

УДК 616.132

DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov321811>

Прогностическое значение изменений коронарного кровотока у пациентов с сохраненной фракцией выброса

Е.С. Калинина^{1, 2}, А.В. Загatina¹, С.А. Сайганов²¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский кардиологический центр «Медика», Санкт-Петербург, Россия;² Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

Обоснование. Измерение фракции выброса при эхокардиографическом исследовании позволяет оценить глобальную сократимость левого желудочка. Снижение данного показателя свидетельствует о неблагоприятном прогнозе у пациентов, а в диапазоне нормальных значений этот параметр теряет свою прогностическую значимость. Для пациентов с нормальной фракцией выброса необходима разработка других прогностических методов.

Цель исследования — изучить влияние изменений параметров коронарного кровотока, измеренных при помощи доплерографического исследования, у пациентов с сохраненной фракцией выброса левого желудочка в прогнозировании неблагоприятных исходов в течение года.

Материалы и методы. В проспективное исследование включали пациентов, направленных на эхокардиографию в 2019–2020 гг. и наблюдавшихся в Санкт-Петербургском научно-исследовательском кардиологическом центре «Медика». Критерием включения был возраст старше 18 лет, критерием исключения — снижение фракции выброса левого желудочка менее 53 %. Помимо стандартной эхокардиографии использовали доплерографию для исследования скоростных показателей кровотока в коронарных артериях. Срок наблюдения составил 1 год. В исследуемую подгруппу пациентов вошли 453 человека.

Результаты. За год наблюдения произошло 89 случаев спонтанных неблагоприятных событий, таких как смерть, инфаркт миокарда, нарастающая сердечная недостаточность, в том числе 19 летальных исходов. Умершие пациенты были старше выживших (средний возраст составил $76,6 \pm 8,6$ против $59,3 \pm 15,5$ лет; $p < 0,000001$), обладали меньшей глобальной продольной функцией ($-13,8 \pm 4,3$ против $-18,3 \pm 3,6$ %; $p < 0,000001$), большим индексом объема левого предсердия ($54,6 \pm 15,5$ против $36,5 \pm 13,1$ мл/м²; $p < 0,000000$), большим давлением в легочной артерии ($39,5 \pm 14,7$ против $29,5 \pm 8,1$ мм рт. ст.; $p < 0,000000$), большим индексом массы миокарда левого желудочка ($108,7 \pm 37,2$ против $88,1 \pm 24,1$ г/м², $p < 0,000000$) и нарушением диастолической функции [отношением скорости кровотока через митральный клапан в первую (раннюю) фазу наполнения левого желудочка и усредненной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана $13,6 \pm 7,1$ против $9,4 \pm 4,4$; $p < 0,000000$], а также достоверно большей скоростью кровотока в передней межжелудочковой артерии ($78,0 \pm 39,0$ против $50,0 \pm 25,4$ см/с; $p < 0,000007$). Только возраст и скорость кровотока в передней межжелудочковой артерии были независимыми предикторами смерти и инфаркта миокарда ($p < 0,004$).

Заключение. Скоростные показатели кровотока в передней межжелудочковой артерии являются значимым прогностическим параметром краткосрочных спонтанных событий, включая смерть, у пациентов с сохраненной фракцией выброса.

Ключевые слова: фракция выброса; сохраненная фракция выброса; коронарные артерии; коронарный кровоток; скорость коронарного кровотока; эхокардиография.

Как цитировать:

Калинина Е.С., Загatina А.В., Сайганов С.А. Прогностическое значение изменений коронарного кровотока у пациентов с сохраненной фракцией выброса // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2023. Т. 15. № 2. С. 79–86. DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov321811>

DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov321811>

Prognostic value of changes in coronary blood flow in patients with preserved ejection fraction

Elena S. Kalinina^{1, 2}, Angela V. Zagatina¹, Sergej A. Sayganov²¹ Saint Petersburg Research Center of Cardiology "Medika", Saint Petersburg, Russia;² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: The measurement of the left ventricular ejection fraction during at echocardiographic study evaluates global contractility. A decrease in this parameter indicates a poor prognosis. However, in the range of normal values, the left ventricular ejection fraction loses prognostic significance. This category of patients requires the development of other prognostic methods.

AIM: To explore the effect of changes in coronary blood flow parameters measured using dopplerography in patients with preserved left ventricular ejection fraction in predicting adverse outcomes over the next year.

MATERIALS AND METHODS: The prospective study included patients referred for echocardiography in 2019–2020 followed up at the Saint Petersburg Research Center of Cardiology "Medika". The inclusion criterion was age over 18 years. A decrease in left ventricular ejection fraction of less than 53% was an exclusion criterion. In addition to standard echocardiography, dopplerography has been used to study the velocity parameters of blood flow in the coronary arteries. The observation period was 1 year.

RESULTS: The control group included 453 patients. During the year of observation, 89 cases of spontaneous adverse events (death / myocardial infarction / progressive heart failure) occurred, including 19 deaths. The patients who died were older (76.6 ± 8.6 vs. 59.3 ± 15.5 years; $p < 0.000001$), with lower global longitudinal function ($-13.8 \pm 4.3\%$ vs. $-18.3 \pm 3.6\%$, $p < 0.000001$), with a large volume index of the left atrium (54.6 ± 15.5 vs. 36.5 ± 13.1 ml/m²; $p < 0.000000$), high pressure in the pulmonary artery (39 ± 14.7 vs. 29.5 ± 8.1 mmHg; $p < 0.000000$), high left ventricular myocardial mass index (108.7 ± 37.2 vs. 88.1 ± 24.1 g/m², $p < 0.000000$) and impaired diastolic function [the ratio of blood flow velocity through the mitral valve in the first (early) phase of left ventricular filling and the average velocity of the mitral valve fibrous ring 13.6 ± 7.1 vs. 9.4 ± 4.4 ; $p < 0.000000$]. The blood flow velocity in the anterior interventricular artery was significantly higher (78.0 ± 39.0 vs. 50.0 ± 25.4 cm/s, $p < 0.000007$). Only age and flow velocity in anterior interventricular artery were independent predictors of death / myocardial infarction ($p < 0.004$).

CONCLUSIONS: Velocity parameters in the anterior interventricular artery are a significant predictor of short-term spontaneous events, including death, in patients with preserved ejection fraction.

Keywords: ejection fraction; preserved ejection fraction; coronary artery; coronary flow; coronary flow velocity; echocardiography.

To cite this article:

Kalinina ES, Zagatina AV, Sayganov SA. Prognostic value of changes in coronary blood flow in patients with preserved ejection fraction. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2023;15(2):79–86. DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov321811>

ОБОСНОВАНИЕ

На настоящий момент фракция выброса левого желудочка является одним из основных параметров, измеряемых при рутинной эхокардиографии. Оценку сократительной способности левого желудочка широко используют для диагностики сердечной недостаточности. Снижение данного параметра свидетельствует о неблагоприятном прогнозе у пациентов. Однако в диапазоне нормальных значений прогностическая точность фракции выброса серьезно снижается [1]. Ранее были опубликованы исследования с оценкой коронарного кровотока при помощи цветной и импульсно-волновой доплерографии, показавшие значимость этого параметра в прогнозировании и диагностике неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [2–4]. Авторы настоящего исследования уже отмечали дополнительную прогностическую ценность скорости коронарного кровотока и определяли совместное влияние этого показателя и фракции выброса левого желудочка на риск развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у различных групп пациентов [6].

Цель исследования — изучить значимость изменений параметров коронарного кровотока, измеренных при помощи доплерографического исследования, у пациентов с сохраненной фракцией выброса левого желудочка в прогнозировании неблагоприятных исходов в течение года.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективное, одноцентровое когортное исследование с апреля 2019 по март 2020 г. включали всех пациентов, направленных на эхокардиографию, которые в дальнейшем наблюдались в Санкт-Петербургском научно-исследовательском кардиологическом центре «Медика». Критериями включения были возраст старше 18 лет и информированное согласие на участие в исследовании. Критериями исключения были:

- снижение фракции выброса левого желудочка менее 53 %;
- гемодинамически значимая клапанная патология;
- ожидаемая продолжительность жизни пациента менее 1 года при коморбидной и полиморбидной патологии, такой как рак, терминальная стадия почечной или печеночной недостаточности, тяжелая обструктивная болезнь легких.

Проводили стандартный осмотр и опрос для выяснения данных анамнеза пациентов.

Эхокардиографию выполняли по рекомендованной стандартной методике [5].

Оценку параметров коронарного кровотока проводили с дополнительной вкладкой SonoParq и специальными настройками для визуализации сегментов коронарных артерий на аппаратах Vivid 7 Dimension и Vivid E9 GE с помощью секторных датчиков M4S и M5S-D. Для нахождения

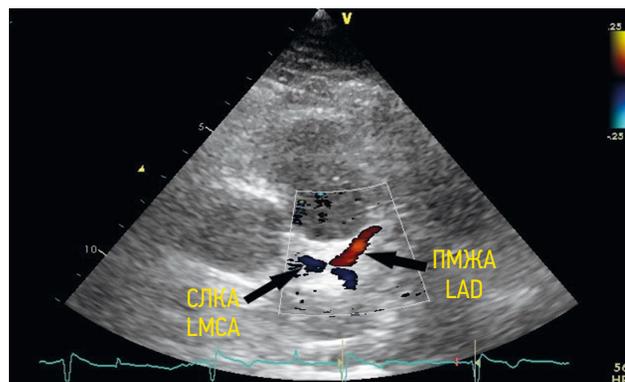


Рис. 1. Визуализация ствола левой коронарной артерии из модифицированной левой парастеральной позиции по длинной оси. СЛКА — ствол левой коронарной артерии; ПМЖА — передняя межжелудочковая артерия

Fig. 1. Visualization of the left main coronary artery from a modified left parasternal position along the long axis. LMCA — left main coronary artery; LAD — left anterior descending artery

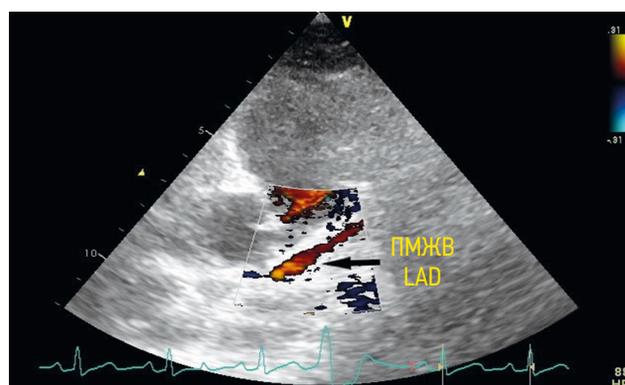


Рис. 2. Визуализация передней межжелудочковой артерии из модифицированной левой парастеральной позиции. ПМЖА — передняя межжелудочковая артерия

Fig. 2. Visualization of the anterior interventricular branch from a modified left parasternal position. LAD — left anterior descending artery

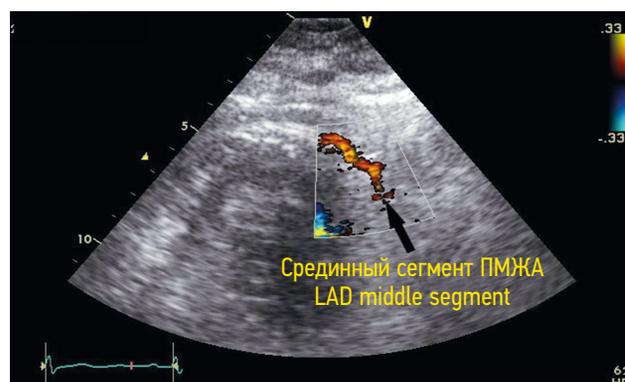


Рис. 3. Визуализация срединного сегмента передней межжелудочковой артерии из модифицированной парастеральной позиции по короткой оси в передней межжелудочковой борозде. ПМЖА — передняя межжелудочковая артерия

Fig. 3. Visualization of the anterior interventricular branch middle segment from a modified short-axis parasternal position in the anterior interventricular sulcus. LAD — left anterior descending artery

коронарных артерий использовали стандартные и модифицированные парастернальные позиции по короткой и длинной осям из второго или третьего межреберья.

Для визуализации ствола левой коронарной артерии при помощи цветной доплерографии в области левого коронарного синуса определяли нормальный антеградный кровоток красного или синего цвета (красный цвет выявляли потоком, направленным к датчику, а синий — от датчика) в зависимости от анатомических особенностей грудной клетки, положения датчика и отхождения левой коронарной артерии (рис. 1).

Переднюю межжелудочковую артерию (ПМЖА) визуализировали по таким анатомическим признакам, как передняя межжелудочковая борозда, начальное отхождение первой диагональной артерии и сосочковые мышцы. При помощи цветной доплерографии определяли нормальный антеградный кровоток красного цвета. Проксимальный сегмент ПМЖА визуализировали путем незначительного изменения плоскости изображения в модифицированной левой парастернальной позиции по короткой или длинной оси (рис. 2).

Срединный сегмент ПМЖА визуализировали из третьего или пятого межреберья в нижней левой парастернальной позиции и модифицированной парастернальной позиции по короткой или длинной оси левого желудочка в передней межжелудочковой борозде, а также в модифицированной верхушечной трехкамерной позиции (рис. 3).

Для количественной оценки кровотока в коронарных артериях измеряли его пиковую диастолическую скорость путем точечного поиска. Величины свыше 65 см/с считали значимым увеличением скорости.

Фракцию выброса левого желудочка рассчитывали методом Симпсона: измеряли объем левого желудочка

в конце диастолы и в конце систолы в двух ортогональных верхушечных позициях (двухкамерной и четырехкамерной) по формуле:

$$ФВ = (КДО - КСО) / КДО,$$

где ФВ — фракция выброса левого желудочка, КДО — конечный диастолический объем, КСО — конечный систолический объем.

Срок наблюдения за пациентами составил 1 год после эхокардиографии. Конечными точками в исследовании считали смерть от любых причин и суммарную точку всех неблагоприятных исходов, таких как смерть, инфаркт миокарда, нарастающая сердечная недостаточность.

Статистическая обработка данных проведена с помощью программы STATISTICA 10.0 (Stat Soft Inc., США) и MedCalc Statistical Software 14.8.1 (MedCalc Software bvba, Бельгия). Качественные данные представлены в виде встречаемости в когорте в процентах с 95 % доверительным интервалом (ДИ), тогда как количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения или медианы с 25 и 75 % квантилями с указанием минимального и максимального значений в зависимости от нормальности распределения. Сравнение непрерывных величин в группах осуществляли при помощи парного *t*-теста Стьюдента. Критическим уровнем достоверности нулевой статистической гипотезы считали значение $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общее количество включенных в исследование пациентов составило 581 человек. Исключено — 128 человек (в связи с недоступностью визуализации коронарных артерий — 47, отсутствием обратной связи — 37, низкой фракцией выброса левого желудочка — 44). Таким

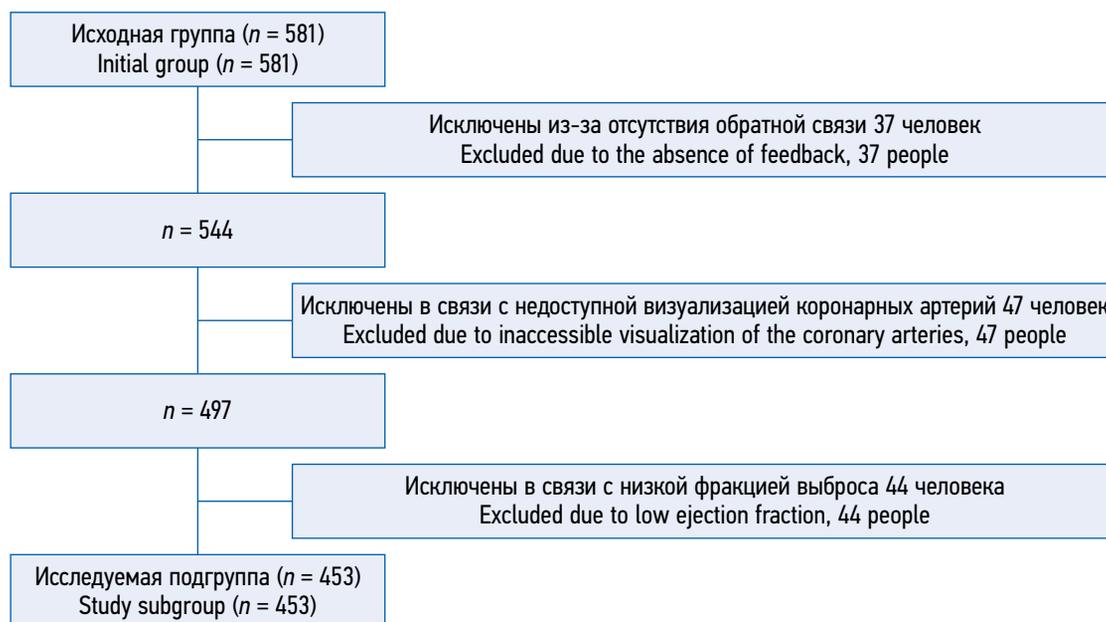


Рис. 4. Выделение исследуемой подгруппы

Fig. 4. Selection of patients for the study

образом, исследуемая подгруппа пациентов составила — 453 человека. Выделение данной подгруппы представлено на рис. 4.

Общие характеристики пациентов представлены в табл. 1.

В исследуемой подгруппе больных преобладали пациенты с артериальной гипертензией, в то время как пациентов с сахарным диабетом и известной ишемической болезнью сердца было значительно меньше.

Эхокардиографические данные пациентов с сохраненной фракцией выброса представлены в табл. 2.

В течение года после эхокардиографии достижение суммарной конечной точки, включающей смерть, инфаркт миокарда и нарастающую сердечную недостаточность, произошло у 89 пациентов, в том числе зафиксировано 19 смертей.

Сравнение показателей умерших и выживших пациентов с нормальной фракцией выброса

В группе умерших больных в сравнении с данными в группе выживших средний возраст был выше ($76,6 \pm 8,6$ против $59,3 \pm 15,5$ лет; $p < 0,000001$), пациентов с диабетом было больше (12 % против 3,1 %; $p < 0,001$).

При анализе эхокардиографических параметров в когорте умерших пациентов в отличие от показателей у выживших больных отмечен меньший конечный диастолический объем левого желудочка ($84,2 \pm 21,1$ против $95,7 \pm 25,5$ мл/м²; $p < 0,04$), в среднем была ниже глобальная продольная функция левого желудочка ($-13,8 \pm 4,3$ против $-18,3 \pm 3,6$ %; $p < 0,000001$), были больше индекс объема левого предсердия ($54,6 \pm 15,5$ против $36,5 \pm 13,1$ мл/м²; $p < 0,000000$), давление в легочной артерии ($45,7 \pm 15,5$ против $30,8 \pm 9,7$ мм рт. ст.; $p < 0,000000$), индекс массы миокарда левого желудочка ($112,2 \pm 34,0$ против $90,8 \pm 20,3$ г/м²; $p < 0,001$) и хуже значения диастолической функции в виде отношения скорости кровотока через митральный клапан в первую (раннюю) фазу наполнения левого желудочка и усредненной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (E/e') ($16,0 \pm 5,8$ против $9,9 \pm 5,0$; $p < 0,000003$).

Скоростные показатели кровотока в проксимальном ($78,0 \pm 39,0$ против $50,0 \pm 25,4$ см/с; $p < 0,000007$) и среднем ($57,7 \pm 22,1$ см/с против $42,8 \pm 20,3$ см/с; $p < 0,01$) сегментах ПМЖА умерших пациентов с нормальной фракцией выброса были выше, чем у выживших больных.

Сравнение показателей пациентов с нормальной фракцией выброса с достижением и без достижения суммарной конечной точки, включающей смерть, инфаркт миокарда, нарастающую сердечную недостаточность

В группе пациентов с сохраненной фракцией выброса с достижением конечной суммарной точки в сравнении с показателями пациентов без достижения конечной суммарной точки были выше средний возраст ($70,7 \pm 10,8$ против $57,5 \pm 15,5$ лет; $p < 0,000000$), индекс массы тела

Таблица 1. Данные анамнеза пациентов ($n = 453$)

Table 1. Clinical findings of the study population ($n = 453$)

Параметр	Значение
Возраст, М ± SD, лет	60,2 ± 15,5
Соотношение по полу (мужчин/женщин)	176/277
Индекс массы тела, М ± SD, кг/м ²	27,9 ± 5,6
Площадь поверхности тела, М ± SD, м ²	1,9 ± 0,2
Сахарный диабет, n (%)	56 (12,3)
Артериальная гипертензия, n (%)	361 (79,7)
Инфаркт миокарда, n (%)	27 (5,9)
Стентирование коронарных артерий, n (%)	37 (8,1)
Статус курения:	
• курит, n (%)	33 (7,3)
• бывший курильщик, n (%)	77 (17)
Загрудинная боль:	
• типичная стенокардия, n (%)	34 (7,5)
• атипичная стенокардия, n (%)	55 (12,1)
• неангинозная грудная боль, n (%)	130 (28,7)
Сердечный ритм:	
• синусовый ритм, n (%)	401 (88,5)
• фибрилляция предсердий, n (%)	44 (9,7)
• ритм постоянного электрокардиостимулятора, n (%)	8 (1,8)

Примечание. М — среднее значение; SD — стандартное отклонение.

Таблица 2. Эхокардиографические данные пациентов ($n = 453$)

Table 2. Echocardiographic findings of the study population ($n = 453$)

Параметр	Значение
Частота сердечных сокращений, в минуту	71,1 ± 15,6
Конечный диастолический объем левого желудочка, мл	95,9 ± 25,8
Конечный систолический объем левого желудочка, мл	33 ± 11,8
Индекс конечного диастолического объема левого желудочка, мл/м ²	49,8 ± 11,2
Объем левого предсердия, мл	72,4 ± 27,8
Индекс объема левого предсердия, мл/м ²	37,7 ± 13,1
Давление в легочной артерии, мм рт. ст.	31,4 ± 9,8
Фракция выброса левого желудочка, %	65,8 ± 5,9
Индекс нарушения сократимости левого желудочка	1,01 ± 0,08
Глобальная продольная функция левого желудочка, %	-18,1 ± 3,7
Диастолическая функция	10,1 ± 5,2
Индекс массы миокарда, г/м ²	92,8 ± 28,2

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения.

($29,8 \pm 6,5$ кг/м² против $27,5 \pm 5,2$ кг/м²; $p < 0,0001$), уровень систолического артериального давления ($143,3 \pm 19,3$ против $135 \pm 20,8$ мм рт. ст.; $p < 0,0006$), индекс SCORE ($32,6 \pm 18,8$ против $13,8 \pm 16,1$; $p < 0,000000$). У больных с неблагоприятными событиями в анамнезе чаще встречались артериальная гипертензия (у 21,7 против 9 %; $p < 0,003$), сахарный диабет (у 31 против 17,1 %; $p < 0,01$), инфаркт миокарда (39,3 против 17,8 %; $p < 0,004$); стентирование коронарных артерий (37,8 % против 17,4 %; $p < 0,002$).

При анализе эхокардиографических параметров у пациентов с достижением суммарной конечной точки в сравнении с показателями у больных без достижения суммарной конечной точки выявлены сниженная глобальная продольная функция левого желудочка ($-15,6 \pm 4,2$ против $-18,6 \pm 3,4$; $p < 0,000000$), но повышенные индекс нарушения сократимости миокарда в покое (1,06 против 1,00; $p < 0,000000$), объем левого предсердия ($86,8 \pm 28,3$ против $68,2 \pm 27,6$ мл; $p < 0,000000$), индекс объема левого предсердия ($45,2 \pm 13,2$ против $35,5 \pm 13,1$ мл/м²; $p < 0,000000$), давление в легочной артерии ($39,5 \pm 14,7$ против $29,5 \pm 8,1$ мм рт. ст., $p < 0,000000$), индекс массы миокарда ($108,7 \pm 37,2$ против $88,1 \pm 24,1$ г/м², $p < 0,000000$) и было хуже значение диастолической функции E/e' ($-13,6 \pm 7,1$ против $-9,4 \pm 4,4$; $p < 0,000000$).

Скорость кровотока в проксимальном и срединном сегментах ПМЖА у пациентов с достижением суммарной конечной точки в сравнении с показателями у больных без достижения суммарной конечной точки в среднем была достоверно выше и составила $73,8 \pm 36,0$ против $45,1 \pm 19,7$ см/с ($p < 0,000000$) в проксимальном и $57,6 \pm 27,6$ против $39,9 \pm 16,5$ см/с ($p < 0,000000$) в срединном сегментах.

Многофакторный анализ показателей в подгруппе пациентов с сохраненной фракцией выброса

Многофакторный анализ выявил независимые предикторы для прогнозирования смертности. Ими оказались возраст [hazard ratio (HR) 1,08; 95 % ДИ 1,01–1,15; $p < 0,03$] и значение максимальной скорости кровотока в проксимальных отделах ПМЖА (HR 1,02; 95 % ДИ 1,01–1,04; $p < 0,004$). Независимыми предикторами всех неблагоприятных исходов были возраст (HR 1,05, 95 % ДИ 1,02–1,07; $p < 0,0007$), наличие артериальной гипертензии (HR 2,77, 95 % ДИ 1,15–6,67; $p < 0,03$), значение глобальной продольной деформации левого желудочка (HR 0,92, 95 % ДИ 0,86–0,99; $p < 0,02$), индекс массы миокарда (HR 1,01, 95 % ДИ 1,00–1,02; $p < 0,03$) и скорость кровотока в проксимальных сегментах левой коронарной артерии (HR 1,02, 95 % ДИ 1,01–1,03; $p < 0,0002$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В работе получены данные, показывающие, что изменение скоростных показателей коронарного кровотока является значимым прогностическим параметром

краткосрочных спонтанных неблагоприятных событий у пациентов с сохраненной фракцией выброса. Краткосрочными событиями считали те, что произошли в течение года, а спонтанными — смерть, инфаркт миокарда, нарастающую сердечную недостаточность. Ранее уже проведено одно исследование, описанное в международной медицинской литературе, с анализом прогностической роли скоростных параметров коронарного кровотока во время эхокардиографии и отмечено, что более высокая скорость в проксимальных сегментах левой коронарной артерии дает прогностическую информацию для выявления сердечной и общей смертности, помимо основных эхокардиографических параметров, связанных с известным или предполагаемым заболеванием сердца [7]. Однако данная работа имеет ряд ограничений в выводах из-за ретроспективного дизайна исследования. Похожие данные были получены с помощью магнитно-резонансной томографии, и выявлено, что высокие скорости в артериях влияют на прогноз. Коронарный кровоток был значимо выше у лиц с диагностированной ишемической болезнью сердца, чем у пациентов с отсутствием каких-либо сердечно-сосудистых событий. Кроме того, есть публикации, демонстрирующие широкий диапазон пороговых значений максимальной скорости коронарного кровотока (80–150 см/с), определяемой с помощью коронароангиографии, для диагностики значимых стенозов коронарных артерий. В настоящем проспективном исследовании пороговое значение этого показателя ниже, чем в ранее проведенных диагностических исследованиях.

На сегодняшний день фракция выброса остается одним из основных эхокардиографических параметров, используемых для оценки прогноза у пациентов со структурной патологией сердца. Известно, что прогностическая ценность фракции выброса точна при условии ее снижения. При этом в группе бессимптомных пациентов или тех, кто не переносил ранее инфаркт миокарда, с нормальной фракцией выброса традиционное эхокардиографическое исследование содержит значительные ограничения в оценке прогноза. Настоящее исследование показывает статистически более значимую прогностическую точность оценки коронарного кровотока по сравнению с точностью при определении фракции выброса. Ранее авторы оценили прогностическое значение высоких скоростей в коронарных артериях и фракции выброса для прогноза в течение 3 лет [6]. Однако в данной работе фракция выброса не была главным прогностическим параметром. В отличие от традиционной эхокардиографии, содержащей при нормальных значениях фракции выброса левого желудочка ряд ограничений в информативности прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца, скоростные параметры коронарных артерий дают долгосрочную прогностическую информацию, подходящую для выявления лиц с высоким риском неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

Ограничения исследования

В данной работе не исследован кровоток в правой коронарной артерии из-за ограниченной визуализации. Возможность визуализации коронарных артерий зависит от опыта исполнителя и характеристик ультразвукового аппарата. Не исключено, что угол между коронарным кровотоком и доплерографическим лучом при измерении скорости мог в некоторых случаях быть неверным. Кроме того, не было коронарной ангиографической информации для исследуемой когорты пациентов. Поскольку это одноцентровое исследование с коротким периодом наблюдения, необходимо подтверждение результатов в многоцентровых исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Увеличение скоростных показателей коронарного кровотока является значимым и независимым предиктором краткосрочных спонтанных неблагоприятных событий у пациентов с сохраненной фракцией выброса.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: *Е.С. Калинина* — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов, анализ литературных источников, подготовка и написание текста и редактирование статьи; *А.В. Загатина* — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов, сбор и анализ литературных источников, создание

инфографики, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; *С.А. Сайганов* — концепция исследования, сбор и анализ литературных источников, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

Этическое утверждение. Протокол исследования № 5/19 от 15.05.2019 одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ СПбГУ ЕВМТ им. Н.И. Пирогова.

Доступ к данным. Все данные, полученные или проанализированные в ходе этого исследования, включены в статью и ее дополнительные информационные файлы.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding. The study had no external funding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions. All the authors confirm the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria (all the authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

The greatest contribution is distributed as follows: *E.S. Kalinina* — the concept and design of the study, the collection and processing of the materials, the analysis of literary sources, the preparation and writing of the text and editing of the article; *A.V. Zagatina* — the concept and design of the study, collection and processing of the materials, collection and analysis of literary sources, creation of infographics, editing, approval of the final version of the article; *S.A. Sayganov* — the concept of the study, collection and processing of the materials, editing of the article.

Informed consent for publication. Not required.

Ethics approval. The study protocol No. 5/19 dated 15.05.2019 has been approved by the local ethics committee St. Petersburg University's N.I. Pirogov Clinic of high medical technologies.

Availability of data and materials. All data generated or analyzed during this study are included in this published article and its supplementary information files.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Marwick T.H. Ejection Fraction Pros and Cons: JACC State-of-the-Art Review // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018. Vol. 72, No. 19. P. 2360–2379. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162
2. Rigo F., Caprioglio F. Transtenotic coronary flow velocity assessment: a new road map for non-invasive coronary evaluation? // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015. Vol. 16, No. 12. P. 1318–1319. DOI: 10.1093/ehjci/jev182
3. Бощенко А.А., Врублевский А.В., Карпов П.С. Трансторакальное ультразвуковое исследование магистральных коронарных артерий. Томск: STT, 2015. 240 с.
4. Бощенко А.А., Врублевский А.В., Карпов П.С. Диагностика стенозов ствола левой коронарной артерии и передней нисходящей коронарной артерии с помощью трансторакальной эхокардиографии // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2016. № 2. С. 20–29. DOI: 10.17802/2306-1278-2016-2-20-29
5. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015. Vol. 28, No. 1. P. 1–39.e14. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
6. Zagatina A., Guseva O., Kalinina E. et al. Additive prognostic value of high baseline coronary flow velocity to ejection fraction during resting echocardiography: 3-year prospective study // *Acta Cardiol.* 2022. P. 1–11. DOI: 10.1080/00015385.2021.2013004
7. Morofuji T., Saito M., Inaba S. et al. Prognostic value of proximal left coronary artery flow velocity detected by transthoracic doppler echocardiography // *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2018. Vol. 19. P. 52–57. DOI: 10.1016/j.ijcha.2018.04.003

REFERENCES

1. Marwick TH. Ejection Fraction Pros and Cons: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(19):2360–2379. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162
2. Rigo F, Caprioglio F. Transtenotic coronary flow velocity assessment: a new road map for non-invasive coronary evaluation? *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015;16(12):1318–1319. DOI: 10.1093/ehjci/jev182
3. Boshchenko AA, Vrublevsky AV, Karpov RS. Transthoracic ultrasound imaging of main coronary arteries. Tomsk: STT; 2015. 240 p. (In Russ.)
4. Boshchenko AA, Vrublevsky AV, Karpov RS. Evaluation of stenotic left main coronary artery and left anterior descending coronary artery with a help of transthoracic echocardiography. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2016;(2):20–29. (In Russ.) DOI: 10.17802/2306-1278-2016-2-20-29
5. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1):1–39.e14. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
6. Zagatina A, Guseva O, Kalinina E, et al. Additive prognostic value of high baseline coronary flow velocity to ejection fraction during resting echocardiography: 3-year prospective study. *Acta Cardiol.* 2022;1–11. DOI: 10.1080/00015385.2021.2013004
7. Morofuji T, Saito M, Inaba S, et al. Prognostic value of proximal left coronary artery flow velocity detected by transthoracic doppler echocardiography. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2018;19:52–57. DOI: 10.1016/j.ijcha.2018.04.003

ОБ АВТОРАХ

* Елена Сергеевна Калинина;

адрес: Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4007-3322>;
Scopus Author ID: 57202388238;
eLibrary SPIN: 1022-1800;
e-mail: lennohka@mail.ru

Анжела Валентиновна Загатина, д-р мед. наук;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9085-4872>;
Scopus Author ID: 22939399700;
eLibrary SPIN: 2734-1620;
e-mail: zag_angel@yahoo.com

Сергей Анатольевич Сайганов, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8325-1937>;
eLibrary SPIN: 2174-6400;
e-mail: ssayganov@gmail.com

AUTHORS INFO

* Elena S. Kalinina, MD;

address: 41 Kirochnaya St., Saint Petersburg, 191015, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4007-3322>;
Scopus Author ID: 57202388238;
eLibrary SPIN: 1022-1800;
e-mail: lennohka@mail.ru

Angela V. Zagatina, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9085-4872>;
Scopus Author ID: 22939399700;
eLibrary SPIN: 2734-1620;
e-mail: zag_angel@yahoo.com

Sergey A. Sayganov, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8325-1937>;
eLibrary SPIN: 2174-6400;
e-mail: ssayganov@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author