

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прогнозирование неблагоприятных исходов по результатам исследования коронарного кровотока во время эхокардиографии

Калинина Е.С.^{1,2*}, Загатина А.В.¹, Сайганов С.А.²

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский кардиологический центр «Медика», Санкт-Петербург, Россия

² Северо-Западный государственный медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

Цель. Изучить возможности визуализации коронарных артерий у пациентов, имеющих показания к эхокардиографии, и оценить связь параметров коронарного кровотока при ультразвуковом исследовании с прогнозом в отношении неблагоприятных исходов в течение последующего года.

Материал и методы. В исследование был включен 581 пациент. Всем исследуемым выполняли эхокардиографическое исследование по стандартной методике с визуализацией коронарных артерий. Наблюдение пациентов проводилось в течение последующего года с момента проведения эхокардиографии. Конечными точками в исследовании считали смерть от любых причин, инфаркт миокарда (ИМ), смерть/ИМ, операции ревазуляризации миокарда – стентирование и аортокоронарное шунтирование (АКШ). Анализ клинических исходов проводился с помощью изучения истории болезни и амбулаторных карт, опроса пациентов во время приема, а также методом телефонного опроса пациентов или их ближайших родственников. Выполнялся ROC анализ, а также анализ выживаемости в подгруппах с использованием метода Каплана-Мейера.

Результаты. Визуализация сегментов коронарных артерий и оценка коронарного кровотока была возможна в 526 случаях (91%). Среди пациентов преобладали женщины (59,7% против 40,3%). За время наблюдения у 73 пациентов регистрировались конечные точки: 23 человека умерло, 4 пациента перенесли нефатальный ИМ. У 24 пациентов было проведено АКШ, 22 пациентам – коронарное стентирование. В зависимости от квартильного распределения по индексу массы тела и возрасту значимой разницы в визуализации не определено. Общая смертность была выше при скорости кровотока в стволе левой коронарной артерии/проксимальных отделах передней межжелудочковой ветви/оггибающей ветви выше 64 см/с. Развитие в последующем ИМ было значимо чаще при скорости кровотока в стволе левой коронарной артерии/проксимальных отделах передней межжелудочковой ветви/оггибающей ветви выше 64 см/с. Площадь под кривой 0,89, чувствительность 100%, специфичность 73,4% ($p < 0,0001$).

Заключение. Скоростные параметры коронарного кровотока дают долгосрочную прогностическую информацию, которую можно использовать для выявления лиц с высоким риском развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

Ключевые слова: скорость коронарного кровотока, эхокардиография, коронарные артерии, неблагоприятные исходы.



Для цитирования: Калинина Е.С., Загатина А.В., Сайганов С.А. Прогноз неблагоприятных исходов по результатам исследования коронарного кровотока во время эхокардиографии. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2023;19(2):110-116. DOI:10.20996/1819-6446-2023-03-01. EDN TGEPSW

Prognosis of Adverse Outcomes in the Research of Coronary Blood Flow During Echocardiography

Kalinina E.S.^{1,2*}, Zagatina A.V.¹, Sayganov S.A.²

¹ Saint-Petersburg Research Center of Cardiology «Medika», Saint-Petersburg, Russia

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia

Aim. The goals of this research are to define the frequency of the coronary arteries visualization possibilities depending on various factors at routine echocardiography and estimate to the relation of coronary flow ultrasound parameters to prognosis of the adverse outcomes in the subsequent year.

Material and methods. The study comprises 581 consecutive patients. All patients performed echocardiography following standard method with an additional tab called «Coronary» which was set to visualize coronary arteries. Also all patients underwent a standard examination and debriefing of anamnesis. Observation of patients was the next year after echocardiography. The end points in the study – death from any cause, myocardial infarction (MI), death/MI, myocardial revascularization operations - stenting and aortocoronary bypass (CABG). The analysis of clinical outcomes was carried out using the study of medical history and outpatient cards, interviewing patients at the time of admission, as well as the method of telephone survey of patients or their next of kin. ROC analysis as well as subgroup survival analysis using the Kaplan-Meier method was performed.

Results. The possibility to visualize the segments of coronary arteries and to estimate the coronary flow was in 91% of cases, or 526 patients. Women predominated among the patients (59.7% versus 40.3%). During follow-up, 73 patients recorded endpoints: 23 people died, 4 patients suffered non-fatal MI. 24 patients underwent CABG, 22 patients – myocardial revascularization. Depending on the quartile distribution by body mass index and age, a significant difference in visualization was not identified. Mortality was observed significantly more frequent when the flow velocity in the left coronary artery/proximal left artery descending/circumflex artery was higher than 64 cm/s. Flow velocity in left coronary artery /proximal left artery descending 64 cm/s was the cut-off value predicting MI with 100% sensitivity, 73,4% specificity ($p < 0.0001$).

Conclusion. Coronary flow velocity parameters provide long-term prognostic value that can be used to identify individuals with high risk of developing adverse cardiovascular events.

Key words: coronary flow velocity, echocardiography, coronary artery, adverse events.

For citation: Kalinina E.S., Zagatina A.V., Sayganov S.A. Prognosis of Adverse Outcomes in the Research of Coronary Blood Flow During Echocardiography. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2023;19(2):110-116. DOI:10.20996/1819-6446-2023-03-01. EDN TGEPSW

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): lennohka@mail.ru

Received/Поступила: 17.01.2023

Review received/Рецензия получена: 30.01.2023

Accepted/Принята в печать: 01.02.2023

Введение

Совершенствование ультразвуковых аппаратов и методик делает визуализацию коронарных артерий доступным диагностическим инструментом в повседневной практике. Артерию невозможно реконструировать с помощью эхокардиографии полностью, однако можно визуализировать несколько сегментов и измерить в данных участках скорость кровотока, что позволяет получить важную информацию о пациенте. Были опубликованы несколько исследований, которые показали диагностическую значимость оценки коронарного кровотока с помощью трансторакальной эхокардиографии [1-3]. В нашем предыдущем проспективном исследовании [4] была определена дополнительная прогностическая ценность ультразвуковой диагностики скоростей кровотока в коронарных артериях. Определена ее совместная связь с фракцией выброса левого желудочка в риске развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у различных групп пациентов. Однако до настоящего времени нет крупных международных проспективных работ прогностического значения ультразвукового исследования коронарного кровотока при рутинной эхокардиографии.

Цель исследования – изучить возможности визуализации коронарных артерий у пациентов, имеющих показания к эхокардиографии и оценить связь параметров коронарного кровотока при ультразвуковом исследовании с прогнозом неблагоприятных исходов в течение последующего года.

Материал и методы

В данное проспективное когортное одноцентровое исследование последовательно включались все пациенты с апреля 2019 г. по март 2020 г., наблюдавшиеся в Санкт-Петербургском научно-исследовательском кардиологическом центре «Медика». Критерии включения: возраст более 18 лет; показания к проведению эхокардиографии артериальная гипертензия, клапанные патологии сердца, одышка, предполагаемая или диагностированная ишемическая болезнь сердца. Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании; ранее проведенное аортокоронарное шунтирование. Всем пациентам (n=581) проводили стандартный осмотр и опрос данных анамнеза.

Исследование соответствует требованиям Хельсинкской декларации, протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом. Всеми пациентами было подписано добровольное информированное согласие.

Эхокардиография

Всем пациентам выполняли эхокардиографию по стандартной рекомендованной методике [5]. Для визуализации коронарных артерий использовали дополнительную вкладку Coronary на аппаратах Vivid 7 Dimension и Vivid E9 GE с помощью секторных датчиков M4S и M5S-D. Для обнаружения коронарных артерий применяли стандартные и модифицированные парастернальные позиции по короткой и длинной оси из второго или третьего межреберья.

Нормальный антеградный кровоток ствола левой коронарной артерии (СЛКА) исходит из левого коронарного синуса и имеет красный или синий цвет в зависимости от расположения датчика, анатомических особенностей грудной клетки и отхождения левой коронарной артерии (рис. 1.)

Визуализацию передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) осуществляли по четким анатомическим критериям — передняя межжелудочковая борозда, начало отхождения первой диагональной артерии и сосочковые мышцы. Нормальный антеградный кровоток в ПМЖВ до верхушки определяли как красного цвета ламинарный ток по цветной доплерографии, который отражает направление потока от основания к верхушке левого желудочка. Проксимальный сегмент ПМЖВ лоцировали путем незначительного изменения плоскости изображения в модифицированной левой парастернальной позиции по короткой или длинной осям (рис. 2).

Срединный сегмент ПМЖВ визуализировали в нижней левой парастернальной позиции по 3 или 5 межреберью и модифицированной парастернальной позиции по короткой или длинной оси левого желудочка в передней межжелудочковой борозде, а также модифицированной верхушечной трехкамерной позиции (см. рис. 2).

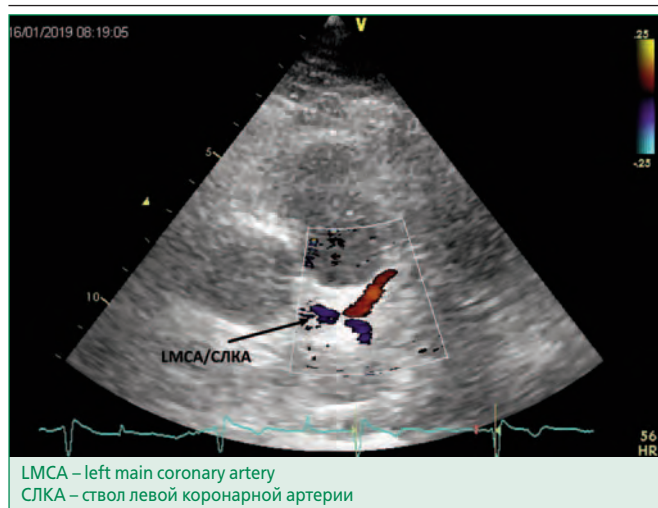


Figure 1. Visualization of LMCA (modified left parasternal position, the long axis)

Рисунок 1. Визуализация СЛКА (модифицированная левая парастеральная позиция, длинная ось)

Количественная оценка кровотока в артериях сердца

В коронарных артериях измеряли пиковую диастолическую скорость путем точечного поиска наибольшей скорости (рис. 3). Значимым увеличением скорости считали повышение >65 см/с.

Пациентов наблюдали в течение последующего года с момента проведения эхокардиографии с оценкой параметров коронарного кровотока. Конечными точками в исследовании считали смерть от любых причин, инфаркт миокарда (ИМ), смерть/ИМ, операции реваскуляризации миокарда – стентирование и аортокоронарное шунтирование (АКШ).

Статистическая обработка

Статистический анализ данных проводился с помощью программы Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США) и MedCalc 14.8.1 (MedCalc Software bvba, Бельгия). Качественные данные представлены в виде встречаемости в когорте (%) с 95% доверительным интервалом (ДИ), тогда как количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$) или медианы (Me) с межквартильным диапазоном (25%; 75%) в зависимости от нормальности распределения. Сравнение непрерывных величин в группах осуществляли при помощи парного теста t-критерия Стьюдента. Для определения пороговых величин использовали ROC анализ метод ДеЛонга. С помощью последнего также вычисляли значения чувствительности и специфичности. Анализ выживаемости в подгруппах проводили с использованием метода Каплана-Мейера. Критическим уровнем значимости нулевой статистической гипотезы считалось значение $p < 0,05$.

Результаты

Клинико-демографическая характеристика пациентов представлена в табл. 1. Среди пациентов преобладали женщины (59,7% против 40,3%). За время наблюдения у 73 пациентов регистрировались конечные точки: 23 человека умерло, 4 пациента перенесли нефатальный ИМ. У 24 пациентов была проведена реваскуляризация миокарда по типу АКШ, из которых у 10 человек ранее была диагностирована ишемическая болезнь сердца (5 – ИМ со стентированием коронарных артерий, 2 – с ранее перенесенным ИМ, 3 – с проведенным ранее стентированием). Также за время на-

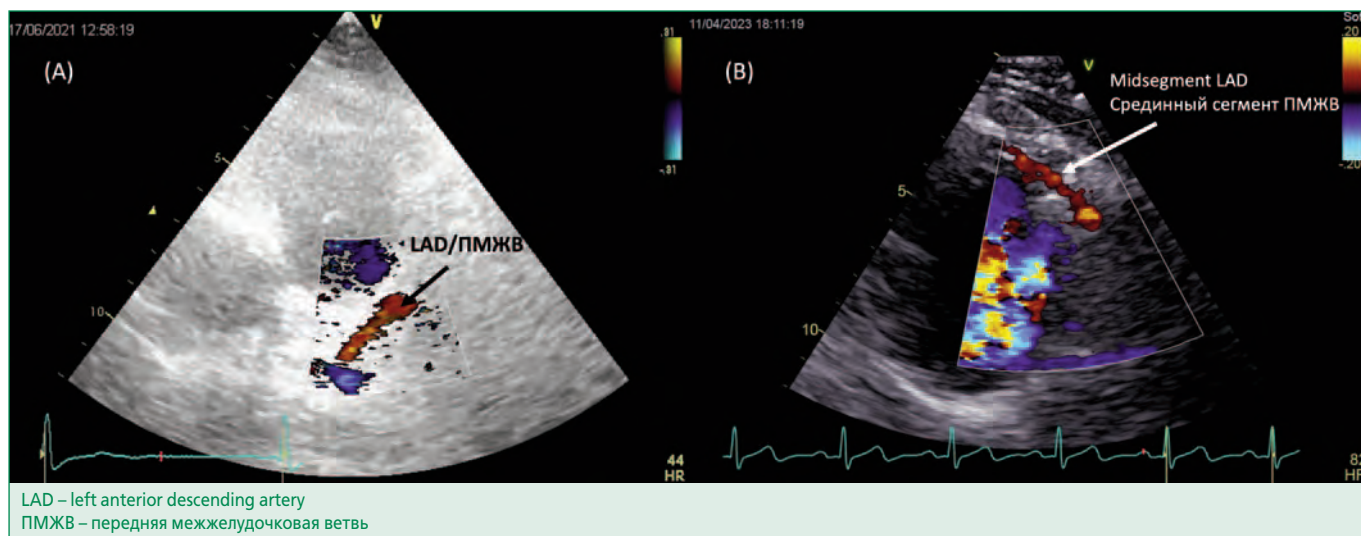


Figure 2. Visualization of the LAD (A; modified left parasternal long axis position) and midsegment LAD in the anterior interventricular furrow (B; modified short-axis parasternal position)

Рисунок 2. Визуализация ПМЖВ (А; модифицированная левая парастеральная позиция, длинная ось) и срединного сегмента ПМЖВ в передней межжелудочковой борозде (В; модифицированная левая парастеральная позиция, короткая ось)

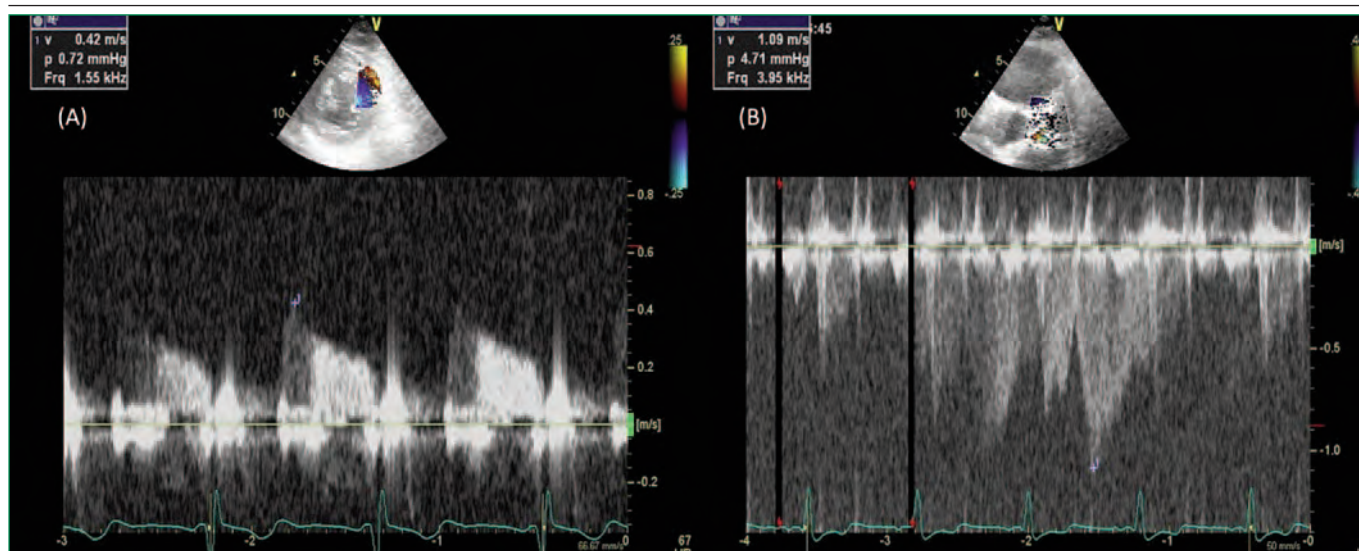


Figure 3. Velocity indicators in various segments of the coronary arteries (A – normal; B – severe atherosclerotic lesion)
Рисунок 3. Скоростные показатели в различных сегментах коронарных артерий (А – норма, В – тяжелое атеросклеротическое поражение)

Table 1. Clinical characteristics of patients (n=581)

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов (n=581)

Параметр	Значение
Возраст (лет)	60,0±15,2
Мужчины, n (%)	234 (40,3)
Индекс массы тела, г/м ²	28,0±5,7
Площадь поверхности тела, м ²	1,9±0,2
Сахарный диабет, n (%)	72 (12,7)
Артериальная гипертензия, n (%)	462 (79,5)
ИМ в анамнезе, n (%)	61 (10,4)
Стентирование КА в анамнезе, n (%)	58 (10,0)
Статус курения, n (%)	
• Курение	44 (7,6)
• Бывший курильщик	108 (18,6)
Кардиалгия, n (%)	
• Типичная стенокардия	51 (8,7)
• Атипичная стенокардия	65 (11,2)
• Неангинозная грудная боль	169 (29,1)
Синусовый ритм, n (%)	499 (85,8)
Фибрилляция предсердий, n (%)	63 (10,8)
Ритм постоянного электрокардиостимулятора, n (%)	11 (1,9)
Данные представлены в виде Me (25%; 75%) или M±SD, если не указано иное	
ИМ – инфаркт миокарда, КА – коронарная артерия	

блюдения 22 пациентам была проведена реваскуляризация миокарда по типу стентирования (из которых у 5 пациентов ранее был перенесен ИМ)

В общей группе включенных преобладали пациенты с артериальной гипертензией, в то время как пациентов с известной ишемической болезнью сердца было только 10,4%.

Возможность визуализации СЛКА, проксимального и срединного сегментов ПМЖВ у общей группы исследуемых

Скорость кровотока в СЛКА, проксимальном сегменте ПМЖВ во время эхокардиографии из общей группы была измерена в 526 случаях 91% (95% ДИ 87-92). Оценка скорости кровотока в срединном сегменте ПМЖВ, также как и проксимального сегмента ПМЖВ была измерена в 527 случаях, 91% (95% ДИ 88-93).

В зависимости от квартильного распределения по возрасту все пациенты были распределены в подгруппы (табл. 2). Значимой разницы в визуализации проксимального сегмента ПМЖВ/ огибающей ветви (ОВ) и срединного сегмента ПМЖВ в зависимости от возраста по квартильному распределению не определено.

Также в зависимости от квартильного распределения по индексу массы тела значимого различия в визуализации проксимального сегмента ПМЖВ/ОВ и срединного сегмента ПМЖВ выявлено не было (табл. 3).

Возможность визуализации СЛКА проксимального и срединного сегментов ПМЖВ в зависимости от данных анамнеза и показателей эхокардиографии

Визуализация не зависела от пола, возраста, массы тела, статуса курения, наличия артериальной гипертензии, сахарного диабета, предшествующего ИМ, частоты сердечных сокращений, конечно-диастолического объема левого желудочка и его индекса, фракции выброса, давления в легочной артерии и глобальной продольной функции левого желудочка.

Значимую роль в возможности визуализации опре-

Table 2. Visualization of the proximal and median LAD segments depending on age

Таблица 2. Визуализация проксимального и срединного сегментов ПМЖВ в зависимости от возраста

Визуализация	18-50 лет (n=141)	51-62 лет (n=148)	63-71 лет (n=153)	72-97 лет (n=139)	p
Проксимальный сегмент ПМЖВ/ОВ, %	88 (82-92)	88 (82-92)	95 (91-98)	91 (86-95)	0,170
Срединный сегмент ПМЖВ, %	89 (83-93)	88 (82-92)	96 (92-99)	89 (83-94)	0,070

Данные представлены в виде % (95% ДИ)
ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь, ОВ – огибающая ветвь, ДИ – доверительный интервал

Table 3. Visualization of proximal and middle segments LAD depending on the body mass index

Таблица 3. Визуализация проксимального и срединного сегментов ПМЖВ в зависимости от индекса массы тела

Визуализация	ИМТ (кг/м ²)				p
	15,5-23 (n=140)	24-27,3 (n=150)	27,4-31,1 (n=140)	31,2-50,6 (n=151)	
Проксимальный сегмент ПМЖВ/ОВ, %	89 (83-93)	91 (86-95)	94 (89-97)	89 (83-93)	0,46
Срединный сегмент ПМЖВ, %	90 (84-94)	92 (87-95)	94 (89-97)	87 (81-91)	0,52

Данные представлены в виде % (95% ДИ).
ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь, ОВ – огибающая ветвь, ДИ – доверительный интервал

делил такой показатель, как индекс объема левого предсердия ($p < 0,009$ для СЛКА/проксимального сегмента ПМЖВ/ОВ и $p < 0,004$ для срединного сегмента ПМЖВ).

Связь параметров коронарного кровотока с последующими неблагоприятными событиями у общей группы пациентов

ROC-анализ показал, что последующая общая смертность наблюдалась значимо чаще при скорости кровотока в СЛКА/проксимальных отделах ПМЖВ/ОВ > 64 см/с.

Развитие в последующем ИМ была значимо чаще при скорости кровотока в СЛКА/проксимальных отделах ПМЖВ/ОВ > 64 см/с. Площадь под кривой 0,89, чувствительность 100%, специфичность 73,4%, $p < 0,0001$ (рис. 4). Также ROC-анализ показал значимо большую частоту последующих операций реваскуляризации миокарда при скорости кровотока в СЛКА/проксимальных отделах ПМЖВ/ОВ > 64 см/с. Площадь под кривой 0,84, чувствительность 83,3%, специфичность 76,8% $p < 0,0001$ (см. рис. 4).

В зависимости от квартильного распределения скорости кровотока СЛКА/проксимального сегмента

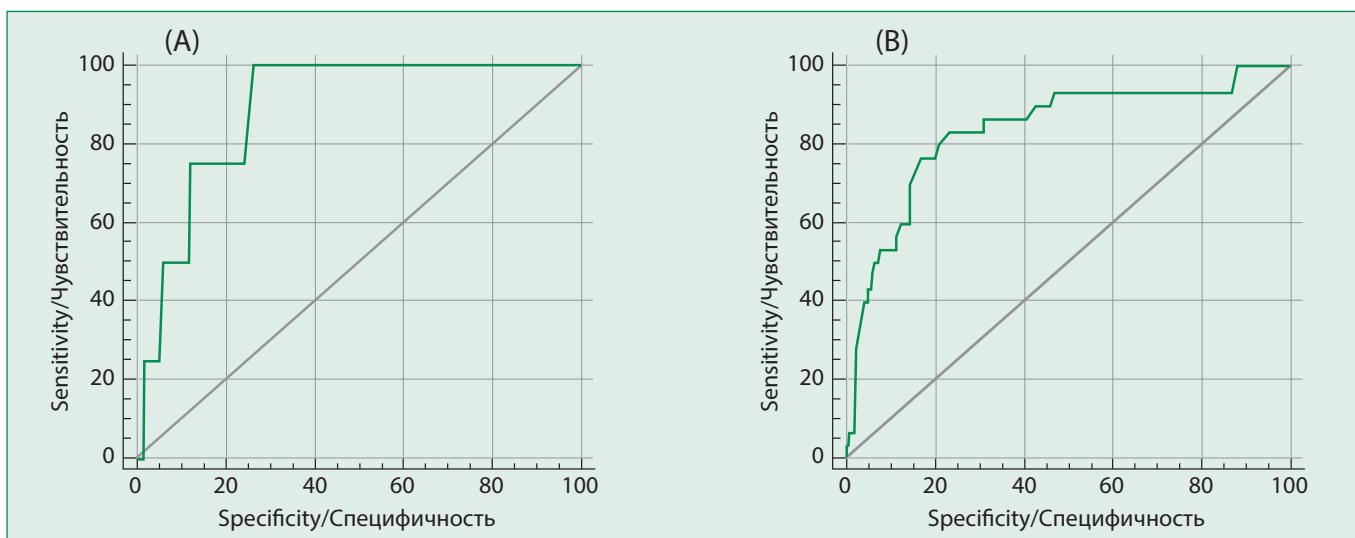


Figure 4. ROC analysis: the occurrence of myocardial infarction (A) and myocardial revascularization (B) is significantly more frequent when the blood flow velocity in the left main coronary artery/proximal segment of the left anterior descending artery/ circumflex artery is above 64 cm/s.

Рисунок 4. ROC-анализ: развитие ИМ (А) и случаев реваскуляризации миокарда (В) значимо чаще при скорости кровотока в стволе левой коронарной артерии/проксимальных отделах ПМЖВ/ОВ > 64 см/с.

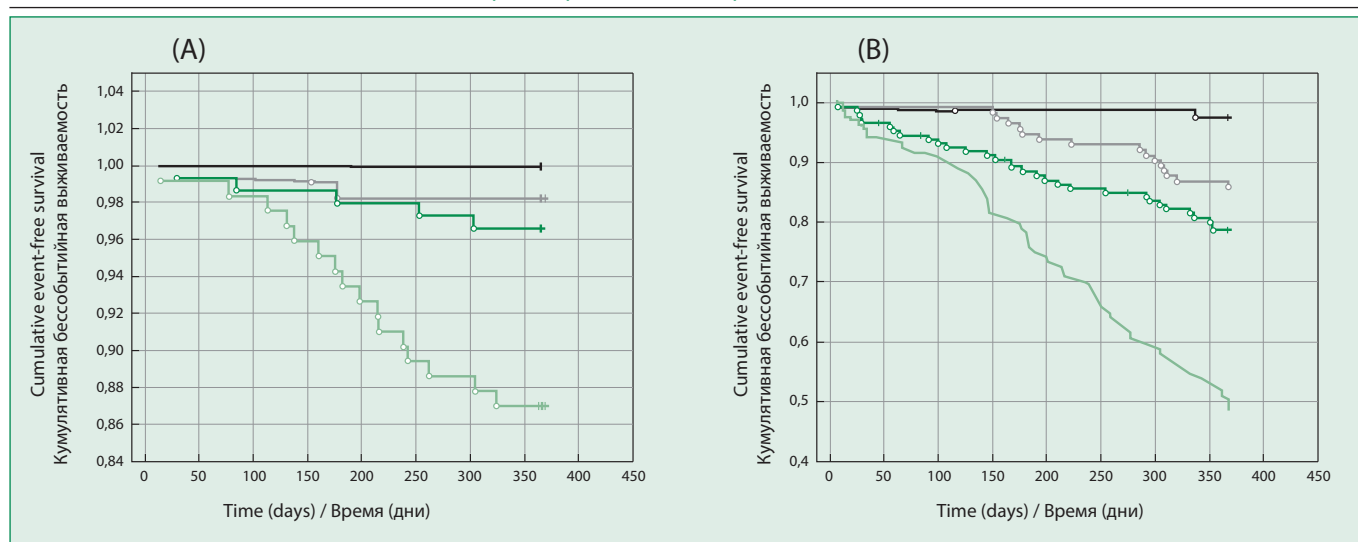


Figure 5. Kaplan-Meier curves for total mortality + myocardial infarction (A) and all adverse outcomes (B)
Рисунок 5. Кривые Каплана-Майера в развитии общей смертности+ИМ (А) и всех неблагоприятных исходов (В)

ПМЖВ/ОВ (1-й квартиль от 15 до 32 см/с; 2-й квартиль – от 33 до 46 см/с; 3-й квартиль от 47-65 см/с; 4-й квартиль – >65 см/с) смертность/ИМ значительно повышалась среди пациентов со скоростью >65 см/с, $p < 0,00002$ (рис. 5).

При этом среди больных группы 1 (со скоростями <32 см/с) частота суммарной точки неблагоприятных исходов была значительно ниже по сравнению с больными группы 2 (скорости кровотока от 33 до 46 см/с; $p < 0,006$), группы 3 (скорости кровотока от 47-65 см/с; $p < 0,0002$) и от группы 4 (скорость кровотока >65 см/с; $p < 0,0000001$). При этом частота появления неблагоприятных исходов в группе 2 (скорости кровотока от 33 до 46 см/с) была меньше, чем в 4 группе (скорость кровотока >65 см/с; $p < 0,0000001$). В 3 группе (скорости кровотока от 47-65 см/с) неблагоприятные исходы регистрировали реже, чем у больных 4 группы (скорость кровотока >65 см/с; $p < 0,0000001$, см. рис. 5).

Обсуждение

В работе получены данные, свидетельствующие о высокой доступности визуализации проксимального и срединного сегментов ПМЖВ левой коронарной артерии. Ранее многие авторы писали о высокой доступности визуализации коронарных артерии при эхокардиографии только у конкретно отобранных групп пациентов, однако наша работа показала, что у исследованных пациентов также была высокая возможность визуализации артерий независимо от таких факторов риска, как наличие артериальной гипертензии, сахарного диабета, курения и индекса массы тела. Несмотря на удовлетворительную визуализацию во всех группах, наилучшая оказалась на фоне увеличения левого предсердия, что, возможно, связано с изме-

нением положения левого коронарного синуса при расширении предсердия, когда коронарный синус становится более доступным для ультразвукового сканирования. Несмотря на предыдущие сомнения некоторых авторов о возможности визуализации коронарных артерий у пациентов с избыточной массы тела, ожирением и курением в анамнезе, имеются работы [6] в которых описано, что ожирение у пациентов значительно не влияло на возможность визуализации СЛКА и ПМЖВ, что согласуется с данными нашего исследования. Нами была определена значимость связи высоких скоростей в коронарных артериях с дальнейшим неблагоприятным прогнозом. По закону гидродинамики более узкое место в системе имеет большую скорость движения жидкости. Аналогично, при стенотическом клапанном поражении, более высокая скорость свидетельствует о более серьезном сужении клапана. В коронарной артерии также большая скорость указывает на большую тяжесть нарушения кровотока, что приводит к более высокому развитию неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. В международной медицинской литературе ранее было одно исследование, в котором ранее изучалась прогностическая роль скорости коронарного кровотока, измеренной во время эхокардиографии. В статье демонстрируется, что более высокий коронарный поток в проксимальных отделах левой коронарной артерии дает прогностическую информацию для выявления общей и сердечной смертности, помимо всех основных эхокардиографических параметров у пациентов с известным или предполагаемым заболеванием сердца [7]. Однако данная работа имеет ряд ограничений в выводах из-за ретроспективного дизайна исследования. Аналогичные данные были получены с помощью магнитно-резонансной томографии, предполагая, что высокий ко-

ронарный поток имеет влияние на прогноз. Коронарный кровоток был значительно выше у пациентов с известной ишемической болезнью сердца, чем у пациентов с отсутствием каких-либо сердечно-сосудистых событий при магнитно-резонансной томографии [8]. Ранее мы описывали лишь прогностическую роль высоких скоростей в коронарных артериях дополнительно к фракции выброса [4]. Однако, в данной работе мы определили отдельно прогностическую значимость от всех факторов риска и показателей эхокардиографии. Также имеются публикации, которые продемонстрировали широкий диапазон пороговых значений максимальной скорости коронарного кровотока для диагностики значимых стенозов (80-150 см/с) с помощью коронароангиографии. В текущем прогностическом исследовании пороговое значение ниже, чем в таковых диагностических. Было показано, что увеличение скорости более 64 см/с в проксимальных отделах коронарных артерий является сильным и независимым предиктором развития неблагоприятных событий таких как смерть/ИМ даже при краткосрочном прогнозе в последующий год.

Ограничения исследования

Данное исследование имеет несколько ограничений. Не исследовался кровоток в правой коронарной артерии. Возможность визуализации коронарных артерий зависит от опыта и современных ультразвуковых аппаратов. Не исключается возможность того, что угол между коронарным кровотоком и лучом доплера

при измерении скорости мог в некоторых случаях быть неверным. Кроме того, не было коронарной ангиографической информации для исследуемой когорты пациентов. Другим ограничением является неоднородный характер исследуемых пациентов, включая ишемическую болезнь сердца, гипертоническую болезнь и клапанные пороки сердца. Также данное исследование является одноцентровым с коротким периодом наблюдения, поэтому необходимо подтверждение результатов в многоцентровых исследованиях.

Заключение

Визуализация коронарных артерий возможна в более чем 90% случаях при эхокардиографии независимо от различных данных анамнеза, факторов риска и показателей эхокардиографии.

Визуализация левой коронарной артерии лучше при увеличении индекса объема левого предсердия. Пороговая скорость коронарного кровотока в прогнозе развития неблагоприятных исходов в течение последующего года определена, как 64 см/с для СЛКА/проксимального сегмента ПМЖВ/ОВ.

Отношения и Деятельность. Нет. Исследование проведено при поддержке Северо-Западного государственного медицинского университета.

Relationships and Activities. None. The study was performed with the support of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov.

References / Литература

1. 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):1318-9. DOI:10.1093/ehjci/jev182.
2. Karpov RS, Boshchenko AA, Vrublevsky AV. Transthoracic Ultrasound Imaging of Main Coronary Arteries. Tomsk: STT; 2015. (In Russ.) [Карпов Р.С., Бощенко А.А., Врублевский А.В. Трансторакальное ультразвуковое исследование магистральных коронарных артерий. Томск: STT. 2015].
3. 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):20-9 (In Russ.) [Бощенко А.А., Врублевский А.В., Карпов Р.С. Диагностика стенозов ствола левой коронарной артерии и передней нисходящей коронарной артерии с помощью трансторакальной эхокардиографии. Комплексные Проблемы Сердечно-сосудистых Заболеваний. 2016;(2):20-9]. DOI:10.17802/2306-1278-2016-2-20-29.
4. 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.
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, Zhuravskaya N, Caprnda M, et al. Should we routinely assess coronary artery Doppler in daily echocardiography practice? *Acta Cardiol*. 2022;77(7):573-79. DOI:10.1080/00015385.2021.1973771.
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;19:52-7. DOI:10.1016/j.ijcha.2018.04.003.
8. Kato S, Fukui K, Kodama S, et al. Prognostic value of resting coronary sinus flow determined by phase-contrast cine cardiovascular magnetic resonance in patients with known or suspected coronary artery disease. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2021;23(1):97. DOI:10.1186/s12968-021-00790-9.

Сведения об Авторах/About the Authors:

Калинина Елена Сергеевна [Elena S. Kalinina]
eLibrary SPIN 1022-1800, ORCID 0000-0002-4007-3322
Загатина Анжела Валентиновна [Angela V. Zagatina]
eLibrary SPIN 4321-4321, ORCID 0000-0002-9085-4872

Сайганов Сергей Анатольевич [Sergey A. Sayganov]
eLibrary SPIN 2174-6400, ORCID 0000-0001-8325-1937