

© CC BY Коллектив авторов, 2021  
УДК 616.13-004.6-06 : 616.134.31  
DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-5-12-19

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ МУЛЬТИФОКАЛЬНОМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ

К. М. Михайлов<sup>1\*</sup>, Д. В. Кузнецов<sup>1, 2</sup>, И. Ф. Нефедова<sup>2</sup>, Е. Н. Николаева<sup>1</sup>,  
А. А. Геворгян<sup>1</sup>, В. В. Новокшенов<sup>1</sup>, А. В. Крюков<sup>1</sup>, С. М. Хохлунов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Самарский областной клинический кардиологический диспансер имени В. П. Полякова», г. Самара, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Поступила в редакцию 21.04.2021 г.; принята к печати 01.12.2021 г.

**ЦЕЛЬ.** Изучение изменений лучевой артерии у пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сопутствующими факторами риска.

**МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ.** Объектом исследования являлись фрагменты лучевой артерии человека, извлеченные в процессе проведения операции коронарного шунтирования. Пациенты были разделены на две основные группы: 1-я группа – пациенты, у которых, помимо ишемической болезни сердца (ИБС), имел место мультифокальный атеросклероз; 2-я группа – пациенты, у которых не было сопутствующего поражения магистральных артерий. Группы статистически не различались по полу и возрасту. Проведены морфологические и гистологические исследования препаратов стенки лучевой артерии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** При анализе выявлены такие изменения, как отек одного слоя артерии или всех трех, разрастание подэндотелиального слоя внутренней оболочки, фиброз интимы, перекрытие просвета артерии массивным скоплением агглютинированных эритроцитов, а также окклюзии лучевой артерии.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** При статистическом анализе полученных результатов выявлено, что совокупность вышеуказанных гистологических факторов является ранним признаком атеросклеротического поражения стенки лучевой артерии, а также подтверждено, что изменения стенки лучевой артерии не связаны с исходной толщиной стенок и диаметра.

**Ключевые слова:** лучевая артерия, коронарная хирургия, ишемическая болезнь сердца

**Для цитирования:** Михайлов К. М., Кузнецов Д. В., Нефедова И. Ф., Николаева Е. Н., Геворгян А. А., Новокшенов В. В., Крюков А. В., Хохлунов С. М. Морфологические и гистологические изменения лучевой артерии человека при мультифокальном атеросклерозе. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2021;180(5):12–19. DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-5-12-19.

\* **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.

## MORPHOLOGICAL AND HISTOLOGICAL CHANGES IN THE HUMAN RADIAL ARTERY IN MULTIFOCAL ATHEROSCLEROSIS

Kirill M. Mikhaylov<sup>1\*</sup>, Dmitrii V. Kuznetsov<sup>1, 2</sup>, Irina F. Nefedova<sup>2</sup>, Elena N. Nikolaeva<sup>1</sup>,  
Arik A. Gevorgyan<sup>1</sup>, Vyachaslav V. Novokshenov<sup>1</sup>, Andrey V. Kryukov<sup>1</sup>,  
Sergey M. Khokhlunov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov, Samara, Russia

<sup>2</sup> Samara State Medical University, Samara, Russia

Received 21.04.2021; accepted 01.12.2021

The **OBJECTIVE** of our study was to research changes in the radial artery in patients with multifocal atherosclerosis and associated risk factors.

**METHODS AND MATERIALS.** The object of the study was fragments of the human radial artery extracted during coronary bypass surgery. Patients were divided into 2 main groups: group 1 – patients who, in addition to coronary artery

disease, had multifocal atherosclerosis. Group 2 – patients who did not have concomitant lesions of the main arteries. The groups did not differ statistically by gender and age. Morphological and histological studies of the preparations of the radial artery wall were carried out.

**RESULTS.** The analysis revealed such changes as: edema of one layer of the artery or all three, proliferation of the subendothelial layer of the endarterium, intimal fibrosis, overlap of the artery lumen with a massive accumulation of agglutinated red blood cells, as well as occlusions of the radial artery.

**CONCLUSION.** Statistical analysis of the results revealed that the combination of the above-mentioned histological factors is an early sign of atherosclerotic lesions of the radial artery wall, as well as confirmed that changes in the radial artery wall are not related to the initial wall thickness and diameter.

**Keywords:** radial artery, coronary surgery, coronary artery disease

**For citation:** Mikhaylov K. M., Kuznetsov D. V., Nefedova I. F., Nikolaeva E. N., Gevorgyan A. A., Novokshenov V. V., Kryukov A. V., Khokhlunov S. M. Morphological and histological changes in the human radial artery in multifocal atherosclerosis. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2021;180(5):12–19. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-5-12-19.

\* **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.** В коронарной хирургии в качестве шунтов традиционно используются внутренняя грудная артерия (ВГА), лучевая артерия (ЛА) и (или) большая подкожная вена [1]. Стандартными кондуитами при аутоартериальном коронарном шунтировании являются внутренняя грудная и лучевая артерии [2].

В кардиохирургические стационары поступают пациенты с мультифокальным атеросклерозом – поражением коронарных артерий в сочетании с гемодинамически значимым поражением магистральных артерий нижних конечностей, в частности. У таких пациентов встает вопрос о выборе шунта для проведения реваскуляризации миокарда. Кардиохирурги останавливают свой выбор на аутоартериальных кондуитах – внутренней грудной артерии и лучевой артерии – ввиду невозможности выделения аутовенозных шунтов из-за гемодинамически значимого атеросклеротического процесса магистральных артерий нижних конечностей [3, 4].

В настоящее время доказано, что шунты из ЛА предпочтительнее использовать для реваскуляризации ветвей левой коронарной артерии (ЛКА) с поражением более 70 % [5–6]. Внутренняя грудная артерия реже подвержена атеросклеротическому процессу [7–9]. Вместе с тем не изучено влияние мультифокального атеросклероза на степень поражения стенки ЛА.

**Цель исследования** – изучение изменений лучевой артерии у пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сопутствующими факторами риска.

**Методы и материалы.** Объектом исследования являлись фрагменты лучевой артерии человека, извлеченные в процессе проведения операции коронарного шунтирования (КШ) у пациентов со стенозирующим атеросклерозом коронарных артерий и клиническими проявлениями ишемической болезни сердца (ИБС). Выделение ЛА проводили чаще слева, с учетом результата теста Аллена, по методике «no touch» с сохранением фасциального футляра ультразвуковым скальпелем (Ultracision harmonic scalpel, Ethicon endo-surgery). Проведены гистологические и морфометрические исследования 30 препаратов из ЛА, выделенных у 30 пациентов.

Фрагменты лучевой артерии фиксировали в 10 %-м формалине, затем после стандартной проводки заливали в парафин и изготавливали парафиновые блоки. Полученные

с 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 с программно-аппаратным комплексом «Морфология 5.2» (ООО «ВидеоТест», Санкт-Петербург, Россия). Измеряли толщину внутренней и средней оболочки сосудов, а также диаметр просвета.

Пациенты были разделены на две основные группы: 1-я группа – 15 пациентов, у которых, помимо ИБС, имел место мультифокальный атеросклероз (облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей 2Б стадии и выше, атеросклероз артерий брахиоцефального ствола, коронарных артерий); 2-я группа – 15 пациентов, у которых не было сопутствующего поражения магистральных артерий.

Группы статистически не различались по полу и возрасту. В 1-ю группу вошли 10 (67 %) мужчин и 5 (33 %) женщин, во 2-ю группу – 7 (47 %) мужчин и 8 (53 %) женщин. Средний возраст больных в 1-й группе составил (67,27±7,47) года, во 2-й – (64,40±8,36) года. У пациентов обеих групп наиболее часто встречались такие сопутствующие заболевания, как сахарный диабет (СД) II типа (1-я группа – 40 % пациентов, 2-я группа – 20 % пациентов), варикозная болезнь вен нижних конечностей (20 % пациентов 1-й группы, 53 % пациентов 2-й группы), ожирение 1–3-й степени (20 % в 1-й группе, 74 % во 2-й группе пациентов). Статистически достоверное различие между группами наблюдалось у пациентов с ожирением (табл. 1).

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы «SPSS Statistics 25.0» (IBM Company, USA). Описательные статистики для количественных признаков представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (Q1–Q3), для номинальных – в виде абсолютных значений и процентов. При сравнении групп использовали непараметрические критерии Манна – Уитни, Краскела – Уоллиса, хи-квадрат ( $\chi^2$ ) Пирсона. Применяли моделирование одномерной логистической регрессией. Статистически значимыми считали различия при значении  $p < 0,05$ .

**Результаты.** При гистологическом исследовании стенки лучевой артерии в послеоперационном периоде выявлено 12 пациентов с отсутствием патологических изменений, которые характеризуются тем, что все оболочки четко визуализируются. Средний диаметр сосуда составил 79 895 мкм, толщина средней оболочки – 300,9 мкм, внутренней оболочки – 76,0 мкм, а также были выявлены следующие изменения.

Таблица 1

## Общая характеристика групп и сопутствующие заболевания пациентов по группам

Table 1

## General characteristics of groups and concomitant diseases of patients by groups

Показатель		Группа 1		Группа 2		p
		абс.	%	абс.	%	
Пол	М	10	67	7	47	p>0,05
	Ж	5	33	8	53	p>0,05
Сопутствующий СД II типа	Нет	9	60	12	80	p>0,05
	Да	6	40	3	20	p>0,05
Сопутствующее ожирение	Нет	12	80	4	27	0,011
	1-й ст.	3	20	4	27	p>0,05
	2-й ст.	–	–	6	40	p>0,05
	3-й ст.	–	–	1	7	p>0,05
Сопутствующая варикозная болезнь вен нижних конечностей	Нет	12	80	7	47	p>0,05
	Да	3	20	8	53	p>0,05
Сопутствующее поражение артерий брахиоцефального ствола и ранее перенесенная каротидная эверсионная эндартерэктомия	Нет	13	87	15	100	p>0,05
	Да	2	13	–	–	p>0,05
Сопутствующий лимфостаз	Нет	15	100	14	93	p>0,05
	Да	–	–	1	7	p>0,05

1. Разрастание подэндотелиального слоя внутренней оболочки, замещение интимы жировой тканью, фиброз интимы, в средней оболочке разволокнение и изменение ориентации волокон (n=2). При данной патологии диаметр сосуда составил (573 963,7±323 388,6) мкм, толщина средней оболочки – (335,9645±49,084) мкм, внутренней оболочки – (186,1835±148,3871) мкм.

2. Массивные скопления агглюцинированных эритроцитов, плотно стоящих вдоль эндотелия по внутренней стенке ЛА. Локально наблюдается гемолиз эритроцитов в тромбе (n=2). Средний диаметр ЛА – 13 56 540,2 мкм, средняя оболочка – 262,8 мкм, внутренняя оболочка – 90,2 мкм.

3. Отек внутренней, средней и наружной оболочек лучевой артерии. Морфологически наблюдалась сглаженность поверхности эндотелия, а также внутренней эластической мембраны, ядра гладкомышечных клеток средней оболочки имеют вытянутую нитевидную форму, наружная эластическая мембрана не визуализируется. Данные гистологические изменения выявлены у 10 пациентов. Средний диаметр составил 669 149,9 мкм, средняя оболочка – 294,1 мкм, внутренняя оболочка – 77,3 мкм. В данной группе выявлены как изолированные отеки внутренней оболочки у 3 человек (диаметр – (695 096,3±173 160) мкм, *tunica media* – (251,098±122,79) мкм, *tunica intima* – (76,46433±3,3931) мкм), средней оболочки – у 2 человек (диаметр – 217 107,04 мкм, *tunica media* – 354,791 мкм, *tunica intima* – 81,931 мкм), так и отеки сразу нескольких оболочек, в частности, внутренней и средней. Выявлено 5 пациентов с подобной гистологической картиной (диаметр – (693 730,3±793 548,3) мкм, толщина средней обо-

лочка – (222,0333±73,0659) мкм, внутренней оболочки – (73,8355±3,9708) мкм).

4. Окклюзия лучевой артерии за счет разрастания подэндотелиального слоя. Морфологически практически весь просвет сосуда перекрывает разросшаяся внутренняя оболочка, с образованными в ней капиллярами; в средней оболочке расположение волокон хаотично, наблюдается прорастание сосудов; в наружной оболочке патологическое расширение кровеносных сосудов с явлениями стаза, в некоторых местах в сосудах *vasa vasorum* наблюдается гемолиз эритроцитов, а также окклюзия артерии за счет массивного кровоизлияния в наружную оболочку. Морфологически в просвете сосуда полнокрое и краевое стояние эритроцитов. Массивное кровоизлияние в наружную оболочку. Данные гистологические изменения встретились у 3 пациентов (диаметр – (250 480,7±217 726) мкм, толщина средней оболочки – (264,82±74,74917) мкм, внутренней оболочки – подсчет невозможен). Во время предоперационной подготовки у данных пациентов проведена проба Аллена, которая не вызвала сомнений при решении вопроса о выделении ЛА. Во время выделения ЛА определялась пульсация, как оказалось впоследствии, передаточная. После отсечения проксимального конца ЛА ретроградного кровотока получено не было. Выполнена продольная артериотомия в проксимальном сегменте лучевой артерии. Выявлена окклюзия просвета артерии. Данные артерии не были использованы в качестве кондуитов.

В 1 случае у пациента 2-й группы выявлена очаговая фибробластическая реакция в срединном слое с формированием стеноза просвета артерии до 30 %. Этот случай интересен тем, что гистологический

Таблица 2

## Характеристика поражения и выделения ЛА

Table 2

## Characteristics of the lesion and allocation of radial artery

Гистология	Группа 1		Группа 2		p
	абс.	%	абс.	%	
Без особенностей	3	21	9	60	p>0,05
Отек	8	56	2	14	p>0,05
Варианты фиброза стенки, гиперэласто́за, пристеночного стояния эритроцитов	1	7	4	28	p>0,05
Критический стеноз, окклюзия	3	21	–	–	p>0,05

Таблица 3

## Варианты гистологических изменений стенки ЛА

Table 3

## Variants of histological changes in the radial artery wall

Гистология	Группа 1		Группа 2		p
	абс.	%	абс.	%	
Без особенностей	3	20	9	60	p>0,05
Любые изменения стенки ЛА	12	80	6	40	p>0,05

Таблица 4

## Сравнение гистологических характеристик лучевой артерии, Me (Q1-Q3)

Table 4

## Comparison of the histological characteristics of the radial artery, Me (Q1-Q3)

Характеристика	Без гистологических изменений	Разрастание подэндотел. слоя внутр. обол.	Внутренняя стенка ЛА с наличием агглюцированных эритроцитов	Отек любого из слоев	Окклюзия артерии
Просвет ЛА	798 951,1 (534 002,7– 1 018 630,1)	573 963,7 (345 293,4– 573 963,7)	1 356 540,2 (798 802,1– 1 356 540,2)	669 149,9 (214 607,0– 1 032 453,1)	128 292,6 (121 292,3– 128 292,6)
Средняя оболочка ЛА	300,9 (299,8–395,6)	336,0 (301,3–336,0)	262,8 (255,8–262,8)	294,1 (209,7–339,2)	305,4 (178,6–305,4)
Внутренняя оболочка ЛА	76,0 (65,2–79,6)	186,2 (81,3–186,2)	90,2 (81,3–90,2)	77,3 (73,2–80,7)	26,7 (26,7–26,7)

препарат сделан из правой лучевой артерии в том месте, где 7 неделями ранее выполнена пункция артерии для проведения коронарографии.

Все полученные результаты в ходе гистологического исследования стенки лучевой артерии разделены на четыре категории: 1 – без гистологических особенностей, стенка ЛА не изменена; 2 – отек одной из оболочек или всех трех; 3 – варианты фиброза стенки, гиперэласто́за, пристеночного стояния эритроцитов; 4 – явления критического стеноза или окклюзии лучевой артерии (табл. 2).

Выявлено, что каждый отдельный фактор гистологического изменения стенки ЛА, при сопутствующем мультифокальном атеросклерозе, не несет статистически значимого риска атеросклеротического поражения стенки ЛА.

Для определения вероятности и отношения шансов наличия любых гистологических изменений у пациентов, имеющих гемодинамически значимый атеросклероз артерий нижних конечностей, мы проанализировали варианты гистологического по-

ражения стенки лучевой артерии и сравнили лучевые артерии без патологии с лучевыми артериями, имеющими любое значимое изменение (табл. 3).

Для оценки степени влияния атеросклероза на гистологические изменения в лучевой артерии воспользовались логистической регрессией. При расчете отношения шансов (ОШ) наличия каких-либо гистологических изменений при гемодинамически значимом атеросклерозе артерий нижних конечностей получили; ОШ 6,00 (95 % ДИ: 1,17–30,73) при p=0,032. Данный результат показывает высокий риск наличия гистологических изменений стенки лучевой артерии у пациентов с мультифокальным атеросклерозом.

Было проведено сравнение толщины средней оболочки, внутренней оболочки и диаметра ЛА как с разными гистологическими изменениями, так и без изменений. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исходная толщина стенок и диаметра ЛА не связана с гистологическими изменениями в ее стенке (табл. 4).



Таблица 5

## Соотношение ожирения с размером стенок ЛА

Table 5

## The ratio of obesity to the size of the walls of the radial artery

Показатель	Ожирение		p
	нет, Ме (Q1–Q3)	1–3-й ст., Ме (Q1–Q3)	
Диаметр КА, мм	1,5 (1,5–2,0)	1,6 (1,5–2,0)	0,833
Скорость кровотока по ЛА, мл/мин	49,0 (31,3–70,8)	45,5 (40,3–67,8)	0,681
Индекс	1,5 (1,3–1,9)	2,0 (1,5–2,2)	0,195
Просвет ЛА, мкм	599 272,1 (262 333,6–875 690,4)	800 718,0 (600 394,9–903 052,2)	0,350
Средняя оболочка ЛА, мкм	300,5 (244,1–310,0)	301,2 (299,3–392,3)	0,170
Внутренняя оболочка ЛА, мкм	75,0 (62,7–78,6)*	79,6 (74,9–109,5)*	0,016*

Таблица 6

## Соотношение числа пораженных коронарных артерий и скорости кровотока по шунту

Table 6

## The ratio of the number of affected coronary arteries and the speed of blood flow through the shunt

Показатель	Поражение, сумма			рк-у	p1-2	p1-3	p2-3
	1, Ме (Q1–Q3)	2, Ме (Q1–Q3)	3, Ме (Q1–Q3)				
Диаметр КА, мм	2,0 (2,0–2,0)	2,0 (1,5–2,0)	1,5 (1,5–2,0)	0,300	0,285	0,144	0,488
Скорость кровотока по ЛА, мл/мин	73,0 (73,0–73,0)	79,0 (58,5–89,0)*	42,5 (31,3–61,3)*	0,022*	0,770	0,160	0,012*
Индекс	1,1 (1,1–1,1)	1,7 (1,3–2,0)	1,9 (1,5–2,2)	0,217	0,157	0,120	0,442
Просвет ЛА, мкм	586 742,2 (483 829,5– 586 742,2)	549 899,2 (348 013,2– 158 2068,6)	798 802,1 (371 653,3– 866 004,2)	0,782	0,770	0,445	0,853
Средняя оболочка ЛА, мкм	338,7 (252,9–338,7)	300,8 (279,0–310,5)	301,1 (272,7–332,5)	0,984	0,770	1,000	0,894
Внутренняя оболочка ЛА, мкм	70,1 (62,7–70,1)	72,3 (47,9–75,3)*	79,6 (75,1–81,8)*	0,030*	0,739	0,171	0,015*

Примечание: рк-у – статистическая значимость по результатам дисперсионного анализа Краскела – Уоллиса; \* – статистически значимые данные.

При анализе и сопоставлении данных толщины *tunica intima* и *tunica media* лучевой артерии, а также ее диаметра с сопутствующими заболеваниями пациентов мы получили следующие данные: у пациентов с ожирением наблюдается большая толщина внутренней стенки артерии, чем у пациентов без ожирения (табл. 5). Также *tunica intima* лучевой артерии существенно больше у пациентов с тремя пораженными коронарными сосудами, чем с двумя, и скорость кровотока по ним меньше (табл. 6). При оценке скорости кровотока по кондуиту ЛА у пациентов с сахарным диабетом II типа выявлена статистически значимо большая скорость, нежели чем у пациентов, не страдающих этой патологией (табл. 7).

**Обсуждение.** Впервые лучевую артерию в качестве шунта для реваскуляризации миокарда предложили использовать A. Carpentier et al. [7]. Однако первичный опыт показал, что у 30 % больных эти шунты в ближайшее время прекращали функционировать. В 1992 г. C. Asar et al. [8] вновь предложили использовать ЛА, обнаружив, что некоторые шунты из ЛА продолжают функционировать на протяжении более 10 лет после первичной операции [8].

В последние 15 лет, в связи проведением ряда новых исследований, стало очевидно, что даже при адекватном заборе трансплантата и прецизионной хирургической технике в венозных шунтах вскоре развиваются дегенеративные изменения в виде гиперплазии интимы, тромбоза и кальциноза. А сроки состоятельности этих шунтов оказались существенно меньше, чем внутренней грудной артерии [9–11]. Интерес к лучевой артерии вновь повысился как к артериальному шунту, сходному по своим морфофункциональным свойствам с внутренней грудной артерией (шунт из внутренней грудной артерии функционирует более 10–15 лет после операции в 90–98 % случаев), который можно было бы применять при операциях коронарного шунтирования без существенного ущерба для тканей и органов, кровоснабжаемых ими [12–13]. Целью нашей работы явилось изучение изменений лучевой артерии у пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сопутствующими факторами риска для выявления факторов, влияющих на сроки работы ЛА.

В последнее десятилетие стали проводить морфофункциональные исследования стенки ЛА и выяснять отдаленные результаты ее использования.

Таблица 7

## Анализ пациентов с сахарным диабетом II типа

Table 7

## Analysis of patients with type II diabetes mellitus

Показатель	СД II типа		p
	нет, Ме (Q1–Q3)	есть, Ме (Q1–Q3)	
Диаметр КА, мм	1,8 (1,5–2,0)	1,5 (1,5–2,0)	0,324
Скорость кровотока по ЛА, мл/мин	43,0 (30,0–63,0)	79,0 (39,0–90,0)	0,049*
Индекс	1,8 (1,5–2,2)	1,8 (1,2–2,0)	0,390
Просвет ЛА, мкм	795 268,2 (492 843,4–981 582,1)	549 899,2 (234 652,8–803 001,5)	0,222
Средняя оболочка ЛА, мкм	301,1 (272,7–362,7)	300,3 (267,4–308,8)	0,455
Внутренняя оболочка ЛА, мкм	77,5 (70,9–81,3)	77,3 (74,1–80,0)	0,959

\* – статистически значимые данные.

Так, В. Б. Арутюнян [14] отметил, что у пациентов с мультифокальным атеросклерозом кондуиты из лучевой артерии имеют меньший срок службы, чем у пациентов без него, и основным показанием для ее использования считал отсутствие венозных кондуитов. В ходе нашего исследования были выявлены изменения в стенке ЛА, которые, возможно, могут быть индикаторами сроков службы кондуита из ЛА.

При гистологическом исследовании стенки ЛА нами были выявлены такие изменения, как:

- окклюзия лучевой артерии за счет разрастания подэндотелиального слоя или массивного кровоизлияния в наружную оболочку. Массивное кровоизлияние в наружную оболочку является причиной формирования в этом участке фиброза с последующей деформацией стенки артерии. Соответственно, в зависимости от степени деформации произойдет изменение функциональной способности артерии – от незначительного замедления кровотока в месте ее небольшого изгиба до тромбоза в участке субокклюзии крупноочаговыми рубцовыми изменениями, что и является противопоказанием к использованию в качестве кондуита;

- отек средней оболочки лучевой артерии (эта гистологическая патология наиболее часто встречается в нашем исследовании). Незначительный отек не влияет на анатомию и функцию артерии, в раннем послеоперационном периоде будет ранняя резорбция, которая не будет влиять на функцию кондуита. Выраженный отек приводит к формированию кистозной мезенхимальной полости, которая, в зависимости от размера, влияет в большей или меньшей степени на просвет артерии. Отек внутренней и наружной оболочек лучевой артерии – вторая по выявляемости в нашем исследовании гистологическая особенность стенки ЛА. Отек наружной оболочки значения не имеет, происходит его резорбция в окружающие ткани в ранние сроки. Отек внутренней оболочки приводит к повреждению (десквамации) эндотелия, что закономерно способствует развитию атеросклероза;

- массивные скопления агглютинированных эритроцитов, плотно стоящих вдоль эндотелия.

В зоне агглютинированных эритроцитов наблюдается раннее формирование тромба при отсутствии антиагрегантной терапии;

- разрастание подэндотелиального слоя внутренней оболочки свидетельствует о формировании атеросклеротической бляшки, так как это картина атеросклероза в стадии липофиброза [15].

У 1 пациента при микроскопии препарата ЛА выявлена очаговая фибробластическая реакция в среднем слое с формированием стеноза просвета артерии до 30 %. Эти гистологические характеристики стенки артерии связаны с ранее проводимой катетеризацией стенки ЛА при проведении коронарографии за 8 недель до операции. Именно место пункции лучевой артерии попало в исследование.

При анализе толщины слоев ЛА и диаметра у пациентов разных групп мы не нашли статистически значимого различия в толщине и диаметре ЛА у пациентов с разными гистологическими изменениями или же без них. Возможно, это связано с малой выборкой пациентов, поэтому мы продолжим работу в данном направлении.

К. В. Еременко и др. [16] проводили гистологические исследования лучевой артерии и измеряли толщину слоев стенки артерии на разных ее уровнях. Ими было рекомендовано выполнять шунтирование КА дистальным концом ЛА ввиду малого количества мышечных волокон именно в этом отделе артериальной стенки, для снижения риска послеоперационных спастических реакций. Однако и у авторов в группе исследуемых было выявлено 33 % пациентов, у которых выявлено диффузное утолщение интимального слоя артерии, что может привести к окклюзии шунта в позднем послеоперационном периоде. Нами также были выявлены подобные изменения в стенке артерии у группы пациентов, которые имели сопутствующие заболевания, такие как мультифокальный атеросклероз в большей степени и в меньшей – варикозная болезнь вен нижних конечностей, сахарный диабет, ожирение.

В. В. Затолкин, А. В. Красиков, В. Б. Арутюнян и др. рекомендовали выделение лучевой артерии в фасциальном футляре для снижения вероятности

отека ткани лучевой артерии при ее выделении, а также снижения вероятности спастических реакций как в интра-, так и в раннем послеоперационном периоде [1, 14, 16–18]. В данном исследовании мы использовали методику «no touch», которая предусматривает выделение артерии в фасциальном футляре. Не было обнаружено ни одного случая спазма артерии, как в раннем, так и в позднем послеоперационном периоде. После получения результатов гистологического исследования о наличии отека адвентиции у части пациентов можно предположить, что вышеуказанная методика выделения ЛА не всегда защищает стенку артерии от отека вследствие травматизации при ее выделении.

Однако малая выборка пациентов, отсутствие изучения проходимости шунтов в отдаленные сроки не дают нам возможность однозначно утверждать о вышеуказанном. В настоящее время проводится набор пациентов для включения их в группы для изучения. Для статистически значимого результата ( $p < 0,05$ ) необходимо набрать по 60 пациентов в каждую группу. Данная работа выполнена для определения связи мультифокального атеросклероза с гистологическими изменениями в стенке лучевой артерии и определения конечных точек нашего исследования.

**Выводы.** 1. Лучевая артерия при мультифокальном атеросклерозе может иметь следующие гистологические изменения: разрастание подэндотелиального слоя внутренней оболочки, перекрытие просвета ЛА массивным скоплением агглютинированных эритроцитов, отек внутренней, средней и наружной оболочек, а также массивное кровоизлияние в наружную оболочку.

2. Совокупность вышеуказанных факторов является признаком раннего атеросклеротического поражения стенки лучевой артерии.

3. С исходной толщиной стенок и диаметра лучевой артерии изменения стенки не связаны.

4. В результате работы выявлены морфологические изменения стенки ЛА, которые могут быть индикаторами, позволяющими оценить длительность функционирования шунтов из лучевой артерии.

#### 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. Шнейдер Ю. А., Красиков А. В., Немченко Е. В. Свободные артериальные трансплантаты в хирургии коронарных сосудов // Вестн. хир. им. И. И. Грекова. 2004. № 2. С. 107–112.
2. Deb S., Cohen E. A., Singh S. K. et al. Radial artery and saphenous vein patency more than 5 years after coronary artery bypass surgery : results from RAPS (Radial Artery Patency Study) // J. Am. Coll. Cardiol. 2012. Vol. 60, № 1. P. 28–35. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.03.037>.
3. Рекомендации ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда 2018 г. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/viewFile/3510/2661> (дата обращения: 17.02.2021).
4. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей 2019 г. URL: [http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf) (дата обращения: 17.02.2021).
5. Tatlouis J. Total arterial coronary revascularization – patient selection, stenoses, conduits, targets // The Annals Cardiothoracic Surgery. 2013. Vol. 2. P. 499–506.
6. Buxton B. F., Ruengskulrach P., Fuller J. 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. 255–261.
7. 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. P. 111–121.
8. Acar C., Jebara V. A., Portoghesi M. et al. Revival of radial artery for coronary artery bypass grafting // Ann. Thorac. Surg. 1992. № 54. P. 652–660.
9. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. e al. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // Eur. Heart J. 2019. Vol. 40, № 2. P. 87–165. PMID: 30165437. Doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>.
10. Persson M., Sartipy U. Bilateral versus single internal thoracic artery grafts // Curr. Cardiol. Rep. 2018. Vol. 20, № 1. P. 4. PMID: 29362968; PMCID: PMC5780539. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11886-018-0947-1>.
11. Collins P., Webb C. M., Chong C. F. et al. Radial artery versus saphenous vein patency randomized trial : five-year angiographic follow-up // Circulation. 2008. № 117. P. 2859–2864.
12. Loop F. D., Lytle B. W., Cosgrove D. M. et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events // N. Eng. J. Med. 1986. Vol. 314, № 1. P. 1–6. PMID: 3484393. Doi: <https://doi.org/10.1056/NEJM198601023140101>.
13. Шабалкин Б. В., Жбанов И. В., Урюжников В. В. др. Петровский и развитие отечественной коронарной хирургии // Хирургия : Журн. им. Н. И. Пирогова. 2018. № 7. С. 4–7. Doi: <https://doi.org/10.17116/hirurgia201874>.
14. Арутюнян В. Б. Лучевая артерия как альтернативный конduit в хирургическом лечении ИБС // Бюлл. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. 2009. Т. 4, № 3. С. 76–80.
15. Рогов Ю. И. Частная патологическая анатомия. Минск : ИВЦ Минфина, 2017. 91 с.
16. Еременко К. В., Дзюман А. Н., Вечерский Ю. Ю. и др. Морфологические свойства лучевой артерии человека, выделенной в интраоперационный период коронарного шунтирования // Сибир. мед. журн. 2013. Т. 28, № 2.
17. Затолокин В. В., Вечерский Ю. Ю., Андреев С. Л. и др. Разработка критерия пригодности лучевой артерии для коронарного шунтирования // Сибир. мед. журн. 2013. Т. 1, № 28. С. 49–54.
18. Derrick Y. Tam, Saswata Deb, Bao Nguyen et al. The radial artery is protective in women and men following coronary artery bypass grafting – a substudy of the radial artery patency study // Ann. Cardiothorac. Surg. 2018. Vol. 7, № 4. P. 492–499. Doi: <http://doi.org/10.21037/acs.2018.05.19>.

#### REFERENCES

1. Schneider Yu. A., Krasikov A. V., Nemchenko E. V. Free arterial transplants in coronary artery surgery // Bulletin of Surgery named after I. I. Grekov. 2004;(2):107–112. (In Russ.).
2. Deb S., Cohen E. A., Singh S. K. et al. Radial artery and saphenous vein patency more than 5 years after coronary artery bypass surgery:

- results from RAPS (Radial Artery Patency Study) // J Am Coll Cardiol. 2012;60(1):28–35. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.03.037>.
3. ESC / EACTS Recommendations for 2018 Myocardial Revascularization. Available at: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/viewFile/3510/2661> (accessed: 17.02.2021).
  4. National guidelines for the diagnosis and treatment of lower limb artery diseases 2019 Available at: [http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf) (accessed: 17.02.2021).
  5. Tatoulis J. Total arterial coronary revascularization – patient selection, stenoses, conduits, targets // The Annals Cardiothoracic Surgery. 2013;2:499–506.
  6. Buxton B. F., Ruengskulrach P., Fuller J. 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;18:255–261.
  7. Carpentier A., Guemontprez 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.
  8. 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.
  9. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A. P., Benedetto U., Byrne R. A., Collet J.-P., Falk V., Head S. J., Juni 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. Doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>.
  10. Persson M., Sartipy U. Bilateral versus single internal thoracic artery grafts // Curr Cardiol Rep. 2018;20(1):4. PMID: 29362968; PMCID: PMC5780539. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11886-018-0947-1>.
  11. Collins P., Webb C. M., Chong C. F. et al. Radial artery versus saphenous vein patency randomized trial: five-year angiographic follow-up // Circulation. 2008;(117):2859–2864.
  12. Loop F. D., Lytle B. W., Cosgrove D. M., Stewart R. W., Goormastic M., Williams G. W., Golding L. A., Gill C. C., Taylor P. C., Sheldon W. C., Proudfit W. L. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events // N Eng J Med. 1986;314(1):1–6. PMID: 3484393. Doi: <https://doi.org/10.1056/NEJM198601023140101>.
  13. Shabalkin B. V., Zhdanov I. V., Uryuzhnikov V. V., Kiladze I. Z., Martirosyan A. K. B. V. Petrovsky and development of home coronary surgery // Journal Article published 2018 in Khirurgiya: Zhurnal im. N. I. Pirogova. 2018;(7):4–7. (In Russ.). Doi: <https://doi.org/10.17116/hirurgia201874>.
  14. Harutyunyan V. B. Radial artery as an alternative conduit in the surgical treatment of IHD // Bullyuten NTSSSKH im. A. N. Bakulev RAMS. 2009;4(3):76–80. (In Russ.).
  15. Rogov Yu. I. Private pathological anatomy. Minsk, IVC of the Ministry of Finance, 2017:91.
  16. Eremenko K. V., Dzyuman A. N., Vecherski Yu. Yu., Zatolokin V. V., Andreev S. L. The morphological properties of the human radial artery, harvested in an intraoperative period of coronary artery bypass grafting // Siberian Medical Journal. 2013;(28):2. (In Russ.).
  17. Zatolokin V. V., Vecherski Yu. Yu., Andreev S. L., Eremenko K. V., Skurikhin I. M. Development of criteria for the suitability of the radial artery for coronary bypass surgery // Siberian Medical Journal. 2013;1(28):49–54. (In Russ.).
  18. Derrick Y. Tam, Saswata Deb, Bao Nguyen, Dennis T. Ko et al. The radial artery is protective in women and men following coronary artery bypass grafting – a substudy of the radial artery patency study // Ann. Cardiothorac. Surg. 2018;7(4):492–499. (In Russ.). Doi: <http://doi.org/10.21037/acs.2018.05.19>.

## Информация об авторах:

**Михайлов Кирилл Михайлович**, врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 11, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-1920-8234; **Кузнецов Дмитрий Валерьевич**, кандидат медицинских наук, зав. 11-м кардиохирургическим отделением, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), врач – сердечно-сосудистый хирург, ассистент кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ИПО, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-4843-4679; **Нефедова Ирина Феликсовна**, научный сотрудник, зав. лабораторией экспериментальной морфологии, Институт экспериментальной медицины и биотехнологий, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0002-7453-3120; **Николаева Елена Николаевна**, зав. патолого-анатомическим отделением, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0001-5548-0177; **Геворгян Арик Арменович**, врач – сердечно-сосудистый хирург, 11-е кардиохирургическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-0730-4608; **Новокшенов Вячеслав Викторович**, врач – сердечно-сосудистый хирург, 11-е кардиохирургическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0001-8651-6101; **Крюков Андрей Владимирович**, врач – сердечно-сосудистый хирург, 11-е кардиохирургическое отделение, Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В. П. Полякова (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0002-7597-7954; **Хохлунов Сергей Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0001-6000-620X.

## Information about authors:

**Mikhaylov Kirill M.**, Cardiovascular Surgeon of the Cardiac Surgery Department № 11, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-1920-8234; **Kuznetsov Dmitrii V.**, Cand. of Sci. (Med.), Head of the Cardiac Surgery Department № 11, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), Cardiovascular Surgeon, Assistant of the Department of Cardiology and Cardiovascular surgery of the Institute of Professional Education, Samara State Medical University (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-4843-4679; **Nefedova Irina F.**, Research Fellow, Head of the Laboratory of Experimental Morphology, Institute of Experimental Medicine and Biotechnology, Samara State Medical University (Samara, Russia), ORCID: 0000-0002-7453-3120; **Nikolaeva Elena N.**, Head of the Pathology Department, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0001-5548-0177; **Gevorgyan Arik A.**, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department № 11, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-0730-4608; **Novokshenov Vyachaslav V.**, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department № 11, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0001-8651-6101; **Kryukov Andrey V.**, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department № 11, Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary named after V. P. Polyakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0002-7597-7954; **Khokhlov Sergey M.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University (Samara, Russia), ORCID: 0000-0001-6000-620X.