

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЛЬЦИНОЗА ДИСТАЛЬНОГО РУСЛА ЦЕЛЕВЫХ АРТЕРИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТАКТИКИ ОПЕРАЦИЙ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Ширяев А.А.¹, Майоров Г.Б.¹, Васильев В.П.¹, Галяутдинов Д.М.¹,
Гончаренко Д.Н.², Федотенков И.С.¹, Акчурин Р.С.¹, Терновой С.К.^{1 2}

Цель исследования. Сравнение диагностических возможностей традиционной коронарографии (КАГ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) коронарных артерий в оценке кальциноза дистального русла коронарных артерий (КА) у пациентов, направляемых на операцию коронарного шунтирования (КШ).

Материалы и методы. В исследование вошло 106 пациентов с дистальным кальцинозом целевых коронарных артерий, определенным по КАГ. Анализ КАГ с определением выраженности кальциноза, а также с оценкой тяжести поражения коронарного русла по шкалам SYNTAX score и специально разработанного индекса диффузного поражения (ИДП) проводился тремя независимыми экспертами. С целью уточнения локализации и степени выраженности кальциноза и решения вопроса об предполагаемом объеме и технике выполнения оперативного вмешательства всем пациентам выполнялась МСКТ КА. В ходе исследования проводилось определение содержания кальция в пораженном сосуде или его сегменте (lesion and vessel specific coronary artery calcium score) и расчет среднего количества вовлеченных сегментов с кальцинозом на пациента (segment involvement score).

Результаты. В ходе статистического анализа показателей шкалы ИДП и Vessel specific Agatston score шунтируемых КА была установлена положительная корреляционная связь ($r = 0,806$ по шкале Чеддока), подтверждающая объективность оценки дистальных кальцинированных поражений. При сравнительном анализе рентгенологических методов исследования с использованием шкалы тяжести поражения коронарных артерий по количеству вовлеченных сегментов с кальцинозом, были получены следующие данные: поражение 1-2 сегментов при КАГ наблюдалось у 4 пациентов, при МСКТ – не было выявлено ($p < 0,05$); поражение >8 сегментов при КАГ – у 8 пациентов, при МСКТ – у 20 пациентов ($p < 0,05$). Среднее значение segment involvement score при МСКТ было выше, чем при КАГ и составило $8,2 \pm 2,7$ против $5,9 \pm 2,9$ соответственно ($p < 0,05$), что определяет более высокие диагностические возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке кальциноза коронарных артерий.

Заключение. Были получены достоверно значимые преимущества МСКТ для детализации поражения и определения хирургической тактики КШ при сравнении с КАГ у пациентов с дистальным кальцинозом КА, а также эффективность включения МСКТ КА в предоперационное обследование этой категории больных.

Ключевые слова: кальциноз коронарных артерий, мультиспиральная компьютерная томография, коронарное шунтирование.

Контактный автор: Майоров Г.Б., e-mail: mayorovgarma@mail.ru

Для цитирования: Ширяев А.А., Майоров Г.Б., Васильев В.П., Галяутдинов Д.М., Гончаренко Д.Н., Федотенков И.С., Акчурин Р.С., Терновой С.К. Рентгенологическая оценка кальциноза дистального русла целевых артерий для определения тактики операций коронарного шунтирования. REJR 2020; 10(4):97-107. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-4-97-107.

Статья получена: 03.07.20

Статья принята: 19.08.20

1 - Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ Кардиологии» Минздрава России. г. Москва, Россия.
2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

X-RAY EVALUATION OF CALCIFICATION OF THE DISTAL SECTIONS OF TARGET CORONARY ARTERIES TO DETERMINE THE SURGICAL APPROACH OF CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING

Shiryayev A.A.¹, Mayorov G.B.¹, Vasiliev V.P.¹, Galayutdinov D.M.¹,
Goncharenko D.N.², Fedotenkov I.S.¹, Akchurin R.S.¹, Ternovoy S.K.¹

Purpose. To compare of the diagnostic capabilities of coronary angiography (CAG) and multi-slice cardiac computed tomography for the evaluation of coronary arteries distal calcification in patients directed to the coronary artery bypass surgery (CABG).

Material and methods. The study included 106 patients with calcification of the target coronary arteries identified during the CAG. The analysis of angiographic data with the determination of the severity of calcification, as well as the assessment of the severity of coronary lesion by the SYNTAX score and the purposefully crafted «index of diffuse disease» (IDD) was carried out by three independent experts. All patients underwent coronary artery MSCT with the assessment of lesion and vessel specific coronary artery calcium score to evaluate the severity and localization of calcification to determine the operation technique of performing surgical intervention. The severity of the coronary arteries lesions was evaluated by the scale of the average segment involvement score.

Results. A statistical analysis of the indicators of the IDD scale and the Vessel specific Agatston score established a positive correlation of high crowding ($r = 0.806$) according to the Cheddock scale. A comparative analysis of X-ray methods using the severity scale of coronary artery lesions and the number of involved distal calcification segments showed the following data: lesion of 1-2 segments by CAG was observed in 4 patients, by MSCT - 0 ($p < 0.05$); lesion > 8 segments by CAG - 8 patients, by MSCT - 20 patients ($p < 0.05$). The average segment involvement score by MSCT was higher than by CAG and were 8.15 ± 2.7 versus 5.9 ± 2.9 ($p < 0.05$).

Conclusion. Significant advantages of MSCT were noted for detailing the lesion and determining surgical tactics of CABG compared with CAG in patients with distal coronary artery calcification, as well as the effectiveness of including MSCT in the preoperative examination of this category of patients.

Keywords: coronary artery calcification, multislice computed tomography, coronary artery bypass grafting.

Corresponding author: Mayorov G.B., e-mail: mayorovgarma@mail.ru

For citation: Shiryayev A.A., Mayorov G.B., Vasiliev V.P., Galayutdinov D.M., Goncharenko D.N., Fedotenkov I.S., Akchurin R.S., Ternovoy S.K. X-ray evaluation of calcification of the distal sections of target coronary arteries to determine the surgical approach of coronary artery bypass grafting. REJR 2020; 10(4):97-107. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-4-97-107.

Received: 03.07.20

Accepted: 19.08.20

Кальциноз коронарных артерий (ККА) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) достоверно связан с развитием осложнений и неудовлетворительными клиническими результатами, как при стентировании, так и при коронарном шунтировании (КШ) [1 - 3]. В настоящее время существуют диагностические методы исследования, позволяющие оценить кальциноз коронарных артерий (ККА) и качественно, и количественно. Однако, использование таких инвазивных методов, как внутрисосуди-

стое ультразвуковое исследование или оптическая когерентная томография ограничено в силу инвазивности и дороговизны исследования, а также потребности в специальном оборудовании и подготовленном персонале. Для определения ККА в рутинной практике используют прямую коронароангиографию (КАГ) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ), в том числе с контрастной ангиографией. Традиционная КАГ, несмотря на высокую специфичность, имеет относительно невысокую чувствительность при определении кальцифи-

1 - A.L. Myasnikov of National medical research center of cardiology.

2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
Moscow, Russia..

катов. МСКТ-ангиография, являясь неинвазивным методом исследования, имеет высокую чувствительность и специфичность при идентификации коронарного атеросклероза, но кальцинированные бляшки затрудняют диагностику степени стеноза в связи с эффектами «засвечивания», поэтому этот метод редко применяется у пациентов с выраженным коронарным кальцинозом [4].

В коронарной хирургии при дистальном кальцинозе целевых (шунтируемых) сосудов наиболее важным является вопрос технической возможности выполнения дистальных анастомозов или применения эндартерэктомии. Поэтому мы сочли целесообразным изучить методы объективизации распространенности кальциноза коронарных артерий не для оценки рисков ИБС, а непосредственно для выявления возможных технических сложностей и планирования операции КШ.

Целью настоящего исследования является сравнение диагностических возможностей КАГ и МСКТ коронарных артерий в оценке кальциноза дистального русла коронарных артерий у пациентов, направляемых на операцию коронарного шунтирования (КШ).

Материалы и методы.

В исследование вошло 106 пациентов, у которых, по данным предоперационной КАГ, был выявлен кальциноз целевых коронарных артерий (КЦКА) дистальнее основных стенозов. Пациенты без дистального кальциноза, с кальцинозом, расположенным проксимальнее стенозов и окклюзий, либо с кальцинозом КА без значимого стенотического поражения, в исследование не включались. Тремя независимыми экспертами был проведен анализ ангиографических данных с определением выраженности кальциноза, а также оценкой тяжести поражения коронарного русла по шкалам SYNTAX score и индекса диффузного поражения (ИДП). КАГ всем пациентам проводилась по стандартной методике Judkins. Исследование выполнялось на рентгеноангиографическом аппарате BICOR (Siemens, Германия) с цифровой обработкой рентгеновского изображения и регистрации на жесткий диск NICOR (Siemens, Германия). Индекс диффузного поражения шунтированных коронарных артерий вычисляли по специально разработанной 9-ти бальной системе, основанной на оценке 3-х параметров: протяженности поражения, диаметра артерии и степени участия в кровоснабжении сердца. Каждый из этих параметров, в свою очередь, оценивали от 0 до 3-х баллов. По этой градации 0 баллов соответствует артерии без дистального атеросклероза, диаметром более 2 мм и с доминантной областью кровоснабжения, а 9 баллов соответствует артерии с дистальным атеросклеротическим поражением на протяжении более

чем 50%, диаметром менее 1 мм, кальцинозом и редукцией дистального русла [5].

После коронарографии, всем вошедшим в исследование пациентам на этапе предоперационной подготовки выполняли МСКТ сердца, с целью уточнения степени выраженности и локализации кальциноза, а также для решения вопроса об объеме и технике выполнения оперативного вмешательства. Исследование выполнялось на мультиспиральном компьютерном томографе Aquilion ONE (Vision Edition). При необходимости введения контраста, пациентам перед исследованием устанавливался катетер в периферическую вену. Для регистрации ЭКГ накладывались электроды на переднюю грудную стенку. Объем исследования – от уровня дуги аорты до основания сердца. Исследование выполнялось в 2 фазы.

В нативную фазу исследования пациентам проводили количественную оценку содержания кальция в пораженном сосуде (vessel specific coronary artery calcium score – VSAS) или его сегменте (lesion specific coronary artery calcium score) [6], планируемом для шунтирования. Для количественной оценки степени ККА использовался расчетный показатель: кальциевый индекс (КИ). Метод lesion specific coronary artery calcium score позволяет определить КИ для каждого отдельного кальцинированного поражения, а метод vessel specific coronary artery calcium score заключается в сложении показателей КИ всех кальцинированных поражений в конкретном сосуде. Метод Агатстона является в настоящее время стандартизированным для оценки коронарного кальция [7]. Было проведено сравнение диагностических возможностей КАГ и МСКТ коронарных артерий, в том числе с использованием шкалы тяжести поражения коронарных артерий по среднему количеству вовлеченных сегментов с кальцинозом на пациента (segment involvement score SIS) [8]. Для оценки поражения коронарного русла по сегментам применялась 16-сегментная классификация коронарных артерий, предложенная Американской Ассоциацией Кардиологов [9].

У 48 пациентов с тяжелым дистальным кальцинированным поражением, сливным кальцинозом, а также при мелких коронарных артериях с диаметром дистального русла менее разрешающей способности томографа ($d < 1.5$ мм), ограничивались исследованием без введения контраста. Остальным 58 пациентам, с отсутствием вышеописанных признаков, исследование проводили с введением контрастного вещества и проведением МСКТ-коронароангиографии с последующим построением мультиплоскостных реконструкций. Количество кальцинированных артерий и их сегментов оценивали как по данным нативной фазы МСКТ сердца, так и по МСКТ-коронарографии

в сравнении с данными КАГ.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом, выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и соответствовало принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. У всех пациентов было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Statistica 10.0. При распределении, близком к нормальному, переменные представлены в виде среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (SD). Для клинически значимых эффектов рассчитывали относительный риск с его 95%

доверительным интервалом. При сравнении двух независимых групп использовали непараметрический критерий Манна-Уитни, для сравнения долей – критерий χ^2 или точный критерий Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты.

При анализе особенностей коронарного кальциноза в исследуемой группе была выявлена более частая встречаемость кальцинированных бляшек в бассейне ПНА. Количество пациентов с одно- и двух-сосудистым кальцинированным поражением оказалось примерно равным, и составило 29 и 23 наблюдения соответственно. Трехсосудистое кальцинированное поражение у пациентов в исследуемой группе отмечено у 54 пациентов. В итоге у 106 пациен-

Таблица №1. Локализация кальциноза в основных сосудах и ветвях коронарных артерий у пациентов группы с КЦКА.

Количество основных КА с кальцинированным поражением	Бассейн ПНА	Бассейн ОА	Бассейн ПКА	Количество ветвей КА	Количество пациентов
1 сосуд	23	3	3	29	29
2 сосуда	30	17	9	46	23
3 сосуда	54	54	54	162	54
Итого	107	74	66	237	106

Примечание: ККА – кальциноз коронарных артерий; ПНА – передняя нисходящая артерия; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия.

Таблица №2. Среднее значение ИДП и VSAS у пациентов в зависимости от кальциноза целевой коронарной артерии.

Показатель / Артерия	ИДП при КЦКА (n=237) (M±SD)	ИДП без КЦКА (n=166) (M±SD)	p (ИДП)	VSAS при КЦКА (n=237) (M±SD)	VSAS без КЦКА (n=166) (M±SD)	p (VSAS)
ПНА	4,5 ± 1,4	2,6 ± 0,7	<0,001	415,7 ± 124,4	87 ± 14	<0,001
ДА	4,3 ± 1,6	2,3 ± 1,4	<0,001	333,5 ± 127,2	72 ± 8	<0,001
ОА	4,3 ± 1,7	2,5 ± 1,8	<0,001	327,5 ± 187,4	75 ± 11	<0,001
АТК	4,1 ± 1	2,1 ± 1,5	<0,001	287 ± 126,8	65 ± 10	<0,001
ПКА	4,8 ± 1,7	2,3 ± 1,6	<0,001	412,5 ± 144,5	92 ± 27	<0,001

Примечание: n – количество шунтированных артерий, ИДП – индекс диффузного поражения, VSAS – (Vessel specific Agatston score) региональный кальциевый индекс по Агатстону, ПНА – передняя нисходящая артерия, ДА – диагональная артерия, ОА – огибающая артерия, АТК – артерия тупого края, ПКА – правая коронарная артерия.

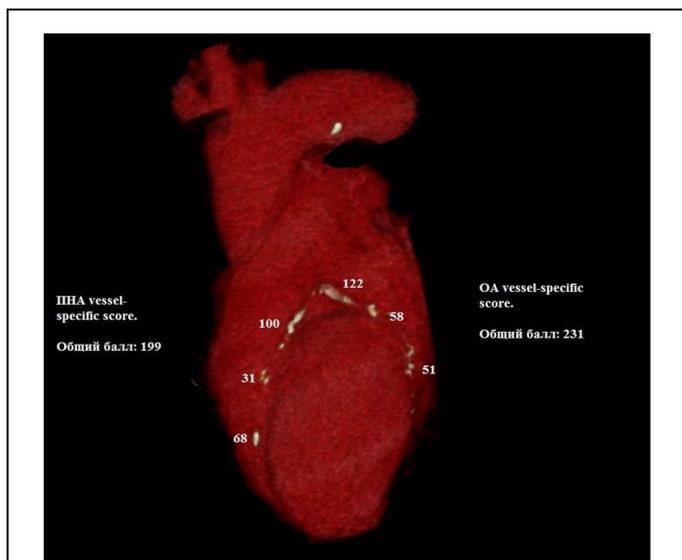


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. МСКТ сердца, объемный рендеринг.

Определение кальциевого индекса в артериях, планируемых для шунтирования (ПНА – передняя нисходящая артерия, ОА – огибающая артерия).

Fig. 1. MSCT of the heart, volume rendering.

Determination of calcium index in arteries planning for bypass surgery (ПНА – left anterior descending artery, ОА – left circumflex artery).

тов из группы с ККА общее количество пораженных кальцинированных целевых сосудов составило 237 (табл. №1).

В нативную фазу томографии проводили количественную оценку коронарного кальция в пораженном сосуде или его сегменте (lesion and vessel specific coronary artery calcium score). Отличительной особенностью данных методов является подсчет показателя кальциевого индекса (КИ) не всего сердца, а конкретной пораженной кальцинированной артерии или сегмента (рис. 1).

По данным, полученным при анализе КАГ и МСКТ в нативную фазу, была выявлена зависимость между средними показателями ИДП и Vessel specific Agatston score. Так, при наличии выраженного кальциноза КА (КИ ≥ 400 ед), достоверно чаще выявляется диффузное поражение с ИДП >4 , принимая во внимание, что при подсчете баллов по шкале ИДП, в случае обнаружения дистального кальциноза в стенке коронарной артерии, начисляется 3 балла (табл. №2).

В ходе статистического анализа показателей шкалы ИДП и Vessel specific Agatston score была установлена статистически значимая ($p < 0,01$) прямая корреляционная связь ИДП и Vessel specific Agatston score высокой тесноты ($r = 0,805972$) по шкале Чеддока (рис. 2).

При сравнительном анализе рентгенологических методов исследования с использованием шкалы тяжести поражения коронарных арте-

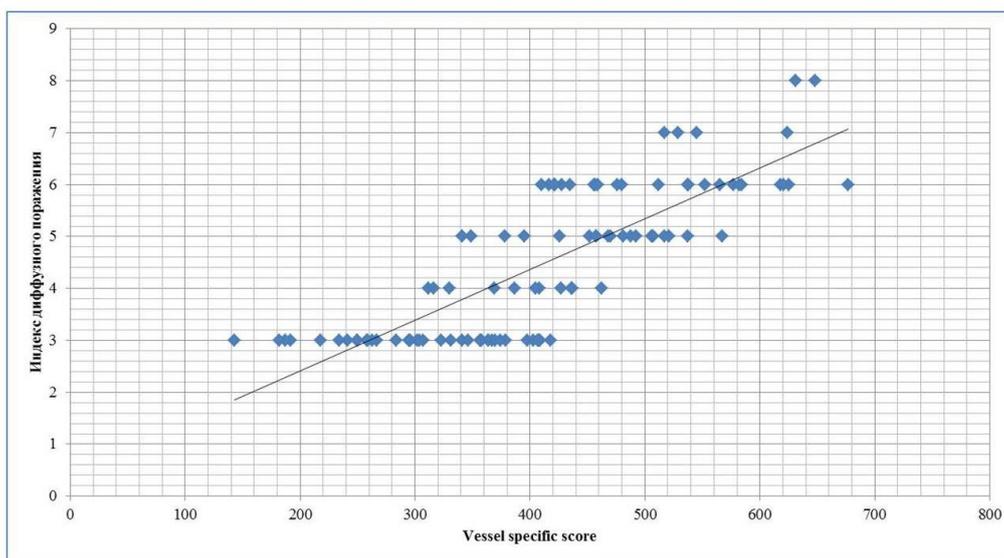


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Корреляция ИДП и кальциноза по VSAS у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий (n = 108).

Последовательная серия (1-8) динамического исследования. На томограммах стрелками указана раскрытая и сомкнутая неизменная слуховая труба.

Fig. 2. Correlation of IDD and calcification by VSAS in patients with calcification of “target coronary arteries”.

рий по количеству вовлеченных сегментов с кальцинозом (segment involvement score), достоверные различия были получены при следующих параметрах: поражение 1-2 сегментов при КАГ наблюдалось у 4 пациентов, при МСКТ – 0 ($p = 0.042$); поражение >8 сегментов при КАГ – 8 пациентов, при МСКТ – 20 пациентов ($p = 0.008$). Также значимо отличался показатель среднего количества выявленных сегментов кальциноза; при МСКТ среднее значение segment involvement score было выше, чем при КАГ (среднее значение) и составило $8,15 \pm 2,7$ против $5,9 \pm 2,9$, соответственно ($p < 0.0001$). Данные представлены в таблице №3.

Сравнение двух рентгенологических методов диагностики показало, что при инвазивной КАГ не всегда удается адекватно оценить локализацию, а также степень кальциноза коронарного русла, в отличие от МСКТ коронарных артерий. Ниже представлен типичный клинический случай.

Клинический случай.

Пациент Д., 67 лет, с многососудистым поражением. На дооперационном этапе были выполнены КАГ и МСКТ коронарных артерий (рис. 3, 4). На КАГ наблюдаются выраженные локальные стенозы в средней и дистальной трети огибающей артерии, кальциноз определяется на уровне стенозов проксимального и среднего отделов ПНА. ИДП составил 6 баллов для ПНА и 5 для ОА; при МСКТ коронарных артерий отмечается диффузное кальцинированное поражение на всем протяжении ПНА и ОА. КИ ПНА составил 584 ед., ОА – 587 ед. На основании полученных данных было принято решение о возможной эндартерэктомии при формировании дистальных анастомозов и необходимости искусственного кровообращения в связи с планируемой сложностью операции.

Интраоперационно отмечалось тяжелое кальцинированное поражение ПНА и ОА (рис. 5). Для обеспечения восстановления кровотока по септальным перфорантам и в дистальных отделах ПНА, было принято решение о проведении коронарной эндартерэктомии, в связи с невозможностью формирования дистального анастомоза с использованием стандартной техники. Дистальный анастомоз с ОА был сформирован предельно дистально, пролонгировано по методике on-lay flap с исключением из просвета сосуда кальцинированной атеросклеротической бляшки.

Контрольное обследование пациента Д., выполненное через 1 год после операции, включало МСКТ-шунтографию. Клинический статус без особенностей, ангинозные боли не рецидивировали. По данным шунтографии: все шунты проходимы (рис. 6).

На основании данных рентгенологических методов исследования принималось решение об

использовании той или иной специализированной методики выполнения дистальных анастомозов с целью достижения полной реваскуляризации миокарда. Проведен анализ частоты использования дополнительных технических приемов в зависимости от тяжести поражения коронарного русла. У 106 пациентов общее количество дистальных анастомозов составило 427, из них 247 выполнено к целевым кальцинированным сосудам. По представленным данным из таблицы №4 видно, что частота использования специализированных хирургических методик была достоверно выше у пациентов с ИДП > 4 и VSAS > 400 ед. Так, у 106 пациентов с КЦКА при формировании анастомозов с КА, использование пролонгированной шунт-пластики (onlay-flap) в 21,7%, анастомозы с коронарными артериями диаметром менее 1,5 мм выполнялись в 33,9%, а при невозможности выполнения дистального анастомоза, вследствие тяжелого кальцинированного поражения артериальной стенки, – в 16,9% приходилось проводить коронарную эндартерэктомию. Благодаря применению специализированных хирургических методик дистальных анастомозов у пациентов с КЦКА, удалось достичь полной реваскуляризации миокарда, и операции коронарного шунтирования характеризовались достаточно высоким индексом реваскуляризации ($4,5 \pm 0,8$).

Обсуждение.

Тяжесть кальцинированного поражения коронарного русла с использованием показателя КИ по Агатстону является определяющим фактором риска развития основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [10]. Авторы другого метода оценки кальциноза – «показатель охвата кальцием», продемонстрированного в 2008 г., предположили, что процент коронарных артерий, пораженных кальцием, может быть лучшим предиктором коронарного риска, чем показатель Агатстона [11]. Одним из потенциальных методов получения дополнительной информации при исследовании коронарного русла является изучение характеристик, специфических для отдельных поражений. Так рядом авторов было установлено, что показатели максимального и среднего баллов по шкале Агатстона по конкретным поражениям (максимальный балл сегмента поражения или среднее значение по всем поражениям) имели более высокое прогностическое значение в определении риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и необходимости будущей реваскуляризации, по сравнению с показателем общего балла по шкале Агатстона [6, 12].

Важно отметить, что распределение коронарного кальция может быть сконцентрировано в одном локусе или распространяться рассеян

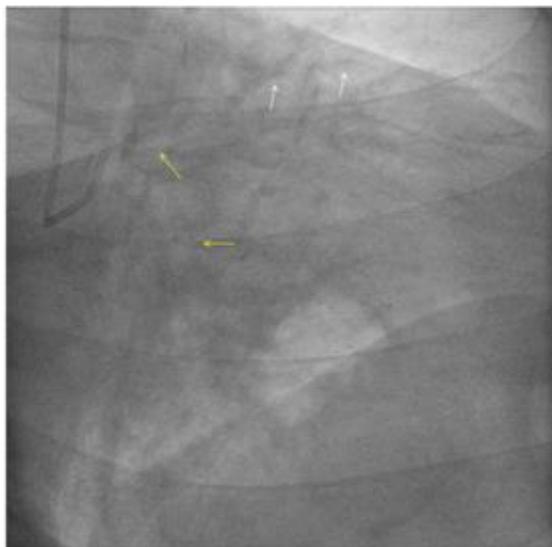


Рис. 3 а (Fig. 3 а)



Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Селективная коронарография левой коронарной артерии.

Пациент Д., 67 лет. а – Кальциноз в проксимальном и среднем отделах ПНА (белые стрелки), в среднем отделе ОА (желтые стрелки) до введения контраста. б – Стенозы в проксимальном, среднем и дистальном отделах ПНА (белые стрелки) и ОА (желтые стрелки).

Fig. 3. Selective coronary angiography of the left coronary artery.

Patient D. 67 y.o. а – Calcification in proximal and middle sections of the left anterior descending artery (white narrows), in the middle section of the left circumflex artery (yellow narrows). б – stenosis in the proximal, middle and distal sections of the left anterior descending artery (white narrows) and the left circumflex artery (yellow narrows).

Таблица №3. Сравнение диагностических возможностей КАГ и МСКТ-КАГ при определении коронарного кальция (n=58).

Количество пораженных сегментов КА	Количество пациентов по данным КАГ	Количество пациентов по данным МСКТ	p
1-2 сегмента	4	0	0.042
3-4 сегмента	13	9	0,344
5-8 сегментов	31	26	0.354
>8 сегментов	10	23	0.008
SIS (M±SD)	5,9 ± 2,3	8,15 ± 2,7	<0.0001

Примечание: КА – коронарные артерии; КАГ – коронароангиография; МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография коронарных артерий, SIS – (segment involvement score) шкала тяжести поражения коронарных артерий по количеству вовлеченных сегментов.

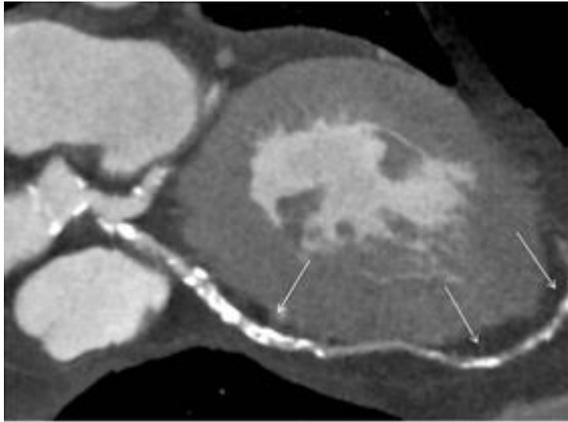


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

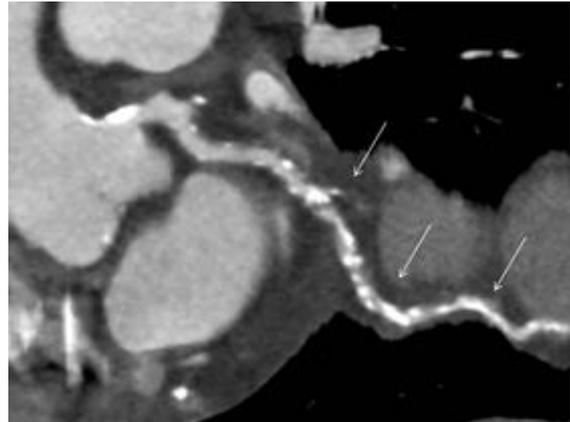


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. МСКТ-коронарография. Мультипланарная реконструкция.

Пациент Д., 67 лет.

а – Кальциноз в проксимальной, средней и дистальной частях ПНА (отмечен стрелками). б – Кальциноз в проксимальной, средней и дистальной частях ОА (отмечен стрелками)..

Fig. 4. MSCT, coronary angiography. Multiplanar reconstruction.

Patient D. 67 y.o.

а – Arrows indicate calcification in the proximal, middle and distal parts of the left anterior descending artery. б – Arrows marked calcification in proximal, middle, and distal parts of the left circumflex artery.

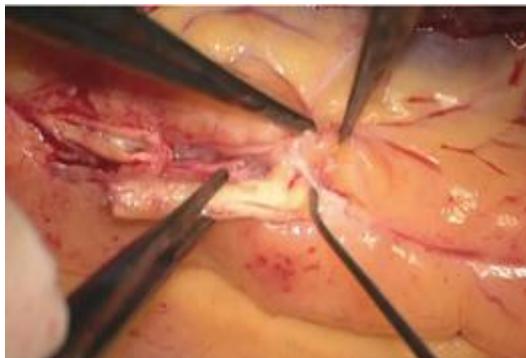


Рис. 5 а (Fig. 5 а)

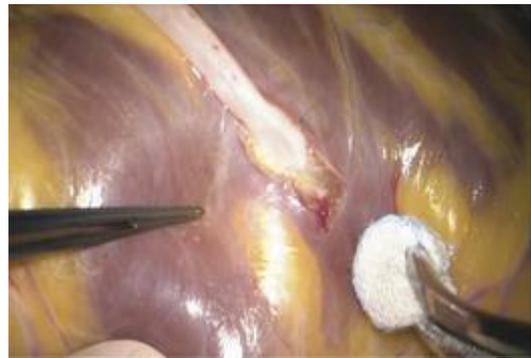


Рис. 5 б (Fig. 5 б)

Рис. 5. Интраоперационные фото.

Пациент Д., 67 лет.

а – Эндартерэктомия из ПНА (увеличение 1:6).

б – Пролонгированный анастомоз аутовены в ОА с исключением атеросклеротической бляшки из просвета сосуда (увеличение 1:4).

Fig. 5. Intraoperative photos.

а – (1: 6 magnification): endarterectomy from the LAD.

б – (1: 4 magnification): prolonged on-lay flap anastomosis with the left circumflex artery with the exception of atherosclerotic plaque from the lumen of the vessel.

Таблица №4. Хирургическая тактика в зависимости от тяжести поражения коронарных артерий.

Показатель Тип ДА	ИДП <4	ИДП >4	р	VSAS <400 ед.	VSAS >400 ед.	р
Стандартный ДА	180 (42,2%)	69 (16,2%)	<0,001	128 (29,9%)	81 (18,9%)	<0,001
ДА: onlay-flap, к КА<1,5мм, ЭАЭ	51 (11,9%)	127 (29,7%)	<0,001	48 (11,2%)	170 (39,8%)	<0,001

Примечание: ДА – дистальные анастомозы, ИДП – индекс диффузного поражения, VSAS – (Vessel specific Agatston score) региональный кальциевый индекс по Агатстону, КА – коронарные артерии, ЭАЭ – эндартерэктомия.

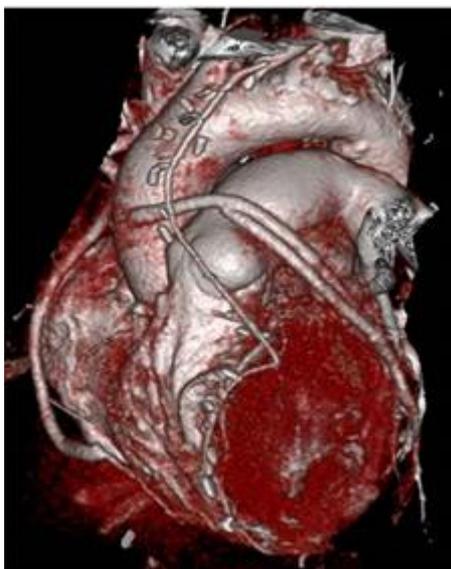


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. МСКТ-шунтография после операции, объемный рендеринг.

Пациент Д. 67 лет. Все шунты проходимы.

Fig. 6. MSCT bypass angiography, volume rendering.

Patient D. 67 y.o. All bypasses are passable.

но по всем трем коронарным сосудам с одинаковыми показателями Агатстона и массой кальция при абсолютно различных по тяжести и прогностическому значению поражениях. Это указывает на наличие различных типов поражения коронарных артерий, которые не учитываются традиционными методами оценки, и предполагает возможности сбора дополнительной прогностической информации с помощью новых методологий оценки. Региональное распределение ККА, как правило, изучалось по количеству вовлеченных коронарных сосудов и количеству сегментов конкретных пораженных коронарных сосудов, в баллах по методике

Агатстона. Региональный ККА также помогает в определении будущей потребности в чрескожном и хирургическом способах реваскуляризации [13]. Добавление количества сосудов с ККА к баллу Агатстона улучшает оценку общей тяжести атеросклероза и улучшает статистику при распознавании случаев коронарной болезни у пациентов среднего риска [14, 15].

Поэтому, при разработке какой-либо улучшенной оценки ККА следует учитывать добавление региональных показателей кальциноза, путем включения числа задействованных сосудов, а также путем более сложного вычисления диффузности и протяженности поражения. Тем не менее, почти ничего не известно о влиянии проксимального и дистального кальциноза, и его относительная прогностическая ценность заслуживает дальнейшей оценки.

Большинство томографических исследований кальциноза коронарных артерий посвящено прогностическому значению кальцинированных поражений для развития коронарных событий в той или иной категории пациентов. Часть работ указывает на связь тяжести кальциноза и степени значимости коронарных поражений. Однако до настоящего времени томографическое изучение кальциноза не использовалось для разработки тактики хирургической реваскуляризации и детализации поражения коронарных артерий, с целью выполнения дистальных анастомозов при КШ. Поэтому, следует отметить важность совместного использования КАГ и МСКТ-исследований в сомнительных случаях для построения полной картины коронарного русла у пациентов с ККА, направленных на операцию КШ.

Настоящее исследование проведено на относительно небольшой выборке пациентов и, несомненно, требует дальнейшего изучения проблемы. Однако следует отметить роль совместного использования рентгенологических методов диагностики ККА в определении оптимальной тактики и объема вмешательства на этапе предоперационной подготовки пациентов. В приведенном клиническом случае было успешно выполнено оперативное вмешательство и его эффективность документирована

также рентгенологическим методом – МСКТ-шунтографией, которая, по данным литературы, является оптимальным методом визуализации шунтов [16].

Заключение.

При сравнении диагностических возможностей стандартной КАГ и методов изучения кальциноза КА по данным МСКТ в нативную фазу или при контрастной МСКТ-коронарографии, отмечены значительные преимущества методов КТ для детальной локализации кальциевых депозитов в определенных сегментах коронарных артерий и определения хирургической тактики. Дистальный кальциноз

достоверно чаще выявляется при компьютерной томографии и определяет целесообразность включения этих исследований в протокол необходимых обследований при инвазивном лечении пациентов с кальцинозом коронарных артерий.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список Литературы:

1. Copeland-Halperin R. S., Baber U., Aquino M., Rajamanickam A., Roy S., Hasan C., et.al. Prevalence, correlates, and impact of coronary calcification on adverse events following PCI with newer-generation DES: Findings from a large multiethnic registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018; 91 (5): 859–866. DOI: 10.1002/ccd.27204.
2. Ertelt K., Génereux P., Mintz G.S., Reiss G.R., Kirtane A.J., Madhavan M.V., et.al. Impact of the severity of coronary artery calcification on clinical events in patients undergoing coronary artery bypass grafting (from the Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy Trial). *Am J Cardiol*. 2013; 112 (11): 1730-1737. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.07.038.
3. Bourantas C.V., Zhang Y.J., Garg S., Mack M., Dawkins K.D., Kappetein A.P., et.al. Prognostic Implications of Severe Coronary Calcification in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Surgery: An Analysis of the SYNTAX Study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2015; 85 (2): 199-206. DOI: 10.1002/ccd.25545.
4. Терновой С.К., Никонова М. Э., Акчуринов Р.С., Федотенков И. С., Ширяев А.А. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии (мскт) в оценке коронарного русла и вентрикулографии в сравнении с интервенционной коронароангиографией. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2013; 3 (1): 28-36.
5. Акчуринов Р.С., Ширяев А.А., Галяутдинов Д.М., Васильев В.П., Власова Э.Е., Саличкин Д.В. Объективизация характеристик дистального русла шунтируемых сосудов при диффузных атеросклеротических поражениях в коронарной хирургии. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2019; 2: 41-48.
6. Qian Z., Anderson H., Marvasty I., Akram K., Vazquez G., Rinehart S., et.al. Lesion- and vessel-specific coronary artery calcium scores are superior to whole-heart Agatston and volume scores in the diagnosis of obstructive coronary artery disease. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2010; 4 (6): 391-399. DOI: 10.1016/j.jcct.2010.09.001.
7. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer N.R., M. Viamonte Jr., Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 1990; 15 (4): 827-832. DOI:10.1016/0735-1097(90)90282-t.
8. Ayoub C., Erthal F., Abdelsalam M.A., Murad M.H., Wang Z., Erwin P.J., et.al. Prognostic value of segment involvement score compared to other measures of coronary atherosclerosis by computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2017; 11 (4): 258-267. DOI: 10.1016/j.jcct.2017.05.001.
9. Austen W.G., Edwards J.E., Frye R.L., Gensini G.G., Gott V.L., Griffith L.S., et.al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation*. 1975; 51 (4 Suppl): 5-40. DOI: 10.1161/01.CIR.51.4.5.
10. Федотенков И.С., Терновой С.К. Скрининг кальциноза коронарных артерий методом мультиспиральной компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (4): 19-32. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-4-19-32
11. Brown E.R., Kronmal R.A., Bluemke D.A., Guerci A.D., Carr J.J., Goldin J., et.al. Coronary calcium coverage score: determination, correlates, and predictive accuracy in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Radiology*. 2008; 247 (3): 669-675. DOI: 10.1148/radiol.2473071469.
12. Qian Z., Marvasty I., Rinehart S., Voros S. A lesion-specific coronary artery calcium quantification framework for the prediction of cardiac events. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2011; 15 (5): 673-680. DOI: 10.1109/TITB.2011.2162074.
13. Silverman M.G., Harkness J.R., Blankstein R., Budoff M.J., Agatston A.S., Carr J.J., et.al. Baseline subclinical atherosclerosis burden and distribution are associated with frequency and mode of future coronary revascularization: multi-ethnic study of atherosclerosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014; 7 (5): 476-486. DOI: 10.1016/j.jcmg.2014.03.005.
14. Tota-Maharaj R., Al-Mallah M.H., Nasir K., Qureshi W.T., Blumenthal R.S., Blaha M.J. Improving the relationship between coronary artery calcium score and coronary plaque burden: addition of regional measures of coronary artery calcium distribution. *Atherosclerosis*. 2015; 238 (1): 126-131. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.11.008.
15. Blaha M.J., Budoff M.J., Tota-Maharaj R., Dardari Z.A., Wong N.D., Kronmal R.A., et.al. Improving the CAC Score by Addition of Regional Measures of Calcium Distribution: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016; 9 (12): 1407-1416. DOI: 10.1016/j.jcmg.2016.03.001.
16. Терновой С.К., Акчуринов Р.С., Федотенков И.С., Веселова Т.Н., Никонова М.Э., Ширяев А.А. Неинвазивная шунтография методом мультиспиральной компьютерной томографии. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2011; 1 (1): 26-32.

References:

1. Copeland-Halperin R. S., Baber U., Aquino M., Rajamanickam A., Roy S., Hasan C., et.al. Prevalence, correlates, and impact of coronary calcification on adverse events following PCI with newer-generation DES: Findings from a large multiethnic registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018; 91 (5): 859–866. DOI: 10.1002/ccd.27204.
2. Ertelt K., Génèreux P., Mintz G.S., Reiss G.R., Kirtane A.J., Madhavan M.V., et.al. Impact of the severity of coronary artery calcification on clinical events in patients undergoing coronary artery bypass grafting (from the Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy Trial). *Am J Cardiol.* 2013; 112 (11): 1730-1737. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.07.038.
3. Bourantas C.V., Zhang Y.J., Garg S., Mack M., Dawkins K.D., Kappetein A.P., et.al. Prognostic Implications of Severe Coronary Calcification in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Surgery: An Analysis of the SYNTAX Study. *Catheter CardiovascInterv.* 2015; 85 (2): 199-206. DOI: 10.1002/ccd.25545.
4. Ternovoy S.K., Nikonova M. E., Akchurin R.S., Fedotenkov I. S., Shiryayev A.A. Capabilities of multislice computed tomography in the evaluation of coronary arteries and ventriculography versus interventional coronary and ventriculography. *Russian electronic journal of radiology.* 2013; 3 (1): 28-36 (in Russian).
5. Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Galyautdinov D.M., Vasiliev V.P., Vlasova E.E., Salichkin D.V. Objectification of the characteristics of the distal bed of shunting vessels with diffuse atherosclerotic lesions in coronary surgery. *The Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias.* 2019; 2: 41-48 (in Russian).
6. Qian Z., Anderson H., Marvasty I., Akram K., Vazquez G., Rinehart S., et.al. Lesion- and vessel-specific coronary artery calcium scores are superior to whole-heart Agatston and volume scores in the diagnosis of obstructive coronary artery disease. *J CardiovascComputTomogr.* 2010; 4 (6): 391-399. DOI: 10.1016/j.jcct.2010.09.001.
7. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer N.R., M. Viamonte Jr., Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol.* 1990; 15 (4): 827-832. DOI:10.1016/0735-1097(90)90282-t.
8. Ayoub C., Erthal F., Abdelsalam M.A., Murad M.H., Wang Z., Erwin P.J., et.al. Prognostic value of segment involvement score compared to other measures of coronary atherosclerosis by computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *J CardiovascComputTomogr.* 2017; 11 (4): 258-267. DOI: 10.1016/j.jcct.2017.05.001.
9. Austen W.G., Edwards J.E., Frye R.L., Gensini G.G., Gott V.L., Griffith L.S., et.al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation.* 1975; 51 (4 Suppl): 5-40. DOI: 10.1161/01.CIR.51.4.5.
10. Fedotenkov I. S., Ternovoy S.K. Coronary Calcium Score Using Multi-Slice Computed Tomograph. *Medical Visualization.* 2017; 21 (4): 19-32. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-4-19-32 (in Russian).
11. Brown E.R., Kronmal R.A., Bluemke D.A., Guerci A.D., Carr J.J., Goldin J., et.al. Coronary calcium coverage score: determination, correlates, and predictive accuracy in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Radiology.* 2008; 247 (3): 669-675. DOI: 10.1148/radiol.2473071469.
12. Qian Z., Marvasty I., Rinehart S., Voros S. A lesion-specific coronary artery calcium quantification framework for the prediction of cardiac events. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2011; 15 (5): 673-680. DOI: 10.1109/TITB.2011.2162074.
13. Silverman M.G., Harkness J.R., Blankstein R., Budoff M.J., Agatston A.S., Carr J.J., et.al. Baseline subclinical atherosclerosis burden and distribution are associated with frequency and mode of future coronary revascularization: multi-ethnic study of atherosclerosis. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014; 7 (5): 476-486. DOI: 10.1016/j.jcmg.2014.03.005.
14. Tota-Maharaj R., Al-Mallah M.H., Nasir K., Qureshi W.T., Blumenthal R.S., Blaha M.J. Improving the relationship between coronary artery calcium score and coronary plaque burden: addition of regional measures of coronary artery calcium distribution. *Atherosclerosis.* 2015; 238 (1): 126-131. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.11.008.
15. Blaha M.J., Budoff M.J., Tota-Maharaj R., Dardari Z.A., Wong N.D., Kronmal R.A., et.al. Improving the CAC Score by Addition of Regional Measures of Calcium Distribution: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016; 9 (12): 1407-1416. DOI: 10.1016/j.jcmg.2016.03.001.
16. Ternovoy S.K., Akchurin R.S., Fedotenkov I.S., Veselova T.N., Nikonova M.E., Shiryayev A.A. Non-invasive diagnosis of coronary artery bypass grafts potency using multislice computed tomography. *Russian electronic journal of radiology.* 2011; 1 (1): 26-32 (in Russian).