

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ • ORIGINAL ARTICLES

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ФЛОУМЕТРИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ ПАЦИЕНТАМ ВЫСОКОГО РИСКАСидоров Р.В.¹, Сорокина В.А.*¹, Базилевич А.В.¹,
Поспелов Д.Ю.¹, Шлык И.Ф.¹, Катков А.А.²

DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.95.63.003

¹ ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский
университет», Ростов-на-Дону² ГБУЗ Городская клиническая больница им. С.П. Боткина,
Москва

Резюме. Обоснование. На сегодняшний день ИБС занимает первое место в структуре смертности в РФ. Несмотря на стремительное развитие методов лечения ИБС золотым стандартом по-прежнему остается коронарное шунтирование (КШ). В настоящее время для оценки функционального состояния коронарных шунтов и определения в них скорости кровотока все чаще используется интраоперационная флоуметрия, что значительно повышает общее качество проведенного оперативного вмешательства [1–3].

Цель: оценить эффективность применения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и выявить различия характеристик кровотока по коронарным шунтам у пациентов высокого хирургического риска, перенесших операцию в условиях ИК и на работающем сердце.

Методы: в проспективное исследование, проводимое в период с 2017 по 2019 г., включено 189 пациентов высокого хирургического риска, которым было выполнено КШ как в условиях ИК, так и на работающем сердце. Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия была проведена всем пациентам обеих групп. Для оценки функционального состояния наложенных шунтов использовались такие показатели как средняя объемная скорость кровотока, индекс пульсации и диастолический поток.

Результаты. При сравнении флоуметрических показателей между группами статистически значимых различий выявлено не было ($p > 0,05$). Однако, у пациентов, которым было выполнено КШ в условиях ИК (1 группа), отмечалось более длительное время длительное время ИВЛ и необходимость пролонгированной ИВЛ ($27,5 \pm 93,7$ час. и 17 случаев против $10,2 \pm 40$ час. и 6 случаев в группе с КШ на работающем сердце (2 группа)). У большинства пациентов 2 группы гемодинамика оставалась стабильной, кардиотоническая поддержка в течение 24 часов и более потребовалась 48 (37,5%) больным, тогда как в 1 группе 78 (61,3%) больных нуждались в кардиотонической поддержке в раннем послеоперационном периоде ($p = 0,0001$). Среднее время пребывания в ОРИТ составило $39,9 \pm 97,3$ и $19,3 \pm 36,2$ час. для 1 и 2 группы, соответственно ($p = 0,0006$). Кроме того, средняя кровопотеря у пациентов 1 группы превышала значения кровопотери 2 группы (420 ± 220 мл и 315 ± 245 мл, соответственно). Смертельный исход в 1 группе составил 1,5% (2 пациента), причиной которого стал ишемический инсульт, во 2 группе — 1% (1 пациент), причина — полиорганная недостаточность на фоне острого инфаркта миокарда.

Заключение. Несмотря на статистически незначимое различие полученных флоуметрических данных в группах, сама возможность интраоперационной оценки коронарного кровотока с помощью ультразвуковой флоуметрии значительно снижает риски развития послеоперационных осложнений, связанных с техникой выполнения анастомоза.

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

Обоснование

На сегодняшний день ИБС занимает первое место в структуре смертности в РФ. Несмотря на стремительное

**RESULTS OF ULTRASOUND FLOWMETRY FOR CORONARY
ARTERY BYPASS GRAFTING IN HIGH-RISK PATIENTS**Sidorov R.V.¹, Sorokina V.A.*¹, Bazilevich A.V.¹, Pospelov D.Yu.¹, Shlyk I.F.¹,
Katkov A.A.²¹ Rostov State Medical University, Rostov-on-Don² S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow

Abstract. Background. Today ischemic heart disease (CHD) ranks first in the structure of mortality in the Russian Federation. Despite the rapid development of methods for treating coronary artery disease, coronary artery bypass grafting (CABG) remains the gold standard. Currently, intraoperative flowmetry is increasingly used to assess the functional state of coronary bypass grafts and to determine the blood flow velocity in them, which significantly improves the overall quality of the performed surgical intervention [1–3].

Aims: to evaluate the effectiveness of the use of intraoperative ultrasound flowmetry and to reveal the differences in the characteristics of blood flow in coronary bypass grafts in patients with high surgical risk who underwent surgery in conditions of cardiopulmonary bypass and on a beating heart.

Materials and methods: In a prospective study conducted in the period from 2017 to 2019, 189 patients of high surgical risk who underwent CABG both under the conditions of cardiopulmonary bypass and on a beating heart were included. Intraoperative ultrasound flowmetry was performed in all patients in both groups. To assess the functional state of the imposed shunts, such indicators as mean volumetric blood flow velocity, pulsation index and diastolic flow were used.

Results. When comparing the flowmetric parameters between the groups, no statistically significant differences were found ($p > 0,05$). However, in patients who underwent CABG under the conditions of cardiopulmonary bypass (group 1), there was a longer duration of mechanical ventilation and the need for prolonged mechanical ventilation ($27,5 \pm 93,7$ hours and 17 cases versus $10,2 \pm 40$ hours and 6 cases in the group with CABG on the beating heart (group 2)). In the majority of patients in group 2, hemodynamics remained stable, cardiotoxic support for 24 hours or more was required for 48 (37,5%) patients, while in group 1, 78 (61,3%) patients required cardiotoxic support in the early postoperative period ($p = 0,0001$). The mean time spent in the ICU was $39,9 \pm 97,3$ and $19,3 \pm 36,2$ h for groups 1 and 2, respectively ($p = 0,0006$). In addition, the average blood loss in patients of group 1 exceeded the values of blood loss in group 2 (420 ± 220 ml and 315 ± 245 ml, respectively). The fatal outcome in group 1 was 1,5% (2 patients), caused by ischemic stroke, in group 2 — 1% (1 patient), the cause was multiple organ failure against the background of acute myocardial infarction.

Conclusions. Despite the statistically insignificant difference in the obtained flowmetric data in the groups, the very possibility of intraoperative assessment of coronary blood flow using ultrasound flowmetry significantly reduces the risks of postoperative complications associated with the anastomotic technique.

Keywords: IHD, Aortocoronary Bypass, Off-Pump Coronary Artery Bypass, Doppler Laser Flowmetry.

развитие методов хирургического лечения ИБС золотым стандартом по-прежнему остается аортокоронарное шунтирование (КШ). Выбор методики выполнения КШ, в

* e-mail: soroklera@yandex.ru

условиях искусственного кровообращения или на работающем сердце, по сей день остается предметом длительной дискуссии. Однако, несомненным преимуществом выполнения операции off-pump является снижение риска развития системного воспалительного ответа, возникающего в связи с использованием экстракорпорального кровообращения, что особенно важно для пациентов, имеющих коморбидную патологию, в том числе хроническую болезнь почек и хроническую обструктивную болезнь легких. Помимо непрерывного мониторинга ЭКГ во время операции и проведения чреспищеводной ЭхоКГ для оценки функционального состояния коронарных шунтов все чаще используется интраоперационная флоуметрия, что значительно повышает общее качество проведенного оперативного вмешательства [1–3].

Цель

Целью исследования стало оценить эффективность применения интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и выявить различия характеристик кровотока по коронарным шунтам у пациентов высокого хирургического риска, перенесших операцию в условиях ИК и на работающем сердце.

Методы

Дизайн исследования

В проспективное исследование включено 189 пациентов с диагнозом ИБС, которым было выполнено КШ. Все пациенты относились к группе высокого хирургического риска (EuroScore>6). Исследование проведено в кардиохирургическом отделении Центра кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии РостГМУ. Методом простой рандомизации сформировано две сопоставимые группы пациентов.

Критерии соответствия

Критериями включения стали: гемодинамически значимый стеноз русла левой коронарной артерии с последующим проведением аутоартериального шунтирования, отсутствие сопутствующей клапанной патологии. Критерии исключения: гемодинамически значимое поражение правой коронарной артерии, диаметр шунтируемой артерии менее 1,5 мм, использование композитных графтов, КШ в анамнезе.

Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с 2017 по 2019 гг. Проводилась оценка показателей периоперационного периода, в том числе интраоперационных показателей ультразвуковой флоуметрии.

Описание медицинского вмешательства

Выполнение операции в обеих группах начиналось со срединной стернотомии. В 1 группе операция проводилась в условиях ИК и нормотермии с проведением фармакологической кардиopleгии раствором «Консол®»,

а во 2-й — без ИК с использованием механической стабилизации миокарда системой «Octorpus» (Medtronic Inc., Minneapolis, MN). Забор левой грудной артерии выполнен методом скелетирования с последующей ее обработкой раствором папаверина. Формирование дистальных анастомозов между выделенной левой грудной и левой коронарной артериями осуществляли нитью Prolene® 8/0. После остановки ИК в 1 группе и инактивации гепарина протамином в обеих группах выполнялась интраоперационная ультразвуковая флоуметрия для оценки коронарного кровотока с помощью аппарата VeryQ MediStim® (Осло, Норвегия) и датчиков QuickFit размером 3–4 мм при систолическом давлении 100–110 мм рт. ст. [4; 5]. Параметры кровотока оценивали в средней части шунта. Случаев конверсии к ИК отмечено не было.

Основной исход исследования

Оценка параметров кровотока осуществлялась методом измерения флоуметрических показателей: средняя объемная скорость кровотока (Q), выраженная в мл/мин., индекс пульсации (PI) и диастолического потока (DF), выраженного в % и сравнение полученных значений между группами с определением p-value.

Дополнительные исходы исследования

Помимо оценки флоуметрических показателей проводилась оценка показателей периоперационного периода: среднее время пребывания в ОРИТ; средняя длительность ИВЛ; необходимость пролонгированной ИВЛ; инотропная поддержка в течение 24 час.; объем средней кровопотери в ОРИТ, необходимость гемотрансфузии; наличие осложнений: кровотечение, приведшее к рестернотомии, фибрилляция предсердий, ОИМ, ОНМК; летальность; индекс реваскуляризации.

Анализ в подгруппах

Были проанализированы результаты выполнения 189 операций КШ пациентам высокого хирургического риска (EuroScore>6). Все пациенты разделены на 2 группы: 1 группа — пациенты, которым выполнено КШ в условиях ИК, 2 группа — КШ на работающем сердце. Оценивались клинично-демографические характеристики пациентов обеих групп (средний возраст, пол, ИМТ, наличие коморбидной патологии: гипертоническая болезнь, хроническая обструктивная болезнь легких, хроническая болезнь почек III–IV стадии; атеросклеротическое поражение брахиоцефальных артерий, артерий нижних конечностей; показатель ФВ ЛЖ); показатели течения операционного и послеоперационного периодов, а также данные ультразвуковой флоуметрии.

Методы регистрации исходов

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 χ^2 . Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Этическая экспертиза

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки: размер выборки предварительно не рассчитывался.

Методы статистического анализа данных: 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 χ^2 . Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Объекты (участники) исследования

Клиническая характеристика обеих групп представлена ниже. Средний возраст в 1 и 2 группе составил $65,4 \pm 3,1$ и $66,5 \pm 3,4$, соответственно ($p = 0,6$), женский пол — 1 группа — 27,4%, 2-я группа — 30,6% ($p = 0,464$), ИМТ в 1 группе составил — $26,6 \pm 4,2$ кг/м², во 2-й группе — $27,0 \pm 3,6$ кг/м² ($p = 0,8$). В обеих группах у пациентов одинаково часто встречались хроническая обструктивная болезнь легких (группа 1 — 18 пациентов, группа 2 — 21 пациент), хроническая болезнь почек III–IV стадии (группа 1 — 22 пациентов, группа 2 — 16 пациент), атеросклероз артерий нижних конечностей (группа 1 — 13 пациентов, группа 2 — 12 пациент) и брахиоцефальных артерий (10 и 11 пациентов соответственно). ФВ ЛЖ у пациентов 1 группы составила $51,2 \pm 7,3\%$, 2 группы — $52,7 \pm 6,5\%$ ($p = 0,09$).

Основные результаты исследования

Данные ультразвуковой флоуметрии представлены в табл. 1. При сравнении полученных флоуметрических показателей статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$).

Табл. 1. Данные ультразвуковой флоуметрии

Показатель	1 группа (n = 93)	2 группа (n = 96)	p
Средняя объемная скорость кровотока (Q), мл/мин.	33 ± 5	35 ± 4	0,312
Индекс пульсации (PI)	$2,5 \pm 1,1$	$2,7 \pm 0,9$	0,119
Диастолический поток (DF), %	65 ± 6	67 ± 10	0,208

Дополнительные результаты исследования

Основные клинические показатели течения периоперационного периода приведены ниже. В 1 группе больных отмечалось более длительное время ИВЛ и необходимость пролонгированной ИВЛ ($27,5 \pm 93,7$ час. и 17 случаев в 1 группе, $10,2 \pm 40$ час. и 6 случаев во 2 груп-

пе). У большинства пациентов 2 группы гемодинамика оставалась стабильной, кардиотоническая поддержка в течение 24 час. и более потребовалась 48 (37,5%) больным, тогда как в первой группе 78 (61,3%) больных нуждались в кардиотонической поддержке в раннем послеоперационном периоде ($p = 0,0001$). Среднее время пребывания в ОРИТ составило $39,9 \pm 97,3$ и $19,3 \pm 36,2$ час. для 1 и 2 группы, соответственно ($p = 0,0006$). Кроме того, средняя кровопотеря у пациентов 1 группы превышала значения кровопотери пациентов 2 группы (420 ± 220 мл и 315 ± 245 мл, соответственно).

Нежелательные явления

Смертельный исход в 1 группе составил 1,5% (2 пациента), причиной которого стал ишемический инсульт, во 2 группе — 1% (1 пациент), причина — полиорганная недостаточность на фоне острого инфаркта миокарда.

Обсуждение

Резюме основного результата исследования

В результате проведенного исследования, в котором всем пациентам сформированных групп была выполнена ультразвуковая флоуметрия с оценкой показателей средней объемной скорости кровотока, индекса пульсации и диастолического потока были получены результаты, свидетельствующие об адекватности кровотока: средняя объемная скорость кровотока более 15 мл/мин., пульсативный индекс менее 5 единиц и диастолическое наполнение более 50% [6]. Полученное отсутствие статистически значимых различий в флоуметрических показателях обеих групп, скорее всего, обусловлено ограниченным количеством клинических наблюдений. Возможность интраоперационной оценки объема коронарного кровотока с помощью ультразвуковой флоуметрии, на наш взгляд, является таким же объективным и эффективным способом оценки состояния шунтов, как и проведение интраоперационной коронарографии. Кроме того, выполнение флоуметрии более безопасно для пациента и экономически выгодно в сравнении с коронарографией.

Обсуждение основного результата исследования

Недостаточный кровоток по коронарным шунтам ассоциируется с высокой частотой развития периоперационного инфаркта миокарда. Одной из причин данного состояния являются технические погрешности, которые могут быть выявлены во время операции [7]. Наиболее распространенными методами профилактики данных погрешностей на сегодняшний день является визуальная и пальпаторная оценка шунтов, инъекция 0,9% изотонического раствора натрия хлорида шприцом. Однако, данные методы не позволяют оценить скорость кровотока, а, соответственно, и провести количественную оценку показателей, что позволило бы точнее давать интраоперационную оценку состоятельности шунтов. Флоуметрия является наиболее часто используемым методом для оценки качества шунтов и может обнаружить

2–4% шунтов, требующих ревизии [8; 9]. Согласно Рекомендациям ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда 2018, в настоящее время отсутствуют достаточные данные о влиянии интраоперационной флоуметрии шунта на исходы [10]. В проведенном исследовании полученные результаты флоуметрии сформированных групп стали статистически незначимыми ($p > 0,05$), но вместе с тем было отмечено общее уменьшение количества неблагоприятных событий и окклюзии шунта.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что рутинное выполнение интраоперационной оценки коронарного кровотока с помощью ультразвуковой флоуметрии значительно снижает риски развития послеоперационных осложнений, связанных с техникой выполнения анастомоза. На наш взгляд, ультразвуковая флоуметрия является таким же объективным и эффективным способом оценки состояния шунтов, как и проведение интраоперационной коронарографии. Кроме того, выполнение флоуметрии более безопасно для пациента и экономически выгодно в сравнении с коронарографией.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Жбанов И.В., Сидоров Р.В. Тактика коронарного шунтирования больных ИБС с различной степенью хирургического риска // Медицинский вестник Юга России. — 2014. — №4. — С. 35–41. [Zhbanov IV., Sidorov RV. Tactics of coronary artery bypass grafting in cad patients with different levels of surgical risk. Medical Herald of the South of Russia. 2014;(4): 35–41. (In Russ).] Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/taktika-koronarnogo-shuntirovaniya-bolnyh-ibs-s-razlichnoy-stepenyu-hirurgicheskogo-riska>. Ссылка активна на 10.11.2020.
2. Lehnert P, Møller CH, Damgaard S, et al. Transit-time flow measurement as a predictor of coronary bypass graft failure at one year angiographic follow-up. J Card Surg. 2015 Jan; 30(1): 47–52. doi: 10.1111/jocs.12471.
3. Сидоров Р.В., Талалаев Е.П., Щетко В.Н. и др. Анализ флоуметрических показателей кровотока коронарных шунтов у пациентов высокого хирургического риска // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2019. — №25(1). — С. 53–57. [Sidorov RV, Talalaev EP, Shchetko VN, Pospelov DI, Shlyk IF. Analiz floumetricheskikh pokazatelei krvotoka koronarnykh shuntov u patsientov vysokogo khirurgicheskogo riska. Angiol Sosud Khir. 2019; 25(1): 53–57. (In Russ).] doi: 10.33529/angio2019107.
4. Козлов Б.Н., Затолокин В.В., Вечерский Ю.Ю. и др. Функциональность маммарокоронарных шунтов по данным интраоперационной флоуметрии // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2019. — №25(1). — С. 159–162. [Kozlov BN., Zatolokin VV., Vechersky YuYu., Panfilov DS. Functionality of mammary-coronary bypass grafts according to the data of intraoperative flowmetry. Angiol. Vasc. Surg. 2019; 25(1): 159–162. (In Russ).] doi: 10.33529/angio2019121.
5. Вечерский Ю.Ю., Затолокин В.В., Козлов Б.Н. и др. Роль флоуметрической оценки коронарных шунтов на остановленном сердце // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2020. — №26(3). — С. 45–52. [Vechersky YuYu., Zatolokin VV., Kozlov BN., Panfilov DS. Role of intraoperative flowmetric assessment of coronary artery bypass grafts established on-pump. Angiol. Vasc. Surg. 2020; 26(3): 45–52. (In Russ).] doi: 10.33529/ANGIQ2020323.
6. Une D, Deb S, Chikazawa G, et al. Cut-off values for transit time flowmetry: are the revision criteria appropriate? J Card Surg. 2013; 28(1): 3–7. doi: 10.1111/jocs.12036.
7. Di Giammarco G, Canosa C, Foschi M, et al. Intraoperative graft verification in coronary surgery: increased diagnostic accuracy adding high-resolution epicardial ultrasonography to transit-time flow measurement. Eur J Cardiothorac Surg. 2014; 45(3): 41–5. doi: 10.1093/ejcts/ezt580.
8. Kieser TM, 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. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.01.026.
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. doi: 10.17305/bjbm.2007.3059.
10. Рекомендации ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда 2018 // Российский кардиологический журнал. — 2019. — №8. — С.151–226. [2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. Russian Journal of Cardiology. 2019;(8): 151–226. (In Russ).]