

## ОЦЕНКА ФУНКЦИИ ЭНДОТЕЛИЯ, ЭЛАСТИЧНОСТИ СОСУДИСТОЙ СТЕНКИ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ГОДОВОЙ ПРОГНОЗ У БОЛЬНЫХ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА ПРИ ОБСТРУКТИВНОМ И НЕОБСТРУКТИВНОМ ПОРАЖЕНИИ КРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

© О.А. Фомина<sup>1</sup>, С.С. Якушин<sup>2</sup>

ГБУ РО Областной клинический кардиологический диспансер, Рязань, Россия (1)  
ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет  
им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия (2)

**Цель.** Провести сравнительный анализ состояния функции эндотелия (ФЭ), эластичности сосудистой стенки и их влияния на годовой прогноз у больных с инфарктом миокарда (ИМ) при обструктивном и необструктивном поражении коронарных артерий (КА).

**Материалы и методы.** На первом этапе было отобрано 206 пациентов с диагнозом ИМ, из них 103 пациента без обструктивного поражения КА (ИМБОКА) по результатам коронароангиографии и 103 пациента – с ИМ и обструктивным поражением КА (ИМОКА). Методом случайных чисел было отобрано 59 пациентов (34 пациента – из первой группы, 25 – из второй), у которых проведена оценка ФЭ и эластических свойств артериальной стенки. Исходно пациенты обеих групп были сопоставимы по возрастно-половой и клинико-анамнестическим характеристикам, а также по частоте применения основных групп лекарственных препаратов, влияющих на прогноз. Изучался годовой прогноз пациентов двух групп в зависимости от наличия/отсутствия функциональных и морфологических изменений сосудистой стенки.

**Результаты.** У больных ИМБОКА при оценке ФЭ индекс окклюзии по амплитуде (ИОА) ниже пороговых значений зарегистрирован в 22 из 34 (64,7%) случаев ИМБОКА и в 22 из 25 – при ИМОКА (88,0%,  $p < 0,05$ ). При этом, средние значения ИОА составили 1,7 (1,5; 2,3) и 1,4 (1,2; 1,8) соответственно ( $p < 0,05$ ). Значения сдвига фаз между каналами в двух группах ниже нормальных значений встречались одинаково часто (88,2 и 88,0%,  $p > 0,05$ ) и сравнение средних величин данного показателя статистического значимого различия также не выявило. Расчетный индекс аугментации, приведенный к пульсу 75 ударов в минуту ( $A_{Ip75}$ ), в изучаемых группах составил 12,5 (9,9; 17,9) и 18,8 (12,9; 20,8) соответственно ( $p > 0,05$ ). Снижение эластичности сосудистой стенки в группе ИМБОКА встречалось у 82,4% пациентов, при ИМОКА – в 100% случаев, ( $p < 0,05$ ). Статистически значимых различий в частоте сердечно-сосудистых событий в течение года в группах зарегистрировано не было ( $p > 0,05$ ).

**Заключение.** Функциональные изменения сосудистой стенки (эндотелиальная дисфункция и снижение эластичности сосудистой стенки) у пациентов с ИМБОКА были зарегистрированы почти в 2/3 случаев, однако при ИМОКА их частота еще выше (88,0%). Годовой прогноз в изучаемых группах с ИМБОКА и ИМОКА не различался.

**Ключевые слова:** инфаркт миокарда; ИМБОКА; функция эндотелия; эластичность сосудистой стенки; прогноз.



## EVALUATION OF ENDOTHELIAL FUNCTION, OF ELASTICITY OF VESSEL WALL AND THEIR INFLUENCE ON ONE-YEAR PROGNOSIS OF PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION WITH OBSTRUCTIVE AND NON-OBSTRUCTIVE CORONARY ARTERIES

O.A. Fomina<sup>1</sup>, S.S. Yakushin<sup>2</sup>

Regional Clinical Cardiology Dispensary, Ryazan, Russia (1)  
Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia (2)

**Aim.** To carry out comparative analysis of the state of the endothelial function (EF), elasticity of the vessel wall and their influence on one-year prognosis of patients with myocardial infarction (MI) with obstructive and non-obstructive coronary arteries (CA).

**Materials and Methods.** In the first stage, 206 patients were selected diagnosed with MI, of them 103 patients with MI with non-obstructive CA (MINOCA) according to the results of coronarography, and 103 patients with MI with obstructive CA (MIOCA). Using the method of random numbers, 59 patients were selected (34 patients of the first group and 25 of the second group), in whom EF and elastic properties of the arterial wall were evaluated. Patients of both groups were initially comparable in age, gender, clinical and anamnestic characteristics, and also in frequency of application of the main groups of medical drugs that influence prognosis. One-year prognosis of the two groups of patients was studied depending on the presence/absence of functional and morphological alterations of the vessel wall.

**Results.** In evaluation of EF in patients MINOCA, the occlusion index by amplitude (OIA) below threshold values was recorded in 22 of 34 (64.7%) cases of MINOCA and in 22 of 25 (88.0%,  $p < 0.05$ ) cases of MIOCA. Here, the average values of OIA were 1.7 (1.5; 2.3) and 1.4 (1.2; 1.8), respectively ( $p < 0.05$ ). The values of phase shifts between the channels below the norm were equally frequent in two groups (88.2 and 88.0%,  $p > 0.05$ ), and comparison of the average values of this parameter did not show any statistically significant difference. The calculated augmentation index normalized to the pulse rate 75 beats per minute (AIP75), in the study groups was 12.5 (9.9; 17.9) and 18.8 (12.9; 20.8), respectively ( $p > 0.05$ ). Reduction of the elasticity of the vessel wall in the group with MINOCA was noted in 82.4% of patients, in the group MIOCA – in 100% of cases ( $p < 0.05$ ). No statistically significant differences were found in the frequency of cardiovascular events between the groups during a year ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion.** Functional alterations of the vessel wall (endothelial dysfunction and reduction of elasticity of the vessel wall) in patients with MINOCA were recorded almost in 2/3 of cases, however, their incidence in MIOCA was still higher (88.0%). The one-year prognosis in the study groups MINOCA and MIOCA showed no differences.

**Keywords:** myocardial infarction, MIOCA; MINOCA; endothelial function; elasticity of vessel wall; prognosis.

Функция эндотелия (ФЭ) является интегральным показателем атерогенных и атеропротекторных факторов, которые играют ключевую роль во всех фазах атеросклероза [1]. Одним из признаков эндотелиальной дисфункции (ЭД) является нарушение регуляции сосудистого тонуса из-за дисбаланса в высвобождении вазодилата-

торов и сосудосуживающих агентов в ответ на различные раздражители [2], что было показано в исследовании по моделированию ишемии на лабораторных крысах [3]. Имеются данные, что пациенты с нарушением эластичности сосудистой стенки имеют более высокие показатели неблагоприятных сердечно-сосудистых событий по

сравнению с пациентами с сохраненной эластичностью сосудистой стенки [4].

В последние годы высокую медико-социальную эффективность показало применение рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ишемической болезни сердца [5]. Так, при инфаркте миокарда (ИМ) в подавляющем большинстве случаев по результатам коронароангиографии (КАГ) выявляется обструктивное (стеноз более 50%) поражение инфаркт-связанной коронарной артерии (КА) [6]. С другой стороны, по данным литературы [6-8], в среднем, в 6% случаев ИМ развивается при неизмененных КА или их нестенозирующем поражении (стеноз менее 50%) – инфаркт миокарда без обструктивного поражения коронарных артерий (ИМБОКА). При ИМ, обусловленным атеросклеротическим поражением КА, патогенетической основой являются нарушения морфологического и функционального состояния сосудистой стенки. Тем не менее, даже при отсутствии явного поражения КА по данным КАГ, ЭД как эпикардиальных КА, так и микроциркуляторного русла, является независимым предиктором развития сердечно-сосудистых событий (включают летальность от сердечно-сосудистых причин, ИМ, инсульт и нестабильная стенокардия) [9,10]. В доступной нам литературе мы не встретили данных сравнительного анализа по изучению ФЭ у пациентов с ИМБОКА и ИМ с обструктивным поражением КА (ИМОКА), в связи с чем представляется целесообразным изучение основных параметров ФЭ и эластичности сосудистой стенки у больных ИМ в зависимости от степени обструкции КА.

В основе неинвазивного определения ФЭ лежит оценка воздействия оксида азота, как основного сосудорасширяющего медиатора, на гладкую мускулатуру стенки сосуда в ответ на ишемию. Учитывая, что ЭД носит генерализованный характер, и оценивая состояния эндотелия на любом участке сосудистого русла, можно делать выводы о состоянии ФЭ на уровне КА, как эпикардиальных, так и на микроциркуляторном уровне [1,11].

*Цель* – провести сравнительный анализ состояния функции эндотелия и эластичности сосудистой стенки и их влияния на 12-месячный прогноз у больных с инфарктом миокарда при обструктивном и необструктивном поражении коронарных артерий.

### Материалы и методы

Исследование является ретроспективным с элементами проспективного, одобрено Локальным этическим комитетом на базе ГБУ РО Областной клинический кардиологический диспансер 15.11.2017 (протокола №11). На первом этапе было отобрано 206 пациентов, госпитализированных в стационары г. Рязани с диагнозом ИМ, установленным на основании Четвертого универсального определения ИМ [12]. По результатам КАГ пациенты были сформированы две группы: в I группу включено 103 пациента без обструктивного поражения КА (стеноз до 50% или без признаков атеросклеротического поражения), во вторую – 103 пациента с обструктивным поражением КА. Пациентам II группы (ИМОКА) в 100% случаев проведена реваскуляризация миокарда. Вторая группа пациентов подбиралась методом копи-пара относительно первой группы.

Далее методом случайных чисел были отобраны 34 пациента из первой группы и 25 – из второй. Полученные группы были сопоставимы между собой по возрасту, полу, классификационной форме ИМ (Q-ИМ, не-Q-ИМ), ишемическому анамнезу, факторам риска и частоте приема лекарственных препаратов (за исключением ацетилсалициловой кислоты, табл. 1). Ведение пациентов не выходило за рамки процедур, рекомендуемых при данной патологии. Информированное согласие пациенты (или их законные представители) подписывали при поступлении в стационар.

Во время госпитализации, в течение 5 суток после установления диагноза ИМ, данным пациентам проводилась окклюзионная проба для оценки ФЭ методом фотоплетизмографии и контурный анализ пульсовой волны (КАПВ) для изучения эластических свойств артериальной стенки

Таблица 1

**Клинико-демографическая характеристика исследуемых групп пациентов**

| Параметры  | ИМБОКА            | ИМОКА             |
|--|-------------------|-------------------|
| n  | 34                | 25                |
| Возраст, М (Q1; Q3), лет                                 | 58,6 (48,5; 67,7) | 59,7 (53,2; 66,6) |
| Мужчины, n (%)   | 23 (67,6)         | 13 (52,0)         |
| <b>Клинический диагноз при поступлении</b>               |                   |                   |
| ИМ с подъемом сегмента ST на электрокардиограмме, n (%)  | 22 (64,7)         | 13 (52,0)         |
| ИМ без подъема сегмента ST на электрокардиограмме, n (%) | 12 (35,3)         | 12 (48,0)         |
| <b>Заключительный клинический диагноз</b>                |                   |                   |
| ИМ с формированием зубца Q, n (%)                        | 15 (44,1)         | 13 (52,0)         |
| ИМ без формирования зубца Q, n (%)                       | 19 (55,9)         | 12 (48,0)         |
| <b>Ишемический анамнез</b>                               |                   |                   |
| Стенокардия напряжения, n (%)                            | 16 (47,1)         | 8 (32,0)          |
| Постинфарктный кардиосклероз, n (%)                      | 5 (14,7)          | 4 (16,0)          |
| Фибрилляция предсердий, n (%)                            | 8 (23,5)          | 2 (8,0)           |
| Хроническая сердечная недостаточность, n (%)             | 5 (14,7)          | 1 (4,0)           |
| <b>Факторы риска</b>                                     |                   |                   |
| Артериальная гипертензия, n (%)                          | 27 (79,4)         | 20 (80,0)         |
| Курение, n (%)   | 13 (38,2)         | 12 (48,0)         |
| Сахарный диабет, n (%)                                   | 7 (20,6)          | 4 (16,0)          |
| Ожирение, n (%)  | 12 (35,3)         | 4 (16,0)          |
| Отягощенная наследственность, n (%)                      | 7 (20,6)          | 8 (32,0)          |
| <b>Принимаемые лекарственные препараты</b>               |                   |                   |
| Статины, n (%)   | 29 (85,2)         | 23 (92,0)         |
| иАПФ или БРА II, n (%)                                   | 25 (73,5)         | 22 (88,0)         |
| Бета-адреноблокаторы, n (%)                              | 23 (67,6)         | 18 (72)           |
| Ацетилсалициловая кислота, n (%)                         | 24 (70,6)         | 25 (100)          |

*Примечание:* уровень статистической значимости (p), за исключением ацетилсалициловой кислоты, во всех случаях  $>0,05$ ; иАПФ – ингибитор ангиотензинпревращающего фермента, БРА II – блокатор рецепторов ангиотензина II

на аппаратно-программном комплексе Ангиоскан-01 (ООО «Ангиоскан-электроникс», Россия). [10]. Исследование проводилось по стандартной методике: в теплой, тихой, затемненной комнате в утренние часы, натощак, после 10-15-минутного отдыха пациента, в положении сидя после предварительного измерения артериального давления стандартным осциллометрическим методом. При проведении окклюзионной пробы на концевые фаланги указательных пальцев обеих рук, находящихся на уровне сердца, устанавливались светодиодные датчики: датчик канала №1 на палец правой руки, №2 – левой руки. Регистрировался исходный сигнал пульсовых волн, после чего проводилась окклюзия правой плечевой артерии посредством надува манжеты тонометра до

давления выше 50 мм рт. ст. исходного систолического, в течение 5 минут.

Далее давление в манжете уменьшали, и в течение 3 минут после окклюзии регистрировали пульсовые волны объема. Проводилась оценка увеличения амплитуды сигнала с указательного пальца правой руки, где проводилась окклюзия. Индекс окклюзии по амплитуде (ИОА) рассчитывался с поправками на сигнал от канала №2, который являлся контрольным. Пороговое значение данного показателя равно 2,0 и более, свидетельствует о сохраненной ФЭ на уровне мелких резистивных артерий и артериол. С физиологических позиций ИОА характеризует увеличение кровенаполнения артерий в ответ на выработку монооксида азота после проведенной окклю-

зии. Для оценки ФЭ на уровне средних артерий мышечного типа определялся индекс окклюзии с запаздыванием по фазе (сдвиг фаз), его норма – 10 мс и более. В основе расчета данного показателя лежит замедление скорости распространения пульсовой волны дистальнее места окклюзии (артерии среднего калибра) за счет снижения тонуса гладкомышечных элементов сосудистой стенки под действием монооксида азота.

При проведении КАПВ после измерения артериального давления на концевую фалангу указательного пальца правой руки устанавливался оптический датчик канала №1. Для оценки эластических свойств артериальной стенки оценивался индекс аугментации (A<sub>pr</sub>), как интегральный показатель жесткости артериальной стенки, отображающий вклад поздней систолической волны в пульсовое артериальное давление и позволяющий количественно оценить тип кривой пульсовой волны. При высокой жесткости сосудистой стенки растет скорость пульсовой волны и A<sub>pr</sub> имеет положительные значения (тип А или тип В пульсовой волны). При сохраненной эластичности артериальной стенки A<sub>pr</sub> имеет отрицательное значение (тип С пульсовой волны). Для получения сравнимых значений использовался расчетный A<sub>pr</sub>, приведенный к пульсу 75 ударов в минуту (A<sub>pr</sub>75).

Проведена оценка прогноза (12 месяцев) пациентов двух групп, при сохраненной и нарушенной ФЭ артерий среднего калибра и на микроциркуляторном уровне, а также при сохраненной эластичности сосудистой стенки и при ее повышенной жесткости. Изучалась комбинированная конечная точка (ККТ), включающая в себя следующие показатели: леталь-

ность от сердечно-сосудистых причин, ИМ, нарушение мозгового кровообращения и нестабильная стенокардия.

Полученные данные обрабатывались в программе Microsoft Excel 2016. Статистическая обработка данных осуществлялась посредством пакета программ IBM SPSS Statistics 10.0. Средние значения количественных показателей при отличном от нормального распределения представлены в виде медианы (М), верхнего (Q3) и нижнего (Q1) квартилей, сопоставлялись посредством теста Манна-Уитни. Качественные характеристики выражены в абсолютных значениях (n) и процентах от общего количества пациентов в группе; при их сравнительном анализе статистический уровень значимости (p) оценивался по показателю хи-квадрата Пирсона с использованием построения таблиц сопряженности. В случае, когда значения хотя бы одного из критериев составляли <10 вносились поправки Yates; при значениях <5 рассчитывался точный критерий Фишера. С целью анализа неблагоприятных исходов использовалась регрессионная модель пропорциональных рисков Кокса. Статистически значимыми различия считались при значениях p<0,05.

### Результаты и их обсуждение

По результатам окклюзионной пробы у больных с ИМБОКА значения ИОА менее 2,0 (свидетельствуют о наличии ЭД на уровне мелких резистивных артерий и артериол) зарегистрированы в 22 из 34 случаев (64,7%), тогда как у пациентов с ИМОКА – в 22 из 25 (88%, p=0,04). При оценке количественного показателя ИОА у пациентов обеих групп средние значения оказались ниже нормы, однако ИОА в группе ИМБОКА был выше (p=0,02, табл. 2).

Таблица 2

### Сравнение показателей ИОА и сдвига фаз между каналами в исследуемых группах

| Параметры                                | ИМБОКА           | ИМОКА             | p    |
|--|------------------|-------------------|------|
| n  | 34               | 25                | -    |
| ИОА, М (Q1; Q3)                          | 1,7 (1,5; 2,3)   | 1,4 (1,2; 1,8)    | 0,02 |
| Индекс окклюзии канал №1, М (Q1; Q3)     | 2,1 (1,8; 2,7)   | 1,6 (1,3; 2,1)    | 0,01 |
| Индекс окклюзии канал №2, М (Q1; Q3)     | 1,2 (1,0; 1,4)   | 1,2 (1,0; 1,3)    | 0,90 |
| Сдвиг фаз между каналами, мс, М (Q1; Q3) | -4,9 (-8,5; 0,3) | -5,7 (-8,6; -3,0) | 0,50 |



При сравнении функционального состояния эндотелия на уровне эпикардиальных артерий нарушения выявлены также в обеих сравниваемых группах. Анализ величины показателя сдвига фаз между каналами показал уменьшение ее значений у больных с ИМ независимо от степени поражения КА атеросклеротическим процессом ( $p=0,5$ , табл. 2). Следует отметить, что в группе ИМБОКА у 30 из 34 (88,2%) пациентов была зарегистрирована ЭД на уровне артерий среднего калибра, в группе ИМОКА – у 22 из 25 (88,0%) пациентов ( $p>0,05$ ).

При проведении КАПВ APr75 оценивался как основной показатель эластич-

ности сосудистой стенки. В исследуемых группах APr75 имел средние положительные значения (что свидетельствует о снижении эластических свойств и увеличении жесткости сосудистой стенки) без статистически значимых различий ( $p>0,05$ ). В большинстве случаев в обеих группах регистрировался тип кривой А (в 79,4% и 92,0% случаев соответственно, табл. 3). Однако, следует отметить, что в группе ИМБОКА снижение эластичности сосудистой стенки встречалось у 82,4% пациентов, тогда как при обструктивном поражении КА снижение эластичности имело место в 100% случаях ( $p<0,05$ ).

Таблица 3

### Сравнение показателей КАПВ в исследуемых группах

| Параметры                    | ИМБОКА           | ИМОКА             | p    |
|------------------------------|------------------|-------------------|------|
| N                            | 34               | 25                | -    |
| APr75, М (Q1; Q3)            | 12,5 (9,9; 17,9) | 18,8 (12,9; 20,8) | 0,06 |
| Тип А пульсовой волны, n (%) | 27 (79,4)        | 23 (92,0)         | 0,17 |
| Тип В пульсовой волны, n (%) | 0                | 0                 | -    |
| Тип С пульсовой волны, n (%) | 7 (20,6)         | 2 (8,0)           | 0,17 |

При оценке прогноза пациентов с ИМБОКА при сохраненной и нарушенной ФЭ на микроциркуляторном уровне за 12 месяцев ККТ была зарегистрирована у 7 из 12 (58,3%) пациентов с сохраненной ФЭ против 11 из 22 (50%) с нарушенной ФЭ ( $p>0,05$ ). При ИМОКА ККТ в течении года была зарегистрирована у 1 из 3 (33,3%) пациентов с неизменной ФЭ, и у 13 из 22 (59,1%) с ЭД ( $p>0,05$ ). При анализе годового прогноза пациентов с ИМБОКА при сохраненной и нарушенной ФЭ на уровне эпикардиальных артерий сердечно-сосудистые события были зарегистрированы у 50,0 и 53,3% пациентов соответственно ( $p>0,05$ ). Аналогичные показатели наблюдаются во второй группе, где ККТ при сохраненной ФЭ встречалась у 66,7% пациентов, при ЭД – в 50,0% случаев ( $p>0,05$ ).

У 4 из 6 (66,7%) пациентов с ИМБОКА при сохраненной эластичности сосудистой стенки наблюдалась ККТ, и данный показатель не имел статистически значимых различий с пациентами, у которых

имела место повышенная жесткость сосудистой стенки (14 из 28 (50,0%),  $p>0,05$ ). Среди всех пациентов с обструктивным поражением КА и ригидностью сосудистой стенки сердечно-сосудистые события регистрировались с сопоставимой частотой (у 14 пациентов из 25 (56,0%)  $p>0,05$ ).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что несмотря на отсутствие или незначительное поражение КА (стеноз до 50%) атеросклеротическим процессом у больных с ИМБОКА имеет место нарушение ФЭ как на уровне эпикардиальных артерий, так и на микроциркуляторном уровне, которое встречается в 88,2% и 64,7% случаев соответственно. Следует отметить, что при ИМОКА по сравнению с ИМБОКА наблюдается более частая встречаемость ЭД на уровне мелких резистивных артерий и артериол, что может объясняться большими структурными изменениями КА у данных больных.

Результаты КАПВ свидетельствуют о повышении жесткости артериальной стен-

ки, в равной степени выраженной у больных с ИМБОКА и ИМОКА. Однако, при необструктивном поражении КА снижение эластичности сосудистой стенки встречается статистически значимо реже – в 82,4% случаев ( $p < 0,05$ ) в отличие от второй группы, где данное нарушение имеет место у всех пациентов (100%). Это еще раз подтверждает *более выраженные морфологические и функциональные изменения сосудистой стенки у больных с обструктивным поражением КА.*

В ходе нашего исследования оценивалось влияние ЭД и снижения эластичности сосудистой стенки на прогноз. Полученные данные свидетельствуют о том, что ЭД, как на микроциркуляторном уровне, так и на уровне эпикардиальных артерий не определяет прогноз пациентов при необструктивном поражении КА ( $p > 0,05$ ). Между снижением эластичности сосудистой стенки и прогнозом пациентов взаимосвязь также не выявлена ( $p > 0,05$ ). При анализе влияния ЭД и ригидности сосудистой стенки в группе ИМОКА на частоту встречаемости ККТ статистически значимой разницы также не получено ( $p > 0,05$ ). Однако, в других работах ЭД у пациентов с гемодинамически незначимым поражением КА статистически значимо ухудшала прогноз в сравнении с пациентами с нормальной ФЭ [9,10]. Полученные противоречия возможно объяснить ограничением нашего исследова-

ния, связанного с определением прогноза у небольшого количества больных.

### Заключение

У пациентов с инфарктом миокарда при необструктивном поражении коронарных артерий, также как и при инфаркте миокарда с обструктивным поражением коронарных артерий выявлены признаки эндотелиальной дисфункции на всей протяженности коронарных артерий; при этом, в меньшей степени – на микроциркуляторном уровне, в сопоставимой степени – на уровне эпикардиальных артерий. Также в обеих группах имеет место снижение эластичности сосудистой стенки, однако при необструктивном поражении коронарных артерий ригидность артериальной стенки наблюдается значительно реже.

Таким образом, можно предположить, что эндотелиальная дисфункция и снижение эластичности сосудистой стенки как патофизиологические механизмы встречаются при инфаркте миокарда с необструктивным поражением коронарных артерий, но реже, чем при инфаркте миокарда с обструктивным поражением коронарных артерий. Самостоятельного влияния эндотелиальная дисфункция (как на микроциркуляторном уровне, так и на уровне эпикардиальных артерий) на прогноз больных с инфарктом миокарда в нашем исследовании не оказало (как при обструктивном поражении коронарных артерий, так и без такового).

### Литература

1. Matsuzawa Y., Lerman A. Endothelial dysfunction and coronary artery disease: assessment, prognosis and treatment // *Coronary Artery Disease*. 2014. Vol. 25, №8. P. 713-724. doi:10.1097/MCA.000000000000178
2. Furchgott R.F., Zawadzki J.V. The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine // *Nature*. 1980. Vol. 288, №5789. P. 373-376. doi:10.1038/288373a0
3. Пшенников А.С., Деев Р.В. Морфологическая иллюстрация изменений артериального эндотелия на фоне ишемического и реперфузионного повреждений // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2018. Т. 26, №2. С. 184-194. doi:10.23888/PAVLOVJ2018262184-194
4. Laurent S., Boutouyrie P., Lacolley P. Structural and genetic bases of arterial stiffness // *Hypertension*. 2005. Vol. 45, №6. P. 1050-1055. doi:10.1161/01.HYP.0000164580.39991.3d
5. Голощапов-Аксенов Р.С., Кича Д.И. Совершенствование рентгенохирургической помощи больным с сердечно-сосудистыми заболеваниями (опыт Московской области) // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2019. Т. 7, №1. С. 59-65. doi:10.23888/HMJ20197159-65
6. Ibanez B., James S., Agewall S., et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) // *European Heart Journal*.

2018. Vol. 39, №2. P. 119-177. doi:10.1093/eurheartj/ehx393
7. Якушин С.С. Инфаркт миокарда с неструктурным поражением коронарных артерий (MINOCA) – модный термин или новая диагностическая концепция? // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2018. Т. 14, №5. С. 765-773. doi:10.20996/1819-6446-2018-14-5-765-773
  8. Pasupathy S., Air T., Dreyer R.P., et al. Systematic review of patients presenting with suspected myocardial infarction and nonobstructive coronary arteries // *Circulation*. 2015. Vol. 131, №10. P. 861-870. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011201
  9. Halcox J.P., Schenke W.H., Zalos G., et al. Prognostic value of coronary vascular endothelial dysfunction // *Circulation*. 2002. Vol. 106, №6. P. 653-658. doi:10.1161/01.CIR.0000025404.78001.D8
  10. Targonski P.V., Bonetti P.O., Pumper G.M., et al. Coronary endothelial dysfunction is associated with an increased risk of cerebrovascular events // *Circulation*. 2003. Vol. 107, №22. P. 2805-2809. doi:10.1161/01.CIR.0000072765.93106.EE
  11. Парфенов А.С. Ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний с использованием аппаратно-программного комплекса «Ангиоскан-01» // Поликлиника. 2012. №2. С. 70-74.
  12. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018) // *European Heart Journal*. 2019. Vol. 40, №3. P. 237-269. doi:10.1093/eurheartj/ehy462
- References**
1. Matsuzawa Y, Lerman A. Endothelial dysfunction and coronary artery disease: assessment, prognosis and treatment. *Coronary Artery Disease*. 2014;25(8):713-24. doi:10.1097/MCA.0000000000000178
  2. Furchgott RF, Zawadzki JV. The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature*. 1980;288(5789):373-6. doi:10.1038/288373a0
  3. Pshennikov AS, Deev RV. Morphological illustration of alterations in the arterial endothelium in ischemic and reperfusion injuries. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2018;26(2):184-94. (In Russ). doi:10.23888/PAVLOVJ2018262184-194
  4. Laurent S, Boutouyrie P, Lacolley P. Structural and genetic bases of arterial stiffness. *Hypertension*. 2005;45(6):1050-5. doi:10.1161/01.HYP.0000164580.39991.3d
  5. Goloshapov-Aksionov RS, Kicha DI. Improvement of endovascular care to patients with cardiovascular disease (experience of the Moscow region). *Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(1):59-65. (In Russ). doi:10.23888/HMJ20197159-65
  6. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 2018;39(2):119-77. doi:10.1093/eurheartj/ehx393
  7. Yakushin SS. Myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA) – a trendy term or a new diagnostic concept? *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2018;14(5):765-73. (In Russ). doi:10.20996/1819-6446-2018-14-5-765-773
  8. Pasupathy S, Air T, Dreyer RP, et al. Systematic review of patients presenting with suspected myocardial infarction and nonobstructive coronary arteries. *Circulation*. 2015;131(10):861-70. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011201
  9. Halcox JP, Schenke WH, Zalos G, et al. Prognostic value of coronary vascular endothelial dysfunction. *Circulation*. 2002;106(6):653-8. doi:10.1161/01.CIR.0000025404.78001.D8
  10. Targonski PV, Bonetti PO, Pumper GM, et al. Coronary endothelial dysfunction is associated with an increased risk of cerebrovascular events. *Circulation*. 2003;107(22):2805-9. doi:10.1161/01.CIR.0000072765.93106.EE
  11. Parfenov AS. Rannaya diagnostika serdechno-sosudistikh zabolevaniy s ispol'zovaniyem apparatno-programmnogo kompleksa «Angioskan-01». *Poliklinika*. 2012;(2):70-4. (In Russ).
  12. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *European Heart Journal*. 2019;40(3):237-69. doi:10.1093/eurheartj/ehy462

## Дополнительная информация [Additional Info]

**Источник финансирования.** Бюджет ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России. [Financing of study. Budget of Ryazan State Medical University.]

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи. [Conflict of interests. The authors declare no actual and potential conflict of interests which should be stated in connection with publication of the article.]

**Участие авторов.** Фомина О.А. – сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, Якушин С.С. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование. [Participation of authors. O.A. Fomina – collection and processing of the material, statistical processing, writing the text, S.S. Yakushin – concept and design of the study, writing the text, editing.]



## Информация об авторах [Authors Info]

**\*Фомина Ольга Анатольевна** – врач-кардиолог, ГБУ РО Областной клинический кардиологический диспансер, Рязань, Россия. [Olga A. Fomina – Cardiologist, Regional Clinical Cardiology Dispensary, Ryazan, Russia.]  
ORCID ID: 0000-0002-2570-7737. E-mail: ol.an.fomina@gmail.com

**Якушин Сергей Степанович** – д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии с курсом медико-социальной экспертизы, ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Sergey S. Yakushin – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Hospital Therapy with a Course of Medical and Social Expertise, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 7726-7198, ORCID ID: 0000-0002-1394-3791, Researcher ID: A-9290-2017.

**Цитировать:** Фомина О.А., Якушин С.С. Оценка функции эндотелия, эластичности сосудистой стенки и их влияния на годовой прогноз у больных с инфарктом миокарда при обструктивном и необструктивном поражении коронарных артерий // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2020. Т. 28, №4. С. 488-496. doi:10.23888/PAVLOVJ2020284488-496

**To cite this article:** Fomina OA, Yakushin SS. Evaluation of endothelial function, of elasticity of vessel wall and their influence on one-year prognosis of patients with myocardial infarction with obstructive and non-obstructive coronary arteries. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2020;28(4):488-96. doi:10.23888/PAVLOVJ2020284488-496

**Поступила/Received:** 14.09.2020  
**Принята в печать/Accepted:** 01.12.2020