больных по поражаемости коронарных артерий

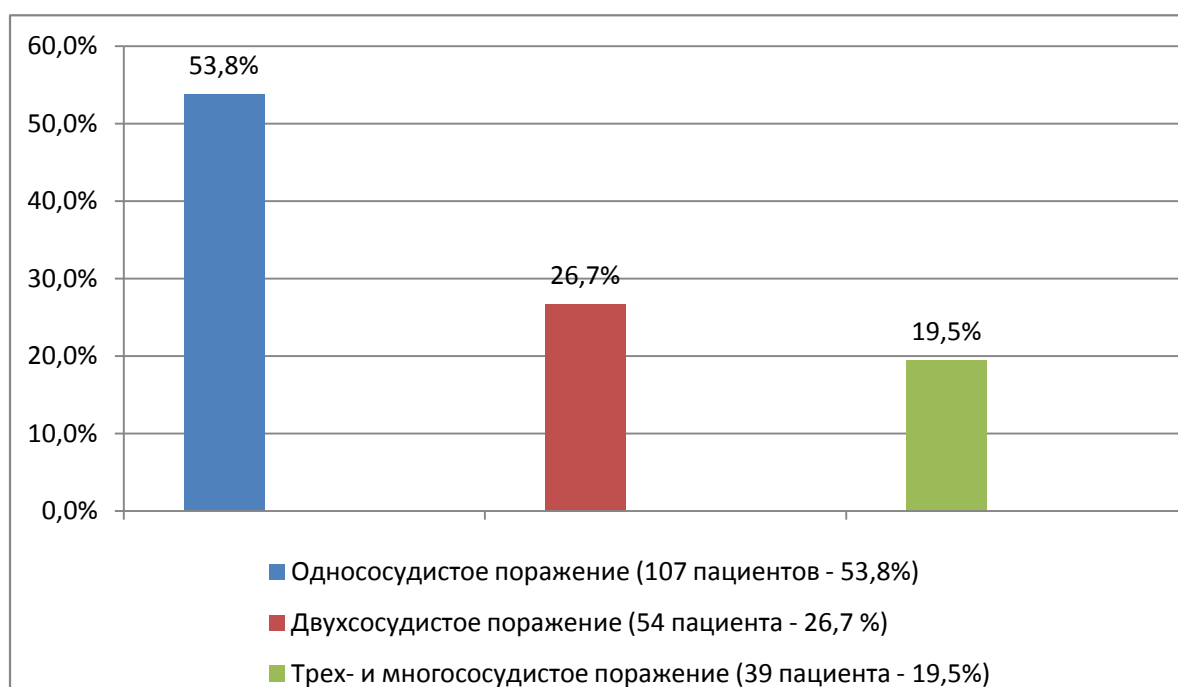


Диаграмма-8. Распределение больных по аномальному отхождению коронарных артерий

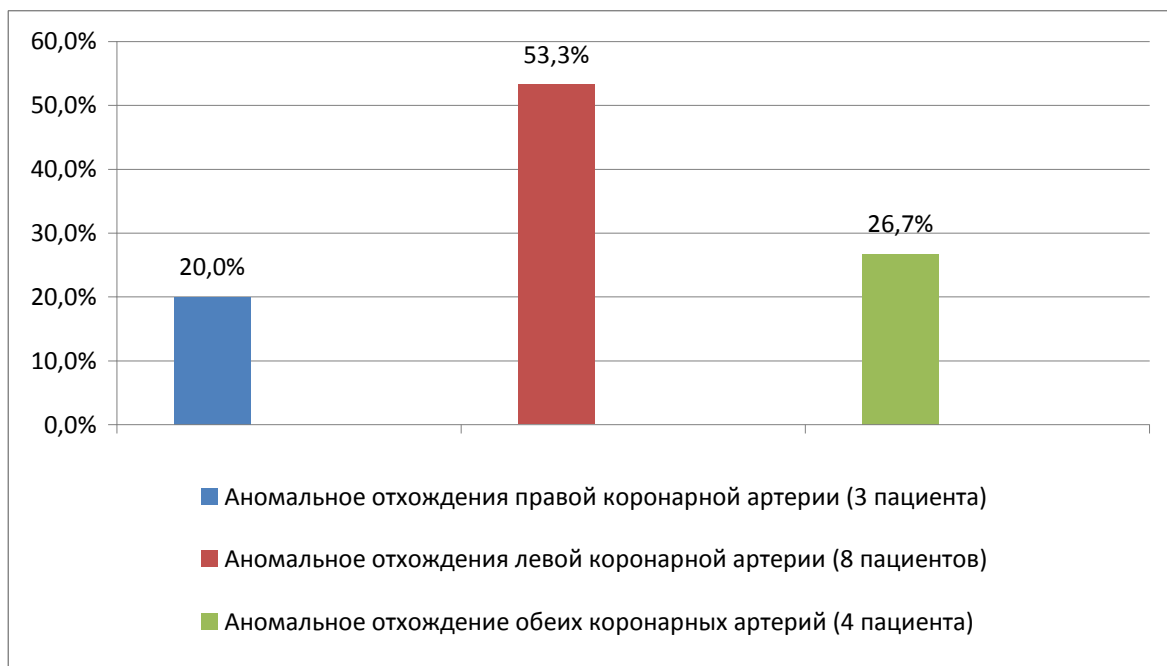
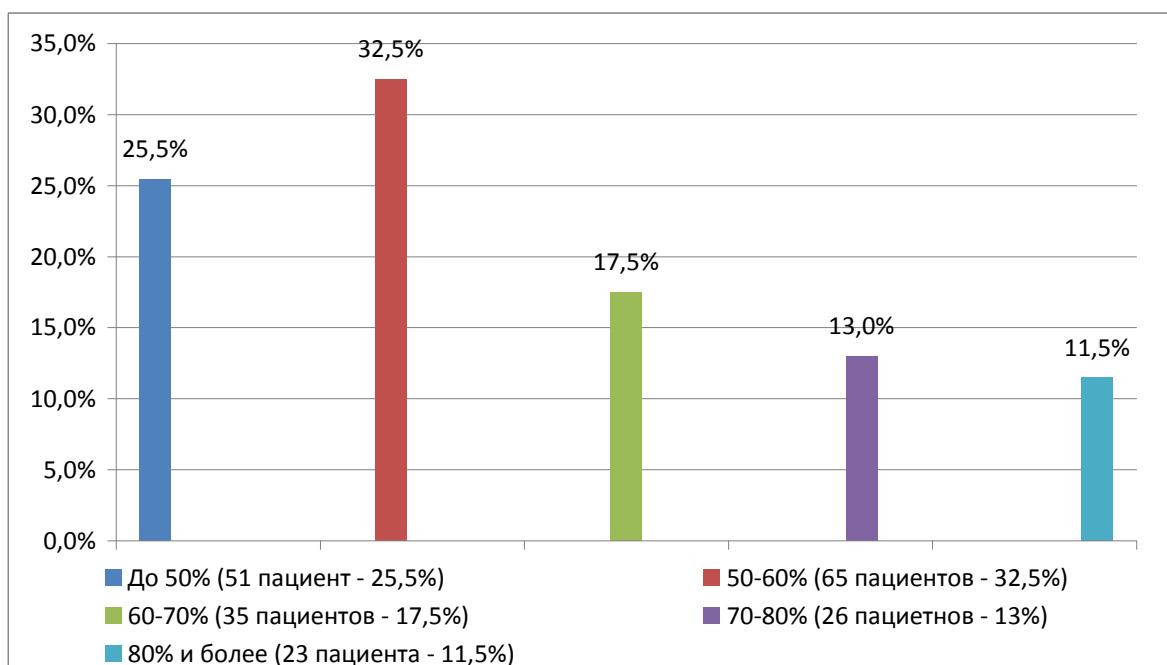


Диаграмма-9. Распределение пациентов по степени стеноза коронарных артерий



ВЫВОДЫ:

1. МСКТ КА является методом с 99-100% вероятностью исключающим наличие патологии КА, уменьшая тем самым количество неоправданных инвазивных вмешательств (традиционная КАГ).

2. МСКТ КА позволяет оценить состояние КА в 3D формате, определить структуру атеросклеротических бляшек, состояние стенок КА на предмет характера и протяженности поражения, определяет наличие миокардиальных мостиков.

3. Результаты МСКТ КА определяют четкие показания к применению традиционной КАГ и определяют возможность планирования способа реваскуляризации миокарда – стентирование, баллонная дилатация или коронарное шунтирование.

4. Введение МСКТ КА в диагностический алгоритм исследования больных с ИБС позволяет дать адекватную оценку как ближайшего, так и отдаленного прогноза, выявить риск возможной смерти и повысить выживаемость и качество жизни пациентов, определить характер, тип и экстренность лечебного вмешательства.

5. МСКТ КА способствует достижению экономического эффекта в виде сокращения сроков пребывания больных в стационаре, сокращением количества дней временной нетрудоспособности пациентов, снижением частоты инвалидизации, сокращению и минимизации сопутствующих экономических затрат и количества необоснованных КАГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марьяшева Ю.А., Сеницын В.Е., Терновой С.К. Роль КТ- ангиографии в обследовании пациентов с предполагаемой ишемической болезнью сердца. Диагностическая и интервенционная радиология. Москва 2010. Т. 4. № 1. С 67-73.
2. Сеницын В.Е., Мершина Е.А., Архипова И.М., Глазкова М.А. Возможности снижения лучевой нагрузки при проведении МСКТ коронарных артерий. Диагностическая и интервенционная радиология. Москва 2011. Т. 5. № 1. С 21-29.
3. Сеницын В.Е. Мультиспиральная и электронно-лучевая томография сердца. Магнитно-резонансная томография сердца. Национальное руководство по кардиологии. Москва 2010.С. 89-94.
4. Сеницын В.Е., Устюжанин Д.В. Мультиспиральная компьютерная томография: исследование коронарных артерий. Болезни сердца и сосудов. Москва 2006. 1: 20-4.
5. Achenbach S. Cardiac CT: state of the art for the detection of coronary arterial stenosis. J Cardiovasc Comput Tomogr 2007. 1: 3–20.
6. Greenland P., Bonow P.O., Brundage B.H. et al. ACCF/AHA 2007 Clinical Expert Consensus Document on Coronary Artery Calcium Scoring By Computed Tomography in Global Cardiovascular Risk Assessment and in Evaluation of Patients With Chest Pain. JACC. 2007. 49 (3): 378-402.
7. Janne d’Othe’e B., Siebert U., Cury R. Et al. A systematic review on diagnostic accuracy of CT-based detection of significant coronary artery disease. Eur J Radiol. 2008. 65:449–461.
8. Ohnesorge B.M., Flohr T.G., Becker C.R., editors. Multi-slice and Dual-source CT in Cardiac Imaging. Berlin: Springer; 2006.

9. Oudkerk M., Reiser M.R, editors. Coronary Radiology, 2nd edition. Berlin: Springer; 2008.

10. Taylor A.J., Cerqueira M, Hodgson J.M. et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. J. of Cardiovascular Computed Tomography 2010; 4: 407.e1–407.e33.

11. Vanhoenacker P.K., Heijenbrok-Kal M.H., Van Heste R. Et al. Diagnostic performance of multidetector CT angiography for assessment of coronary artery disease: meta-analysis. Radiology. 2007; 244:419–428.

12. И.М. Архипова, Е.А. Мершина, В.Е. Сеницын Роль КТ-коронарографии в диагностике ИБС на амбулаторном этапе. Лучевая диагностика

13. Курбанов Р.Д., Уринов О. Профилактика основных факторов риска основа снижения смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Здоровоохранение Узбекистана; № 41, 21.10.2011, 1-2с.

14. Шевченко И.И. Сравнение данных регистров острых коронарных синдромов РЕКОРД и РЕКОРД-2: лечение и его исходы в стационарах, не имеющих возможности выполнения инвазивных коронарных процедур. Кардиология, 2013; 8: 4–10с

15. Богунецкий А.А. Возможности магнитно-резонансной томографии сердца с контрастным усилением в прогнозировании послеоперационной динамики у пациентов с ишемической болезнью сердца. Российский электронный журнал лучевой диагностики, М.-2012:85–86.

16. Оганов Р.Г., Поздняков Ю.М., Волков В.С. Ишемическая болезнь сердца. М.: «Издательский Дом Синергия», 2002. 308 с.

17. Hunold, P., et al. Radiation exposure during cardiac CT: effective doses at multi-detector row CT and electron-beam CT. Radiology, 2003, 226, 145–52. 22

18. Бардина Р. А., 1954; Казакова Н. В., 1961; Сперанский Л. С., 1968; Самойлова С. В., 1970 Наименования ветвей венечных артерий по Международной анатомической номенклатуре.

Вопросы:

-Не указаны в тексте следующие авторы: 1, 4, 6, 8, 9, 12

-авторы в тексте указаны не по порядку – первая ссылка №13, упорядочить номера ссылок в соответствии с текстом