

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-39-3-179-184>
УДК 616.132.2-089.819.5-089.81-072.1-073.43

Особенности ультразвуковой флоуметрии коронарных шунтов у пациентов после множественных чрескожных коронарных вмешательств

В.В. Затолокин, Ю.У. Алишеров, Ю.Ю. Вечерский,
Д.С. Панфилов, Б.Н. Козлов

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,
634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

Аннотация

Актуальность. Функциональность коронарных шунтов после хирургической реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца напрямую зависит от состояния целевых коронарных артерий. При наличии распространенного и диффузного атеросклеротического поражения или микроциркуляторных дисфункций отмечается высокая частота дисфункций коронарных шунтов уже в ближайшее время. В некоторых случаях дисфункция шунта может привести к выраженной гемодинамической нестабильности, сопровождающейся острыми нарушениями кровообращения.

Цель работы: оценить функцию коронарных шунтов при реваскуляризации миокарда с использованием метода ультразвуковой флоуметрии у пациентов, имеющих и не имеющих в анамнезе множественные чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ).

Материал и методы. В ретроспективное исследование включены 47 пациентов, подвергшихся операции аортокоронарного шунтирования. Всего было выполнено 145 коронарных шунтов. Все пациенты были разделены на 2 группы. В 1-ю группу (группа ЧКВ) были включены пациенты после множественных предшествующих ЧКВ ($n = 25$; 74 коронарных шунта), 2-ю группу (без ЧКВ) составили пациенты без предшествующих ЧКВ ($n = 22$; 71 коронарный шунт). Всем пациентам интраоперационно выполнена ультразвуковая флоуметрия коронарных шунтов с помощью системы VeriQ (Medistim, Норвегия).

Результаты. При анализе статуса коронарных шунтов у пациентов после множественных ЧКВ был отмечен значимо низкий показатель средней объемной скорости кровотока ($29,50000-0002-0288-41918,3$ и $48,2 \pm 11,6$ мл/мин соответственно, $p = 0,0001$) и более низкое диастолическое наполнение ($55,2 \pm 8,2$ и $71,9 \pm 7,1\%$, $p = 0,0001$). Также в группе пациентов после множественных ЧКВ было 2 (2,7%) случая ревизии дистального анастомоза по поводу высокого пульсативного индекса и низкой объемной скорости кровотока. При этом в группе без ЧКВ таких событий отмечено не было.

Выводы. Наличие в анамнезе предшествующих ЧКВ снижает функциональный статус коронарных шунтов.

Ключевые слова:	ишемическая болезнь сердца, коронарное шунтирование, ультразвуковая флоуметрия.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено этическим комитетом НИИ кардиологии Томского НИМЦ (протокол № 188 от 18.09.2020 г.).
Для цитирования:	Затолокин В.В., Алишеров Ю.У., Вечерский Ю.Ю., Панфилов Д.С., Козлов Б.Н. Особенности ультразвуковой флоуметрии коронарных шунтов у пациентов после множественных чрескожных коронарных вмешательств. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2023;39(3):179–184. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-39-3-179-184 .

Transit-time flowmetry measurement features of coronary bypass grafts after multiple percutaneous coronary interventions

Vasily V. Zatolokin, Yusufjon U. Alisherov, Yurii Y. Vechersky, Dmitry S. Panfilov, Boris N. Kozlov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia, 111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

Abstract

The functionality of coronary bypass grafts after surgical myocardial revascularization in patients with coronary heart disease directly depends on the state of the target coronary arteries. In the presence of widespread and diffuse atherosclerotic lesions or microcirculatory dysfunctions, a high frequency of coronary bypass dysfunctions is noted in the near future. In some cases, shunt dysfunction can lead to severe hemodynamic instability, accompanied by acute circulatory disorders.

Aim: To assess the function of coronary bypass grafts during myocardial revascularization using the method of ultrasonic flowmetry in patients with and without a history of multiple percutaneous coronary interventions (PCI).

Material and methods. The retrospective study included 47 patients who underwent coronary artery bypass surgery. A total of 145 coronary bypass grafts were performed. All patients were divided into 2 groups. Group 1 (PCI group) included patients after multiple previous PCI ($n = 25$; 74 coronary bypass grafts), group 2 (without PCI) included patients without previous PCI ($n = 22$; 71 coronary bypass grafts). All patients underwent intraoperative ultrasonic flowmetry of coronary bypass grafts using the VeriQ system (Medistim, Norway).

Results. When analyzing the status of coronary bypass grafts in patients after multiple PCI, a significantly low mean volumetric blood flow rate was noted (29.5 ± 8.3 ml/min and 48.2 ± 11.6 ml/min, respectively, $p = 0.0001$) and lower diastolic filling ($55.2 \pm 8.2\%$ and $71.9 \pm 7.1\%$, $p = 0.0001$). Also in the group of patients after multiple PCI, there were 2 (2.7%) cases of revision of the distal anastomosis due to a high pulsatile index and low volumetric blood flow velocity. However, no such events were noted in the group without PCI.

Conclusions. Previous percutaneous coronary interventions are compromising factors for the state of the coronary bed, which reduces the functional status of coronary bypass grafts and may increase the perioperative risk of surgical myocardial revascularization.

Keywords:	ischemic heart disease, coronary artery bypass grafting, transit time flow measurement.
Conflict of interest:	the authors declare no conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from each patient. The studies were approved by the ethics committee of the Research Institute of Cardiology of the Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences (protocol No 188 dated September 18, 2020).
For citation:	Zatolokin V.V., Alisherov Y.U., Vechersky Y.Y., Panfilov D.S., Kozlov B.N. Transit-time flowmetry measurement features of coronary bypass grafts after multiple percutaneous coronary interventions. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2023;39(3):179–184. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-39-3-179-184 .

Введение

Коронарное шунтирование (КШ) и чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) являются основными методами реваскуляризации миокарда. Известно, что при многососудистом поражении коронарных артерий, особенно при высоком балле SYNTAX score (≥ 32) выбор в пользу коронарного шунтирования представляется наиболее предпочтительным вариантом, так как ЧКВ у таких пациентов сопряжены с наиболее высокой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [1].

Однако в настоящее время значительно увеличилось количество чрескожных коронарных процедур. В неко-

торых случаях баллонная дилатация и стентирование коронарных артерий являются вынужденными мерами при остром инфаркте миокарда, которые выполняются с целью немедленного восстановления кровотока в инфаркт-связанной коронарной артерии при многососудистом поражении [1].

В некоторых клиниках выполняется большое количество этапных и повторных ЧКВ с множественной установкой стентов у пациентов с многососудистым поражением даже со стабильной ишемической болезнью сердца [2, 3]. Таким образом, в настоящее время на операцию КШ достаточно часто попадают пациенты, имеющие в анамнезе более двух установленных стентов [2, 3].

Следует иметь в виду, что фоновое состояние коронарных артерий и дистального русла после ЧКВ значительно отличается от статуса интактного коронарного бассейна. В современной литературе существуют данные о случаях диспластичных изменений коронарных артерий после ЧКВ, что может стать причиной трофических нарушений и хрупкости сосудистой стенки [4]. Доказано, что ЧКВ демонстрирует развитие таких вазомоторных дисфункций, как угнетение эндотелий-зависимой вазодилатации с последующим увеличением эндотелин-индуцированной вазоконстрикции и нарушением эндотелий-независимой вазодилатации [5]. Эти процессы могут влиять на непосредственную функциональность коронарных шунтов и повышать риски неблагоприятных результатов операции, несмотря на полную реваскуляризацию миокарда при КШ [5].

В связи с этим особенно актуальна диагностика состоятельности коронарных шунтов сразу же после их формирования во время операции. Наиболее простым и информативным методом диагностики функциональности шунтов в настоящее время является определение транзитного времени потока по шунтам согласно современным рекомендациям по реваскуляризации миокарда (класс рекомендации 1, уровень доказательности С) [1].

Цель работы: оценка функции коронарных шунтов при реваскуляризации миокарда с использованием метода ультразвуковой флоуметрии у пациентов, имеющих и не имеющих в анамнезе множественные ЧКВ.

Материал и методы

В ретроспективное исследование включены 47 пациентов, подвергшихся операции аортокоронарного шунтирования. Общее количество сформированных коронарных шунтов составило 145. Все пациенты были разделены на 2 группы. В 1-ю группу (группа ЧКВ) были включены пациенты после множественных предшествующих ЧКВ ($n = 25$; 74 коронарных шунта), 2-ю группу (без ЧКВ) составили пациенты без предшествующих ЧКВ ($n = 22$; 71 коронарный шунт). В 1-й группе все ЧКВ были выполнены в плановом порядке, где показатель среднего количества стентов на пациента оказался 2,7 единиц. Пациенты из обеих групп были сопоставимы по основной и сопутствующей патологии (табл. 1).

Все операции были выполнены в условиях искусственного кровообращения и холодовой кардиopleгии раствором «Кустодиол». У всех пациентов использовали внутреннюю грудную артерию для шунтирования передней нисходящей артерии и аутовену для шунтирования других коронарных артерий. При проведении КШ придерживались стратегии полной реваскуляризации миокарда.

Всем пациентам интраоперационно было выполнено измерение транзитного времени потока по коронарным шунтам с помощью системы VeriQ (Medistim, Норвегия). Измерения проводились сразу после отключения от аппарата искусственного кровообращения. Оценивалась средняя объемная скорость кровотока (мл/мин), пульсативный индекс (ед.) и диастолическое наполнение (%). Измерения выполнялись на фоне стабильной гемодинамики при значениях среднего артериального давления 80 мм рт. ст. с помощью датчиков 3–4 мм в зависимости от диаметра измеряемого шунта.

Таблица 1. Характеристика пациентов

Table 1. Patient characteristics

Параметры Parameters	1-я группа (ЧКВ) PCI	2-я группа (без ЧКВ) Without PCI
Количество пациентов (шунтов) Number of patients (bypasses)	25 (74 шунта)	22 (71 шунт)
Возраст, лет Age, years	62,1 ± 7,0	65,4 ± 6,0
Мужчины, n (%) Men, n (%)	18 (72)	21 (68)
Среднее количество шунтов на пациента Average number of shunts per patient	3,7	3,2
Фракция выброса левого желудочка, % Left ventricular ejection fraction, %	65 ± 11,3	64 ± 9,2
Сахарный диабет, n (%) Diabetes mellitus, n (%)	8 (33)	7 (31,8)
Гипертоническая болезнь, n (%) Hypertension, n (%)	13 (52)	11 (50)
Стенокардия напряжения, n (%) Angina pectoris, n (%)		
Класс 1	2 (8)	2 (9)
Класс 2	5 (20)	4 (18,8)
Класс 3	17 (68)	14 (63)
Класс 4	1 (4)	2 (9)
ХОБЛ, n (%) COPD, n (%)	3 (12)	2 (9)
Нарушения мозгового кровообращения в анамнезе, n (%) Cerebrovascular accident, n (%)	2 (8)	2 (9)
Syntax score	24 ± 3,2	25 ± 2,4

Примечание: ЧКВ – чрескожные коронарные вмешательства, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Note: PCI – percutaneous coronary interventions, COPD – chronic obstructive pulmonary disease.

Статистическую обработку данных проводили в программе STATISTICA 10.0. Нормальность распределения количественных показателей проверяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Показатели, подчиняющиеся нормальному закону распределения, описаны с помощью среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD). Категориальные показатели представлены абсолютной и относительной (в %) частотой встречаемости. Для проверки статистической значимости различий количественных показателей в сравниваемых группах использовали t -критерий Стьюдента для независимых групп. Для сравнения категориальных переменных применяли точный критерий Фишера и критерий χ^2 . Пороговый уровень статистической значимости при проверке гипотез составлял $p = 0,05$.

Результаты

У пациентов после множественных ЧКВ был отмечен значимо низкий показатель средней объемной скорости кровотока по сравнению с пациентами без ЧКВ ($29,5 \pm 8,3$ и $48,2 \pm 11,6$ мл/мин, $p = 0,0001$). Также зарегистрировано более низкое диастолическое наполнение шунтов у пациентов группы ЧКВ против пациентов группы без ЧКВ ($55,2 \pm 8,2$ и $71,9 \pm 7,1\%$, $p = 0,0001$). В обеих группах не было установлено различия по пульсативному индексу ($2,4 \pm 1,03$ и $2,2 \pm 0,48$ единиц, $p = 0,98$) (табл. 2, 3).

В группе пациентов с ЧКВ было 2(2,7%) случая ревизии дистального анастомоза по поводу высокого пульсативного индекса и низкой объемной скорости кровотока (6 единиц, 9 мл/мин и 8 единиц, 11 мл/мин). Во 2-й группе ревизии анастомозов не требовалось.

Таблица 2. Параметры интраоперационной ультразвуковой флоуметрии для обеих групп

Table 2. Parameters of intraoperative ultrasonic flowmetry for both groups

Параметры Parameters	Группа Group	Статистика группы Group statistics			
		Количество Number	Среднее Average	Стандартное отклонение Standard deviation	Стандартная ошибка среднего Standard average error
ОСК, мл/мин MGF, ml/min	1	73	29,466	8,3883	0,9818
	2	71	48,296	11,6157	1,3785
ПИ, PI (ед.)	1	73	2,440	1,0393	0,1216
	2	71	2,214	0,4812	0,0571
ДН, DF (%)	1	73	55,274	8,2264	0,9628
	2	71	71,915	7,1048	0,8432

Примечание: 1-я группа – параметры флоуметрии шунтов на коронарных артериях после ЧКВ, 2-я группа – параметры флоуметрии шунтов на коронарных артериях без ЧКВ, ОСК – средняя объемная скорость кровотока, ПИ – пульсативный индекс, ДН – диастолическое наполнение.

Note: group 1 – bypass flowmetry parameters on coronary arteries after PCI, group 2 – bypass flowmetry parameters on coronary arteries without PCI, MGF – mean graft flow, PI – pulsatility index, DF – diastolic filling.

Таблица 3. Сравнение двух групп по *t*-критерию Стьюдента

Table 3. Comparison of two groups by Student's *t*-test

Показатели Indicator	Уровень значимости <i>p</i> -value (two-sided)	Разность средних Difference in average	Стандартная ошибка разности SE of the difference	95% ДИ для разности 95% CI for difference	
				Нижняя Lower	Верхняя Upper
ОСК, мл/мин MGF, ml/min	0,000	–18,8300	1,6850	–22,1609	–15,4991
ПИ, ед. PI, un.	0,098	0,2256	0,1356	–0,0424	0,4937
ДН, % DF, %	0,000	–16,6415	1,2825	–19,1767	–14,1064

Примечание: ОСК – средняя объемная скорость кровотока, ПИ – пульсативный индекс, ДН – диастолическое наполнение.

Note: MGF – mean graft flow, PI – pulsatility index, DF – diastolic filling.

Обсуждение

Основной целью реваскуляризации миокарда является устранения клиники стенокардии, снижения функционального класса сердечной недостаточности и увеличение выживаемости пациентов с ишемической болезнью сердца на максимально долгосрочный период [1]. В зависимости от конкретной ситуации пациенты с поражением коронарного русла нуждаются в различных методах реваскуляризации. Выбор метода должен учитывать клиническую картину и степень поражения коронарного русла. При этом абсолютно ясно, что полная реваскуляризация миокарда показывает наилучшие клинические исходы у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий [6]. По данным базы данных Общества торакальных хирургов (Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database), около 28,9% пациентов, направляемых на операцию КШ, уже имеют в анамнезе различные ЧКВ [3].

Согласно литературным данным, ранняя несостоятельность коронарных шунтов отмечается в 15% случаев и проявляется выраженной гемодинамической нестабильностью [7, 8]. Именно поэтому интраоперационная диагностика функциональности коронарных шунтов является важной задачей, определяющей качество операций по реваскуляризации миокарда [1]. Определение транзитного времени потока по шунтам является ультразвуковым методом исследования, и многие авторы доказали преимущество этого способа перед ранее существовавшими [5, 6]. Низкая функциональность коро-

нарных шунтов, по данным флоуметрии, сопровождается высокой частотой таких неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, как инфаркты миокарда и повторные реваскуляризации уже в ближайшем послеоперационном периоде.

Точных рекомендаций по количественной оценке объемной скорости кровотока по коронарным шунтам в настоящее время не существует. Разные исследователи сообщают свои количественные данные, на которые предлагают ориентироваться [1]. Большинство авторов сходятся во мнении, что для долгосрочной функциональности коронарных шунтов объемная скорость кровотока должна быть более 15–20 мл/мин, пульсативный индекс должен составлять не более 5 единиц, а диастолическое наполнение должно быть выше 50% [9, 10].

В нашей работе был отмечен значимо более низкий показатель средней объемной скорости кровотока и более низкое диастолическое наполнение коронарных шунтов в группе пациентов, перенесших ЧКВ. Также в группе пациентов после множественных ЧКВ в 2 случаях потребовалась ревизия дистальных анастомозов, что составило 2,7% случаев реконструкций дистальных анастомозов. Все это косвенно указывает на значительную редукцию коронарного русла после множественных ЧКВ.

ЧКВ не является для пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий абсолютно безопасной процедурой. Явления и негативные эффекты, сопровождающие ЧКВ, как то микроповреждение сосудистой стенки, воспалительная реакция, гиперплазия интимы локально в месте имплантации стентов и за пределами

манипуляций, коронарная микрообструкция, окклюзия боковых ветвей с нарушением коллатерального кровотока и редуцирующее дистальное русло, способны инициировать диффузное поражение коронарных артерий и вазомоторные дисфункции [4, 5, 11–13]. Это, безусловно, оказывает влияние на результаты ЧКВ на различных этапах наблюдения и может негативно влиять на результаты КШ, которое может потребоваться пациенту в будущем вследствие изменений объемных и скоростных харак-

теристик по коронарным шунтам, приводящих к их дисфункции [14, 15].

Заключение

Предшествующие ЧКВ могут являться компрометирующими факторами для состояния коронарного русла, что снижает функциональный статус коронарных шунтов и может увеличивать периоперационный риск хирургической реваскуляризации миокарда.

Литература / References

- Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019;40(2):87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394.
- Hakamada K., Sakaguchi G., Marui A., Arai Y., Nagasawa A., Tsumaru S. et al. Effect of multiple prior percutaneous coronary interventions on outcomes after coronary artery bypass grafting. *Circ. J.* 2021;85(6):850–856. DOI: 10.1253/circj.CJ-20-0421.
- O'Brien S.M., Feng L., He X., Xian Y., Jacobs J.P., Badhwar V. et al.; The Society of Thoracic Surgeons 2018. Adult Cardiac Surgery Risk Models: Part 2 – Statistical methods and results. *Ann. Thorac. Surg.* 2018;105(5):1419–1428. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.03.003.
- Schram H.C.F., Hemradj V.V., Hermanides R.S., Kedhi E., Ottervanger J.P. Zwolle Myocardial Infarction Study Group. Coronary artery ectasia, an independent predictor of no-reflow after primary PCI for ST-elevation myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.* 2018;265:12–17. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.04.120.
- Plass Ch.A., Sabdyusheva-Litschauer I., Bernhart A., Samaha E., Petnehazy O., Szentirmai E. et al. Time course of endothelium-dependent and-independent coronary vasomotor response to coronary balloons and stents. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2012;5(7):741–751. DOI: 10.1016/j.jcin.2012.03.021.
- Gaba P., Gersh B.J., Ali Z.A., Moses J.W., Stone G.W. Complete versus incomplete coronary revascularization: definitions, assessment and outcomes. *Nat. Rev. Cardiol.* 2021;18(3):155–168. DOI: 10.1038/s41569-020-00457-5.
- Zhao D.X., Leacche M., Balaguer J.M., Boudoulas K.D., Damp J.A., Greeish J.P. et al. Routine intraoperative completion angiography after coronary artery bypass grafting and 1-stop hybrid revascularization results from a fully integrated hybrid catheterization laboratory/operating room. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009;53(3):232–241. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.10.011.
- Thielmann M., Massoudy P., Jaeger B.R., Neuhauser M., Marggraf G., Sack S. et al. Emergency re-vascularization with percutaneous coronary intervention, reoperation, or conservative treatment in patients with acute perioperative graft failure following coronary artery bypass surgery. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2006;30(1):117–125. DOI: 10.1016/j.ejcts.2006.03.062.
- Niclauss L. Techniques and standards in intraoperative graft verification by transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: a critical review. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016;51(1):26–33. DOI: 10.1093/ejcts/ezw203.
- Honda K., Okamura Y., Nishimura Y., Uchita S., Yuzaki M., Kaneko M. et al. Graft flow assessment using a transit time flow meter in fractional flow reserve-guided coronary artery bypass surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015;149(6):1622–1628. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2015.02.050.
- Crea F., Bairey Merz C.N., Beltrame J.F., Berry C., Camici P.G., Kaski J.C. et al. Mechanisms and diagnostic evaluation of persistent or recurrent angina following percutaneous coronary revascularization. *Eur. Heart J.* 2019;40(29):2455–2462. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy857.
- Selvanayagam J.B., Cheng A.S., Jerosch-Herold M., Rahimi K., Porto I., van Gaal W. et al. Effect of distal embolization on myocardial perfusion reserve after percutaneous coronary intervention: a quantitative magnetic resonance perfusion study. *Circulation.* 2007;116(13):1458–1464. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.671909.
- Тодоров С.С., Дерибас В.Ю., Казьмин А.С., Тодоров (мл.) С.С. Морфологические и молекулярно-биологические изменения в коронарных артериях после стентирования. *Кардиология.* 2021;61(7):79–84. DOI: 10.18087/cardio.2021.7.n1211.
- Тодоров С.С., Дерибас В.Ю., Казьмин А.С., Тодоров (мл.) С.С. Морфологические и молекулярно-биологические изменения в коронарных артериях после стентирования. *Кардиология.* 2021;61(7):79–84. (In Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2021.7.n1211.
- Затолокин В.В., Вечерский Ю.Ю., Манвелян Д.В., Афанасьева Н.Л. Оптимизированная техника интраоперационной верификации трансплантата с помощью ультразвуковой флоуметрии во время коронарного шунтирования. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2021;36(1):92–100. [Zatolokin V.V., Vechersky Yu.V., Manvelyan D.V., Afanasieva N.L. Optimized technique for intraoperative graft verification by ultrasonic flowmetry during coronary artery bypass surgery. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2021;36(1):92–100. (In Russ.). DOI: 10.29001/2073-8552-2021-36-1-92-100.]

Информация о вкладе авторов

Затолокин В.В. – теоретическое обоснование, выполнение операций коронарного шунтирования с флоуметрией, анализ интраоперационных данных.

Алишеров Ю.У. – анализ флоуметрических данных, подбор пациентов, курация после оперативного вмешательства.

Вечерский Ю.Ю. – теоретическое обоснование, оценка литературы и флоуметрических данных.

Панфилов Д.С. – теоретическое обоснование, оценка клинических данных, статистическая обработка материала.

Козлов Б.Н. – теоретическое обоснование, оценка литературы и флоуметрических данных.

Information on author contributions

Zatolokin V.V. – theoretical background, performed coronary bypass surgery with flowmetry, conducted an analysis of intraoperative data.

Alisherov Y.U. – flowmetric data analysis, selection of patients, supervision after surgery.

Vechersky Y.Y. – theoretical background, literature and flowmetric data assessment.

Panfilov D.S. – theoretical background, clinical data assessment, carried out statistical processing of the material.

Kozlov B.N. – theoretical background, literature and flowmetric data assessment.

Сведения об авторах

Затолокин Василий Викторович, канд. мед. наук, научный сотрудник, отделение сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский

Information about authors

Vasily V. Zatolokin, Ph.D., Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk,

медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-3952-9983.

E-mail: zatolokin@cardio-tomsk.ru.

Алишеров Юсуфжон Улугбек угли, аспирант, отделение сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-7540-7855.

E-mail: lion19-93@inbox.ru.

Вечерский Юрий Юрьевич, д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, отделение сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-2201-350X.

E-mail: vji@cardio-tomsk.ru.

Панфилов Дмитрий Сергеевич, д-р мед. наук, старший научный сотрудник, отделение сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-2201-350X.

E-mail: Pand2006@yandex.ru.

Козлов Борис Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-0217-7737.

E-mail: bnkozlov@yandex.ru.

 **Затолокин Василий Викторович**, e-mail: zatolokin@cardio-tomsk.ru.

Russia. ORCID 0000-0003-3952-9983.

E-mail: zatolokin@cardio-tomsk.ru.

Yusufjon U. Alisherov, Postgraduate Student, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia. ORCID 0000-0002-7540-7855.

E-mail: lion19-93@inbox.ru.

Yurii Y. Vechersky, Dr. Sci. (Med.), Professor, Senior Research Scientist, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia. ORCID 0000-0003-2201-350X.

E-mail: vji@cardio-tomsk.ru.

Dmitry S. Panfilov, Dr. Sci. (Med.), Senior Research Scientist, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia. ORCID 0000-0003-2201-350X.

E-mail: Pand2006@yandex.ru.

Boris N. Kozlov, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia. ORCID 0000-0002-0217-7737.

E-mail: bnkozlov@yandex.ru.

 **Vasily V. Zatolokin**, e-mail: zatolokin@cardio-tomsk.ru.

Received June 05, 2023

Поступила 05.06.2023