

РОЛЬ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА В УЛУЧШЕНИИ ПРОГНОЗА ПАЦИЕНТОВ С ИЗМЕНЕННЫМ КРОНОАРНЫМ КРОВОТОКОМ ПО ДАННЫМ ТРАНСТОРАКАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

М.С. Каменских*, А.В. Загати́на, Н.Т. Журавская, Ю.Н. Федотов, Д.В. Шматов

Санкт-Петербургский государственный университет, Клиника высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова 190103, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная реки Фонтанки, 154

Цель: определить влияние рева́скуляриза́ции миокарда на прогноз пациентов с измененным коронарным кровотоком по данным трансторакального ультразвукового исследования.

Материал и методы. Включенные в исследование 412 пациентов после выполнения рутинной эхокардиографии, дополненной ультразвуковой диагностикой коронарных артерий, были разделены на три группы: группа 1 — пациенты с высокими скоростями в коронарных артериях по данным ультразвукового исследования, которым выполнялась рева́скуляриза́ция миокарда, группа 2 — пациенты с высокими скоростями в коронарных артериях по данным ультразвукового исследования, которым не выполнялась рева́скуляриза́ция миокарда, группа 3 — пациенты с неизменным коронарным кровотоком по данным ультразвукового исследования. Наблюдение за пациентами осуществлялось в течение 10–11 мес.

Результаты. Смертельные исходы зафиксированы в 17 случаях во всей исследуемой выборке — 4,7%; в группах 1, 2 и в контрольной группе — 1,6; 8,1 и 0% соответственно ($p_1 < 0,009$, $p_2 < 0,03$; p_1 — различия между группами 1 и 2, p_2 — различия с контрольной группой). Смерть/инфаркт миокарда/отек легких/острый коронарный синдром наблюдались у 27 пациентов (7,7% всей группы с измененным кровотоком), в группах 1, 2 и в контрольной группе — у 4,9, 11,0 и 0% соответственно ($p_1 < 0,05$, $p_2 < 0,006$).

Обсуждение. В проведенном исследовании была показана высокая смертность/частота острых коронарных событий в группе пациентов с патологически высокими скоростями коронарного кровотока, визуализированного при помощи трансторакального ультразвукового исследования. Доказано положительное влияние рева́скуляриза́ции на выживаемость этой группы пациентов.

Выводы

1. Скорость коронарного кровотока выше 70 см/с в бассейне левой коронарной артерии свидетельствует о высокой степени вероятности смерти/острых коронарных событий в ближайшие 10,5 мес.
2. Рева́скуляриза́ция миокарда в группе пациентов, имеющих скорость коронарного кровотока выше 70 см/с, оказывает статистически значимое положительное влияние на выживаемость и частоту острых коронарных событий.
3. Пациентам с высокими скоростями коронарного кровотока, выявленными при помощи ультразвукового исследования, может быть рекомендована коронарография или другие диагностические тесты, несмотря на отсутствие клинических проявлений и специфических симптомов, свойственных ишемической болезни сердца (ИБС).

Ключевые слова:	рева́скуляриза́ция миокарда, ишемическая болезнь сердца, эхокардиография, скорость коронарного кровотока
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах
Для цитирования:	Каменских М.С., Загати́на А.В., Журавская Н.Т., Федотов Ю.Н., Шматов Д.В. Роль рева́скуляриза́ции миокарда в улучшении прогноза пациентов с измененным коронарным кровотоком по данным трансторакального ультразвукового исследования. Сибирский медицинский журнал. 2019;34(1):54–60. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-54-60

THE ROLE OF MYOCARDIAL REVASCULARIZATION IN THE SURVIVAL OF PATIENTS WITH ALTERED CORONARY BLOOD FLOW DETECTED BY TRANSTHORACIC ULTRASOUND

Maxim S. Kamenskikh*, Anzhela V. Zagatina, Nadezhda T. Zhuravskaya, Yuri N. Fedotov, Dmitry V. Shmatov

Saint Petersburg State University, Clinic of Advanced Medical Technologies named after Nikolay I. Pirogov, 154, Fontanka Embankment, St. Petersburg, 190103, Russian Federation

Aim of the study was to identify the effects of myocardial revascularization on the prognosis in patients with altered coronary blood flow detected by transthoracic ultrasound.

Material and Methods. Four hundred and twelve (412) patients were included in the study. The inclusion criterion was coronary velocity more than 70 cm/s during echocardiography. The study population was divided into three groups: Group 1 comprised patients with high velocities in the coronary arteries detected by ultrasound, in whom myocardial revascularization was performed; Group 2 comprised patients with high velocities in the coronary arteries, in whom myocardial revascularization was not performed and; the Control Group comprised patients with normal coronary blood flow according to ultrasound. The follow-up period was 10–11 months.

Results. Seventeen (17) deaths (4.7%) occurred during follow-up. Death rates were 1.6 vs. 8.1 vs. 0% in Group 1, Group 2 and the Control Group, respectively, with a *p*-value for the difference between Group 1 and Group 2 (*p*₁) of <0.009; and a *p*-value for the differences compared with the Control group (*p*₂) of <0.03. Death, myocardial infarction, pulmonary edema, and acute coronary syndrome were observed in 27 patients (7.7% of the study group with accelerated blood flow). The rates of these outcomes were 4.9 vs. 11.0 vs. 0% in Group 1, Group 2, and the Control Group, respectively (*p*₁<0.05; *p*₂<0.006).

Discussion. The study showed high rates of mortality or acute coronary events in the group of patients with pathologically high coronary flow velocities. The positive effects of revascularization on survival in this group were verified.

Conclusions:

1. Left artery coronary flow velocities over 70 cm/s indicate a high probability of death or acute coronary events within 10.5 months.
2. Myocardial revascularization has a significant positive effect on the survival rate and incidence of acute coronary events in patients with coronary artery flow velocities greater than 70 cm/s.
3. Patients with high coronary blood flow velocities should be referred to coronary angiography or other diagnostic tests without waiting for clinical manifestations and specific symptoms for coronary artery disease.

Keywords: myocardial revascularization, coronary heart disease, echocardiography, coronary flow velocity

Conflict of interest: the authors do not declare a conflict of interest

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned

For citation: Kamenskikh M.S., Zagatina A.V., Zhuravskaya N.T., Fedotov Y.N., Shmatov D.V. The Role of Myocardial Revascularization in the Survival of Patients with Altered Coronary Blood Flow Detected by Transthoracic Ultrasound. The Siberian Medical Journal. 2019;34(1):54–60. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-54-60>

Введение

Первые публикации о возможности использования трансторакальной эхокардиографии для оценки коронарного кровотока появились в 1980–1990-х гг. [1, 2]. Современные работы, посвященные исследованию коронарных артерий с помощью трансторакальной эхокардиографии, показывают, что визуализация и оценка кровотока в различных артериях сердца возможна у большинства пациентов, при этом в 97% случаев успех визуализации наблюдается при исследовании передней межжелудочковой артерии во всех сегментах с помощью серийного мультисекторного датчика [3–5]. В ряде недавних исследований показано значимое соответствие между высокими скоростями коронарного кровотока, измеренными по доплеровской эхокардиографии, и значимыми стенозами, диагно-

стированными с помощью коронарной ангиографии [6, 7]. Также подтверждена связь скоростных показателей коронарного кровотока с развитием неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, когда в течение всего 10 мес. наблюдения смертность у пациентов с высокими скоростями в проксимальных отделах коронарных артерий достигает 6,4%, а острые коронарные события случаются у 10% пациентов [6]. Однако остается неясным влияние на прогноз реваскуляризации миокарда у пациентов с высокими скоростями коронарного кровотока. Данное исследование является субанализом ранее проведенного прогностического исследования [6].

Цель исследования: определить влияние реваскуляризации миокарда на прогноз пациентов с измененным коронарным кровотоком по данным трансторакального ультразвукового исследования коронарных артерий.

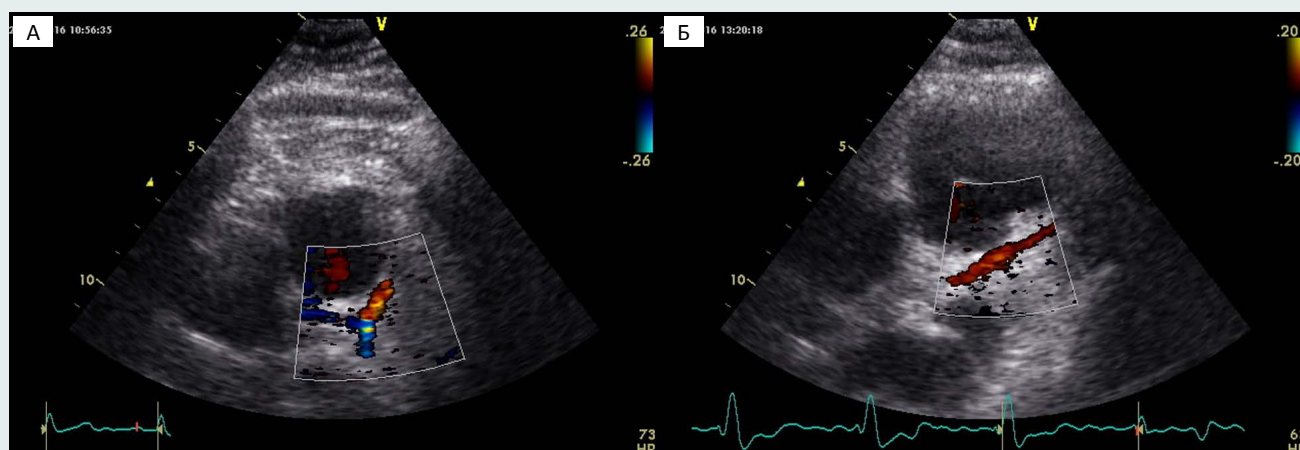


Рис. 1. А — ствол ЛКА, ПМЖА, ОА. Б — проксимальный отдел ПМЖА

Fig. 1. A — the left main coronary artery, anterior interventricular artery, and the circumflex artery. Б — proximal part of the anterior interventricular artery

Материал и методы

В проспективном контролируемом одноцентровом исследовании проводился скрининг всех пациентов, направленных на рутинную эхокардиографию в период с мая 2014 по август 2016 гг. Показаниями к эхокардиографии являлись: артериальная гипертензия, одышка, предполагаемая или доказанная ишемическая болезнь сердца (ИБС) или клапанные болезни сердца. Критерием исключения явилось перенесенное ранее аортокоронарное шунтирование. Критерием включения в основную группу были скорости коронарного потока в состоянии покоя ≥ 70 см/с в стволе левой коронарной артерии (ЛКА)/проксимальном отделе передней межжелудочковой артерии (прПМЖА)/проксимальном отделе огибающей артерии (проОА) или в срединных сегментах этих артерий. Из общей когорты набиралась контрольная группа с неизменным коронарным кровотоком во всех исследуемых сегментах. Набор во все группы проводился по анонимным изображениям без знания клинической картины заболевания и других эхокардиографических данных.

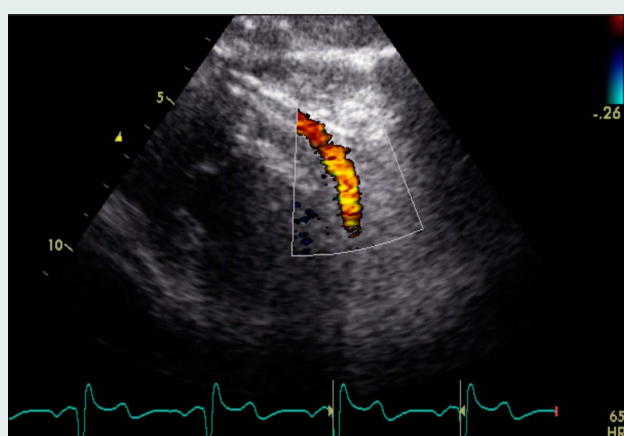


Рис. 2. Цветная доплерография средней трети ПМЖА

Fig. 2. Color Doppler sonography of the middle third of the anterior interventricular artery

При анализе прогностических данных основная группа подразделялась на группы с реваскуляризацией (группа 1) и без реваскуляризации миокарда (группа 2).

Эхокардиография. Эхокардиография выполнялась на ультразвуковых сканерах Vivid 7 Dimension и Vivid E9, GE с помощью секторных фазированных датчиков M4S и M5S по протоколам, рекомендованным международными эхокардиографическими ассоциациями [8].

Трансторакальное ультразвуковое исследование коронарных артерий. Для визуализации коронарных артерий по умолчанию использовалась заводская вкладка Coronary. Сканирование кровотока коронарных артерий проводилось с помощью обычных трансторакальных секторных датчиков M4S, M5S по методикам, описанным ранее в литературе [9–11]. Всем пациентам выполнялся поиск ствола ЛКА, проксимальных отделов ОА и ПМЖА в парастернальной позиции по короткой оси на уровне аорты, модифицированной для визуализации левого коронарного синуса (рис. 1). Поиск средней трети ПМЖА выполнялся в дополнительных позициях между верхушечной двухкамерной и парастернальной по длинной оси плоскостями таким образом, чтобы максимально визуализировать переднюю межжелудочковую борозду (рис. 2).

Максимальную скорость определяли в зоне перехода предела Найквиста, устанавливая контрольный объем импульсно-волнового доплера в участок интенсивного цветного спектра (рис. 3).

Всем пациентам с патологически высокими скоростями было предложено проведение нагрузочных тестов или выполнение коронарографии в соответствии с клиническими рекомендациями [12].

Оценка клинических исходов периода 10–11 мес. Анализ клинических исходов проводился путем опроса пациентов во время врачебного приема, изучения историй болезни и амбулаторных карт, а также методом телефонного опроса пациентов/их ближайших родственников. Крупными неблагоприятными клиническими исходами, то есть конечными точками, считались следующие тяжелые коронарные события: смерть, нефатальный инфаркт миокарда (ИМ), острый отек легких, острый коронарный синдром (ОКС). Чтобы избежать ошибочной классификации причин смерти (Lauer et al., 1999), в расчет принималась общая летальность, затем проводился сравнительный анализ клинических исходов групп с реваскуляризацией и без реваскуляризации миокарда.

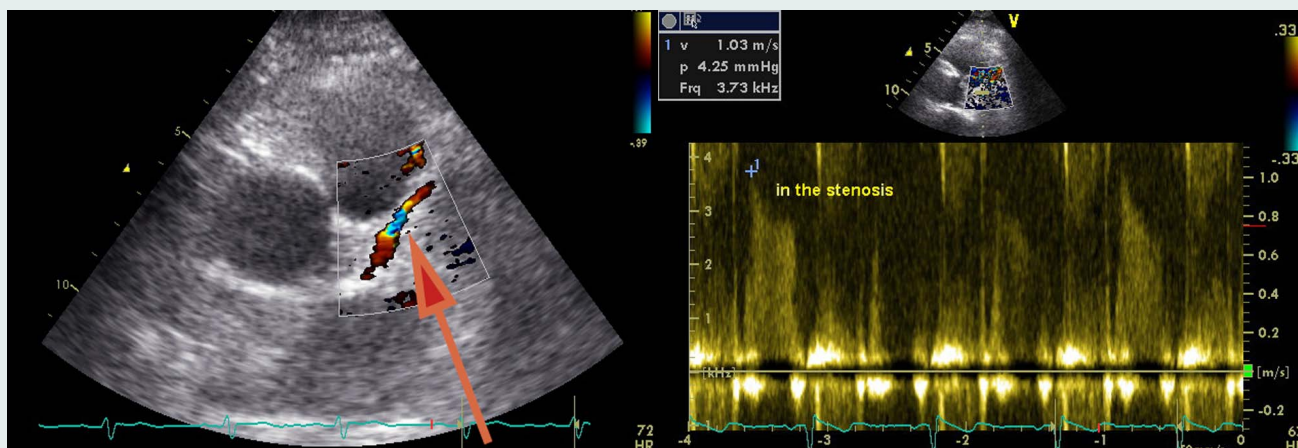


Рис. 3. Зона с ускорением кровотока в проксимальном отделе ПМЖА

Fig. 3. Blood flow acceleration zone in the proximal part of the anterior interventricular artery

Статистика. Непрерывные переменные описывались средними и стандартными отклонениями, категориальные данные выражались в процентах. Проверку на нормальное распределение количественных показателей проводили тестом Колмогорова — Смирнова. Для количественных сравнений был выполнен t-тест Стьюдента. Использовались кривые выживаемости Каплана — Мейера.

Сопоставление пропорций проводилось с помощью теста χ^2 Пирсона; если число событий было меньше 10, рассчитывался критерий χ^2 с поправкой Йетса, если событий было менее 5, использовался точный метод Фишера. Для статистического анализа использовались статистический пакет Statistica версии 10.0 (Stat Soft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA) и статистическое программное обеспечение MedCalc версии 14.8.1 (MedCalc Software bvba, Остенде, Бельгия).

Исследование соответствует требованиям Хельсинкской декларации; протокол исследований одобрен комитетом по этике; все пациенты подписали информированное согласие.

Результаты

Всего в исследование было включено 412 человек (269 мужчин — 65% и 143 женщины — 35%, средний возраст — 61 ± 11 лет). Клиническая характеристика общей группы пациентов приведена в таблице 1.

Период наблюдения составил 10,5 мес. За время наблюдения был потерян контакт с 4 пациентами из основной группы. Таким образом, заключительная основная исследовательская группа была представлена 357 пациентами (99%). У 207 пациентов зафиксированы неблагоприятные события: 17 смертей, 8 нефатальных ИМ и/или острых отеков легких, 2 ОКС и 184 реваскуляризации (79 — аортокоронарное шунтирование, 97 — ЧКВ со стентированием, у 8 пациентов были выполнены обе процедуры); 3 пациента с реваскуляризацией умерли в течение периода наблюдения, у одного произошел нефатальный ИМ. В основной группе 93% пациентов или их ближайшие родственники подтвердили, что они принимали все назначенные препараты.

Таблица 1. Базовая характеристика групп пациентов

Table 1. Baseline characteristics of patient groups

Показатели	Основная группа, n=361	Контрольная группа, n=51
Возраст (лет)	62.3±11.2	58.4±12.3
Пол (м./ж.)	242/119	27/24
Индекс массы тела (г/м ²)	28.6±4.8	28.3±3.9
Медицинские данные		
Курение	76 (21%)	3 (6%)
Гипертония	299 (83%)	38 (75%)
Доказанная ИБС	178 (49%)	7 (14%)
Предшествующие ЧКВ	92 (26%)	1 (2%)
Сахарный диабет	57 (16%)	3 (6%)
Перенесенный ранее ИМ	122 (34%)	5 (10%)
Поражения клапанов сердца	8 (2%)	0 (0%)

Примечание: ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, ИМ — инфаркт миокарда.
 Note: ИБС — coronary artery disease; ЧКВ — percutaneous coronary intervention; ИМ — myocardial infarction.

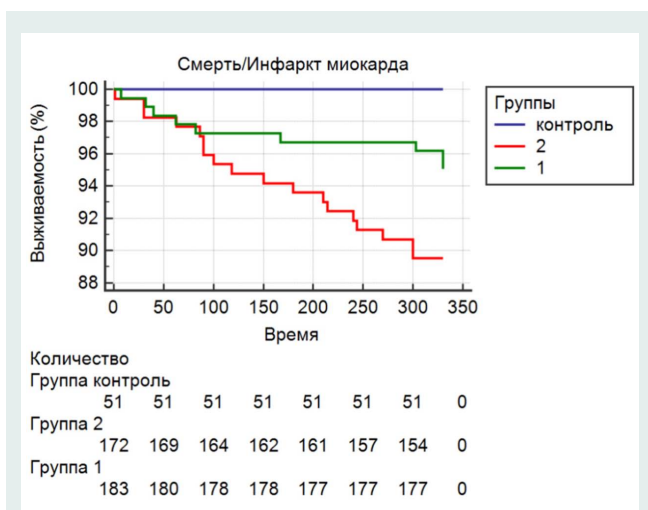


Рис. 4. Кривая Каплана — Мейера основных групп пациентов

Fig. 4. Kaplan Meier curve of main groups of patients

В 91% случаев визуализации локальной скорости коронарного кровотока более 70 см/с в стволе ЛКА, проксимальном отделе передней нисходящей артерии и ОА соответствовали значимым стенозам, выявленным при коронарной ангиографии. В 69% визуализации локальной скорости коронарного кровотока с показателями локальной скорости более 70 см/с в средних сегментах ПМЖА, ОА были признаны значимыми стенозами по коронарной ангиографии.

Анализ групп пациентов с реваскуляризацией и без реваскуляризации миокарда (группы 1 и 2 соответственно) представлен в таблице 2.

Различия в клинических исходах у групп с реваскуляризацией и без реваскуляризации миокарда. Смертельные исходы зафиксированы в 17 случаях во всей исследуемой выборке (4,7%), в группах 1, 2 и в контрольной группе — 1,6; 8,1 и 0% соответственно ($p_1 < 0,009$, $p_2 < 0,03$; p_1 — различия между группами 1 и 2, p_2 — различия между группой 2 и контрольной группой).

Смерть/ИМ/отек легких/ОКС наблюдались у 27 пациентов (7,7% всей группы с измененным кровотоком), в группах 1, 2 и в контрольной группе — у 4,9, 11,0 и 0% соответственно ($p_1 < 0,05$, $p_2 < 0,006$; p_1 — различия между группами 1 и 2, p_2 — различия между группой 2 и контрольной группой).

Методом Каплана — Мейера определена кривая комбинированной точки «смерть/острые коронарные события» пациентов всех исследуемых групп (рис. 4).

Обсуждение

В проведенном исследовании была показана высокая смертность/частота острых коронарных событий в группе пациентов с патологически высокими скоростями коронарного кровотока, визуализированного при помощи трансторакального ультразвукового исследования. Так, общая смертность в группах 1 и 2 составила 4,7 против 0% в контрольной группе, а по критерию «смерть/острые коронарные события» контрольные точки достигнуты у 7,7% пациентов в группах 1 и 2 против 0% в контрольной группе ($p < 0,03$). Стоит отметить, что контрольная группа состояла из пациентов, у которых коронарный

Таблица 2. Клиническая и эхокардиографическая характеристика групп пациентов

Table 2. Clinical and echocardiographic characteristics of patient groups

Показатели	Группа 1, n=184	Группа 2, n=173	p
Возраст (лет)	61,3±9	63,3±13	незначимо
Пол (м./ж.)	138/46	101/72	0,0008
Индекс массы тела (г/м ²)	28,8±4	28,5±5	незначимо
Медицинские данные			
Курение	40 (22%)	35 (20%)	незначимо
Гипертония	157 (85%)	141 (82%)	незначимо
Доказанная ИБС	107 (58%)	68 (39%)	0,0005
Сахарный диабет	37 (20%)	19 (11%)	0,02
Перенесенный ранее ИМ	82 (45%)	39 (23%)	0,00001
Эхокардиография			
ФВ, %	60,5±10	61,4±11	незначимо
КДО, мл	109±37	110±35	незначимо
Скорость коронарного кровотока в покое			
Макс. скорость в стволе ЛКА, прПМЖА, см/с	101±29	100±33	незначимо
Макс. скорость в срПМЖА/срОА, см/с	92±43	89±27	незначимо

Примечание: ФВ — фракция выброса левого желудочка; КДО — конечный диастолический объем левого желудочка; макс. скорость в стволе ЛКА, прПМЖА — максимальная скорость в стволе левой коронарной артерии, в проксимальном отделе передней нисходящей артерии; макс. скорость в срПМЖА/срОА — максимальная скорость в среднем отделе передней межжелудочковой артерии/огибающей артерии.

Note: ФВ — left ventricular ejection fraction; КДО — left ventricular end diastolic volume; макс. скорость в стволе ЛКА — maximum velocity in the left main coronary artery; прПМЖА maximum velocity in the left main coronary artery, proximal part of the left anterior descending coronary artery; макс. скорость в срПМЖА/срОА — maximum velocity in the middle part of the anterior interventricular artery/circumflex artery.

кровоток по данным ультразвукового исследования был не изменен, однако они не являлись здоровыми: в контрольной группе было 75% пациентов с диагнозом «гипертоническая болезнь», 7% — с доказанной ИБС, у 10% в анамнезе был перенесенный ИМ, у 2% — предшествующие ЧКВ со стентированием коронарных артерий.

Также удалось доказать статистически значимый благоприятный эффект реваскуляризации миокарда и ее положительное влияние на выживаемость и частоту возникновения острых коронарных событий у пациентов с измененным коронарным кровотоком по данным ультразвукового исследования. Смерть зафиксирована в 1,6; 8,1 и 0% соответственно, $p < 0,009$, в группе реваскуляризации данный показатель был статистически значимо меньше. Смерть/острые коронарные события зарегистрированы в 4,9, 11,0 и 0% в группах 1, 2 и в контрольной группе соответственно, $p < 0,05$.

Первые сведения о возможности использования трансторакальной эхокардиографии для визуализации коронарных артерий появились в 1980–1990-х годах [1, 2]. Работы были сделаны на малых выборках и, как правило, демонстрировали небольшой процент успешной визуализации фрагментов коронарных артерий — около 35–50%. Усовершенствование ультразвукового оборудования за последние 10 лет позволило качественно изменить возможность исследования магистральных коронарных артерий при помощи серийного трансторакального датчика при выполнении рутинной эхокардиографии [3–5]. Проводились работы по сопоставлению данных ультразвукового исследования коронарных артерий с результатами коронароангиографии, в которых была доказана значимая корреляция между высокими скоростями коронарного кровотока и наличием значительных стенозов коронарных артерий, выявленных при проведении коронароангиографии [6, 13].

Тем не менее работы, связывающие высокие скорости коронарного кровотока с развитием в дальнейшем неблагоприятных коронарных событий и влиянием на прогноз таких пациентов, появились лишь в последний год. На сегодняшний день в доступной литературе опубликовано только две работы, посвященные данной теме: проспективное контролируемое исследование, субанализ которого приводится в нашей работе, и одноцентровый анализ когорты пациентов, проведенный Т. Могофи́и и соавт. [14]. Несмотря на присутствие ретроспективному анализу ограничения второго исследования, авторам удалось на большой выборке пациентов показать, что высокие скорости кровотока в проксимальном отделе ствола ЛКА и передней нисходящей артерии ассоциированы со смертью и являются независимым предиктором неблагоприятных исходов (ИМ, сердечная недостаточность, внезапная сердечная смерть в период в среднем до 6,3 лет). Однако в указанной работе не проводился анализ влияния реваскуляризации миокарда на последующие неблагоприятные события у групп пациентов с высокими скоростями коронарного кровотока, визуализированными при помощи трансторакального ультразвукового исследования.

В настоящем исследовании группы с реваскуляризацией и без реваскуляризации миокарда не были рандомизированы, не было получено статистически значимых различий при сравнении базовых характеристик этих групп по таким параметрам, как возраст, индекс массы тела, гипертония, фракция выброса левого желудочка, а также по показателям максимальных скоростей кровотока в коронарных артериях. Однако по своим клиническим характеристикам (доказанная ИБС, перенесенный ранее ИМ, сахарный диабет) группа с реваскуляризацией была тяжелее, но при этом выживаемость пациентов группы 1

оказалась значимо выше, а количество острых коронарных событий было меньше.

Несмотря на то, что всем пациентам было предложено дальнейшее дообследование с последующим проведением коронароангиографии и возможной реваскуляризации миокарда, почти половина пациентов не были реваскуляризованы, что частично связано с отсутствием симптомов ИБС и отказом пациентов от дальнейшей диагностики. В то же время в группе 1 пациенты чаще имели доказанную ИБС и перенесенный ранее ИМ и были готовы к кардиохирургическому лечению.

ИБС может не иметь специфических симптомов, и первым проявлением болезни зачастую становится ИМ или смерть, а метод трансторакальной ультразвуковой диагностики коронарного кровотока может помочь выявить изменение коронарного кровотока при обычной рутинной эхокардиографии. Полученные данные, учитывая их высокую специфичность и серьезную прогностическую значимость, могут рассматриваться как показание к коронарографии.

Ограничения. Группы не были подразделены на виды реваскуляризации (аортокоронарное шунтирование, ЧКВ со стентированием) ввиду малого количества пациентов в подгруппах. Требуется дальнейшее проспективное исследование для сравнения видов реваскуляризации и определения их влияния на прогноз у пациентов с высокими скоростями коронарного кровотока.

Не была проведена рандомизация пациентов групп 1 и 2 по этическим соображениям, что теоретически могло повлиять на результат. Однако группы не различались значимо по базовым эхокардиографическим характеристикам, и группа с реваскуляризацией была значимо тяжелее по клиническим параметрам. Проведение исследования, в котором часть пациентов будет рандомизирована в группу без реваскуляризации, представляется и в дальнейшем этически сомнительным. Это связано с доказаннотяжелым прогнозом у больных с патологически измененным кровотоком в коронарных артериях, имеющих высокую вероятность значимого стенозирования данных артерий, что требует хирургической коррекции согласно действующим рекомендациям.

В работе использовались абсолютные значения скоростей, а не отношение престенотической/стенотической скорости кровотока. Допплеровский метод исследования является угловым. Однако, несмотря на использование только абсолютных величин скоростей коронарного кровотока, проспективно была показана жесткая связь с дальнейшими клиническими исходами [14].

Выводы

1. Реваскуляризация миокарда в группе пациентов, перенесших вмешательство, оказывает статистически значимое положительное влияние на выживаемость и частоту острых коронарных событий.

2. Скорость коронарного кровотока выше 70 см/с в бассейне левой коронарной артерии свидетельствует о высокой степени вероятности смерти/острых коронарных событий в ближайшие 10,5 мес.

3. Пациентам с высокими скоростями коронарного кровотока, выявленными при помощи ультразвукового исследования, может быть рекомендована коронарография или другие диагностические тесты, несмотря на отсутствие клинических проявлений и специфических симптомов, свойственных ИБС.

Литература / References

1. Chong Ng D.W., Vlachonassios K., Nimalasuriya A.R., Nguyen V.T., Wijesekera C., Khan A., et al. Usefulness of transthoracic echocardiography in demonstrating coronary blood flow after coronary artery bypass grafting. *Am. J. Cardiol.* 2004 April;93(7):923–925. ISSN 0002-9149.
2. Ehsam J.E., Spittell P.C., Seward J.B. Internal mammary artery 100% visualization with new ultrasound technology. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1998;11(1):10–12. DOI: 10.1016/S0894-7317(98)70114-2.
3. Anjaneyulu A., Raghu K., Chandramukhi S., Satyajit G.M., Arramraja S., Raghavaraju P., et al. Evaluation of left main coronary artery stenosis by transthoracic echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2008;21(7):855–860. DOI: 10.1016/j.echo.2007.12.016.
4. Kenny A., Shapiro L.M. Transthoracic high-frequency two-dimensional echocardiography, Doppler and color flow mapping to determine anatomy and blood flow patterns in the distal left anterior descending coronary artery. *Am. J. Cardiol.* 1992;69(16):1265–1268.
5. Kern M.J., Lerman A., Besh J.W., de Bruyne B., Eeckhout E., Fearon W.F., et al. Physiological assessment of coronary artery disease in the cardiac catheterization laboratory: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization, Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 2006;114(12):1321–1341.
6. Zagatina A., Zhuravskaya N., Kamenskikh M., Shmatov D., Sayganov S., Rigo F. Role of Coronary Flow Velocity in Predicting Adverse Outcome in Clinical Practice. *Ultrasound Med. Biol.* 2018 Jul;44(7):1402–1410. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2018.03.021.
7. Anjaneyulu A., Raghu K., Chandramukhi S., Satyajit G.M., Arramraja S., et al. Evaluation of left main coronary artery stenosis by transthoracic echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2008 Jul;21(7):855–860. DOI: 10.1016/j.echo.2007.12.016.
8. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A., et al. Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2005 Dec;18(12):1440–1463.
9. Krzanowski M., Bodzon W., Dimitrow P.P. Imaging of all three coronary arteries by transthoracic echocardiography: An illustrated guide. *Cardiovasc. Ultrasound.* 2003;1:16.
10. Boshchenko A., Vrublevsky A., Karpov R. Transthoracic Echocardiography in the Assessment of Coronary Arteries. Chapter 2. In: *Coronary Angiography — Advances in Noninvasive Imaging Approach for Evaluation of Coronary Artery Disease.* Ed. by Branislav Baskot. Published by InTech;2011:21–60. ISBN 978-953-307-675-1. DOI: 10.5772/21793.
11. Vegsundvåg J., Holte E., Wiseth R., Hegbom K., Hole T. Transthoracic echocardiography for imaging of the different coronary artery segments: a feasibility study. *Cardiovasc. Ultrasound.* 2009 Dec 22;7:58. DOI: 10.1186/1476-7120-7-58.
12. Authors/Task Force members, Kolh P., Windecker S., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V., et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. Heart J.* 2014 Oct 1;35(37):2541–2619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278.
13. Moreo A., Gaibazzi N., Faggiano P., Mohammed M., Carerj S., Muredud G., et al. Multiparametric carotid and cardiac ultrasound compared with clinical risk scores for the prediction of angiographic coronary artery disease: a multicenter prospective study. *J. Hypertens.* 2015 Jun;33(6):1291–1300. DOI: 10.1097/HJH.0000000000000543.
14. Morofuji T., Saito M., Inaba S., Morioka H., Sumimoto T. Prognostic value of proximal left coronary artery flow velocity detected by transthoracic Doppler echocardiography. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2018 May 7;19:52–57. DOI: 10.1016/j.ijcha.2018.04.003.

Информация о вкладе авторов

Каменских М.С. — анализ и интерпретация данных.
Загатина А.В. — разработка концепции и дизайна.
Журавская Н.Т. — проверка критически важного интеллектуального содержания.

Федотов Ю.Н. — обоснование рукописи.
Шматов Д.В. — окончательное утверждение для публикации рукописи.

Сведения об авторах

Каменских Максим Сергеевич*, врач — сердечно-сосудистый хирург кабинета рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова, Санкт-Петербургский государственный университет.
E-mail: Kamen-maksim@yandex.ru.

Загатина Анжела Валентиновна, канд. мед. наук, врач-кардиолог Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова, Санкт-Петербургский государственный университет.
E-mail: zag_angel@yahoo.com.

Журавская Надежда Тимофеевна, канд. мед. наук, врач-кардиолог Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова, Санкт-Петербургский государственный университет.
E-mail: zhuravskayan@yandex.ru.

Федотов Юрий Николаевич, д-р мед. наук, директор Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова, Санкт-Петербургский государственный университет.

Шматов Дмитрий Викторович, д-р мед. наук, профессор кафедры госпитальной хирургии, заместитель директора по кардиохирургии Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова, Санкт-Петербургский государственный университет.
E-mail: dv.shmatov@gmail.com.

Information about the authors

Maxim S. Kamenskikh*, Cardiovascular Surgeon, Clinic of Advanced Medical Technologies n. a. Nikolay I. Pirogov, Saint Petersburg State University.
E-mail: Kamen-maksim@yandex.ru.

Anzhela V. Zagatina, Cand. Sci. (Med.), Cardiologist, Clinic of Advanced Medical Technologies n. a. Nikolay I. Pirogov, Saint Petersburg State University.
E-mail: zag_angel@yahoo.com.

Nadezhda T. Zhuravskaya, Cand. Sci. (Med.), Cardiologist, Clinic of Advanced Medical Technologies n. a. Nikolay I. Pirogov, Saint Petersburg State University.
E-mail: zhuravskayan@yandex.ru.

Yuri N. Fedotov, M.D., Dr. Sci. (Med.), Director, Clinic of Advanced Medical Technologies n. a. Nikolay I. Pirogov, Saint Petersburg State University.

Dmitry V. Shmatov, M.D., Dr. Sci. (Med.), Deputy Director (Cardiac Surgery), Clinic of Advanced Medical Technologies n. a. Nikolay I. Pirogov, Saint Petersburg State University.
E-mail: dv.shmatov@gmail.com.

Поступила 21.11.2018, принята к печати 08.02.2019

Received November 21, 2018, accepted for publication February 08, 2019