

Годичные результаты коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий

Для корреспонденции:

Гарма Бадмаевич Майоров,
mayorovgarma@mail.ru

Поступила в редакцию 29 сентября 2021 г.

Исправлена 20 октября 2021 г.

Принята к печати 22 октября 2021 г.

Цитировать: Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Галяутдинов Д.М., Васильев В.П., Курбанов С.К., Андреев А.В., Зайковский В.Ю., Майоров Г.Б. Годичные результаты коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2022;26(1):55-65.
<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2022-1-55-65>

Финансирование

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы № 81 по государственному заданию № АААА-А18-118022290040-7.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн: А.А. Ширяев, Г.Б. Майоров, Д.М. Галяутдинов
Сбор и анализ данных: Г.Б. Майоров, С.К. Курбанов, В.Ю. Зайковский
Статистическая обработка данных: С.К. Курбанов, Г.Б. Майоров
Написание статьи: Г.Б. Майоров, А.В. Андреев, С.К. Курбанов
Исправление статьи: Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, Д.М. Галяутдинов, В.П. Васильев
Утверждение окончательного варианта статьи: все авторы

ORCID ID

Р.С. Акчурин,
<https://orcid.org/0000-0002-2105-8258>
А.А. Ширяев, <https://orcid.org/0000-0002-3325-9743>
Д.М. Галяутдинов,
<https://orcid.org/0000-0002-0257-1398>

**Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, Д.М. Галяутдинов,
В.П. Васильев, С.К. Курбанов, А.В. Андреев,
В.Ю. Зайковский, Г.Б. Майоров**

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва,
Российская Федерация

Цель. Сравнительная оценка тактики и годовых результатов коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом и без кальциноза целевых коронарных артерий.

Методы. В проспективное исследование включили 462 пациента с ишемической болезнью сердца, которым в период с января 2017 г. по октябрь 2018 г. выполнили плановое изолированное коронарное шунтирование. Группы формировали согласно данным коронароангиографии. Исследуемую группу составили пациенты с кальцинозом целевых (шунтируемых) коронарных артерий (1-я группа, $n = 108$). Оставшиеся больные без кальциноза в зоне планируемых анастомозов сформировали контрольную группу (2-я группа, $n = 354$). С целью минимизации систематических ошибок и обеспечения максимальной сопоставимости групп выполнили их компьютерное уравнивание методом псевдорандомизации (по 106 пациентов в 1-й и 2-й группах). Сравнивали интраоперационные параметры и годовые результаты вмешательства.

Результаты. Придерживаясь тактики полной реваскуляризации, в 1-й группе формировали большее количество дистальных анастомозов в связи с выраженным коронароатеросклерозом. Индекс реваскуляризации в 1-й и 2-й группах составил $4,4 \pm 0,7$ и $3,9 \pm 0,8$ соответственно, $p = 0,001$. В 1-й группе при формировании дистальных анастомозов чаще выполняли пролонгированную шунт-пластику — 21,7 против 1,8 %, $p < 0,001$, анастомозы с артериями диаметром менее 1,5 мм — 33,9 против 16,0 %, $p < 0,003$, эндартерэктомию из коронарных артерий — 13,2 против 0,9 %, $p < 0,001$, а также создавали сложные конструкции: Y-образные конструкции — 33,0 против 8,5 %, $p < 0,001$, секвенциальные анастомозы — 13,9 против 5,7 %, $p = 0,03$. Использование сложных хирургических методик в 1-й группе повлияло на достоверное увеличение времени искусственного кровообращения и ишемии миокарда. Показатели годовых результатов по основным конечным точкам: рецидив стенокардии (10,3 против 6,3 %, $p = 0,307$), частота инфаркта миокарда (3,1 против 2,1 %, $p = 0,654$), необходимость повторной реваскуляризации (3,1 против 1,0 %, $p = 0,318$) и общая летальность (2,1 против 1,0 %, $p = 0,567$) — значимо не различались.

В.П. Васильев, <https://orcid.org/0000-0002-2297-6026>
С.К. Курбанов, <https://orcid.org/0000-0001-7767-1695>
А.В. Андреев, <https://orcid.org/0000-0001-7759-049X>
В.Ю. Зайковский,
<https://orcid.org/0000-0002-3312-9447>
Г.Б. Майоров, <https://orcid.org/0000-0001-8414-8296>

© Р.С. Акчури, А.А. Ширияев, Д.М. Галаятдинов,
В.П. Васильев, С.К. Курбанов, А.В. Андреев,
В.Ю. Зайковский, Г.Б. Майоров, 2022

Статья открытого доступа, распространяется
по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Выводы. Годичные результаты коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий сопоставимы с результатами пациентов без кальциноза в сопоставимых псевдорандомизированных группах. Полученные результаты коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом целевых артерий свидетельствуют о целесообразности полной реваскуляризации миокарда, несмотря на большую продолжительность и сложность вмешательств.

Ключевые слова: годичные результаты; ишемическая болезнь сердца; кальциноз коронарных артерий; коронарное шунтирование; отдаленные результаты

Введение

Увеличение количества хирургических пациентов с диффузным поражением и кальцинозом коронарных артерий связано с широким внедрением стентирования, в том числе множественного, и использованием длительного медикаментозного лечения [1]. Установлено, что кальциноз артерий сердца чаще выявляют при распространенном многососудистом поражении в старшей возрастной группе, в особенности при сочетанных поражениях в других сосудистых бассейнах, то есть рассматривают как маркер более тяжелого, распространенного атеросклеротического процесса. Таким образом, коронарному шунтированию (КШ) подвергают пациентов пожилого возраста с высокими оперативными рисками, связанными с сопутствующей патологией [2; 3].

Выбор оптимальной тактики реваскуляризации у пациентов с кальцинозом коронарных артерий не определен и нуждается в дальнейшем изучении. Рандомизированные исследования по этой проблеме отсутствуют. В двух ретроспективных исследованиях, посвященных влиянию кальциноза коронарных артерий на результаты КШ, выраженный кальциноз идентифицируют как независимый предиктор плохих результатов операции [4; 5]. Кальциноз коронарных артерий не всегда позволяет выполнить полную реваскуляризацию миокарда и может являться причиной отказа от оперативного вмешательства. Специализированные методики: микрохирургическая техника, пролонгированная пластика коронарных артерий, эндартерэктомия, — позволяют выполнить адекватную операцию пациентам с кальцинозом коронарных

артерий, однако результаты этих вмешательств недостаточно изучены и не внедрены в широкую клиническую практику [6].

Методы

В одноцентровое проспективное сравнительное исследование с ретроспективной псевдорандомизацией отобрали 462 пациента с ишемической болезнью сердца, которым в период с января 2017 г. по октябрь 2018 г. провели плановое изолированное КШ. Критериями исключения считали сочетанные и повторные операции, инфаркт миокарда давностью менее 1,5 мес. Группы формировали согласно результатам коронароангиографии. Анализ ангиографических данных с определением выраженности кальциноза при коронароангиографии, а также оценку коронарного русла по шкале SYNTAX и шкале индекса диффузного поражения осуществляли три независимых эксперта. Индекс диффузного поражения рассчитывали в баллах для каждого шунтируемого сосуда на основании диаметра сосуда, состояния миокарда и зоны кровоснабжения (от 0 баллов при интактном сосуде более 2 мм до 9 баллов при артерии меньше 1 мм, в зоне кардиосклероза при редукции и кальцинозе дистального русла) [7]. Целевую артерию считали кальцинированной, если при рентгеноскопии до введения контраста определяли рентгенопозитивные образования (окклюзий) и дистальнее в сосуде, планируемом для шунтирования. Исследуемую группу сформировали пациенты с кальцинозом целевых (шунтированных) коронарных артерий (1-я группа, n = 108).

Оставшиеся пациенты без кальциноза в зоне планируемых анастомозов составили контрольную группу (2-я группа, $n = 354$). Рассчитали необходимый объем выборки по формуле Лера (мощность исследования 80 % и уровень значимости 0,05) с учетом результатов исследований, выполненных ранее (стандартизованная разность 0,33), минимальный размер каждой сравниваемой группы составил 105 пациентов. С целью минимизации систематических ошибок и обеспечения максимальной сопоставимости групп пациентов выполнили их компьютерное уравнивание методом псевдорандомизации (англ. propensity score matching). Сформировали контрольную группу с минимальным отклонением исходных параметров (ковариат), кодированных в конфаундеры, которые включили в модель оценки индексов соответствия (англ. propensity score). Использовали 13 ковариат, которые могли воздействовать на выбор метода и исходы операции: пол, возраст, индекс массы тела, сахарный диабет, артериальная гипертензия, фракция выброса левого желудочка, постинфарктный кардиосклероз, чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, высокий показатель по шкале SYNTAX (> 32), нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, мультифокальный атеросклероз, скорость клубочковой фильтрации, показатель по шкале риска операции Американского общества торакальных хирургов (англ. Society of Thoracic Surgeons) (STS risk score). Выполнили псевдорандомизацию между группами. Отбор контрольных групп осуществляли на основе указанных характеристик по наиболее близким показателям склонности методом поиска ближайшего соседа 1:1, соответствующего заданному отрезку индекса соответствия. Целевым для достаточного сходства в парах считали программное значение индекса соответствия 0,1 (допуск соответствия). Отметим эффективность устранения дисбаланса ковариат после применения выбранного метода подбора пар. Скомпенсировали неравномерное распределение конфаундеров и получили сопоставимые по количеству группы пациентов ($n = 106$ для 1-й и 2-й групп).

После коронароангиографии всем пациентам 1-й группы выполнили мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) коронарных артерий для уточнения локализации и степени выраженности кальциноза, а также определения тактики оперативного вмешательства. Количественную оценку степени кальциноза коронарных артерий по данным МСКТ осуществляли с использованием

кальциевого индекса по методике, предложенной в 1990 г. А. Агатстоном [8]. Шкалу Агатстона используют для оценки риска развития кардиальных событий [9; 10]. Мы применяли модифицированную шкалу Агатстона (англ. Vessel specific Agatston score) для оценки значимости кальцификатов в каждом шунтируемом сосуде и определения технических возможностей вмешательства [11].

Для снижения влияния технических факторов КШ всем пациентам выполняли стандартно в условиях искусственного кровообращения, холодовой кардиopleгии с применением микрохирургической техники. У подавляющего большинства больных для реваскуляризации миокарда использовали левую внутреннюю грудную артерию. Во всех случаях применяли тактику полной реваскуляризации по критериям исследования SYNTAX, а также принцип реваскуляризации всех трех основных коронарных бассейнов при трехсосудистых поражениях [12]. Всем пациентам начиная с первых суток после операции назначали антиагрегантную терапию ацетилсалициловой кислотой в дозировке 100 мг, лечение статинами и при необходимости бета-блокаторами и гипотензивными препаратами. В случае выполнения коронарной эндартерэктомии проводили антикоагулянтную терапию в виде инфузии нефракционированного гепарина с началом через 6–12 ч после операции и достижением целевых значений активированного времени свертывания (150–170 с) с последующим переходом на варфарин с достижением международного нормализованного отношения 2,0–3,0 длительностью не менее 6 мес.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России (протокол № 231 от 27.11.2017 г.), выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и соответствует принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. У всех пациентов получили письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы SPSS Statistics 26 (IBM, Армонк, США). Перед началом анализа количественных данных проверяли их на нормальность распределения (асимметрия, критерий Колмогорова – Смирнова). При распределении, близком к нормальному, переменные представляли в виде среднего арифметического M и стандартного отклонения SD . При сравнении двух независимых групп использовали непараметрический критерий

Табл. 1. Клинико-демографические характеристики

Показатель	1-я группа, n = 106	2-я группа, n = 106	p
Мужчины, n (%)	78 (73,5)	71 (66,9)	0,293
Индекс массы тела	28,1 ± 3,5	27,9 ± 3,5	0,957
Возраст, лет	65,5 ± 8,4	64,8 ± 7,4	0,118
Сахарный диабет, n (%)	34 (33)	25 (23,6)	0,168
Артериальная гипертензия, n (%)	90 (84,9)	89 (83,9)	0,850
Фракция выброса левого желудочка, %	57,7 ± 5,3	57,7 ± 6,0	0,956
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	53 (50)	58 (54,7)	0,492
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, n (%)	23 (21,7)	22 (20,7)	0,867
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	46 (41,5)	35 (33)	0,120
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	11 (10,4)	5 (4,7)	0,119
Хроническая болезнь почек не более стадии 3А, n (%)	6 (5,5)	3 (2,8)	0,307
SYNTAX score > 32, n (%)	83 (78,3)	76 (71,7)	0,267
STS risk score	0,8 ± 0,4	0,7 ± 0,5	0,658

Примечание. SYNTAX score — оценка коронарного русла по шкале SYNTAX; STS risk score — оценка хирургического риска, связанного с аортокоронарным шунтированием, по шкале Американского общества торакальных хирургов (англ. Society of Thoracic Surgeons). Данные представлены как n (%) или M ± SD.

Манна – Уитни, для сравнения долей — критерий χ^2 или точный критерий Фишера. Для изучения корреляционных связей применяли ранговый метод Спирмена. С целью оценки времени до наступления любого из регистрируемых исходов использовали метод Каплана – Майера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

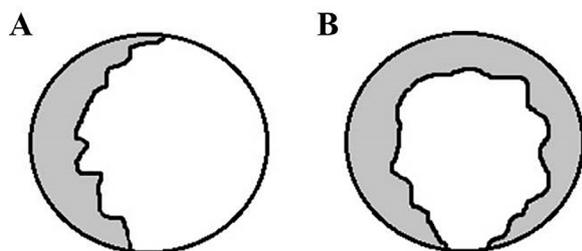
Клинико-демографические характеристики и ангиографические параметры мы подробно отразили в предыдущей публикации. В ходе анализа исходных характеристик отметили достоверно значимые различия по ряду параметров. В 1-й группе было достоверно больше пациентов пожилого возраста, с сахарным диабетом, артериальной гипертензией, низкой сократительной способностью миокарда левого желудочка, мультифокальным атеросклерозом, нарушением мозгового кровообращения в анамнезе и тяжелым поражением коронарного русла по шкале SYNTAX (> 32) [13].

После псевдорандомизации получили сопоставимые по исходным характеристикам группы (табл. 1). При анализе коронароангиографии в 1-й группе получили данные, свидетельствующие о преимущественном кальцинированном поражении бассейна передней нисходящей артерии (45 % от всех изучаемых поражений). Количество пациентов с одно-

и двухсосудистым кальцинированным поражением достоверно не различалось и составило 29 и 23 соответственно. Пациентов с трехсосудистым кальцинированным поражением было больше (51 %). В итоге у 106 пациентов 1-й группы общее количество пораженных кальцинированных целевых сосудов составило 237.

В 1-й группе после анализа коронароангиограмм, МСКТ коронарных артерий и интраоперационных находок выделили типы кальцинированного поражения целевых коронарных артерий, которые предполагали различные варианты формирования коронарных анастомозов. I тип — умеренное кальцинированное поражение коронарных артерий, при котором кальциноз может носить локальный и/или пролонгированный характер, но всегда вовлекает только одну сторону сосудистой стенки артерии на ангиограмме и менее 180° окружности сосуда при артериотомии (рис. 1А). При I типе кальцинированного поражения коронарных артерий либо выполняли шунтирование в наиболее интактном месте коронарной артерии, либо, при отсутствии такого места, формировали анастомоз с артериотомией по краю кальцинированной атеросклеротической бляшки с шунт-пластикой места стеноза, обычно с исключением бляшки из просвета сосуда (рис. 2). При шунтировании нескольких артерий с диффузным поражением и кальцинозом широко использовали методики секвенциально-

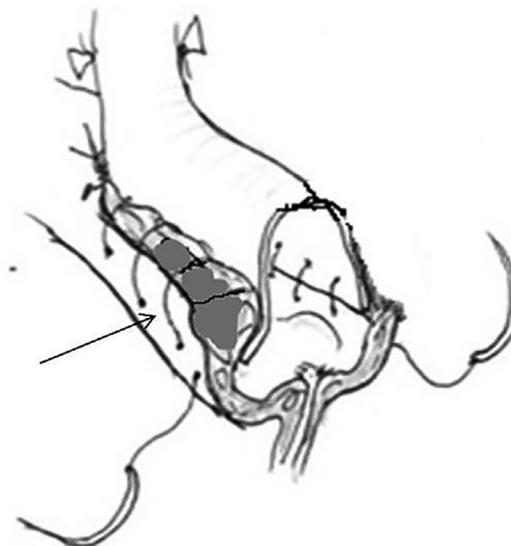
Рис. 1. Кальцинированное поражение целевой коронарной артерии (поперечное сечение): I тип (A); II тип (B)



го и комбинированного шунтирования. II тип — тяжелое кальцинированное поражение коронарных артерий, при котором кальцификаты носят сливной характер и захватывают обе стороны артериальной стенки на ангиограмме и более 180° окружности сосуда при артериотомии (рис. 1B). Шунтирование при таком типе чаще всего выполняли в дистальном отделе артерии, что вынуждало формировать дистальный анастомоз с артериями малого диаметра (< 1,5 мм). В случае полной окклюзии коронарной артерии или невозможности выполнить дистальный анастомоз с применением специализированных методик вследствие тяжелого кальцинированного поражения осуществляли коронарную эндартерэктомию.

Среднее количество шунтируемых артерий (индекс реваскуляризации) в группах достоверно различалось. Придерживаясь тактики полной реваскуляризации во всех случаях, в 1-й группе сформировали большее количество анастомозов с коро-

Рис. 2. Onlay-flap анастомоз с исключением кальцината из просвета сосуда. Стрелкой отмечен кальцинат



нарными артериями в связи с более выраженным атеросклеротическим поражением коронарного русла. В 1-й группе при выполнении дистальных анастомозов чаще применяли пролонгированную шунт-пластику, шунтирование коронарных артерий менее 1,5 мм в диаметре, а также эндартерэктомию из коронарных артерий. Необходимость создания сложных конструкций в 1-й группе была выше, чем во 2-й. Использование сложных хирургических методик в 1-й группе повлияло на достоверное увеличение времени искусственного кровообращения и ишемии миокарда при операциях (табл. 2).

Табл. 2. Интраоперационные показатели

Показатель	1-я группа, n = 106	2-я группа, n = 106	p
Средний индекс реваскуляризации	4,4 ± 0,7	3,9 ± 0,8	0,001
Общее количество дистальных анастомозов, n	467	413	0,001
Использование ЛВГА, n (%)	105 (99,6)	106 (100,0)	0,317
Использование ПВГА, n (%)	9 (8,5)	13 (12,3)	0,368
Пролонгированная шунт-пластика, n (%)	23 (21,7)	2 (1,8)	< 0,001
Секвенциальное шунтирование, n (%)	15 (13,9)	6 (5,7)	0,03
Y-образные конструкции, n (%)	35 (33,0)	9 (8,5)	< 0,001
Анастомозы с коронарными артериями диаметром < 1,5 мм, n (%)	36 (33,9)	14 (13,2)	< 0,001
Эндартерэктомию из коронарных артерий, n (%)	14 (13,2)	1 (0,9)	< 0,001
Ишемия миокарда, мин	68 ± 19	53 ± 12	0,001
Длительность искусственного кровообращения, мин	97 ± 27	82 ± 18	< 0,001

Примечание. ЛВГА — левая внутренняя грудная артерия; ПВГА — правая внутренняя грудная артерия. Данные представлены как n (%) или M ± SD.

Табл. 3. Годичные результаты коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом целевых (шунтированных) коронарных артерий по сравнению с больными без дистального кальциноза коронарных артерий

Показатель	1-я группа, n = 97	2-я группа, n = 96	p
Рецидив стенокардии, n (%)	10 (10,3)	6 (6,3)	0,307
Инфаркт миокарда, n (%)	3 (3,1)	2 (2,1)	0,654
Повторная реваскуляризация, n (%)	3 (3,1)	1 (1)	0,318
Общая летальность, n (%)	2 (2,1)	1 (1)	0,567

При I типе кальцинированного поражения для выполнения анастомоза с коронарными артериями чаще всего применяли методику пролонгированного анастомоза с шунт-пластикой артерии (16,1 против 2,7 %, $p < 0,001$). При II типе достоверно чаще формировали анастомозы с артериями менее 1,5 мм (23 против 8 %, $p = 0,002$) и применяли коронарную эндартерэктомию (11,5 против 0,8 %, $p < 0,001$).

Госпитальные результаты значимо не различались. Необходимость в длительных (более 24 ч) инотропной поддержке (13,2 % случаев) и искусственной вентиляции легких (2,8 % случаев) на госпитальном этапе в группах аналогична, $p = 1,000$. Частота кровотечений в раннем послеоперационном периоде, требующих рестернотомии и дополнительного гемостаза, сопоставима (3,8 против 1,9 % случаев в 1-й и 2-й группах соответственно, $p = 0,683$). Пациенты, перенесшие нефатальный периоперационный инфаркт миокарда, полностью стабилизировались к концу госпитального периода и были выписаны без признаков недостаточности кровообращения (1,9 против 0,9 % случаев соответственно, $p = 1,000$). Случаев возобновления стенокардии в госпитальном периоде не было. У 1,9 % пациентов 1-й группы наблюдалось нарушение мозгового кровообращения по типу лакунарных инсультов с остаточными явлениями, $p = 0,498$. Длительность пребывания в отделении реанимации и послеоперационного койко-дня сопоставимы. Летальности не зарегистрировали.

Минимальный срок наблюдения пациентов составил 1 год с момента операции. Сбор информации о состоянии больных и оценку качества жизни проводили по модифицированной версии Сиэтлского опросника. В ходе телефонного опроса 19 человек по различным причинам исключили из исследования. Контрольные данные в 1-й группе получили у 97 из 106 пациентов, во 2-й группе — у 96 из 106. В 1-й группе чаще встречались рецидив стенокардии, инфаркт миокарда, повторная реваскуля-

ризация, однако различия не достигли уровня статистической значимости (табл. 3). Во всех случаях причиной летального исхода было кардиальное событие: один случай инфаркта миокарда и один эпизод тромбоэмболии легочной артерии в 1-й группе и один случай инфаркта миокарда во 2-й группе.

Согласно кривой Каплана – Майера по выживаемости пациентов к концу периода наблюдения, годовые результаты лечения в изучаемых группах сопоставимы (рис. 3).

Обсуждение

В предшествовавших исследованиях достоверно показано, что чрескожное коронарное вмешательство, даже с использованием современных стентов, у пациентов с кальцинированным поражением коронарных артерий достоверно связано с осложнениями и худшими результатами [14]. КШ дает возможность выполнить полную реваскуляризацию миокарда вне зависимости от тяжести поражения коронарных артерий.

Однако ряд исследователей относят выраженный кальциноз коронарных артерий к независимым предикторам худших госпитальных и отдаленных результатов КШ. Так, K. Ertelt и соавт. указывают, что в течение года после операции инфаркт миокарда развился у 31,1 % пациентов с кальцинозом против 16,4 % больных без кальциноза, $p = 0,006$, а годовая смертность у пациентов с кальцинозом была почти в 3 раза выше и составила 11,8 против 4,5 %, $p = 0,006$ [4]. Для сравнения: P.W. Surruys и соавт. сообщают об уровне летальности 3,5 % [15], M.E. Farkouh и соавт. — 4,2 % [16], то есть значительно более низком, чем в результатах K. Ertelt и соавт. По данным исследования SYNTAX, у пациентов с выраженным кальцинозом коронарных артерий наблюдалась более высокая пятилетняя смертность (17,1 против 9,9 %, $p < 0,001$), однако разница в частоте неблагоприятных нефатальных сердечно-со-

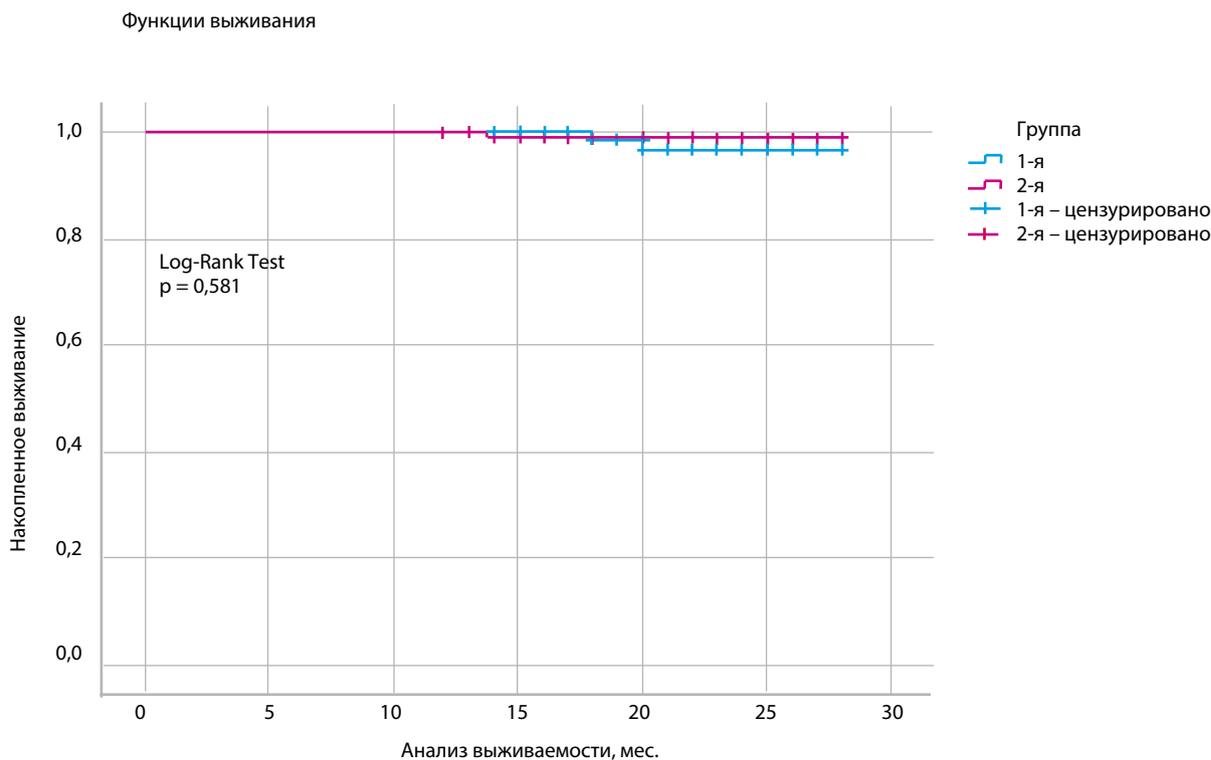


Рис. 3. Кривая Каплана – Майера по выживаемости

судистых событий не достигала статистической достоверности (26,8 против 21,8 %, $p = 0,057$) [5]. Более высокую смертность и осложнения в группах с кальцинозом коронарных артерий можно объяснить более тяжелым коморбидным фоном (почечная недостаточность, гипертония), а также мультифокальным атеросклерозом в этих исследованиях. Тем не менее выраженный кальциноз коронарных артерий признан достоверным фактором увеличения смертности, количества инфарктов и сердечно-сосудистых событий после КШ [1]. Несмотря на шунтирование кровотока в обход значимых стенозов, наличие кальциевых депозитов нарушает коронарное кровоснабжение, физиологическую перфузию, вызывает эндотелиальную дисфункцию и диффузное поражение целевых сосудов для шунтирования дистальных отделов коронарных артерий [17].

Наиболее частые причины неудовлетворительных результатов КШ при кальцинозе коронарных артерий — техническая сложность выполнения дистальных анастомозов с применением реконструктивных методик (пролонгированные анастомозы, эндартерэктомии), влекущая за собой увеличение продолжительности ишемии и искусственного кровообращения; высокий риск диссекции ввиду

повышенной хрупкости стенки сосуда; дистальная эмболия тромботическими и кальцинированными массами [18].

При этом в вышеупомянутых работах не отражена информация о выборе оптимальной тактики хирургического лечения при скомпрометированном кальцинозом коронарном русле, не упомянута полная реваскуляризация. Авторы проводили характеристику кальциноза на основе ангиографических данных без использования высокочувствительных методов исследования: инвазивных (внутрисосудистого ультразвукового исследования и оптической когерентной томографии) и неинвазивных (МСКТ).

В коронарной хирургии при дистальном кальцинозе целевых сосудов наиболее важна техническая возможность выполнить дистальный анастомоз или эндартерэктомию. Поэтому мы изучали методы объективизации распространенности кальциноза коронарных артерий не для оценки рисков ишемической болезни сердца, а непосредственно для планирования сложности и технических особенностей КШ. Дистальный кальциноз коронарных артерий требует индивидуального подхода к диагностике и определению тактики операции. На результат вмешательства в числе прочих факторов влияет

характер атеросклеротического поражения коронарных артерий, который включает в себя распространенность процесса, степень стенозирования шунтируемых артерий, диаметр сосудов, подлежащих шунтированию, наличие адекватного воспринимающего русла, а также специфику коронарного кровоснабжения, сложившуюся в результате атеросклеротического поражения.

Предложенные типы кальцинированного поражения коронарного русла в настоящей работе позволили определиться с техникой при формировании дистальных анастомозов. Умеренное кальцинированное поражение — это локальное или множественное, но всегда одностороннее (до 180 % просвета) поражение артерии. При таком типе поражения и невозможности сформировать стандартные дистальные анастомозы применяли технику шунт-пластики с исключением кальцинатов из просвета сосуда. Существуют различные методики пластики артериотомии: с использованием заплаты из аутовены; с использованием внутренней грудной артерии и техники onlay-patch. В нескольких исследованиях показано приоритетное применение техники onlay-patch в связи с лучшей проходимостью шунтов из внутренних грудных артерий по сравнению с аутовенами [19; 20].

Ряд авторов считают шунт-пластику у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий нецелесообразной. L. Harling и соавт. в метаанализе показали, что ангиографически подтвержденный кальциноз коронарных артерий является противопоказанием к шунт-пластике и ухудшает ближайшие и отдаленные результаты КШ по показателям летальности и рестеноза шунтов, требующих повторного вмешательства. Ограничением исследования является то, что в нем не определяли характер кальцинированного поражения. Авторы предложили включать в дооперационный период дополнительные методы диагностики, которые позволили бы точнее произвести количественную и качественную оценку кальциноза (МСКТ и/или внутрисосудистое ультразвуковое исследование и оптическую когерентную томографию) [21]. При тяжелом поражении в связи с выраженным кальцинированным процессом, захватывающим обе стенки артерии, применяли нестандартные техники формирования анастомозов. Анастомозы с коронарными артериями выполняли в интактных дистальных сегментах с сосудами диаметром менее 1,5 мм. В подобных случаях применяли прецизионную технику. При невозможности сформировать анастомоз

с использованием стандартной и специализированной методик прибегали к коронарной эндартерэктомии для достижения полной реваскуляризации. По мнению ряда авторов крупных метаанализов, коронарная эндартерэктомия неблагоприятно влияет на ближайшие и отдаленные результаты КШ в связи с повышением летальности и периоперационного инфаркта миокарда почти в 2 раза [22]. В некоторых работах продемонстрирована высокая 30-дневная послеоперационная летальность при эндартерэктомии (более чем в 3 раза выше, чем без нее) [23; 24]. Тем не менее применение нестандартных методик, таких как шунт-пластика, анастомозы с мелкими коронарными артериями и коронарная эндартерэктомия, оправдано достижением полной реваскуляризации миокарда. Это особенно важно для пациентов с диффузным кальцинированным поражением коронарных артерий, у которых, как правило, количество сосудов, доступных для шунтирования, ограничено в связи с выраженным атероматозом [25; 26].

Ограничения

Дисбаланс клинико-демографических характеристик пациентов, а также разница в объеме выборок между исследуемой группой и группой сравнения были скомпенсированы методом псевдорандомизации. В силу продолжительности и сложности вмешательств у пациентов с кальцинозом коронарных артерий требуются высокая квалификация и соответствующий опыт оперирующего хирурга, что может значимо повлиять на ранние и отдаленные результаты оперативного вмешательства на коронарных артериях.

Заключение

КШ с применением специализированных методик у пациентов с выраженным кальцинозом коронарных артерий и плохим дистальным руслом позволяет достичь полной реваскуляризации с хорошими госпитальными и отдаленными результатами. Выполнение операции у таких пациентов требует высокой квалификации и соответствующего опыта хирурга. При использовании псевдорандомизации и нивелировании исходной тяжести состояния больных ранние и годовые результаты операций у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий и без кальциноза не имели достоверных различий.

Список литературы / References

1. Culler S.D., Kugelmass A.D., Brown P.P., Reynolds M.R., Simon A.W. Trends in coronary revascularization procedures among Medicare beneficiaries between 2008 and 2012. *Circulation*. 2015;131(4):362-370. PMID: 25533970. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012485>
2. Шевченко Ю.Л., Попов Л.В., Батрашов В.А., Вахромеева М.Н., Борщев Г.Г. Трудности выбора объема реваскуляризации при лечении ишемической болезни сердца у пациента с высоким риском. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2015;10(4):134-136. [Shevchenko Yu.L., Popov L.V., Batrashov V.A., Vahromeeva M.N., Borshhev G.G. Difficult choice of volume revascularization in the treatment of ischemic heart disease in high-risk patients. *Vestnik Nacionalnogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova = Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2015;10(4):134-136. (In Russ.)]
3. Акчури Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галаяудинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(35):34-44. [Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasiliev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E. Modern trends in coronary surgery. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017;21(35):34-44. (In Russ.)] <http://doi.org/10.21688/1681-3472-2017-35-34-44>
4. Ertelt K., Généreux P., Mintz G.S., Reiss G.R., Kirtane A.J., Madhavan M.V., Fahy M., Williams M.R., Brener S.J., Mehran R., Stone G.W. 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. PMID: 24012035. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.07.038>
5. Bourantas C.V., Zhang Y.-J., Garg S., Mack M., Dawkins K.D., Kappetein A.P., Mohr F.W., Colombo A., Holmes D.R., Stähle E., Feldman T., Morice M.-C., de Vries T., Morel M.-A., Serruys P.W. 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. PMID: 24824456. <https://doi.org/10.1002/ccd.25545>
6. Tarigopula M., Généreux P., Madhavan M.V., Parvataneni R., Weisz G., Mehran R., Stone G.W. Revascularization strategies for calcified lesions in patients presenting with acute coronary syndromes (from the Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy [ACUITY] Trial). *J Invasive Cardiol*. 2016;28(1):10-16. PMID: 26716589.
7. Акчури Р.С., Ширяев А.А., Галаяудинов 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;35(2):41-49. [Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Galyautdinov D.M., Vasiliev V.P., Vlasova E.E., Salichkin D.V. Objectification of characteristics in distal bypass vessels with diffuse atherosclerotic lesions in coronary surgery. *Ateroskleroz i dislipidemii = The Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias*. 2019;35(2):41-49. (In Russ.)]
8. Agatston A.S., Janowitz W.R., Hildner F.J., Zusmer N.R., Viamonte M. Jr., Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 1990;15(4):827-832. PMID: 2407762. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90282-t](https://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90282-t)
9. Bittencourt M.S., Hulten E., Ghoshhajra B., O'Leary D., Christman M.P., Montana P., Truong O.A., Steigner M., Murthy V.L., Rybicki F.J., Nasir K., Gowdak L.H.W., Hainer J., Brady T.J., Di Carli M.F., Hoffmann U., Abbara S., Blankstein R. Prognostic value of nonobstructive and obstructive coronary artery disease detected by coronary computed tomography angiography to identify cardiovascular events. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014;7(2):282-291. PMID: 24550435. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.001047>
10. Федотенков И.С., Терновой С.К. Скрининг кальциноза коронарных артерий методом мультиспиральной компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2017;21(4):19-32. [Fedotenkov I.S., Ternovoy S.K. Coronary calcium score using multi-slice computed tomography. *Medicinskaja vizualizacija = Medical Visualization*. 2017;21(4):19-32. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-4-19-32>
11. Qian Z., Anderson H., Marvasti I., Akram K., Vazquez G., Rinehart S., Voros S. 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. PMID: 21035423. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2010.09.001>
12. NeumannF.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.-P., Falk V., Head S.J., Jüni P., Kastrati A., Koller A., Kristensen S.D., Niebauer J., Richter D.J., Seferovic P.M., Sibbing D., Stefanini G.G., Windecker S., Yadav R., Zembala M.O., ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165. PMID: 30165437. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>
13. Акчури Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галаяудинов Д.М., Власова Э.Е., Федотенков И.С., Курбанов С.К., Майоров Г.Б. Особенности и госпитальные результаты коронарного шунтирования у пациентов с кальцинозом целевых коронарных артерий. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(8):3687. [Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasiliev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E., Fedotenkov I.S., Kurbanov S.K., Mayorov G.B. Features and hospital outcomes of coronary artery bypass grafting in patients with calcification of target coronary arteries. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(8):3687. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3687>
14. Copeland-Halperin R.S., Baber U., Aquino M., Rajamannickam A., Roy S., Hasan C., Barman N., Kovacic J.C., Moreno P., Krishnan P., Sweeny J.M., Mehran R., Dangas G., Kini A.S., Sharma S.K. 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. PMID: 28722295. <https://doi.org/10.1002/ccd.27204>
15. Serruys P.W., Morice M.-C., Kappetein A.P., Colombo A., Holmes D.R., Mack M.J., Stähle E., Feldman T.E., van den Brand M., Bass E.J., Van Dyck N., Leadley K., Dawkins K.D., Mohr F.W., SYNTAX Investigators. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2009;360(10):961-972. PMID: 19228612. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0804626>
16. Farkouh M.E., Domanski M., Sleeper L.A., Siami F.S., Dangas G., Mack M., Yang M., Cohen D.J., Rosenberg Y., Solomon S.D., Desai A.S., Gersh B.J., Magnuson E.A., Lansky A., Boineau R., Weinberger J., Ramanathan K., Sousa J.E., Rankin J., Bhargava B.,

- Buse J., Hueb W., Smith C.R., Muratov V., Bansilal S., King S. 3rd, Bertrand M., Fuster V., FREEDOM Trial Investigators. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N Engl J Med.* 2012;367(25):2375-2384. PMID: 23121323. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211585>
17. Gusbeth-Tatomir P., Covic A. Causes and consequences of increased arterial stiffness in chronic kidney disease patients. *Kidney Blood Press Res.* 2007;30(2):97-107. PMID: 17374960. <https://doi.org/10.1159/000100905>
 18. Head S.J., Mack M.J., Holmes D.R. Jr., Mohr F.W., Morice M.-C., Serruys P.W., Kappetein A.P. Incidence, predictors and outcomes of incomplete revascularization after percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting: a subgroup analysis of 3-year SYNTAX data. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41(3):535-541. PMID: 22219412. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezr105>
 19. Nishigawa K., Fukui T., Yamazaki M., Takanashi Sh. Ten-year experience of coronary endarterectomy for the diffusely diseased left anterior descending artery. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(3):710-716. PMID: 28168963. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.11.028>
 20. Lemma M., Beretta L., Vanelli P., Santoli C. Open coronary endarterectomy, saphenous vein patch reconstruction, and internal mammary artery grafting. *Ann Thorac Surg.* 1992;53(6):1151-1152. PMID: 1596153. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(92\)90422-z](https://doi.org/10.1016/0003-4975(92)90422-z)
 21. Harling L., Sepehrpour A.H., Ashrafian H., Lane T., Jarral O., Chikwe J., Dion R.A.E., Athanasiou T. Surgical patch angioplasty of the left main coronary artery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;42(4):719-727. PMID: 22677352. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs324>
 22. Song Y., Xu F., Du J., Zhang J., Feng W. Coronary endarterectomy with coronary artery bypass graft decreases graft patency compared with isolated coronary artery bypass graft: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;25(1):30-36. PMID: 28329247. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivx045>
 23. Wang J., Gu Ch., Yu W., Gao M., Yu Y. Short- and long-term patient outcomes from combined coronary endarterectomy and coronary artery bypass grafting: a meta-analysis of 63,730 patients (PRISMA). *Medicine (Baltimore).* 2015;94(41):1781. PMID: 26469920; PMCID: PMC4616783. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001781>
 24. Soylu E., Harling L., Ashrafian H., Casula R., Kokotsakis J., Athanasiou T. Adjunct coronary endarterectomy increases myocardial infarction and early mortality after coronary artery bypass grafting: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2014;19(3):462-473. PMID: 24893867. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu157>
 25. Белов Ю.В., Санай Э.Б. Эндартерэктомия из коронарных артерий при их диффузном поражении. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2003;(10):81-83. [Belov Yu.V., Sanai E.B. Endarterectomy from coronary arteries with diffuse disease. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2003;(10):81-83. (In Russ.)]
 26. Молочков А.В., Александрова Е.Н., Жбанов И.В., Шабалкин Б.В. Результаты аортокоронарного шунтирования у пациентов с диффузным поражением коронарных артерий. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания.* 2005;(3):38. [Molochkov A.V., Aleksandrova E.N., Zhbanov I.V., Shabalkin B.V. Outcomes of coronary artery bypass grafting in patients with diffuse coronary artery disease. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2005;(3):38. (In Russ.)]

1-year outcomes results of coronary artery bypass grafting in patients with "target artery" distal calcinosis

Renat S. Akchurin, Andrey A. Shiryaev, Damir M. Galayutdinov, Vladislav P. Vasiliev, Said K. Kurbanov, Alexander V. Andreev, Vladimir Yu. Zaikovkii, Garma B. Mayorov

National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Corresponding author. Garma B. Mayorov, mayorovgarma@mail.ru

Aim. Comparative assessment of the surgical strategies and one-year results of coronary artery bypass grafting (CABG) in patients with and without target artery distal calcinosis.

Methods. A prospective study from January 2017 to October 2018 included 462 patients with coronary artery disease. All patients underwent CABG. Groups were formed according to coronary angiography data. Group 1 — patients with target artery distal calcinosis (n = 108). Group 2 — patients without any marks of coronary calcification (n = 354). To minimize systematic errors and maximize their comparability, computer correction was performed using propensity score matching (group 1 n = 106, group 2 n = 106). Intraoperative data and one-year outcomes were analyzed and compared.

Results. Following the strategy for complete revascularization, we had to form a greater number of distal anastomosis in group 1 due to severe coronary atherosclerosis. The index of revascularization was higher in group 1 (4.4 ± 0.7 and 3.9 ± 0.8 , $p = 0.001$). We registered a higher frequency of using prolonged patch-angioplasty (21.7 versus 1.8 %, $p < 0.001$), anastomosis with artery diameter < 1.5 mm (33.9 versus 16 %, $p < 0.003$), coronary artery endarterectomy (13.2 versus 0.9%, $p < 0.001$) in patients with coronary artery calcinosis. As well as the creation of composite grafts, such as Y-graft (33 versus 8.5 %, $p < 0.001$) and sequential graft (13.9 versus 5.7 %, $p = 0.03$) were higher in group 1. The use of adjunctive surgical techniques in the main group significantly increased the duration of cardio-pulmonary bypass and aortic cross-clamp time. The primary endpoints – coronary ischemic events – angina recurrence (10.3 versus 6.3 %, $p = 0.307$), myocardial infarction (3.1 versus 2.1 %, $p = 0.654$),

the need for re-vascularization (3.1 versus 1 %, $p = 0.318$) were comparable in 1 year after surgery. Overall mortality was relatively low in both groups.

Conclusion. CABG in patients with target artery distal calcinosis is associated with similar one-year outcomes compared to CABG in patients without coronary artery calcification. The positive results of CABG in patients with target artery distal calcinosis indicate the benefits of complete myocardial revascularization, despite the long duration and complexity of interventions.

Keywords: annual results; calcification of the coronary arteries; coronary artery bypass grafting; ischemic heart disease; long-term results

Received 29 September 2021. Revised 20 October 2021. Accepted 22 October 2021.

Funding: The work was carried out within the framework of the state assignment (No. AAAA-A18-118022290040-7).

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

Contribution of the authors

Conception and study design: A.A. Shiryayev, G.B. Mayorov, D.M. Galayutdinov

Data collection and analysis: G.B. Mayorov, S.K. Kurbanov, V.Yu. Zaikovkii

Statistical analysis: S.K. Kurbanov, G.B. Mayorov

Drafting the article: G.B. Mayorov, A.V. Andreev, S.K. Kurbanov

Critical revision of the article: R.S. Akchurin, A.A. Shiryayev, D.M. Galayutdinov, V.P. Vasiliev

Final approval of the version to be published: R.S. Akchurin, A.A. Shiryayev, D.M. Galayutdinov, V.P. Vasiliev, S.K. Kurbanov, A.V. Andreev, V.Yu. Zaikovkii, G.B. Mayorov

ORCID ID

R.S. Akchurin, <https://orcid.org/0000-0002-2105-8258>

A.A. Shiryayev, <https://orcid.org/0000-0002-3325-9743>

D.M. Galayutdinov, <https://orcid.org/0000-0002-0257-1398>

V.P. Vasiliev, <https://orcid.org/0000-0002-2297-6026>

S.K. Kurbanov, <https://orcid.org/0000-0001-7767-1695>

A.V. Andreev, <https://orcid.org/0000-0001-7759-049X>

V.Yu. Zaikovkii, <https://orcid.org/0000-0002-3312-9447>

G.B. Mayorov, <https://orcid.org/0000-0001-8414-8296>

Copyright: © 2022 Akchurin et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite:

Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Galayutdinov D.M., Vasiliev V.P., Kurbanov S.K., Andreev A.V., Zaikovkii V.Yu., Mayorov G.B. 1-year outcomes results of coronary artery bypass grafting in patients with target artery distal calcinosis. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2022;26(1):55-65. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2022-1-55-65>