

## РЕЗУЛЬТАТЫ ФЛОУМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ АУТОАРТЕРИАЛЬНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ШУНТИРОВАНИЯ ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ ПАЦИЕНТАМ ВЫСОКОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО РИСКА

Р.В. СИДОРОВ<sup>1</sup>, В.А. СОРОКИНА<sup>1</sup>, А.В. БАЗИЛЕВИЧ<sup>1</sup>, Д.Ю. ПОСПЕЛОВ<sup>1</sup>,  
И.Ф. ШЛЫК<sup>1</sup>, А.А. МЕЛИКУЛОВ<sup>2</sup>, А.С. БЕШИМОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ростовский государственный медицинский университет», Ростов-на-Дону, Россия,  
<sup>2</sup>ООО Akfa Medline, Ташкент, Узбекистан

## RESULTS OF FLOWMETRIC ASSESSMENT OF THE FUNCTION OF AUTOARTERIAL TRANSPLANTS DURING BYPASS SURGERY OF THE LEFT CORONARY ARTERY IN PATIENTS WITH HIGH SURGICAL RISK

R.V. SIDOROV<sup>1</sup>, V.A. SOROKINA<sup>1</sup>, A.V. BASILEVICH<sup>1</sup>, D.YU. POSPELOV<sup>1</sup>,  
I.F. SHLYK<sup>1</sup>, A.A. MELIKULOV<sup>2</sup>, A.S. BESHIMOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Rostov State Medical University»,  
Rostov-on-Don, Russia

<sup>2</sup>Akfa Medline LLC, Tashkent, Uzbekistan

**Цель.** Оценка эффективности применения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и выявление различия характеристик кровотока по аутоартериальным шунтам у пациентов высокого хирургического риска (EvroScore>6), перенесших операцию в условиях ИК и на работающем сердце.

**Материал и методы.** В анализ включены 96 пациентов высокого хирургического риска, которым было выполнено коронарное шунтирование (КШ) как в условиях искусственного кровообращения (ИК), так и на работающем сердце. Средний возраст пациентов в 1 и 2 группе составил  $61,5 \pm 2,9$  и  $62,4 \pm 3,0$  года соответственно ( $p=0,5$ ). Всем пациентам обеих групп была проведена интраоперационная ультразвуковая флоуметрия.

**Результаты.** Показатели интраоперационной флоуметрии подтверждают хорошее функционирование аутоартериальных трансплантатов: средняя объемная скорость кровотока – более 20 мл/мин, индекс пульсации не выше 5 единиц и диастолическое наполнение – выше 50%. Ранее используемые методы не позволяют оценить скорость кровотока, дать количественную, лишенную субъективности, оценку кровотока. Флоуметрия является наиболее часто используемым методом для оценки качества шунтов и может обнаружить 2-4% шунтов, требующих ревизии.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, коронарное шунтирование, ультразвуковая флоуметрия, скорость кровотока.

**AIM.** Evaluation of the effectiveness of intraoperative ultrasound flowmetry and identification of differences in blood flow characteristics by autoarterial shunts in patients with high surgical risk (EvroScore>6) who underwent surgery in IC conditions and on a working heart.

**Material and methods.** The analysis included 96 patients with high surgical risk who underwent CABG both in the of on pump and on a working heart conditions. The average age of patients in groups 1 and 2 was  $61.5 \pm 2.9$  and  $62.4 \pm 3.0$  years, respectively ( $p=0.5$ ). All patients of both groups underwent intraoperative ultrasound flowmetry.

**Results.** The indicators of intraoperative flowmetry confirm the good functioning of autoarterial transplants: the average volume blood flow rate is more than 20 ml/min, the pulsation index is not higher than 5 units and the diastolic filling is higher than 50%. Previously used methods do not allow us to estimate the speed of blood flow, to give a quantitative, devoid of subjectivity, assessment of blood flow. Flowmetry is the most commonly used method for assessing the quality of shunts and can detect 2-4% of shunts that require revision.

**Keywords:** coronary heart disease, coronary bypass surgery, ultrasound flowmetry, blood flow rate.

[https://doi.org/10.54185/TBEM/vol14\\_iss4/a14](https://doi.org/10.54185/TBEM/vol14_iss4/a14)

## Введение

На сегодняшний день золотым стандартом лечения ишемической болезни сердца (ИБС) по-прежнему остается коронарное шунтирование. Одной из важных причин сохранения стенокардии высокого класса, а также развития послеоперационного инфаркта миокарда после коронарного шунтирования является нарушение проходимости трансплантата (частота составляет 5% и 25% через 3 и 12 месяцев соответственно) [6, 7]. На сегодняшний день перспективным направлением для предотвращения вышеуказанных состояний является интраоперационная оценка функции трансплантата, к которым относится ультразвуковая флюоуметрия. Указанный метод отличается легкой воспроизводимостью, простотой и обеспечивает достоверные результаты измерения объемного кровотока по коронарным шунтам [2, 4].

**Цель.** Анализ флюоуметрических показателей кровотока по аутоартериальным трансплантатам во время проведения шунтирования левой коронарной артерии в условиях искусственного кровообращения (ИК) и на работающем сердце.

## Материал и методы

В проспективное исследование, проведенное в период с 2019 по 2021 год, включено 96 пациентов с диагнозом ИБС, пациенты относились к группе высокого хирургического риска (EuroScore>6). Всем пациентам было выполнено аутоартериальное коронарное шунтирование (КШ). Исследование осуществлялось в кардиохирургическом отделении Центра кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии РостГМУ. Методом простой рандомизации сформированы две сопоставимые группы пациентов. Критерии включения: гемодинамически значимый стеноз русла левой коронарной артерии, отсутствие сопутствующей клапанной патологии. Критерии исключения: гемодинамически значимое поражение правой коронарной артерии, использование композитных гraftов, КШ в анамнезе. Проводилась оценка интраоперационных показателей ультразвуковой флюоуметрии.

Все операции проводились через срединную стернотомию. В 1 группе операции выполняли в условиях ИК и фармакохолодовой кардиоплегии, во 2 группе – без ИК, с использованием стабилизатора тканей «Octopus Evolution AS» компании «Medtronic». В качестве трансплантата использовали внутренние грудные артерии (ВГА) и лучевую артерию. ВГА выделяли на всем протяжении от ее дистального отдела до места ее отхождения от подключичной артерии, осуществив клипирование и пересечение первой межреберной артерии. Лучевую артерию выделяли на недоминирующей руке без скелетизации [4]. Обработка осуществлялась раствором папаверина гидрохлорида. Формирование дистальных анастомозов между выделенной левой грудной и левой коронарной артериями, лучевой и левой коронарной артерией осуществляли нитью Prolene 8/0.

Мониторинг состояния функции сердца и трансплантата осуществлялся с помощью ЭКГ, ЭхоКГ, показателей гемодинамики, а также выполнения интраоперационной флюоуметрии с помощью аппарата VeryQ MediStim® (Осло, Норвегия) и датчиков QuickFit размером 3-4 мм при систолическом давлении 100-110 мм рт.ст [6,7]. Параметры кровотока оценивали в средней части шунта. Оценивались следующие флюоуметрические показатели: средняя объемная скорость кровотока (Q), мл/мин, индекс пульсации (PI) и диастолического потока (DF), %, и сравнение полученных значений между группами с определением p-value.

Помимо оценки функции аутоартериальных трансплантатов проводилась оценка и сравнение показателей периоперационного периода: среднее время пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ); средняя длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ); интрапульмональная поддержка в течение 24 ч; объем средней кровопотери, наличие осложнений: кровотечение, приведшее к рестернотомии, фибрилляции предсердий, острому инфаркту миокарда (ОИМ), острому нарушению мозгового кровообращения (ОНМК); летальность.

Все пациенты разделены на 2 группы: 1 группа (46 пациентов) – аутоартериальное КШ в условиях ИК, 2 группа (50 пациентов) – аутоартериальное шунтирование без ИК.

Оценивались клинико-демографические характеристики пациентов обеих групп, показатели течения операционного и послеоперационного периодов, а также данные ультразвуковой флюоуметрии двух групп, разница флюоуметрических показателей в группах пациентов, которым было выполнено шунтирование магистральной (88 пациентов) и лучевой артериями (8 пациентов).

Статистический анализ данных проводился с использованием программы STATISTICA 10 (StatSoft, Inc.). Для оценки значимости различий средних величин при сравнении между группами использовали t-критерий Стьюдента и тест Mann-Whitney. Для сопоставления качественных признаков применяли критерий  $\chi^2$ . Различия считали статистически значимыми при  $p<0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Ниже представлена клинико-демографическая характеристика обеих групп. Средний возраст в 1 и 2 группе составил  $61,5\pm2,9$  и  $62,4\pm3,0$  соответственно ( $p=0,5$ ), женский пол – 1 группа – 28,1%, 2-я группа – 29,4% ( $p=0,501$ ), ИМТ в 1 группе составил –  $25,5\pm4,1$  кг/м<sup>2</sup>, во 2-й группе –  $26,0\pm3,4$  кг/м<sup>2</sup> ( $p=0,7$ ). В обеих группах у пациентов одинаково часто встречались хроническая обструктивная болезнь легких (группа 1 – 12 пациентов, группа 2 – 14 пациентов), хроническая болезнь почек III-IV стадий (группа 1 – 18 пациентов, группа 2 – 16 пациентов), атеросклероз артерий нижних конечностей (группа 1 – 11 пациентов, группа 2 – 10 пациентов) и брахиоцефальных артерий (9 и 8 пациентов соответственно). ФВ ЛЖ у пациентов 1 группы составила  $50,1\pm7,1\%$ , 2 группы –  $51,5\pm6,7\%$  ( $p=0,08$ ).

При сравнении показателей течения периоперационного периода в 1 группе выявлены более длительное время: пребывания в ОРИТ ( $41,8\pm88,2$  и  $20,2\pm28,5$  ч для 1 и 2 групп соответственно ( $p=0,0005$ )), ИВЛ ( $27,4\pm89,5$  ч против  $11,3\pm38$  ч), кардиотонической поддержки больных в течение более 24 часов (28 (60,9%) против 19 (38%) ( $p=0,0001$ ). Кроме того, средняя кровопотеря у пациентов 1 группы превышала значения кровопотери пациентов 2 группы ( $510\pm125$  мл и  $365\pm150$  мл соответственно).

При сравнении флюоуметрических показателей в группах, которым было выполнено аутоартериальное КШ в условиях ИК и без него, статистически значимых различий не выявлено ( $p>0,05$ ) (табл. 1).

При сравнении среднего кровотока по аутотрансплантатам (магистральной и лучевой артерии) достоверных различий также не оказалось ( $p>0,05$ ). Однако представленные группы не сопоставимы по количеству.

Смертельный исход в 1 группе составил 4% (2 пациента), причиной которого стал ишемический инсульт, во 2 группе – 1% (1 пациент), причина – синдром полиорганной недостаточности на фоне острой недостаточности левого желудочка.

Выполнение реваскуляризации миокарда со стабильно хорошо функционирующими шунтами – первостепенная

**Таблица 1.** Данные интраоперационной ультразвуковой флюметрии

Показатель	1 группа, n=46	2 группа, n=50	P
Средняя объемная скорость кровотока (Q), мл/мин	35±7	34,5±9	0,211
Индекс пульсации (PI)	2,3±0,8	2,5±0,5	0,130
Диастолический поток (DF), %	66±4	68±8	0,221

**Таблица 2.** Данные интраоперационной ультразвуковой флюметрии в группах МКШ и КШ лучевой артерией

Показатель	МКШ, n=88	КШ лучевой артерией, n=8	P
Средняя объемная скорость кровотока (Q), мл/мин	38,2±1,1	34,1±1,8	0,081
Индекс пульсации (PI)	2,3±0,9	2,0±0,4	0,152
Диастолический поток (DF), %	69±3	61±3	0,119

задача, которую необходимо выполнить в коронарной хирургии [3]. Для выявления технических погрешностей коронарных шунтов существуют широко распространенные эмпирические способы оценки коронарного кровотока, такие как пальпаторная, визуальная оценка наполнения шунта, введение физиологического раствора шприцем [5]. Ранее указанные методы не позволяют оценить скорость кровотока, дать количественную, лишенную субъективности, оценку кровотока. Флюметрия является наиболее часто используемым методом для оценки качества шунтов и может обнаружить 2-4% шунтов, требующих ревизии [8, 9].

Анализ полученных показателей интраоперационной флюметрии позволяет сделать вывод о хорошем функционировании аутоартериальных трансплантатов: средняя объемная скорость кровотока – более 20 мл/мин, индекс пульсации – не выше 5 единиц и диастолическое наполнение выше 50% [10]. Отсутствие достоверных различий флюметрических показателей между группами, скорее всего, обусловлено ограниченным количеством клинических случаев. Однако само применение ультразвуковой флюметрии значительно повышает эффективность реваскуляризации миокарда в связи с предотвращением технических погрешностей, приводящих к плохому функционированию артериальных трансплантатов, что дает хирургу полный контроль над качеством выполнения КШ [1]. В ходе проведенного исследования мы пришли к выводу, что применение интраоперационной ультразвуковой флюметрии имеет преимущества в сравнении с проведением шунтографии, такие как безопасность для пациента, сбережение экономических ресурсов при наличии высокой чувствительности и специфичности вышеуказанного метода.

## Заключение

Отсутствие достоверных различий флюметрических показателей между группами, скорее всего, обусловлено недостаточным количеством опубликованных клинических случаев. Однако применение ультразвуковой флюметрии после наложения коронарных шунтов значительно повышает эффективность реваскуляризации миокарда. В результате нашего исследования мы пришли к выводу, что применение интраоперационной ультразвуковой флюметрии имеет преимущества по сравнению с проведением шунтографии, такие как безопасность для пациента, сбережение экономических ресурсов при наличии высокой чувствительности и специфичности вышеуказанного метода.

## Литература

1. Вечерский Ю.Ю., Затолокин В.В., Козлов Б.Н., Панфилов Д.С. Роль флюметрической оценки коронарных шунтов на остановленном сердце. Ангиология и сосудистая хирургия. 2020;26(3):45-52. [1. Vecherskii Yu.Yu., Zatolokin V.V., Kozlov B.N., Panfilov D.S. Rol' floumetricheskoi otsenki koronarnykh shuntov na ostanovlennom serdtse. Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. 2020;26(3):45-52. In Russian].

2. Галаутдинов Д.М., Румхиза А.М., Ширяев А.А., Акчурин Р.С. Возможности ультразвуковой флюметрии при реваскуляризации миокарда с использованием аутоартериальных трансплантатов. Методология флюметрии. 1997;1:15-22. [2. Galyautdinov D.M., Rumkhizha A.M., Shiryayev A.A., Akchurin R.S. Vozmozhnosti ul'trazvukovoi floumetrii pri revaskulyarizatsii miokarda s ispol'zovaniem autoarterial'nykh transplantatov. Metodologiya floumetrii. 1997;1:15-22. In Russian].
3. Козлов Б.Н., Затолокин В.В., Вечерский Ю.Ю., Панфилов Д.С. Функциональность маммарокоронарных шунтов по данным интраоперационной флюметрии. Ангиология и сосудистая хирургия 2019;25(1):159-162. [3. Kozlov B.N., Zatolokin V.V., Vecherskii Yu.Yu., Panfilov D.S. Funktsional'nost' mammarakoronarnykh shuntov po dannym intraoperatsionnoi floumetrii. Angiologiya i sosudistaya khirurgiya 2019;25(1):159-162. In Russian].
4. Потеев М.А., Якубов Р.А. Интраоперационный менеджмент при коронарном шунтировании: флюметрия как способ контроля качества. ПМ. 2017;4(105). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intraoperatsionnyy-menedzhment-pri-koronarnom-shuntirovaniyu-floumetriya-kak-sposob-kontrolja-kachestva> [4. Poteev M.A., Yakubov R.A. Intraoperatsionnyi menedzhment pri koronarnom shuntirovaniyu: floumetriya kak sposob kontrolja kachestva]. PM. 2017;4(105). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intraoperatsionnyy-menedzhment-pri-koronarnom-shuntirovaniyu-floumetriya-kak-sposob-kontrolja-kachestva> In Russian].
5. Семагин А.П., Хохлунов С.М., Шибанова М.О., Поляков В.П. Использование лучевой артерии для аортокоронарного шунтирования: сравнительная флюметрия. Методология флюметрии. 1999;1:135-143. [5. Semagin A.P., Khokhlunov S.M., Shibanova M.O., Polyakov V.P. Ispol'zovanie luchevoi arterii dlya aortokoronarnogo shuntirovaniya: sravnitel'naya floumetriya. Metodologiya floumetrii. 1999;1:135-143. In Russian].
6. Сидоров Р.В., Талалаев Е.П., Щетко В.Н. и др. Анализ флюметрических показателей кровотока коронарных шунтов у пациентов высокого хирурги-

- ческого риска. Ангиология и сосудистая хирургия. 2019;25(1):53-57. [6. Sidorov R.V., Talalaev E.P., Shchetko V.N. i dr. Analiz floumetricheskikh pokazatelei krovotoka koronarnykh shuntov u patsientov vysokogo khirurgicheskogo riska. Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. 2019;25(1):53-57. In Russian].
7. Balacumaraswami L, Taggart DP. Intraoperative imaging techniques to assess coronary artery bypass graft patency. Ann Thorac Surg. 2007;83:2251-2257.
8. Kieser T.M, Rose S, Kowalewski R, Belenkie I. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass
- graft patients: a series of 1000 consecutive arterial grafts. Eur J Cardiothorac Surg. 2010;38(2):155-62.
9. Mujanović E, Kabil E, Bergsland J. Transit time flowmetry in coronary surgery--an important tool in graft verification. Bosn J Basic Med Sci. 2007;7(3):275-8.
10. Niclauss L. Techniques and standards in intraoperative graft verification transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: a critical review. Eur J Cardiothorac Surg. – 2017. – Т. 51. – №. 1. – С. 26-33.

## ЮҚОРИ ЖАРРОХЛИК ХАВФИ БҮЛГАН БЕМОРЛАРДА ЧАП КОРОНАР АРТЕРИЯ БАССЕЙНИДА ШУНТЛАШ ОПЕРАЦИЯСИНИ ЎТКАЗИШ ЖАРАЁНИДА АУТОАРТЕРИАЛ ТРАНСПЛАНТАЛРНИНГ ФЛОУМЕТРИК БАҲОЛАШ НАТИЖАЛАРИ

Р.В. СИДОРОВ<sup>1</sup>, В.А. СОРОКИНА<sup>1</sup>, А.В. БАЗИЛЕВИЧ<sup>1</sup>, Д.Ю. ПОСПЕЛОВ<sup>1</sup>,  
И.Ф. ШЛЫК<sup>1</sup>, А.А. МЕЛИКУЛОВ<sup>2</sup>, А.С. БЕШИМОВ<sup>2</sup>

«Ростов давлат тиббиёт университети» давлат олий таълим федерал бюджет таълим муассасаси,  
Ростов-Дон, Россия  
Akfa Medline МЧЖ, Тошкент, Ўзбекистон

**Мақсад.** Сунъий қон айлантириш аппарати ёрдамида ёки ишлаб турган юракда операция қилинган жарроҳлик хавфи юқори бүлган беморларда (ЕвроСкор>6) хирургик амалиёт давомида қўлланилган ультратовуш флоуометрияниң самарадорлигини баҳолаш ва аутоартериал шунтлар ичидағи қон оқими хусусиятларидаги фарқларни аниқлаш.

**Материал ва услублар.** Таҳлил сунъий қон айлантириш аппарати ёрдамида ва ишлаб турган юракда коронар шунтлаш операцияси ўтказган жарроҳлик хавфи юқори бүлган 96 беморларини ўз ичига олди. 1- ва 2- гуруҳлардаги беморларнинг ўртача ёши  $61,5 \pm 2,9$  ва  $62,4 \pm 3,0$  ёшни ташкил этди ( $p=0,5$ ). Ҳар икки гуруҳда ҳам барча беморларга интраоператив ультратовуш флоуометрияси ўтказилди.

**Натижалар.** Интраоператив флоуометрияниң кўрсаткичлари аутоартериал трансплантларнинг яхши ишлашини тасдиқлайди: ўртача ҳажм қон оқими тезлиги 20 мл/мин дан ортиқ, пульсация индекси 5 бирлиқдан юқори эмас ва диастолик тўлдириш 50% дан юқори. Илгари қўлланилган усуллар қон оқимининг тезлигини баҳолашга, қон оқимини миқдорий, тобелиқдан маҳрум қилишга, баҳолашга имкон бермас эди. Флоуометрия қўйилган коронар шунт оқувчанлик сифатини баҳолаш учун энг кўп қўлланиладиган усул бўлиб, тафтиш талаб қиласидан шунтларнинг 2-4% ни аниқлай олади.

**Калит сўзлар:** юрак-ишемик касаллиги, коронар шунтлаш жарроҳлик амалиёти, ультратовуш оқими, қон оқими тезлиги.

### Сведения об авторах:

Сидоров Р.В. – Зав.отделением кардиохирургии клиники РостГМУ, д.м.н., профессор кафедры хирургической болезни – 2. Тел.: +79185585509. E-mail: romas-64@mail.ru

Сорокина В.А. – Сердечно-сосудистый хирург клиники РостГМУ. Тел.: +79889418458. E-mail: soroklera@yandex.ru

Базилевич А.В. – Сердечно-сосудистый хирург клиники РостГМУ. Тел.: +79081938151. E-mail: bazya14@gmail.com

Постелов Д.Ю. – Сердечно-сосудистый хирург клиники РостГМУ. Тел.: +79188915588. E-mail: doctordima@yandex.ru

Шлык И.Ф. – кардиолог отделения кардиологии клиники РостГМУ, д.м.н.

Тел.: +79281793987. E-mail: sushkinaif@mail.ru

Меликулов А.А. – Зав.отделением кардиологии и взрослой кардиохирургии клиники Akfa Medline, д.м.н.

Тел.: +998943700148

Бешимов А.С. – сердечно-сосудистый хирург клиники Akfa Medline.

Тел. +998934547766. E-mail: alisher\_cvs@mail.ru

Поступила в редакцию: 30.08.2021

### Information about authors:

Sidorov R.V. – Head of the Department of Cardiac Surgery of the Rostov State Medical University Clinic, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Surgical Disease - 2.

Tel.: +79185585509. E-mail: romas-64@mail.ru

Sorokina V.A. – Cardiovascular surgeon of the Rostov State Medical University clinic.

Tel.: +79889418458. E-mail: soroklera@yandex.ru

Bazilevich A.V. – Cardiovascular surgeon of the Rostov State Medical University clinic.

Tel.: +79081938151. E-mail: bazya14@gmail.com

Pospelov D.Yu. – Cardiovascular surgeon of the Rostov State Medical University clinic.

Tel.: +79188915588. E-mail: doctordima@yandex.ru

Shlyk I.F. – Cardiologist, Department of Cardiology, Rostov State Medical University Clinic, MD.

Tel.: +79281793987. E-mail: sushkinaif@mail.ru

Melikulov A.A. – Head of the Department of Cardiology and Adult Cardiac Surgery at Akfa Medline Clinic, MD.

Tel.: +998943700148

Beshimov A.S. – cardiovascular surgeon at Akfa Medline clinic.

Tel. +998934547766. E-mail: alisher\_cvs@mail.ru

Received: 30.08.2021