

**Кондрашина Ольга Сергеевна**

**Объемная КТ-ангиография при заболеваниях сердца и  
венечных артерий**

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва - 2019

Работа выполнена в Российско-Японском научно-образовательном центре визуализации УКБ №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Научный руководитель:**

член-корр. РАН, доктор медицинских наук, профессор **Серова Наталья Сергеевна**

**Официальные оппоненты:**

- доктор медицинских наук, профессор **Синицын Валентин Евгеньевич**, ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, кафедра лучевой диагностики факультета фундаментальной медицины, заведующий кафедрой;
- доктор медицинских наук, **Веселова Татьяна Николаевна**, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава РФ, лаборатория рентгеновской компьютерной томографии, старший научный сотрудник.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»

Защита диссертации состоится « 25 » февраля 2020 г. в 14.30 часов на заседании диссертационного совета Д 208.081.01. на базе ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (117997, ГСП-7, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «РНЦРР» Министерства здравоохранения Российской Федерации (117997, ГСП-7, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86) и на сайте: [www.rncrr.ru](http://www.rncrr.ru)

Автореферат разослан «    » января 2020 г

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук, профессор

**Цаллагова З.С.**

## Общая характеристика работы

### Актуальность темы исследования

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и их осложнения занимают лидирующие позиции в структуре смертности населения экономически развитых стран (García-Lledo A. et al., 2016; Gaudio C. et al., 2017). В нашей стране уровень общей смертности от ССЗ в несколько раз превышает аналогичные показатели стран Западной Европы и США (Бартош-Зеленая С.Ю., Гусева О.А., 2014; Зяблова Е.И., Порханов В.А., 2015; Икрамов А.И. и др., 2017). Первое место среди ССЗ занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС), диагностика которой при наличии выраженной клинической симптоматики не вызывает сложностей (Азизов В.А. и др., 2014; Hu X.H. et al., 2012; Wang R. et al., 2017).

Проблемы визуализации коронарных артерий обусловлены особенностями их анатомического строения: малым диаметром, быстрым движением в течение сердечного цикла, дыхательной экскурсией грудной клетки. Ранее единственным надежным методом визуализации венечных артерий, выявления и характеристики их стенотических поражений считалась инвазивная рентгеноконтрастная коронарная ангиография (КАГ) (Азизов В.А. и др., 2014; De Graaf F.R. et al., 2013; Cavalcante R. et al. 2017). Актуальным является внедрение в практику неинвазивных способов ранней диагностики состояния коронарных артерий. В первую очередь это мультиспиральная компьютерная томография с внутривенным контрастированием (МСКТ-коронарография) (Федотенков И.С., Терновой С.К., 2017; De Graaf F.R. et al., 2013; Sabarudin A., Sun Z., 2013).

В настоящее время МСКТ-коронарография является наиболее перспективным для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, он все шире применяется в кардиологической практике [Джураева Н.М. и др., 2017; Vu G. et al., 2016; Hadjiiski L. et al., 2016]. Благодаря высоким показателям чувствительности и прогностической ценности отрицательного результата, МСКТ-коронарография надежна в выявлении выраженных гемодинамически значимых стенозов и все шире применяется в рамках предварительного обследования пациентов при решении вопроса о необходимости выполнения реваскуляризирующих вмешательств (De Graaf F.R. et al., 2013).

В последние годы пространственное разрешение современных КТ-томографов позволяет осуществлять точную оценку просвета коронарных артерий от их стеноза до окклюзии (Lessick J. et al., 2015; Qu X. et al., 2014). Неинвазивный характер исследования дает возможность более частого его выполнения у одного пациента по сравнению со стандартной инвазивной ангиографией (Джураева Н.М. и др., 2017; Максудов М.Ф. и др., 2017). В значительной мере недооцененными остаются диагностические возможности метода по сравнению с традиционной КАГ в послеоперационном выявлении у больных ИБС рестенозов стентов коронарных артерий (Sun Z., Sabarudin A., 2013; Yue J., Chen J., Dou W. et al., 2015).

После выпуска прототипов 256-срезовых КТ были разработаны и апробированы 320- и 640-срезовые КТ, для которых характерен наибольший охват объекта сканирования по «оси z» [Sun Z., 2012; Di Cesare E. et al., 2014, 2015). В то же время сообщения по использованию 640-срезовой МСКТ-коронарографии в широкой клинической практике для обследования пациентов с ИБС, после имплантации стентов в доступной литературе практически отсутствуют.

**Цель исследования** - повышение клинической эффективности и безопасности диагностики состояния коронарного русла с использованием 640-срезовой мультиспиральной компьютерной томографии.

#### **Задачи исследования:**

1. Оценить диагностическую эффективность объемной 640-срезовой КТ-коронарографии по системе CAD-RADS.
2. Сравнить показатели диагностической эффективности 640-срезовой КТ-коронарографии и инвазивной коронароангиографии в различные сроки после стентирования венечных артерий.
3. Проанализировать результаты 640-срезовой КТ-коронарографии в диагностике поражений коронарных артерий у пациентов хирургического профиля с различной степенью риска сердечно-сосудистых заболеваний.
4. Оценить возможности использования 640-срезовой КТ-коронарографии для выбора метода реваскуляризации по шкале Syntax.

#### **Научная новизна и теоретическая значимость работы**

Впервые доказано, что результаты объемной 640-срезовой КТ-коронарографии позволяют достоверно использовать классификацию CAD-RADS для определения поражения коронарных артерий по категориям и планирования дальнейшей тактики лечения пациентов с ИБС.

Впервые статистически доказана высокая информативность 640-срезовой КТ-коронарографии в определении степени стеноза коронарных артерий.

Впервые выявлены статистически значимые корреляции между результатами мультиспиральной компьютерной томографии и коронарной ангиографии, свидетельствующие о сопоставимости результатов оценки изменений коронарных сосудов.

Впервые доказана возможность достоверной оценки при 640-срезовой КТ-коронарографии просвета стентов или биодеградируемых каркасов диаметром более 2,4 мм в различные сроки после их имплантации.

Впервые доказана возможность использовать результаты МСКТ-коронарографии для использования шкалы Syntax при выборе тактики реваскуляризации венечных артерий при стабильной ИБС при положительных стресс-тестах.

Впервые доказана возможность использования на дооперационном этапе 640-срезовой КТ-коронарографии у пациентов с некоронарогенными заболеваниями хирургического профиля при низкой или средней предтестовой вероятности ИБС.

### **Практическая значимость результатов исследования**

При выявлении у пациентов с ишемической болезнью сердца по классификации CAD-RADS категорий 0–3 дальнейшее обследование не требуется, категории 4-5 требуют инвазивной коронарографии или функциональных тестов для определения дальнейшей тактики лечения.

Для оценки просвета стентов диаметром более 2,4 мм в различные сроки после их имплантации достаточно использования объемной 640-срезовой КТ-коронарографии.

Для использования шкалы Syntax при выборе тактики реваскуляризации венечных артерий диаметром более 2,8 мм при стабильной ИБС достаточно результатов 640-срезовой КТ-коронарографии.

Пациентам с некоронарогенными заболеваниями хирургического профиля при низкой или средней предтестовой вероятностью ИБС на дооперационном этапе можно заменить инвазивную коронарографию на МКСТ-коронарографию.

Важнейшими преимуществами 640-срезовой КТ коронарных артерий является высокая безопасность метода, низкая лучевая нагрузка, качественное обследование больных с нарушениями ритма сердца или частотой ЧСС выше 70 уд/мин без лекарственной коррекции.

Разработан модифицированный шаблон описания 640-срезовой МСКТ-коронарографии.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. 640-срезовая мультиспиральная компьютерная коронарография является высокоинформативным методом диагностики патологии коронарных артерий, позволяющим достоверно выявлять наличие и степень стеноза артерий.
2. 640-срезовая МСКТ-коронарография является надежной альтернативой инвазивной визуализации коронарных артерий при динамическом наблюдении после имплантации стентов или выборе метода реваскуляризации с использованием шкалы Syntax.
3. На дооперационном этапе можно использовать 640-срезовую КТ-коронарографию у пациентов с некоронарогенными заболеваниями хирургического профиля при низкой или средней предтестовой вероятности ИБС.

### **Апробация диссертационной работы**

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на Европейском конгрессе радиологов (Австрия, март 2018), Всероссийском саммите по коронарным осложнениям

САМКО (Москва, март 2018), Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов Радиология (Москва, май 2018), научно-практической конференции «Актуальные вопросы диагностической, интервенционной радиологии (рентгенохирургии) и хирургических технологий (Владикавказ, июнь 2018). Аprobация работы состоялась 11 февраля 2019 г. на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

### **Реализация результатов исследования**

Результаты исследования внедрены в клиническую практику работы кабинета рентгеновской компьютерной томографии УКБ №1, отделения лучевой диагностики УКБ №2, в процесс обучения ординаторов и курсантов на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 137 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы материалов и методов исследования, главы результатов собственных исследований, обсуждения полученных результатов и заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы.

Работа иллюстрирована 22 таблицами и 48 рисунками. Указатель использованной литературы содержит 136 библиографических источников, включающий 16 отечественных и 120 иностранных публикаций.

### **Содержание работы**

#### **Материалы и методы исследования.**

Для определения диагностических и дифференциальных возможностей 640-срезовой КТ-коронарографии при стенотических поражениях коронарных артерий с февраля 2016 по ноябрь 2017 года в кабинете рентгеновской компьютерной томографии Российско-Японского научно-образовательного центра визуализации УКБ №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) было обследовано 164 пациента (109 мужчин и 55 женщин в возрасте от 41 до 90 лет, средний возраст  $M_{cp} \pm m = 66,7 \pm 8,8$  лет) с

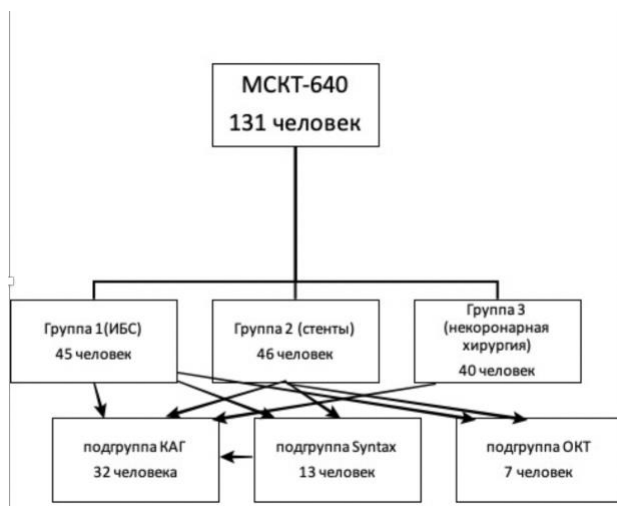
ишемической болезнью сердца или высоким риском развития ИБС, наличием в анамнезе имплантированных стентов или рассасывающихся каркасов, перед хирургическим лечением сонных или периферических артерий.

После анализа результатов МСКТ-коронарографии у 33 пациентов изображения коронарного русла были непригодны для последующего анализа. Это было на начальном этапе освоения метода, в трети случаев использовали проспективную ЭКГ-синхронизацию, имелся выраженный кальциноз коронарного русла (индекс Агатстона более 900 ед.), в половине случаев заболевания сердца (аортальный стеноз, стеноз митрального клапана, аневризма восходящей аорты). Эти данные использованы для сравнения эффективной дозы облучения пациентов при различных программах ЭКГ-синхронизации.

В основном исследовании продолжили участие 131 пациент (89 мужчин и 42 женщины в возрасте от 41 до 90 лет,  $M_{cp} = 64,7 \pm 7,5$  лет).

При обследовании пациента лечащий врач собирал анамнез жизни и болезни, определял возможные факторы риска, проводил осмотр и физикальное обследование, изучал местного статус, оценивал состояние периферических артерий. На основании анализа анамнеза пациента, данных его клинического обследования, лабораторных и инструментальных исследований лечащий врач определял имеющийся диагноз. Все исследуемые до проведения мультиспиральной КТ-коронарографии и инвазивной коронароангиографии были в стабильном состоянии.

Дизайн исследования представлен на схеме 1.



В ходе проводимого исследования в зависимости от поставленных задач из 131 пациентов сформированы следующие группы:

1 группа (ИБС) – 45 больных (28 мужчин, 17 женщин) в возрасте от 41 до 90 лет ( $M_{cp} = 63,9 \pm 10,4$  года) с ИБС или высоким риском ее развития, наличием соответствующей ИБС клинической симптоматики стабильной стенокардии напряжения.

2 группа (стенты) – 46 больных (33 мужчины и 13 женщин) в возрасте от 44 до 76 лет ( $M_{cp}=59,3\pm 6,2$  лет) в различные сроки от 7 дней до 11 лет ( $M_{cp}=46,3\pm 16,8$  мес) после имплантации 70 стентов (63 металлические стенты различных производителей и 7 – биodeградируемые каркасы). Пяти больным МСКТ-коронарография выполнялась дважды с интервалом от 4 до 19 месяцев, всего у них было имплантировано 6 стентов и 3 биodeградируемых каркаса (общее число стентов и каркасов составило 79).

3 группа (некоронарная хирургия) – 40 больных (28 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 50 до 78 лет ( $M_{cp}=61,2\pm 5,7$  лет) с некоронарогенными заболеваниями хирургического профиля (мультифокальный атеросклероз, аневризма восходящей аорты в 2 двух наблюдениях). 39 пациентов после выполнения МСКТ-коронарографии оперированы в сроки от 3 до 10 дней, им выполнена пластика глубокой артерии бедра (18), бедренно-подколенное шунтирование (10), каротидная эндартерэктомия (7), сонно-подключичное протезирование (2), протезирование восходящей аорты – 2. Одному больному пластика глубокой артерии бедра проведена после стентирования передней межжелудочковой артерии на основании результатов комплексного обследования с использованием инвазивной и МСКТ-коронарографии. Все 40 пациентов при сроке наблюдения после оперативного лечения до 13 месяцев не имели больших сердечных событий (инфаркт миокарда, инсульт, смерть).

Основная часть пациентов – 111 человек (84,7%) обследована амбулаторно, остальные больные находились на обследовании и лечении в УКБ №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Всем больным проведена стратификация по категориям системы CAD-RADS®. Для изучения статистических показателей 640-срезовой МСКТ-коронарографии и инвазивной коронарографии были изучены результаты обследования 19 человек из групп 1 и 3, которым по данным анализа шкалы CAD-RADS® провели инвазивную коронарографию.

Согласно этой шкале из пациентов групп 1 и 2 выделена подгруппа из 13 человек, которым провели плановое стентирование коронарных артерий только на основании данных МСКТ-коронарографии и положительных тестов с нагрузкой. Также изучили результаты выбора метода реваскуляризации миокарда на основании шкалы Syntax по данным МСКТ-коронарографии и КАГ (проводилась во время стентирования) – подгруппа Syntax.

Таким образом, 13 человек подгруппы Syntax и 19 пациентов из групп 1 и 3 составили подгруппу КАГ из 32 пациентов.

Для сравнения возможностей МСКТ-коронарографии и оптической когерентной томографии в изучении состояния стенок и просвета коронарных артерий у 7 пациентов из групп 1 и 2 были выполнены МСКТ-КАГ и ОКТ в комплексе с коронарографией (подгруппа ОКТ) с промежутком между исследованиями 7-10 дней.

Распределение обследованных больных по полу и возрасту представлено в таблице 1.



Таблица 1. Распределение 131 обследованного пациента по полу и возрасту.

Возраст (лет)	Мужчины (n=89)		Женщины (n=42)		Всего (n=131)	
	89	67,9%	42	32,1%	131	100%
40–59	19	14,5%	9	6,9%	28	21,4%
60–80	67	51,1%	30	22,9%	97	74,0%
Старше 80	3	2,3%	3	2,3%	6	4,6%

Как видно из таблицы 1, практически 3/4 пациентов были в возрасте от 60 до 79 лет, больных в возрасте до 60 лет – 21,4 %. Меньше всего было больных старше 80 лет – 6 пациентов (4,6 %). Женщины составили почти треть (32,1%) обследованных пациентов.

Распределение больных групп 1, 2, 3 по полу и возрасту представлено в таблицах 2, 3, 4, соответственно.

Таблица 2. Распределение 45 больных группы 1 (ИБС) по полу и возрасту.

Возраст (лет)	Мужчины (n=28)		Женщины (n=17)		Всего (n=45)	
	28	62,2%	17	37,8%	45	100%
40–59	9	32,1%	3	17,6%	12	26,7%
60–80	18	64,3%	13	76,5%	31	68,9%
Старше 80	1	3,6%	1	5,9%	2	4,4%

Таблица 3. Распределение 46 больных группы 2 (стенты) по полу и возрасту.

Возраст, лет	Мужчины (n=33)		Женщины (n=13)		Всего (n=46)	
	33	71,7%	13	28,3%	46	100%
40–59	6	18,2%	4	30,8%	10	21,7%
60–80	25	75,7%	9	69,2%	34	73,9%
Старше 80	2	6,1%	-	-	2	4,4%

Таблица 4. Распределение 40 больных группы 3 (некоронарная хирургия) по полу и возрасту.

Возраст, лет	Мужчины (n=28)		Женщины (n=12)		Всего (n=40)	
	28	70,0%	12	30,0%	40	100%
40–59	2	7,1%	4	33,3%	6	15,0%
60–80	25	89,3%	7	58,3%	32	80,0%
Старше 80	1	3,6%	1	8,3%	2	5,0%

Как видно из таблиц 2-4, половозрастной состав в группах 1-3 был практически одинаковым, статистически достоверных различий между группами не выявлено ( $P < 0,05$ ).

Распределение имплантированных стентов и каркасов в группе 2 (стенты) в зависимости от их локализации в коронарных артериях представлено в таблице 5.

Таблица 5. Распределение 79 стентов и рассасывающихся каркасов у 46 больных группы 2 (стенты) в зависимости от локализации в коронарных артериях.

Коронарные артерии	Всего (n=79)
--------------------	--------------

	n	%
Передняя межжелудочковая артерия	32	40,5%
Правая коронарная артерия	28	35,5%
Огибающая артерия	11	13,9%
Ветвь тупого края	8	10,1%

Как видно из таблицы 5, наиболее часто стенты и каркасы имплантировались в переднюю межжелудочковую и правую коронарные артерии (76,0%).

Основные клинические данные 131 обследованного пациента из групп 1-3 представлены в таблице 6.

Таблица 6. Клиническая характеристика 131 обследованного больного групп 1-3.

Параметр	N=131
Возраст (годы)	64,7±7,5
Рост (см)	172,8±8,1
Вес (кг)	88,1±13,8
Индекс массы тела	29,8±4,4
Ожирение	47(35,9%)
Артериальная гипертензия	88 (67,2%)
Курение	58(44,3%)
Дислипидемия	51(38,9%)
Сахарный диабет	21(16,0%)
Мужчины	89(67,9%)

Как видно из таблицы 6, наиболее распространенным фактором риска у обследованного контингента была артериальная гипертензия, отмеченная у 88 пациентов (67,2%), на втором месте - курение (44,3%), дислипидемия и ожирение встречались практически с одинаковой частотой – 38,9% и 35,9%, соответственно. Сахарный диабет имел место у 16,0% пациентов.

Мультиспиральная коронарная томография выполнялась на 640-срезовом компьютерном томографе Aquilion ONE® (Toshiba, Japan): временное разрешение – 75 мс, толщина среза – 0,625 мм, напряжение 120 kV, время полного оборота – 0,275 с, шаг реконструкции – 0,5 мм, время сканирования до 4,5 с.

Перед компьютерной томографией во всех случаях тщательно изучали аллергологический анамнез, пациенты подписывали информированное согласие на внутривенное введение контрастного препарата. Контрастное вещество (Йопромид 370 мг/мл или Йогексол 350 мг/мл) вводили больным через браунюлю диаметром 18 G (внутренний просвет – 1,2 мм), установленной в вене предплечья. Его вводили двухколбовым автоматическим инжектором Stellant D® (Medrad®) с использованием программы SureStart®. Объем необходимого контрастного вещества рассчитывался индивидуально для каждого обследуемого из расчета 1,0 мл/кг (не более 90 мл). Контрастное вещество объемом от 60 до 90 мл ( $M_{cp}=68,4\pm 8,3$  мл) вводили внутривенно болюсом со скоростью 4,5 мл/с.

Применялся модифицированный протокол томографии, включающий получение топограммы в прямой проекции для определения области интереса. Нативное исследование сердца проводили для подсчета коронарного кальциноза по программе CaScore®, далее автоматически начиналась артериальная фаза исследования с использованием программы SureStart® при достижении пикового значения рентгеновской плотности 220 HU в просвете нисходящей аорты на уровне деления легочной артерии. Размер зоны исследования составил 16 см от бифуркации трахеи до диафрагмы, что дало возможность полностью охватить область сердца. При хорошем качестве изображения коронарного русла анализировали данные, полученные в конечно-диастолическую фазу сердечного цикла (75-80% интервала R-R) или оценивали комплекс изображений артерий с шагом в 10% от длительности сердечного цикла.

Данные томографического исследования артериального русла на первом этапе изучали по аксиальным срезам, затем «сырые» изображения обрабатывали в различных режимах реконструкции – MPR, MIP и VRT на рабочей станции Vitrea® в приложении CTA–Coronary Artery Analysis®. Обработка изображений коронарных артерий состояла в установке специальных отметок из программного приложения на трех уровнях: уровне стеноза, уровне непораженного просвета артерии проксимальнее и дистальнее локализации бляшки для количественной оценки степени и протяженности стенозирования венечных артерий.

CAD-RADS® является акронимом Coronary Artery Disease – Reporting and Data System (система описания данных КТ при стенотических поражениях коронарных артерий). Рекомендации разработаны Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), American College of Radiology (ACR) и North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI) в 2016 году для стандартизации описания результатов КТ-коронарографии, облегчения понимания результатов лечащими врачами и выбора способа дальнейшего лечения пациентов (Cury R.C. et al., 2016).

Категории CAD-RADS® зависят от степени стеноза коронарной артерии. Для определения степени стеноза коронарных артерий использовали классификацию SCCT (Cury R.C. et al., 2016) от 0% (стеноз отсутствует) до 100% (окклюзия).

Качество изображений коронарных артерий оценивали по следующим параметрам:

- Отличное – изображение без артефактов;
- Хорошее – определяются артефакты от движения/кальциноза, не препятствующие оценке просвета коронарных артерий;
- Плохое – выраженные артефакты от движения и/или кальциноза, препятствующие оценке просвета артерии.

При оценке диагностической значимости МСКТ-коронарографии использовали только изображения отличного и хорошего качества. Рекомендации CAD-RADS® по оценке результатов МСКТ-коронарографии представлены в таблице 7.

Таблица 7. Рекомендации CAD-RADS® по оценке степени стеноза (2016).

Категории	Степень максимального стеноза коронарной артерии	Интерпретация	Дальнейшее обследование сердца
<b>CAD-RADS 0</b>	0% (нет бляшки или стеноза)	ИБС отсутствует	Не требуется
<b>CAD-RADS 1</b>	1%-24% Минимальный стеноз или бляшка без стеноза	Минимальная необструктивная ИБС	Не требуется
<b>CAD-RADS 2</b>	25-49% Начальный стеноз	Начальная необструктивная ИБС	Не требуется
<b>CAD-RADS 3</b>	50-69% стеноз	Умеренный стеноз	Показано выполнение функциональных проб
<b>CAD-RADS 4</b>	A – 70-99% стеноз	Выраженный стеноз	Показано выполнение ангиографии/ функциональных проб
	B - стеноз >50% ствола левой коронарной артерии или 3-х сосудистый стеноз (>70%)		Рекомендована ангиография
<b>CAD-RADS 5</b>	100% (тотальная окклюзия)	Тотальная коронарная окклюзия	Показано выполнение ангиографии и/или определение жизнеспособности миокарда
<b>CAD-RADS N</b>	Неинформативное исследование	ИБС не может быть исключена	Необходимо дополнительное или альтернативное исследование

Система использовалась у каждого пациента для определения клинически наиболее значимого (обычно более выраженного) стеноза коронарной артерии. Анализировались все артерии более 2.0 мм в диаметре. Оценка просвета коронарных артерий производили по сегментам согласно классификации SCCT (Raff G.L. et al., 2009).

При объемной МСКТ-коронарографии измеряли величину просвета артерии в области установки стента, в проксимальных и дистальных сегментах коронарных сосудов. Для изучения диагностических возможностей МСКТ-коронарографии проанализированы полученные в ходе исследования томограммы для оценки качества полученного изображения в зависимости от примененного алгоритма сканирования для каждого пациента в отдельности, сравнения данных МСКТ-640 и КАГ в различных подгруппах пациентов.

На данном этапе исследования с целью анализа результатов повторных измерений данных МСКТ-коронароангиографии также был выполнен тест оценки внутри- и межоператорской воспроизводимости для измеряемых и расчетных величин по методу Бленда-Альтмана. Для этого из общей выборки была выделена группа из 19 обследуемых, которым последовательно выполняли измерения степени стенозирования коронарных сосудов. Обследование проводили поочередно 2 врача-оператора со стажем работы более 3 лет. Все измерения и расчеты осуществляли с применением программного обеспечения рабочей станции Vitrea®. Также проводили оценку безопасности применения МСКТ-коронарографии путем анализа полученного пациентом во время проведения исследования уровня эффективной дозы облучения.

### **Коронарная ангиография**

КАГ выполнялась по стандартной методике лучевым или феморальным доступом моделированными катетерами диаметром 5-6 Ф по методике Джадкинса на ангиографических аппаратах «Innova 2100» (GE, USA) и «Infinix VFi» (Toshiba, Japan) в рентгенодиагностическом отделении ангиографии УКБ №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Контрастный препарат (Йопромид 370 мг/мл или Йогексол 350 мг/мл) вводился вручную при регистрации изображения коронарных артерий в нескольких проекциях. Объем введенного контрастного препарата колебался от 85 до 200 мл ( $M_{cp}=95,8\pm 9,6$  мл).

### **Оптическая когерентная томография**

Оптическая когерентная томография (ОКТ) проводилась на системе ILUMEN (SJM) с использованием внутрисосудистых датчиков Dragonfly Optis в режиме автоматического распознавания просвета артерии во время проведения диагностической коронарографии. При автоматическом режиме протяжки система распознает отмытый сосуд и делает протяжку со скоростью 20 мм/сек протяженностью участка 54.0 мм с разрешающей способностью 290 поперечных срезов. Система в режиме реального времени выдает в течении 3-5 сек 2D продольное изображение сосуда и поперечные сечения. После чего проводились интерпретация полученного изображения и необходимые измерения степени и протяженности стеноза артерии.

### **Статистическая обработка полученных данных**

Статистическую обработку результатов выполняли с помощью программы Statistica 10.0 (StatSoft, США). Использовали методы параметрической и непараметрической статистики. Полученные данные представляли в виде среднего арифметического ( $M$ ) и ошибки среднего значения ( $m$ ) либо медианы ( $Me$ ), нижнего и верхнего квартилей ( $Q_{25}$ ;  $Q_{75}$ ). Определение достоверности различий между качественными показателями сравниваемых групп проводили с помощью критерия  $\chi^2$  (хи-квадрат) для сравнения частот бинарного признака в двух несвязанных группах парных сравнений. Для оценки различий значений количественных показателей чувствительности, специфичности и точности применяли t-критерий Стьюдента. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы принимали равным 0,05. Для определения наличия количественной характеристики выраженности связи между данными, полученными с помощью разных методов, применяли корреляционный анализ с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена.

Тест внутриоператорской и межоператорской воспроизводимости для измеряемых и расчетных величин осуществляли по методу Блэнда-Альтмана. Результаты представлены как среднее арифметическое значение внутриоператорской разности ( $M$ , %), стандартное отклонение разности ( $STD$ , %), коэффициент вариации ( $CV$ , %).

### Результаты собственных исследований.

Для достижения поставленной цели нами изучены результаты обследования 131 пациента (89 мужчин и 42 женщины в возрасте от 41 до 90 лет,  $M_{cp} = 64,7 \pm 7,5$  лет) с ишемической болезнью сердца или высоким риском развития ИБС, наличием в анамнезе имплантированных стентов или рассасывающихся каркасов, перед хирургическим лечением сонных или периферических артерий.

Результаты МСКТ-коронарографии у 131 пациента в соответствии с рекомендациями SCCT, ACR и NASCI [Raff G.L. et al., 2009] из групп 1-3 представлены в таблице 8. При наличии нескольких стенозов различной степени у одного больного для определения категории CAD-RADS учитывали самый выраженный стеноз.

Таблица 8. Распределение 131 пациента групп 1-3 на основании данных МСКТ-коронарографии на категории по классификации CAD-RADS.

Категории	Группы n (%)			Всего n (%)
	1 (ИБС) - 45	2 (стенты) - 46	3 (некоронарная хирургия) - 40	
CAD-RADS 0	3 (2,3%)	-	2 (1,5%)	5 (3,8%)
CAD-RADS 1	5 (3,8%)	-	8 (6,1%)	13 (9,9%)
CAD-RADS 2	9 (6,9%)	16 (12,2%)	27 (20,6%)	52 (39,7%)
CAD-RADS 3	14 (10,7%)	20 (15,3%)	2 (1,5%)	36 (27,5%)
CAD-RADS 4A	9 (6,9%)	5 (3,8%)	1(0,7%)	15 (11,5%)
CAD-RADS 4B	3 (2,3%)	-	-	3 (2,3%)
CAD-RADS 5	2 (1,5%)	5 (3,8%)	-	7 (5,3%)

Как видно из таблицы 8, в 70 случаях (53,4%) выявлены категории CAD-RADS 0, 1, 2. Пациентам из групп ИБС и некоронарной хирургии в 54 наблюдениях (41,2%) дальнейшее обследование по поводу ИБС не требовалось. В группе стентов у 16 пациентов (12,2%) также не было необходимости в проведении инвазивной коронарографии. У 36 больных (27,5 %) определена категория CAD-RADS 3, в 25 случаях (19,1 %) изменения коронарных артерий соответствовали категориям CAD-RADS 4A, Б и CAD-RADS 5. Такие поражения, преимущественно, встретились в группах ИБС – 14 (10,7%) и группе стентов у 10 пациентов (7,6%). В подобных ситуациях рекомендовали выполнение инвазивной коронарографии или функциональных тестов для определения дальнейшей тактики лечения.

Результаты сопоставления результатов данных МСКТ коронарных артерий и инвазивной КАГ у 32 пациентов при расчете на количество сосудов приведены в таблице 9.

Таблица 9. Результаты оценки степени стенозирования коронарных артерий при разных методах визуализации у 32 пациентов (348 сегментов)

Характеристика	КАГ	МСКТ
	N (%)	N (%)
Стеноз отсутствует/минимальный	291(83,6%)	292(83,9%)
Стенозы (от начального до умеренного)	35 (10,1%)	33 (9,5%)
Выраженный стеноз (70-99%)	14 (4,0%)	16 (4,6%)
Окклюзия	8(2,3%)	7(2,0%)
Всего	348 (100%)	348 (100%)

Как видно из таблицы 9, статистически достоверных межгрупповых отличий показателей по выявлению стенозов различной степени выраженности отмечено не было ( $p > 0,005$ ).

При анализе данных МСКТ-640 было установлено, что кальциевый индекс у обследованных пациентов в этой подгруппе варьировал от 68 до 1878 ед. Агатстона ( $M_{cp} = 645,6 \pm 260,5$ ).

При выявлении стенозов коронарных сосудов объемная 640-срезовая КТ - коронарография показала чувствительность – 99,2 %, специфичность – 99,7 %, точность – 96,1 %. В 11 наблюдениях (8,4%) во всей когорте основного исследования у пациентов с нарушениями ритма сердечной деятельности (фибрилляция предсердий, мерцательная аритмия) при проведении МСКТ-коронарографии были получены изображения коронарного русла хорошего и удовлетворительного качества.

Изучение степени стенозирования коронарных артерий по данным МСКТ-коронарографии и КАГ с помощью корреляционного анализа свидетельствовало о наличии прямых значимых ( $p < 0,001$ ) коэффициентов корреляции высокой силы. Взаимосвязь результатов двух методов по определению стеноза коронарных артерий составила 0,93, по частоте выявления выраженных стенозов (70-99%) – 0,91.

Для передней межжелудочковой артерии значение коэффициента корреляции R составило 0,95, для огибающей артерии – 0,92, для правой коронарной артерии – 0,91. Полученные результаты подтверждают высокую сопоставимость результатов изучения состояния коронарных артерий этими двумя методами. Значительное сходство данных по частоте выявления различных вариантов стенозов сосудов, а также наличие сильных значимых корреляций данных МСКТ-коронарографии и КАГ подтверждает диагностические возможности МСКТ-коронарографии по выявлению поражений коронарного русла и степени их выраженности.

При оценке 395 коронарных артерий (1443 сегмента) у 131 пациента были рассчитаны характеристики метода МСКТ-коронарографии в отношении выявления такого признака, как наличие стеноза коронарной артерии. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10. Характеристики МСКТ-640 при выявлении стеноза коронарных артерий и их сегментов

Показатели	Пациенты (n=131) %	Коронарные артерии (n=395) %	Сегменты артерий (n=1443) %
Чувствительность	96,2	97,5	96,4
Специфичность	83,2	87,4	85,7
Точность	94,1	96,1	94,9

Лучшие результаты МСКТ-640 отмечены при выявлении стенозов по коронарным артериям – чувствительность составила 97,5%, точность – 96,1%. МСКТ-640 позволяет оценивать диаметр просвета сосудов и установленных в них стентов, степень выраженности стеноза. Эти характеристики метода позволяют осуществлять динамическое наблюдение за больными со стенотическими поражениями коронарных артерий без использования инвазивных методов диагностики.

Неинвазивная 640-срезовая МСКТ-коронарография может использоваться в диагностике ранних послеоперационных осложнений после стентирования коронарных артерий при наличии вариантов анатомии коронарных артерий. Всего в основной группе из 131 пациента аномалии отхождения коронарных артерий выявлены в 2 наблюдениях (1,53%) – отхождение правой коронарной артерии из левого коронарного синуса и отхождение огибающей артерии от правой коронарной артерии.

Распределение 79 стентов и каркасов по сегментам коронарных артерий у 46 пациентов 2-й группы представлено в таблице 11.

Таблица 11. Локализация 79 имплантированных стентов/каркасов по сегментам коронарных артерий

Коронарная артерия (п - число стентов) Сегмент	ПМЖА	ОА	ВТК	ПКА	Итого (79)
проксимальный	21(26,6%)	7(8,9%)	6(7,6%)	13(16,4%)	47(59,5%)
средний	8(10,1%)	-	-	7(8,9%)	15(19,0%)
дистальный	3(3,8%)	4(5,1%)	2(2,5%)	8(10,1%)	17(21,5%)
Всего	32 (40,5%)	11(13,9%)	8(10,1%)	28(35,4%)	79(100,0%)

Сокращения: ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия, ОА – огибающая артерия, ВТК – ветвь тупого края, ПКА – правая коронарная артерия

Как видно из таблицы 11, большинство стентов локализовалось в проксимальном сегменте коронарных артерий (59,5%), практически поровну (19,0% и 21,5%) в среднем и дистальном сегментах.

Также нами был выявлен ряд различий характеристик просвета артерий в разные сроки после имплантации стентов и каркасов. Значение показателя минимального просвета сосуда



через 12 месяцев были достоверно ниже ( $p < 0,05$ ), чем через 6 мес. Также отмечена достоверная отрицательная динамика показателей среднего просвета сосуда и статистически незначимое увеличение ( $p > 0,05$ ) степени стеноза с 16,7 до 23,4 %.

Пройодимость стентов или каркасов по данным МСКТ-коронарографии в различные сроки после имплантации составила 88,6%, тромбоз стентов встретился в 9 случаях, преимущественно, после 5-летнего срока после имплантации.

Марку и типоразмеры имплантированных стентов и каркасов удалось точно установить в 54 случаях из 79 (68,4%). Характеристики и размеры 54 стентов/каркасов представлены в таблице 12.

Таблица 12. Технические характеристики и типоразмеры 54 имплантированных стентов и каркасов в группе 2

Стент	Диаметр (мм)					Толщина стенки (мм)	Материал стента	Всего
	2,25	2,5	3,0	3,5	4,5			
Cypher	4	3	6	5	-	0,142	Сталь 316L	18
Taxus	-	1	-	-	-	0,132	Сталь 316L	1
Nobori	-	-	1	1	-	0,125	Сталь 316L	2
Driver Sprint / Endeavor Resolute	-	-	1	3	-	0,091	CoCr 605L	4
Xience V	-	3	5	4	-	0,081	CoCr 605L	12
Калипсо/Синус	-	1	1	-	1	0,080	CoCr 605L	3
Amazonia® Pax	-	2	1	1	-	0,073	CoCr 605L	4
Absorb	-	-	7	3	-	0,150	poly-L-lactide	10
Итого	4 (7,4%)	10 (18,5%)	22 (40,7%)	17 (31,5%)	1 (1,9%)			54 (100%)

Как видно из таблицы 12, среди различных марок стентов и каркасов в 40 случаях (74,1%) диаметр просвета стентов был равен или превышал 3.0 мм. Стальные толстостенные стенты составили 38,9% (21 стент), тонкостенные кобальт-хромовые – 23 (42,6%), практически они разделились поровну.

Качество изображения просвета стентов и каркасов на томограммах оценивали по 3-х балльной шкале. Полученные результаты представлены в таблице 13.

Таблица 13. Качество изображения просвета 54 имплантированных стентов и каркасов в группе 2 в зависимости от диаметра, толщины стенок и материала

Тип стента (N)	Диаметр стента (мм)	Качество изображения			Всего
		1	2	3	
	2,25	-	4	-	4

Толстостенные (0,125-0,142 мм) сталь 316L (21)	2,50	1	1	2	4
	3,00	-	3	4	7
	3,50	-	2	4	6
Тонкостенные (0,073-0,091 мм) CoCr 605L (23)	2,50	1	2	3	6
	3,00	-	3	5	8
	3,50	-	3	5	8
	4,50	-	-	1	1
Absorb (0,150 мм) poly-L-lactide (10)	3,00	-	2	5	7
	3,50	-	-	2	3
Итого		2 (3,7%)	20 (37,0%)	32 (59,3%)	54 (100%)

Качество изображения просвета стентов: 1 – неудовлетворительное, 2 – удовлетворительное, 3 – хорошее.

Как видно из таблицы 13, удовлетворительное (20 стентов) и хорошее качество (32 стента) изображения стентов было в подавляющем большинстве случаев – 96,3%. Хорошее качество изображения просвета толстостенных стальных стентов было в 10 случаях (47,6%), при исследовании тонкостенных кобальт-хромовых имплантов – 60,9% (14), биорастворимых каркасов в 70%.

Следует отметить, что просвет тонкостенных стентов и каркасов в большинстве наблюдений был больше по сравнению с толстостенными стентами из-за меньшего влияния толщины стентов на качество томографического изображения. Статистически достоверно ( $P < 0,05$ ) при МСКТ-коронарографии в различные сроки после операции лучше визуализируются тонкостенные стенты из кобальт-хрома и аналогичного материала, также как биорастворимые каркасы диаметром более 3,0 мм. Удовлетворительное качество изображения просвета было при изучении имплантированных стентов диаметром от 2,25 мм (оптимизированы до просвета 2,35-2,40 мм). Размеры стентов (диаметр и длина) после имплантации в коронарные артерии по данным МСКТ-коронарографии статистически достоверно ( $P < 0,05$ ) не отличались от указанных в маркировке изделия.

По данным МСКТ-коронарографии визуализировать стенки каркасов не удалось ни в одном случае, хорошо определяется просвет в зоне имплантации каркасов, границы стента определяются по контрастным меткам на концах устройства. Эти метки при МСКТ-коронарографии отличаются от кальцинатов в стенках артерии своей ровной округлой формой диаметром 0,1 мм.

Таким образом, МСКТ-коронарография позволяет определять проходимость имплантированных стентов в различные сроки после операции, просвет достоверно визуализируемых стентов более 2,4 мм. Лучше визуализируется просвет тонкостенных кобальт-хромовых стентов или биорастворимых каркасов. Проходимость стентов составила около 90% при среднем сроке наблюдения 5 лет.

По данным МСКТ-коронарографии у 13 пациентов подгруппы Syntax имелось стенотическое поражение 17 артерий, тогда как по данным коронарографии в одном

наблюдении стеноз был 50%, в другом наблюдении выявлено поражение еще одной коронарной артерии.

Всего 12 пациентам было имплантировано 20 стентов, у одного больного стеноз в среднем сегменте передней межжелудочковой артерии дистальнее имплантированного стента 2,75x18 мм по данным инвазивной коронарографии составил 50%, в этом случае решено продолжать оптимальную медикаментозную терапию.

Распределение по сегментам коронарных артерий и типоразмеры имплантированных стентов представлены в таблице 14.

Таблица 14. Распределение 20 имплантированных стентов по сегментам и типоразмерам у 12 пациентов подгруппы Syntax

Сегмент коронарной артерии	ПКА (типоразмеры стента)	ПМЖА (типоразмеры стента)	ОА (типоразмеры стента)	Итого
Проксимальный	3,5x28 мм 4x18 мм 4x23 мм 4x24 мм (2)	3,5x9 мм 4,0x12 мм 4,0x24 мм	2,75x30 мм	9
Средний	3,0x24 мм (2) 4,0x18 мм	2,5x32 мм 2,75x14 мм 2,75x18 мм 3,0x15 мм 3,0x19 мм 3,0x24 мм	-	9
Дистальный	-	2,5x18 мм 2,5x32 мм	-	2
Всего	8	11	1	20

Сокращения: ПКА – правая коронарная артерия, ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия, ОА – огибающая артерия.

Как видно из таблицы 14, в правую коронарную артерию имплантировано 8 стентов (40%), в переднюю межжелудочковую и огибающую артерии - 12 (60%). При этом почти в половине случаев (9) диаметр стентов составил 3,5-4,0 мм.

По шкале Syntax была проведена оценка тяжести поражения коронарного русла на основании данных МСКТ-коронарографии и инвазивной коронарографии для выбора тактики лечения коронарных артерий. По данным 640-срезовой МСКТ-ангиографии балл поражения колебался от 2 до 14,5 ( $M_{ср}=5,7\pm 3,3$ ), на основании традиционной коронарографии он составил от 0 до 16,5 ( $M_{ср}=5,2\pm 3,1$ ). Разница в результатах была статистически недостоверна ( $P>0,05$ ), что свидетельствует о возможности использовать результаты МСКТ-коронарографии для выбора тактики реваскуляризации венечных артерий при стабильной ИБС при положительных стресс-тестах.

По предтестовой вероятности ИБС все пациенты 3 группы имели низкую (<15%) – 5 человек или среднюю (15-50%) вероятность в 35 случаях. Результаты МСКТ-коронарографии у 40 пациентов из группы 3 (некоронарная хирургия) представлены в таблице 15.

Таблица 15. Распределение 40 пациентов группы 3 на основании данных МСКТ-коронарографии на категории по классификации CAD-RADS

Категория	Число пациентов n (%)
CAD-RADS 0	2 (5,0%)
CAD-RADS 1	8 (20,0%)
CAD-RADS 2	27 (67,5%)
CAD-RADS 3	2 (5,0%)
CAD-RADS 4A	1(2,5%)
Итого	40 (100%)

Как видно из таблицы 15, в подавляющем большинстве случаев (92,5%) степень стеноза коронарных артерий не превышала 50%. Такие изменения венечных артерий не требовали выполнения традиционной коронарографии. В трех наблюдениях при наличии по данным МСКТ-коронарографии изменений категорий CAD-RADS 3, 4a для верификации диагноза по настоянию лечащих врачей была выполнена инвазивная коронарография, подтвердившая результаты МСКТ. Таким образом, пациентам с некоронарогенными заболеваниями хирургического профиля при низкой или средней предтестовой вероятностью ИБС на дооперационном этапе можно заменить инвазивную коронарографию на МСКТ-коронарографию.

Для сравнения возможностей МСКТ-коронарографии и оптической когерентной томографии (ОКТ) в изучении состояния стенок и просвета коронарных артерий у 7 пациентов из групп 1 и 2 были выполнены МСКТ-КАГ и ОКТ в комплексе с коронарографией (подгруппа ОКТ). Состав и площадь компонентов атеросклеротических бляшек по данным МСКТ представлен в таблице 16.

Таблица 16. Оценка состава и площади компонентов атеросклеротической бляшки в изучаемой подгруппе при МСКТ-640, Me (Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>)

Компоненты	Площадь, мм <sup>2</sup>	%
Липидный	3,3 (1,95-4,68)	29,7
Фиброзный	6,0 (3,76-8,12)	54,1
Депозиты кальция	1,8 (0,91-3,28)	16,2

При анализе данных МСКТ-коронарографии и ОКТ по характеристике атеросклеротических бляшек было выявлено, что качественный состав бляшек (фиброз, липиды, кальциноз) лучше определяется при оптической когерентной томографии, тогда как количественная характеристика бляшек возможна, преимущественно, при МСКТ-коронарографии. Оба этих метода достоверно превосходили инвазивную коронарографию в определении кальциноза бляшек, особенно на ранней стадии развития процесса.

Значение коэффициента для внутриоператорской воспроизводимости составило 4,17%, для межоператорской воспроизводимости – 5,38%. Полученные значения не превышали

допустимых значений для медицинских исследований в 10 %. Установлена высокая воспроизводимость результатов, полученных с помощью этого метода при изучении состояния коронарных сосудов.

Сравнение эффективной дозы облучения пациентов показало, что при выполнении КТ-исследования с проспективной ЭКГ-синхронизацией значение показателя составило от 1,5 до 3,2 мЗв ( $M_{cp}=2,4\pm 0,8$ ), при выполнении коронарографии с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией доза облучения колебалась от 3,8 до 8,9 мЗв ( $M_{cp}=6,2\pm 1,2$ ). Статистически достоверно ( $P < 0,05$ ) эффективная доза облучения была выше при МСКТ-коронарографии с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией. Уровень лучевой нагрузки при обследовании на аппаратах предыдущих поколений или традиционной коронароангиографии составил от 8,1 до 15,6 мЗв ( $M_{cp}=11,2\pm 2,1$ ), что было статистически достоверно выше, чем при МСКТ-коронарографии в нашем исследовании ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, метод МСКТ-640 является безопасным, его использование характеризуется отсутствием осложнений, нежелательных явлений и статистически значимым снижением лучевой нагрузки ( $P < 0,05$ ).

Проведенное исследование подтвердило высокую диагностическую точность, комфорт для пациента, безопасность 640-срезовой МСКТ-коронароангиографии. Она является надежной альтернативой инвазивной визуализации и может стать методом выбора для обследования пациентов со стабильной ИБС и выборе тактики лечения на основе шкалы Syntax, в послеоперационном периоде после проведения эндоваскулярного лечения, планировании некоронарных хирургических операций.

## ВЫВОДЫ

1. При выявлении стенозов коронарных сосудов объемная 640-срезовая КТ-коронарография показала чувствительность – 99,2 %, специфичность – 99,7 %, точность – 96,1 %.
2. Сопоставление данных МСКТ и коронарной ангиографии в отношении оценки степени поражения коронарных артерий по результатам корреляционного анализа для передней межжелудочковой артерии значение коэффициента корреляции R составило 0,95, для огибающей артерии – 0,92, для правой коронарной артерии – 0,91.
3. Результаты объемной 640-срезовой КТ-коронарографии позволяют достоверно использовать классификацию CAD-RADS для определения поражения коронарных артерий по категориям и планирования дальнейшей тактики лечения пациентов с ИБС.
4. По результатам 640-срезовой КТ-коронарографии достоверно точно можно оценить просвета стентов или биодеградируемых каркасов диаметром более 2,4 мм в различные сроки после их имплантации.

5. На дооперационном этапе 640-срезовая КТ-коронарография у пациентов с некоронарогенными заболеваниями хирургического профиля при низкой или средней предгестовой вероятности ИБС является альтернативным методом неинвазивной визуализации.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявлении по результатам 640-срезовой МСКТ-коронарографии у пациентов ИБС категорий 0-3 по классификации CAD-RADS дальнейшего инвазивного обследования не требуется.
2. Модифицированный протокол томографии включает получение топограммы в прямой проекции, нативное исследование сердца для подсчета коронарного кальциноза по программе CaScore®, артериальная фаза начинается автоматически с использованием программы SureStart® при достижении пикового значения рентгеновской плотности в просвете нисходящей аорты на уровне деления легочной артерии в 220 HU. Размер зоны исследования составляет 16 см от бифуркации трахеи до диафрагмы. Вводится неионное контрастное вещество 350-370 гм/мл йода из расчета 1 мл/кг веса (не более 90 мл) в вены предплечья со скоростью 4,5 мл/с.

### Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Терновой С.К., Серова Н.С., **Кондрашина О.С.**, Кондрашин С.А., Кобликов В.В., Сучкова С.А. 640-срезовая КТ-коронарография в раннем послеоперационном периоде после стентирования огибающей артерии у пациента с аномальным отхождением правой коронарной артерии из левого синуса Вальсальвы // **Вестник рентгенологии и радиологии.** - 2017. - Т. 98, № 3. - С. 143-147. DOI:10.20862/0042-4676-2017-98-3-143-147.
2. Кондрашин С.А., Нагорный М.Н., **Кондрашина О.С.** МСКТ-ангиография в локализации дислоцированного коронарного стента / В кн. Сборник клинических случаев. Третий Всероссийский саммит по коронарным осложнениям САМКО 2018. – М., 1-2 марта 2018 г., С.128-130.
3. Серова Н.С., **Кондрашина О.С.**, Кондрашин С.А. Объемная динамическая 640-срезовая компьютерная томография коронарных артерий // **Медицинская визуализация.** – 2018. - №4. – С.32-39. Doi:10.24835/1607-0763-2018-4-32-39.
4. Серова Н.С., **Кондрашина О.С.** Первые результаты применения 640-срезовой КТ-ангиографии при ишемической болезни сердца / В кн. Сборник тезисов XII Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2018». М., 22-24 мая 2018, С.44.

5. Ел Манаа Х.Э., Щекочихин Д.Ю., Шабанова М.С., Гогниева Д.Г., Ломоносова А.А., Гогиберидзе Н.А., Терновой С.К., Шария М.А., **Кондрашина О.С.**, Меситская Д.Ф., Копылов Ф.Ю., Сыркин А.Л. Возможности МСКТ-коронарографии в диагностике ишемической болезни сердца у пациентов в амбулаторной практике // **REJR**. – 2018. - т.8, №2. – С.40-48. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-40-48.
6. **Кондрашина О.С.**, Серова Н.С., Кондрашин С.А. Изучение возможностей объемной динамической мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике состояния коронарного русла / в кн. АРТЕРИАЛЬНАЯ ГИПЕРТОНИЯ 2018 НА ПЕРЕКРЕСТКЕ МНЕНИЙ. Тезисы XIV Всероссийского конгресса. 2018. С.34.
7. Серова Н.С., **Кондрашина О.С.**, Кондрашин С.А., Кобликов В.В. Выбор оптимальной стратегии реваскуляризации коронарных артерий с применением шкалы Syntax и системы CAD-RADS по данным 640-срезовой КТ-коронарографии // **REJR**. - 2019. – т. 9, № 3. – С.73-78. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-3-73-78.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД - артериальное давление
- ДИ - доверительный интервал
- ИБС – ишемическая болезнь сердца
- КАГ – коронарная ангиография
- КТ – компьютерная томография
- ЛКА – левая коронарная артерия
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
- ОА – огибающая артерия
- ОКТ – оптическая когерентная томография
- ПКА – правая коронарная артерия
- ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия
- ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
- ФК – функциональный класс
- ЧСС – частота сердечных сокращений
- ЭКГ – электрокардиография
- АНА – Американская ассоциация кардиологов
- ДЕСТ – компьютерная томография с 2 источниками излучения
- HU – единицы Hounsfield
- MPR – мультипланарная реконструкция
- MIP – проекция наибольшей интенсивности

VRT – объемная реконструкция