

© CC 0 Коллектив авторов, 2023
УДК 616.134.31-089.86
DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-2-38-45

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРОНАРНЫХ ШУНТОВ ИЗ ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ ПРИ НАЛИЧИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЕЕ СТЕНКИ

С. М. Хохлунов^{1, 2}, Д. В. Кузнецов², А. А. Геворгян², К. М. Михайлов^{2*},
И. Ф. Нефедова¹, Е. Н. Николаева², Г. Х. Таумова², О. В. Гарбуз², М. М. Ёкубов¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Самарский областной клинический кардиологический диспансер имени В. П. Полякова», г. Самара, Россия

Поступила в редакцию 08.04.2023 г.; принята к печати 13.09.2023 г.

ЦЕЛЬ исследования: изучить проходимость коронарных шунтов из лучевой артерии при наличии морфологических изменений ее стенки в сроки от 40 до 52 месяцев после операции.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. Гистологическому исследованию подверглись фрагменты 110 лучевых артерий, взятых у 103 пациентов для выполнения аортокоронарного шунтирования в период с 2018 по 2021 г. Для оценки функционального состояния шунтов в сроки от 40 до 52 месяцев после операции выполнена компьютерная томография коронарных артерий (КТКА) с контрастированием 66 пациентам.

РЕЗУЛЬТАТЫ. При гистологическом исследовании выявлены такие изменения стенки лучевой артерии, как отек 1 слоя артерии или всех 3, разрастание подэндотелиального слоя внутренней оболочки, фиброз интимы, частичная обструкция просвета артерии массивным скоплением агглютинированных эритроцитов, а также окклюзия лучевой артерии. Окклюзия шунта из лучевой артерии в сроки 41–42 месяца выявлена у 2 пациентов, которым выполнена компьютерная томография коронарных артерий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. При статистическом анализе полученных результатов установлено, что наличие таких морфологических изменений стенки лучевой артерии, как альтерация, экссудация и пролиферация, статистически значимо не влияет на сроки адекватного функционирования шунта.

Ключевые слова: аортокоронарное шунтирование, лучевая артерия, ишемическая болезнь сердца, компьютерная томография коронарных артерий

Для цитирования: Хохлунов С. М., Кузнецов Д. В., Геворгян А. А., Михайлов К. М., Нефедова И. Ф., Николаева Е. Н., Таумова Г. Х., Гарбуз О. В., Ёкубов М. М. Функциональное состояние коронарных шунтов из лучевой артерии при наличии морфологических изменений ее стенки. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2023;182(2):38–45. DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-2-38-45.

Автор для связи: Кирилл Михайлович Михайлов, ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова», 443070, Россия, г. Самара, ул. Аэродромная, д. 43. E-mail: kirillmihailov@yandex.ru.

FUNCTIONAL STATE OF CORONARY SHUNTS FROM THE RADIAL ARTERY IN THE PRESENCE OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN ITS WALL

Sergey M. Khokhlunov¹, Dmitrii V. Kuznetsov², Arik A. Gevorgyan², Kirill M. Mikhailov^{2*},
Irina F. Nefedova¹, Elena N. Nikolaeva², Gulslu H. Taumova², Olga V. Garbuz²,
Mirolim M. Yokubov¹

¹ Samara State Medical University, Samara, Russia

² Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov, Samara, Russia

Received 08.04.2023; accepted 13.09.2023

The **OBJECTIVE** of the research was to study the patency of coronary shunts from the radial artery in the presence of morphological changes in its wall in the period from 40 to 52 months after surgery.

METHODS AND MATERIALS. Fragments of 110 radial arteries taken from 103 patients for coronary artery bypass grafting in the period from 2018 to 2021 were subjected to histological examination. To assess the functional state of the shunts in the period from 40 to 52 months after surgery, computed tomography of the coronary arteries (CTCA) with contrast was performed in 66 patients.

RESULTS. Histological examination revealed such changes in the radial artery wall as edema of one layer of the artery or all three layers, proliferation of the subendothelial layer of the inner coat, intimal fibrosis, partial obstruction of the artery lumen by a massive accumulation of agglutinated erythrocytes, as well as occlusion of the radial artery. Occlusion of the shunt from the radial artery in the period of 41–42 months was detected in 2 patients who underwent computed tomography of the coronary arteries.

CONCLUSION. Statistical analysis of the obtained results revealed that the presence of such morphological changes in the radial artery wall as alteration, exudation and proliferation does not statistically significantly affect the timing of adequate functioning of the shunt.

Keywords: coronary artery bypass grafting, radial artery, coronary artery disease, computed tomography of coronary arteries

For citation: Khokhlunov S. M., Kuznetsov D. V., Gevorgyan A. A., Mikhailov K. M., Nefedova I. F., Nikolaeva E. N., Taumova G. H., Garbuz O. V., Yokubov M. M. Functional state of coronary shunts from the radial artery in the presence of morphological changes in its wall. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2023;182(2):38–45. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-2-38-45.

* **Corresponding author:** Kirill M. Mikhaylov, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov, 43, Aerodromnaya str., Samara, 443070, Russia. E-mail: kirillmihailov@yandex.ru.

Введение. Аортокоронарное шунтирование (АКШ) считается методом выбора при многосудистом поражении коронарных артерий [1, 2]. В коронарной хирургии в качестве шунтов используются внутренняя грудная артерия (ВГА), лучевая артерия (ЛА) и/или большая подкожная вена [3]. Реваскуляризация передней нисходящей артерии (ПНА) левой внутренней грудной артерией является золотым стандартом [4]. Несколько исследований показали, что использование второго артериального кондуита улучшает долгосрочную выживаемость пациентов и снижает частоту неблагоприятных сердечных и церебральных событий по сравнению с использованием большой подкожной вены [5–7]. Стандартными кондуитами при аутоартериальном коронарном шунтировании являются внутренняя грудная и лучевая артерии

[8]. В настоящее время доказано, что шунты из ЛА предпочтительнее использовать для реваскуляризации ветвей левой коронарной артерии (ЛКА) с поражением более 70 % [9–10]. Наиболее частыми причинами использования ЛА являются молодой возраст пациента, атеросклеротические поражения артерий нижних конечностей, а также варикозная болезнь нижних конечностей [8, 11, 12].

Лучевая артерия подвержена атеросклеротическому процессу, и в ее стенке могут возникать и другие морфологические изменения [10, 13, 14], влияние которых на сроки адекватного функционирования шунта из ЛА не изучено.

Цель исследования – изучить проходимость коронарных шунтов из лучевой артерии при наличии морфологических изменений ее стенки в сроки от 40 до 52 месяцев после операции.

Таблица 1

Общая характеристика пациентов

Table 1

General characteristics of patients

Критерий	Показатель				
	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum
Возраст, лет	63,5	9,5	66,0	35	79
КДР, мм	52,2	6,4	52,0	40,0	76,0
КСР, мм	35,0	7,6	33,5	22,0	65,0
ФВ, %	57,1	11,5	58,0	22,0	78,0
Время ОА, мин	34,4	19,2	30,0	0	120
Время ИК, мин	63,3	30,9	60,5	0	240
КДР после операции, мм	50,35	7,0	49,5	40	75
КСР после операции, мм	33,75	7,4	31,5	24	62
ФВ после операции, %	57,9	10,2	58,5	26	78
Время нахождения в ОРИТ, дни	1,2	1,0	1,0	1	7
Срок госпитализации, дни	13,6	5,5	14,0	5	31

Примечание: КДР – конечно-диастолический размер, КСР – конечно-систолический размер, ФВ – фракция выброса, ОА – окклюзия аорты, ИК – искусственное кровообращение, ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

Таблица 2

Шунтированные артерии сердца и источники шунта (n=108)

Table 2

Shunted arteries of the heart and shunt sources (n=108)

Артерии сердца	Источник шунта	Количество (n=108)	%
ПНА	ЛЛА	2	1,85
ДВ	ЛЛА	2	1,85
ИМА	ЛЛА	6	5,55
ВТК	ЛЛА	36	33,3
	ПЛА	4	3,70
ЗБА	ЛЛА	24	22,22
	ПЛА	8	7,40
Ствол ПКА	ЛЛА	10	9,25
	ПЛА	2	1,85
ЗМЖВ	ЛЛА	13	12,03
	ПЛА	1	0,92

Примечание: ПНА – передняя нисходящая артерия, ДВ – диагональная ветвь, ВТК – ветвь тупого края левой коронарной артерии, ИМА – интермедиальная артерия, ЗБА – заднее-боковая ветвь левой коронарной артерии, ствол ПКА – ствол правой коронарной артерии, ЗМЖВ – задняя межжелудочковая ветвь правой коронарной артерии, ЛЛА – левая лучевая артерия, ПЛА – правая лучевая артерия.

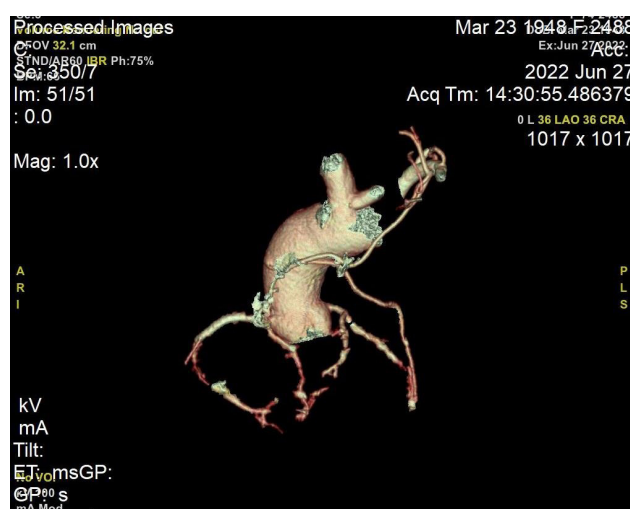


Рис. 1. Компьютерная томография коронарных артерий. Визуализируется шунт из лучевой артерии (указано стрелкой)

Fig. 1. Computed tomography of the coronary arteries. The shunt from the radial artery is visualized (indicated by the arrow)

Методы и материалы. В исследование включены 103 пациента (39 женщин и 64 мужчины), которые получали лечение в Самарском областном клиническом кардиологическом диспансере им. В. П. Полякова в сроки с 2018 по 2021 г. по поводу ишемической болезни сердца (ИБС) (табл. 1).

При лечении 103 пациентов были использованы 110 лучевых артерий (95 левых и 15 правых). У 7 пациентов были взяты 2 лучевые артерии. Интраоперационно были выявлены 2 окклюзированные левые лучевые артерии, пораженные атеросклерозом, которые не были использованы в качестве шунтов, однако были направлены на гистологическое исследование. Лучевые артерии забирали у пациентов молодого возраста (до 45 лет), у больных с такой сопутствующей патологией, как варикозная болезнь нижних конечностей, атеросклероз артерий 2А ст. и более, а также у пациентов с ожирением 2–3 ст. Все правые лучевые артерии пациентов в анамнезе подвергались

канюляции при выполнении коронарографии в сроки от 30 до 150 дней до настоящего оперативного вмешательства.

Выделение ЛА проводилось с учетом результата теста Аллена, по методике «no-touch» с сохранением фасциального футляра ультразвуковым скальпелем (Ultracision harmonic scalpel, Ethicon endo-surgery). При шунтировании сосудов сердца придерживались принципа шунтирования передней межжелудочковой артерии внутренней грудной артерией, а лучевой артерией – ветви левой коронарной артерии со стенозом более 70 % (табл. 2). В более ранних исследованиях мы выявили, что в стенке канюлированной правой лучевой артерии в сроки от 3 до 90 дней могут наблюдаться локальная гиперплазия интимы и спазм мышечного слоя артерии на протяжении 10–20 мм от места пункции. Учитывая этот факт, перед использованием правой лучевой артерии мы отсекали фрагмент сосуда длиной 20 мм в зоне его пункции и канюляции во избежание неблагоприятных последствий [15].

После оперативных вмешательств выполнялись морфологические исследования всех препаратов, взятых из лучевых артерий во время операции. Для этого фрагменты лучевой артерии фиксировали в 10 % формалине, затем после стандартной проводки заливали в парафин и изготавливали парафиновые блоки. Полученные из блоков срезы окрашивали по стандартной методике гематоксилином и эозином. Приготовленные таким образом гистологические препараты изучали с помощью светового микроскопа. Фотографирование и анализ полученных изображений осуществляли с помощью системы визуализации на аппаратном комплексе «Морфология 5.2» (ООО «ВидеоТест», Санкт-Петербург, Россия). Измеряли толщину внутренней и средней оболочек сосудов, а также диаметр просвета.

Для оценки проходимости шунтов в отдаленные сроки после операции выполнялась компьютерная томография коронарных артерий (КТКА) с контрастированием 65 (63,1 %) пациентам (рис. 1). Отдаленные результаты лечения не удалось оценить у 35 (34,0 %) больных, которые отказались от обследования в связи с хорошим самочувствием и отсутствием жалоб сердечного характера, а также у 3 (2,9 %) умерших пациентов.

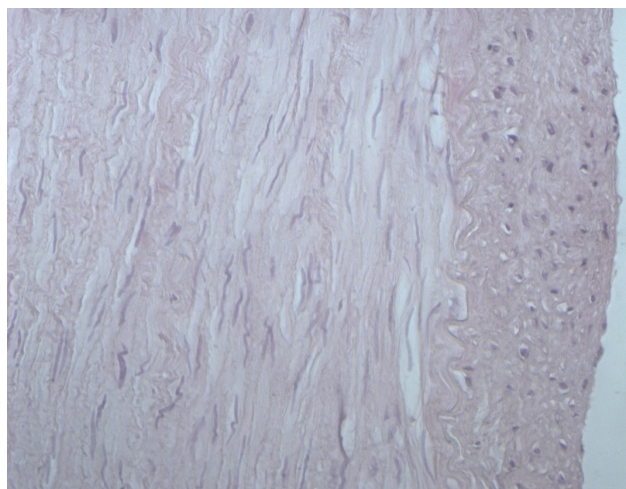


Рис. 2. Внутренняя и средняя оболочки сосуда. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 400$

Fig. 2. The inner and middle coats of the vessel. Stained with hematoxylin and eosin. Magnification 400

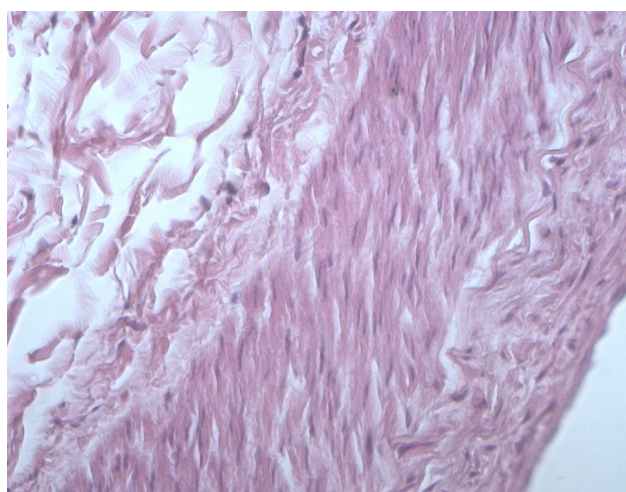


Рис. 4. Отек наружной оболочки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 400$

Fig. 4. Edema of the outer shell. Stained with hematoxylin and eosin. 400 $\times$ magnification

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы «SPSS Statistics 25.0» (IBM Company, USA). Описательная статистика для количественных признаков представлена в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (Q1–Q3), множественной оценки Каплана – Мейера, а для номинальных показателей – в виде абсолютных значений и процентов. При сравнении групп использовали χ^2 Пирсона. Статистически значимыми считали различия при значении $p < 0,05$.

Результаты. При морфологическом исследовании стенка лучевой артерии была без изменений в 33,6 % случаев. В 64,6 % наблюдений выявлены пролиферативные изменения, такие как фиброз, гиперплазия интимы, и дегенеративные изменения; экссудативные изменения – отек 1 или всех слоев стенки артерии, а также альтеративные изменения – десквамация эндотелия, дистрофия,

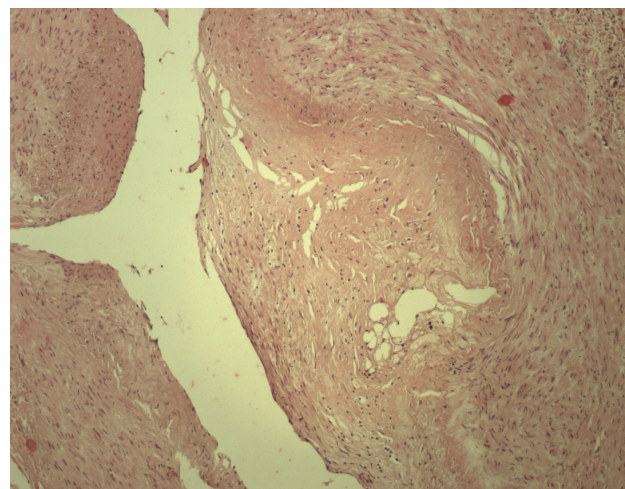


Рис. 3. Внутренняя и средняя оболочки сосуда. Участок жировой дистрофии. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 100$

Fig. 3. The inner and middle coats of the vessel. The site of adipose dystrophy. Stained with hematoxylin and eosin. Magnification 100

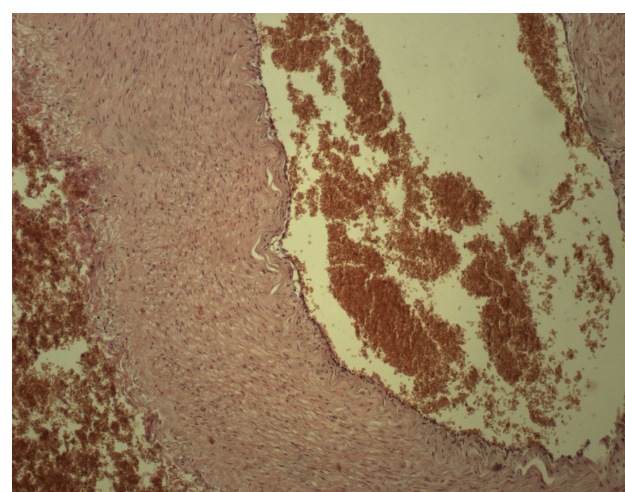


Рис. 5. Краевое скопление эритроцитов в просвете и массивное кровоизлияние в наружной оболочке. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 100$

Fig. 5. Marginal standing of red blood cells in the lumen and massive hemorrhage in the outer coat. Stained with hematoxylin and eosin. 100 $\times$ magnification

атеросклеротические изменения стенки артерии, в том числе окклюзия сосуда в 1,8 % случаев (рис. 2–5).

В отдаленные сроки после операции обследованы 65 пациентов, которым была выполнена КТКА с контрастированием. Исходная морфологическая характеристика лучевых артерий этих пациентов представлена в табл. 3. В результате КТКА было установлено, что у 63 из 65 пациентов шунты проходимы в полном объеме в сроки от 40 до 52 месяцев (рис. 6). У 2 больных выявлена окклюзия на всем протяжении шунта в сроки от 41 до 42 месяцев после операции. Оба пациента оперированы в 2019 г. В качестве одного из кондуитов у них была использована ЛЛА. Гистологических изменений стенки ЛЛА выявлено не было.

Таблица 3

Исходные морфологические изменения стенки ЛА у пациентов (n=65), которые обследованы в отдаленные сроки после операции (Хи – квадрат Пирсона с поправкой Йетса)

Table 3

Initial morphological changes of the LA wall in patients (n=65) who were examined in the long term after surgery (Pearson's chi-square test with Yates' correction)

Виды изменений	пЛА, количество, %	лЛА количество, %	p
Без изменений	5 (33,3 %)	39 (60 %)	>0,05
Отек средней оболочки артерии	3 (20 %)	4 (8 %)	>0,05
Отек наружной оболочки артерии	2 (13,3 %)	2 (4 %)	>0,05
Отек интимы	2 (13,3)	1 (2 %)	>0,05
Отек всех оболочек	2 (13,3 %)	2 (4 %)	>0,05
Разрастание подэндотелиального слоя	1 (6,6 %)	2 (4 %)	>0,05

Примечание: пЛА – правая лучевая артерия. лЛА – левая лучевая артерия.

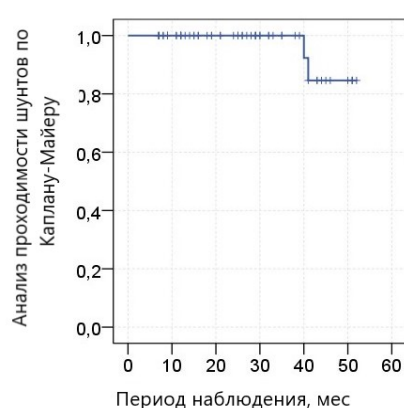


Рис. 6. Сроки наблюдения за пациентами (n=65) и анализ проходимости шунтов из ЛА

Fig. 6. Terms of observation of patients (n=65) and analysis of the patency of shunts from the LA

Необходимо отметить, что все 15 кондуитов правых лучевых артерий, которые ранее подверглись катетеризации при коронарографии в разные сроки перед реваскуляризацией миокарда (от 30 до 150 дней), оказались проходимы.

Обсуждение. Впервые лучевую артерию в качестве шунта для реваскуляризации миокарда предложили использовать A. Carpentier et al. (1973) [10]. Однако первичный опыт показал, что у 30 % больных эти шунты в ближайшее время прекращали функционировать. В 1992 г. С. Асар et al. вновь предложили использовать ЛА, обнаружив, что некоторые шунты из ЛА продолжают функционировать на протяжении более 10 лет после первичной операции [13].

В последнее десятилетие стали проводить морфофункциональные исследования стенки ЛА и выяснять отдаленные результаты ее использования. Так, В. Б. Арутюнян отметил, что у пациентов с осложненными формами ИБС, а также с мультифокальным атеросклерозом, сахарным диабетом и гиперхолестеринемией, создается неблагоприятный фон, повышающий частоту дисфункции шунтов из лучевой артерии. Автор рекомендовал в раннем и отдаленном по-

слеоперационном периодах проводить консервативную терапию прогрессирующего атеросклероза и основным показанием для ее использования считал неадекватное состояние или отсутствие венозных кондуитов [16]. В нашем исследовании, выполненном ранее, выявлено, что совокупность таких морфологических факторов, как отек одного из слоев ЛА, разрастание подэндотелиального слоя внутренней оболочки, скопления агглютированных эритроцитов, является признаком раннего атеросклеротического поражения лучевой артерии, что может быть индикатором срока службы кондуита из ЛА [14]. В нашем исследовании установлено, что исходные морфологические изменения стенки лучевых артерий существенно не влияют на функциональное состояние шунтов из ЛА в сроки от 40 до 52 месяцев после операции.

В недавнем прошлом единственным методом точной диагностики ИБС была инвазивная коронарная ангиография (КАГ). Использование в клинической практике мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) открыло возможности для малоинвазивного исследования состояния коронарных артерий у пациентов с ИБС [17]. По данным авторов J. Wang, M. Kroft, МСКТ-КГ обладает высокой диагностической информативностью при определении стеноза средней и высокой степени проксимальных и средних сегментов коронарных артерий, чувствительность составляет 99 %, специфичность – 93 % [18, 19]. В нашем исследовании мы также использовали метод МСКТ-КГ, который показал себя диагностически информативным, экономически целесообразным, и все пациенты отметили удобство диагностической процедуры, которая в среднем занимала не более 30 мин.

Оценивая причины окклюзии шунтов из лЛА у двух пациентов, мы пришли к выводу, что теоретически причиной могли стать погрешности хирургической техники, состояние шунтированных артерий, прогрессирование атеросклеротического процесса,

неправильная длина шунта или его укладка, а также сопутствующая патология в виде сахарного диабета 2 типа и ожирения 1 ст. R. F. Tranbaugh et al. (2014) [20] показали в своем исследовании, включавшем 528 человек, что использование лучевой артерии было сильным предиктором снижения частоты нежелательных кардиальных явлений в послеоперационном периоде у пациентов с диабетом, ожирением, хроническими заболеваниями легких и лиц старше 60 лет. Однако самым главным предиктором окклюзии шунта из ЛА является дистальное русло коронарных артерий, которое у данных пациентов было пограничным для шунтирования.

По результатам немногочисленных исследований [20–22] внутренний диаметр ЛА значительно уменьшается сразу после трансрадиальной катетеризации (ТК) и восстанавливается до первоначального размера через 3 месяца после процедуры ТК. Проведенные исследования также показывают, что сроки восстановления стенки ЛА после ТК составляют 9–12 недель [15]. В нашем исследовании использовались не только левые, но и правые лучевые артерии по таким причинам, как отсутствие материала для шунтирования коронарных артерий, молодой возраст пациентов и желание выполнить полностью аутоартериальное шунтирование, неудовлетворительные результаты теста Аллена слева. У всех пациентов, у которых в качестве шунта использовалась пЛА, резецировался сегмент сосуда длиной 20 мм в зоне предыдущей катетеризации для исключения из шунта возможных участков гиперплазии и изменения внутренней стенки артерии. Как показали результаты обследования пациентов через 40–52 месяцев после операции, шунты из правой ЛА были проходимы во всех случаях.

Выводы. 1. Наличие альтеративных, экссудативных или пролиферативных изменений стенки лучевой артерии не является противопоказанием к использованию ее в качестве коронарного шунта и существенно не влияет на его функциональное состояние в сроки от 40 до 52 месяцев после операции.

2. Использование ранее катетеризированной лучевой артерии возможно при условии резекции сегмента сосуда в зоне инвазии.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

1. Neumann F. J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A. P. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // *Eur. Heart J.* 2019. Vol. 40. P. 87–165. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
2. S'a M. P., Soares A. M., Lustosa P. C., Martins W. N., Browne F. et al. Meta-analysis of 5,674 patients treated with percutaneous coronary intervention and drug-eluting stents or coronary artery bypass graft surgery for unprotected left main coronary artery stenosis // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2013. Vol. 43, № 1. P. 73–80. Doi: 10.1093/ejcts/ezs204.
3. Шнейдер Ю. А., Красиков А. В., Немченко Е. В. Свободные артериальные трансплантаты в хирургии коронарных сосудов // *Вестник хирургии им. И. И. Грекова.* 2004. Т. 2. С. 107–112.
4. Chikwe J., Sun E., Hannan E. L., Itagaki S., Lee T. et al. Outcomes of second arterial conduits in patients undergoing multivessel coronary artery bypass graft surgery // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019. Vol. 74. P. 2238–2248.
5. Locker C., Schaff H. V., Dearani J. A., Joyce L. D., Park S. J. et al. Multiple arterial grafts improve late survival of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: analysis of 8622 patients with multivessel disease // *Circulation.* 2012. Vol. 126. P. 1023–1030.
6. Aboul-Hassan S. S., Marczak J., Stankowski T., Moskal L., Stanislawski R., et al. Impact of second arterial conduit on outcomes following coronary bypass grafting // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022. Vol. 71, № 6. P. 434–440. Doi: 10.1055/s-0042-1745805.
7. Schwann T. A., Hashim S. W., Badour S., Obeid M., Engoren M. et al. Equipoise between radial artery and right internal thoracic artery as the second arterial conduit in left internal thoracic artery-based coronary artery bypass graft surgery: a multi-institutional study // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016. Vol. 49. P. 188–195.
8. Рекомендации ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда 2018 г. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/viewFile/3510/2661> (дата обращения: 15.03.2023).
9. Buxton B. F., Ruengskulrach P., Fuller J., Rosalion A., Reid C. M. et al. The right internal thoracic artery graft – benefits of grafting the left coronary system and native vessels with a high-grade stenosis // *The European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2000. Vol. 18. P. 255–61.
10. Carpentier A., Guermontprez J. L., Deloche A. et al. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts // *Ann Thorac Surg.* 1973. Vol. 16. P. 111–121.
11. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей 2019 г. URL: http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf (дата обращения: 15.03.2023).
12. News ACTS 2022. URL: <https://www.tctmd.com/news/adjunctive-radial-artery-grafts-no-better-svgs-multivessel-cabg> (accessed: 15.03.23).
13. Acar C., Jebara V. A., Portoghesi M. et al. Revival of radial artery for coronary artery bypass grafting // *Ann Thorac Surg.* 1992. Vol. 54. P. 652–660.
14. Михайлов К. М., Кузнецов Д. В., Нефедова И. Ф., Николаева Е. Н., Геворгян А. А. и др. Морфологические и гистологические изменения лучевой артерии человека при мультифокальном атеросклерозе // *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2021. Т. 180, № 5. С. 12–19. Doi: 10.24884/0042-4625-2021-180-5-12-19.
15. Михайлов К. М., Кузнецов Д. В., Хохлунов С. М., Новокшенов В. В., Крюков А. В., Николаева Е. Н. Сроки безопасного использования лучевой артерии в коронарной хирургии после ее катетеризации // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2021. Т. 14, № 2. С. 145–148. Doi: 10.17116/kardio202114021145.
16. Арутюнян В. Б. Лучевая артерия как альтернативный конduit в хирургическом лечении ИБС // *Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН.* 2009. Т. 4, № 3. С. 76–80.

17. Варди́ков Д. Ф., Яковлева Е. К. Диагностические возможности мультиспиральной компьютерной томографической коронарографии при заболеваниях коронарных артерий // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 4. С. 44. Doi: 10.12737/7267.
18. Wang J., Chen X. M., Wang S. H., Ye H. H., Cui H. B. et al. Diagnostic value of 320-slice computed tomography coronary angiography to assess in-stent restenosis // Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. 2012. Vol. 40, № 6. P. 487–491.
19. Kroft M. Metaanalysis of 40- and 64-MDCT angiography for assessing coronary artery stenosis // American Journal of Roentgenology. 2008; 191(6):1667–1675. Doi: 10.2214/AJR.07.4022.
20. Tranbaugh R. F., Dimitrova K. R., Lucido D. J., Hoffman D. M., Dincheva G. R. et al. The second best arterial graft: a propensity analysis of the radial artery versus the free right internal thoracic artery to bypass the circumflex coronary artery // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2014. Vol. 147. P. 133–140. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.040.
21. Tilling L., Hunt J., Donald A., Clapp B., Chowienicz P. Arterial injury and endothelial repair: rapid recovery of function after mechanical injury in healthy volunteers // Cardiology Research and Practice. 2014. Vol. 2014. P. 367537. Doi: 10.1155/2014/367537.
22. Wagener J. F., Rao S. V. Radial artery occlusion after transradial approach to cardiac catheterization // Curr Atheroscler Rep. 2015. Vol. 17. P. 489. Doi: 10.1007/s11883-015-0489-6.
23. ESC / EACTS Recommendations for 2018 Myocardial Revascularization. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/viewFile/3510/2661> (accessed: 17.02.2021). (In Russ.).
24. Buxton B. F., Ruengskulrach P., Fuller J., Rosalion A., Reid C. M. et al. The right internal thoracic artery graft – benefits of grafting the left coronary system and native vessels with a high-grade stenosis // The European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2000;18:255–61.
25. Carpentier A., Guernonprez J. L., Deloche A. et al. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts // Ann Thorac Surg. 1973;16:111–121.
26. National guidelines for the diagnosis and treatment of lower limb artery diseases 2019. URL: http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf (accessed: 17.02.2021). (In Russ.).
27. News ACTS 2022. URL: <https://www.tctmd.com/news/adjunctive-radial-artery-grafts-no-better-svgs-multivessel-cabg> (accessed: 15.03.23).
28. Acar C., Jebara V. A., Portoghesi M. et al. Revival of radial artery for coronary artery bypass grafting // Ann Thorac Surg. 1992;54:652–660.
29. Mikhailov K. M., Kuznetsov D. V., Nefedova I. F., Nikolaeva E. N., Gervorgyan A. A. et al. Morphological and histological changes in the human radial artery in multifocal atherosclerosis // Grekov's Bulletin of Surgery. 2021;180(5):12–19. Doi: 10.24884/0042-4625-2021-180-5-12-19. (In Russ.).
30. Mikhailov K. M., Kuznetsov D. V., Khokhlunov S. M., Novokshenov V. V., Kryukov A. V., Nikolaeva E. N. Period of save use of radial artery in coronary artery bypass surgery after previous catheterization // Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2021;14(2):145–148. Doi: 10.17116/kardio202114021145. (In Russ.).
31. Harutyunyan V. B. Radial artery as an alternative conduit in the surgical treatment of IHD // Bulletin of the A. N. Bakulev RAMS. 2009;4:3:76–80. (In Russ.).
32. Vardikov D. F., Yakovleva E. K. Diagnostic capabilities of multispiral computed tomography coronary angiography in diseases of the coronary arteries // Bulletin of New Medical Technologies. 2014;21(4):44. Doi: 10.12737/7267. (In Russ.).
33. Wang J., Chen X. M., Wang S. H., Ye H. H., Cui H. B. et al. Diagnostic value of 320-slice computed tomography coronary angiography to assess in-stent restenosis // Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. 2012; 40(6):487–491.
34. Kroft M. Metaanalysis of 40- and 64-MDCT angiography for assessing coronary artery stenosis // American Journal of Roentgenology. 2008; 191(6):1667–1675. Doi: 10.2214/AJR.07.4022.
35. Tranbaugh R. F., Dimitrova K. R., Lucido D. J., Hoffman D. M., Dincheva G. R. et al. The second best arterial graft: a propensity analysis of the radial artery versus the free right internal thoracic artery to bypass the circumflex coronary artery // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2014;147:133–140. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.040.
36. Tilling L., Hunt J., Donald A., Clapp B., Chowienicz P. Arterial injury and endothelial repair: rapid recovery of function after mechanical injury in healthy volunteers // Cardiology Research and Practice. 2014; 2014:367537. Doi: 10.1155/2014/367537.
37. Wagener J. F., Rao S. V. Radial artery occlusion after transradial approach to cardiac catheterization // Curr Atheroscler Rep. 2015;17:489. Doi: 10.1007/s11883-015-0489-6.

REFERENCES

1. Neumann F. J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A. P. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // Eur. Heart J. 2019;40:87–165. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
2. S'a M. P., Soares A. M., Lustosa P. C., Martins W. N., Browne F. et al. Meta-analysis of 5,674 patients treated with percutaneous coronary intervention and drug-eluting stents or coronary artery bypass graft surgery for unprotected left main coronary artery stenosis // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2013;43(1):73–80. Doi: 10.1093/ejcts/ezs204.
3. Schneider Yu. A., Krasikov A. V., Nemchenko E. V. Free arterial transplants in coronary artery surgery // Grekov's Bulletin of Surgery. 2004; 2:107–112. (In Russ.).
4. Chikwe J., Sun E., Hannan E. L., Itagaki S., Lee T. et al. Outcomes of second arterial conduits in patients undergoing multivessel coronary artery bypass graft surgery // J. Am. Coll. Cardiol. 2019;74:2238–2248.
5. Locker C., Schaff H. V., Dearani J. A., Joyce L. D., Park S. J. et al. Multiple arterial grafts improve late survival of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: analysis of 8622 patients with multivessel disease // Circulation. 2012;126:1023–1030.
6. Aboul-Hassan S. S., Marczak J., Stankowski T., Moskal L., Stanislawski R., et al. Impact of second arterial conduit on outcomes following coronary artery bypass grafting // Thorac. Cardiovasc. Surg. 2022;71(6):434–440. Doi: 10.1055/s-0042-1745805.
7. Schwann T. A., Hashim S. W., Badour S., Obeid M., Engoren M. et al. Equipoise between radial artery and right internal thoracic artery as the second arterial conduit in left internal thoracic artery-based coronary artery bypass graft surgery: a multi-institutional study // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2016;49:188–195.

Информация об авторах:

Хохлунов Сергей Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой сердечно-сосудистой хирургии ИПО, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), сердечно-сосудистый хирург, 4 кардиохирургическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0001-6000-620X; **Кузнецов Дмитрий Валерьевич**, кандидат медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург, зам. главного врача по хирургической работе, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-4843-4679; **Геворгян Арик Арменович**, сердечно-сосудистый хирург, 11 кардиохирургическое отделение, зав. отделением Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-0730-4608; **Михайлов Кирилл Михайлович**, сердечно-сосудистый хирург, 11 кардиохирургическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-1920-8234; **Нефедова Ирина Феликсовна**, главный специалист отдела доклинических исследований НИИ «БиоТех», Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0002-7453-3120; **Николаева Елена Николаевна**, зав. отделением, патологоанатомическое отделение, врач-патоморфолог, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0001-5548-0177; **Таумова Гульслю Хисматовна**, врач-рентгенолог, рентгенологическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0002-2459-7740; **Гарбуз Ольга Вячеславовна**, врач-рентгенолог, рентгенологическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-1751-2427; **Ёкубов Миролим Миродил угли**, ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии ИПО, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-3878-0842.

Information about authors:

Khokhlunov Sergey M., Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery of the Institute of Postgraduate Education, Samara State Medical University (Samara, Russia), Cardiovascular Surgeon, the 4th Cardiac Surgery Department, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0001-6000-620X; **Kuznetsov Dmitrii V.**, Cand. of Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Deputy Chief Physician for Surgical Work, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-4843-4679; **Gevorgyan Arik A.**, Cardiovascular Surgeon, the 11th Cardiac Surgery Department, Head of the Department, Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V. P. Polyakov, (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-0730-4608; **Mikhailov Kirill M.**, Cardiovascular Surgeon, the 11th Cardiac Surgery Department, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov, (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-1920-8234; **Nefedova Irina F.**, Chief Specialist of the Preclinical Research Department of the Research Institute "BioTech", Samara State Medical University (Samara, Russia), ORCID: 0000-0002-7453-3120; **Nikolaeva Elena N.**, Pathologist, Pathoanatomical Department, Head of the Department, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0001-5548-0177; **Taumova Gulslu H.**, Radiologist, Radiology Department, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0002-2459-7740; **Garbuz Olga V.**, Radiologist, Radiology Department, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-1751-2427; **Yokubov Mirolim Mirodil ugli**, Resident of the Department of Cardiovascular Surgery of the Institute of Postgraduate Education, Samara State Medical University (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-3878-0842.